KARAITZA

NUMERO 4

UNION DE ESPELEOLOGOS VASCOS
EUSKAL ESPELEOLOGOEN ELKARGOA
UNION DE SPÉLÉOLOGUES BASQUES

Donostia - S. Sebastián
1995

Vertical de 90 m en la Sima de Acopán 1

UNION DE ESPELEOLOGOS VASCOS.
EUSKAL ESPELEOLOGOEN ELKARGOA.
UNION DE SPELEOLOGUES BASQUES.

Ignacio Zuloaga Enparantza (Museoa).
20003 Donostia - San Sebastián.
Spain.

JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENTE:	**Félix ALANGUA**
VICEPRESIDENTE:	**David DIEZ THALE**
SECRETARIO:	**Cándido GARCIA MAIZTEGI**
TESORERO:	**Koldo SANSINENEA**
VOCAL POR ARABA:	**José Javier MAEZTU**
VOCAL POR BIZKAIA:	**Iñaki LATASA**
VOCAL POR GIPUZKOA:	**Peio ZABALETA**
VOCAL POR NAFARROA:	**Angel LUQUIN ETAYO**

Número de Inscripción en el Registro de Asociaciones del Gobierno Vasco: Sección Primera, G/204/86.

La revista KARAITZA se publica anualmente por miembros de Euskal Espeleologoen Elkargoa - Unión de Espeleólogos Vascos en Donostia - San Sebastián (Gipuzkoa). Es una publicación que está abierta a todo trabajo de interés espeleológico, particularmente a aquellos referidos al karst del País Vasco.

KARAITZA se distribuye gratuitamente a todos los miembros de Euskal Espeleologoen Elkargoa - Unión de Espeleólogos Vascos que estén al día en sus cuotas. El precio de un ejemplar es de 5.00 dólares USA (500 pts; 25 francos fr). Toda información relativa a suscripción debe ser pedida a EEE-UEV.

La Comisión Editora de Karaitza está integrada por: José Javier Maeztu (Director), Cándido García, Imanol Goikoetxea, Jesús Mª Lz. de Ipiña, Félix Alangua y Carlos Eraña.

Todos los originales y correspondencia deben ser enviados a: Comisión Editora Karaitza. Grupo Espeleológico Alavás. Apartado Correos 21. 01080 Vitoria-Gasteiz. Spain. Para la redacción de originales se seguirán las pautas expuestas en «Instrucciones a los Autores», que aparecen en la contracarátula de este número, preferiblemente en disquete sistema Macintosh (Word) o PC (Word Start - Word Perfect).

La Comisión Editora de Karaitza no se hace responsable de las ideas y opiniones desarrolladas por los autores en los artículos que son de su exclusiva responsabilidad.

Los grupos de Espeleología que integran EEE-UEV han contado para su funcionamiento con la colaboración de los Departamentos de Cultura y Deportes de las Diputaciones Forales de Alava, Guipúzcoa, Vizcaya, del Departamento de Obras Públicas, Transporte y Comunicaciones del Gobierno de Navarra y del Departamento de Cultura del Gobierno Vasco.

Fotografía de Portada: Vertical de 90 m en la Sima de Acopán 1 (Foto Carlos González)
Maquetación: PRN Sistemas, S.L. - Médico Tornay, 5 - Vitoria-Gasteiz
Impresión: Evagraf, S. Coop. Ltda. - Alibarra, 64 - Vitoria-Gasteiz
Depósito Legal: SS-110/92
ISSN: 1133-5505

PRESENTACION

Al SE del Río Orinoco, en la región de la Guayana Venezolana y dentro del Parque Nacional de Canaima, se levantan, sobre el nivel de selva y gran sabana de la zona, unas espectaculares mesetas de roca síliciea con paredes de 500 a 1000 m en todo su perímetro, que los indígenas Pemones, pobladores de la zona, denominan "tepuys". En estas elevadas mesetas, un singular proceso de cavernamiento sobre la cuarcita ha conducido a la génesis de importantes cavidades y redes espeleológicas.

La exploración de este tipo de cavidades era algo sobradamente conocido por los miembros de la Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE) que llevaban largos años de actividad en la zona. Por el contrario, para los componentes de la Unión de Espeleólogos Vascos (UEV-EEE), este escenario resultaba un campo de trabajo nuevo y atractivo, donde se unían al mismo tiempo un contexto geográfico en zona tropical único en el mundo y un tipo de cavernamiento "diferente" y desconocido en nuestro país.

Al término de la expedición conjunta Vasco-Venezolana de 1991 a Mesa Turik, se vió la posibilidad de realizar un nuevo proyecto de cooperación conjunta en tepuy. Prevista inicialmente para el mes de febrero de 1992, la expedición no pudo llevarse a cabo en estas fechas por motivos económicos.

A finales de ese año, dos grupos de la UEV-EEE, el GAES de Bilbao y el GEA de Vitoria-Gasteiz, retoman el proyecto y una vez salvado el principal escollo, el económico, están en disposición de poner en marcha con la SVE la futura expedición.

Encuadrada dentro de los Terceros Encuentros Vasco-Venezolanos de Espeleología, toda la infraestructura material y la logística organizativa se desarrolló a lo largo de 1992, culminando con la firma de un Protocolo de Intercambio Científico (UEV & SVE) en 1993.

El área de trabajo escogida fue un complejo conjunto de tepuys conocido como "Macizo de Chimantá", totalmente inexplorado desde el punto de vista espeleológico. Al tratarse de una zona comprendida dentro del Parque Nacional de Canaima, fue necesario solicitar al organismo competente de la administración venezolana (INPARQUES), el oportuno permiso, en el cual se señalaban ya dos zonas concretas de actividad: los tepuys Acopán y Amuri.

La expedición Chimantá Tepuy tuvo lugar entre los días 12 de Febrero y 18 de Marzo de 1993, contando con la participación de seis espeleólogos vascos- Félix Alangua, David Díez, Carlos González, Iñaki Latasa, J.M. Lz. de Ipiña, Javier Maeztu- y cuatro venezolanos- Joaquim Astort, Rafael Carreño, Francisco Herrera y Joris Lagarde.

Estas fechas fueron escogidas por razones obvias de estabilidad metereológica (período menos lluvioso en la zona, factor de extraordinaria importancia a tener muy en cuenta en zona tropical, tanto para los traslados en helicóptero como para la exploración espeleológica de las cavidades.

En el transcurso de la expedición se instalaron dos campos base, uno en Acopán frente al tepuy Churi y otro en el extremo más septentrional de Amuri, con vistas al vecino tepuy Toronó.

En Acopán, las excelentes perspectivas de exploración que se adivinaban desde el aire, unicamente se concretaron en la Sima de Acopán 1 y en algunas simas más del entorno, cuya profundidad en todos los casos rondaba los 120 m de profundidad. La busqueda de nuevas cavidades llevó a prospecciones por el tepuy a bastantes kilómetros del campamento base, por un terreno muchas veces intratable, surcado por grandes grietas y enmarañado por una vegetación que echaba de menos al pelado y relativamente próximo tepuy Roraima. Un vivac de dos días en un campamento desplazado desde el base, permitió explorar varias cuevas de pequeñas dimensiones colgadas en las paredes interiores del tepuy.

La elección del segundo punto de trabajo en Amuri estuvo condicionada por una pésima metereología. La lluvia y la niebla complicaron el reconocimiento aéreo, dejándonos escasos claros con visibilidad para poder escoger un punto con buenas perspectivas espeleológicas y, sobre todo, con posibilidades para el aterrizaje.

Desde el campamento de Amuri y en un radio de dos kilómetros se exploraron seis cavidades de similar desnivel a las de Acopán, con algunos desarrollos horizontales interesantes (Sima de Amuri 2). Para ello se instalaron muchos metros de cuerda en el acceso hasta las bocas, situadas al fondo de cañones o depresiones de paredes abruptas. El último día de estancia en el tepuy se pudo alcanzar la base de un "campo de grietas", donde se localizaron varias bocas de simas, cuya exploración, con perspectivas más que interesantes, hubo de abandonarse por falta de tiempo. Para llegar hasta allí, en días anteriores se habían colocado 200 m. de cuerda y un sinfín de fraccionamientos.

En total y a lo largo de la expedición se exploraron catorce cavidades, en su mayoría de desarrollo vertical. La cavidad más importante, por su desarrollo, fue la Sima de Acopán 1 (1376 / -90 m).

A la par de las actividades espeleológicas se realizaron otra serie de trabajos multidisciplinares (geomorfología, hidroquímica, mineralogía, biología, etc.), que han aportado nuevos datos para el estudio del medio ecológico y de la karstificación de las rocas síliceas de los tepuys. Señalar igualmente la importante documentación fotográfica obtenida sobre la zona.

Como conclusión a esta breve presentación, hemos de decir que el balance de resultados, desde el punto de vista espeleológico es bastante modesto, si tenemos en cuenta los días de trabajo, los esfuerzos realizados y la infraestructura desplegada en el tepuy. La ausencia de grandes cavidades en las zonas reconocidas, algo con lo que no se contaba de antemano según la documentación recogida, imposibilitó unos logros en exploración superiores, tales como los conseguidos en el vecino Auyantepuy por los italianos. Quizá los resultados obtenidos en el campo de la investigación puedan paliar en cierta medida esta sequía exploradora.

Grupo Espeleológico Alavés** (Vitoria-Gasteiz) y **Grupo de Actividades Espeleológicas Subterráneas** (Bilbao) de la **Euskal Espeleologoen Elkargoa - Unión de Espeleólogos Vascos.

AGRADECIMIENTOS

Muchas instituciones, entidades y personas nos han ayudado a llevar a buen fin la expedición Chimantá-Tepuy 1993.

Todo hubiera sido imposible sin el apoyo económico directo de las siguientes Instituciones y empresas:

- **Excma. Diputación Foral de Alava (Dpto. de Cultura)**
- **Excmo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (Dpto. de Cultura, Juventud y Deportes)**
- **Excma. Diputación Foral de Vizcaya (Dpto. de Cultura)**
- **Universidad del País Vasco (Vicerectorado del Campus de Alava)**
- **Caja Laboral Popular (Vitoria-Gasteiz)**
- **Sociedad Cooperativa Eroski (Vitoria-Gasteiz)**

y el apoyo material de:

- **Seguros Aurora Polar (Bilbao)**
- **Iberia (Bilbao y Caracas)**
- **Vegenat SA (Cacéres)**
- **Cegasa (Vitoria-Gasteiz)**
- **Enrique Martín fotógrafo (Vitoria-Gasteiz)**

Igualmente por su apoyo organizativo y de infraestructura, tanto en el País Vasco como en Venezuela:

- **Euskal Espeleologoen Elkargoa - Unión de Espeleólogos Vascos** y por sus comentarios e informaciones a **Carlos Galán**.
- **Sociedad Venezolana de Espeleología**, especialmente en las personas de su Presidente **Franco Urbani**, **Pedro Vegue**, **Joris Lagarde** y los **participantes en la expedición**.
- **Instituto Nacional de Parques de Venezuela (INPARQUES)**
- **Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela**
- **Tripulación del helicóptero de Aerotécnica** y especialmente a su piloto **Raúl Arias**
- **Electrificación del Caroní C.A. (EDELCA) en su base de San Ignacio de Yuruaní.**

A todos ellos y a los injustamente olvidados, nuestro más sincero agradecimiento.

Equipo de exploración en el Tepuy Acopán. En primer término agachado Carlos González. Sentados detrás y de izquierda a derecha: Félix Alangua, J.J. Maeztu e Iñaki Latasa. Al fondo y en el mismo sentido, Joaquim Astort, Joris Lagarde, J.M. Lz. de Ipiña y David Díez. Faltan en la imagen los componentes del segundo equipo venezolano Francisco Herrera y Rafael Carreño. (Foto J. M. Lz. de Ipiña)

EXPLORACION Y ESTUDIO DE CAVIDADES EN ROCAS SILICEAS PRECAMBRICAS DEL GRUPO RORAIMA, GUAYANA VENEZOLANA: UNA SINTESIS ACTUAL.

Carlos GALAN.
Sociedad de Ciencias Aranzadi.
Museo de San Telmo, 20003 San Sebastián (Spain)
Sociedad Venezolana de Espeleología.
Apdo. 47 334, Caracas 1041-A, (Venezuela).

(Recibido en Diciembre de 1994)

RESUMEN

Este trabajo es una síntesis de las exploraciones e investigaciones llevadas a cabo en cuevas desarrolladas en rocas silíceas del Grupo Roraima (de edad Precámbrico), localizadas en la Guayana Venezolana. Las primeras cuevas son exploradas en 1971. Actualmente son conocidas cerca de 100 cavidades, algunas de ellas alcanzando cerca de -400 m. de profundidad y 2,5 km. de desarrollo de galerías. Tradicionalmente, este tipo de roca era considerado insoluble y no apto para la karstificación. Actualmente la investigación ha progresado mucho y se conocen algunos de los mecanismos que intervienen en la formación de cavidades subterráneas y formas de superficie relacionadas.

ABSTRACT

This work is a syntesis of the explorations and cave research developed in siliceous rocks of Roraima Group (Precambrian), located in the Guayana Shield, Venezuela. The first subterranean explorations were made in 1971. At present day has been explored and mapped 100 caverns. Some are deep-shafts (near -400 m deep) and large caves (2.5 km development). In this siliceous rocks traditionaly has been considered that dissolution is not possible and no-karstic phenomena may be to ocurr. At now. the karst research and explorations carried into effect on Guayana tepuys, have revelated various mechanisms and factors involved in origin and development (speleogenesis) of karstic-surface landforms and subterranean caves.

LABURPENA

Guaiana Benezolarrean kokatutako Roraima Taldeko (Prekanbriko garaikoa), arkaitz silizeoan eratutako kobazuloetan egindako azterketa eta behaketan lanaren laburpena da. Lehenengo kobazuloak 1971ean azterketak izan ziren. Gaur egun ehunen bat kobazulo ditugu ezagunak. hauetako batzuk 400 metro sakoñera eta 2,5 kmtroko galeriak dituzte. Ohituraz. arkaitz mota hau solugaitza eta karstifikaziorako ezegokia zela pentsatzen zen. Gaur egun ikerketa lanetan asko aurreratu da eta lurpeko kobazuloetan eta zulo hauekin erlazionatutako formen azalaren eraketan parte hartzen duten mekanismoak ezagutzen dira.

INTRODUCCION

El Grupo Roraima es una potente secuencia de sedimentos continentales y deltaicos que yace discordantemente sobre un basamento ígneo-metamórfico del Escudo de Guayana. Las rocas del Escudo alcanzan edades de 3,4 Ga (1 Ga = mil millones de años) y representan un fragmento del antiguo supercontinente Gondwana, el cual comprendía a Africa y América del Sur antes de su separación en el período Jurásico. Las rocas del Escudo fueron cubiertas parcialmente hace 1,6 a 1,7 Ga por rocas sedimentarias que constituyen el Grupo Roraima, e intrusionadas entre 1 y 2 Ga por rocas ígneas (SCHUBERT, 1984).

La edad del Grupo Roraima ha sido determinada por métodos radiométricos (Potasio-Argón K/Ar, Rubidio-Estroncio Rb/Sr) en diabasas (rocas ígneas básicas) que intrusionan en forma de diques y sills los sedimentos de Roraima. Las edades obtenidas en las diabasas intrusivas permiten deducir que el origen del Grupo se remonta a 2 Ga.

El Escudo de Guayana ocupa un área de 1,8 millones de km^2 en el NE de América del Sur (Venezuela, Guayanas, N de Brasil). Los sedimentos de Roraima afloran en una superficie discontinua de 0,5 millones de km^2, extendiéndose desde el tepuy Autana (Territorio Federal Amazonas, Venezuela) hasta los montes Tafelberg (Surinam) y algunas zonas de Brasil al N del río Amazonas.

La mayor parte de los afloramientos de Roraima se localizan en la Guayana Venezolana, alcanzando su mayor extensión en las cuencas altas de los ríos Caroní, Paragua y Caura, tributarios del Orinoco. El espesor preservado del Grupo Roraima es próximo a 3.000 m. Su extensión y espesor originales deben haber sido considerablemente mayores, ya que la erosión ha ido desgastando y fragmentando estos terrenos desde finales del Precámbrico hasta el presente. BRICEÑO & SCHUBERT (1990), BRICEÑO et al. (1990) y GALAN (1991) han presentado estimaciones de la tasa de denudación, bajo las condiciones climáticas actuales, del orden de 40-50 a 105 toneladas de roca por km^2 y año. Esto implica que puede haberse producido un rebajamiento de superficie de 1.200 a 2.800 m de espesor en tan sólo los últimos 70 millones de años y que el espesor original de Roraima podría superar ampliamente los 3 km, al menos en muchos sitios. El efecto erosivo es responsable de la disección de antiguas superficies y, unido a otros factores (hidrológicos, litológicos y tectónicos), ha generado a escala regional la singular morfología de gigantescas mesetas, contorneadas por paredes verticales de hasta 1.000 m de desnivel.

La litología del Grupo Roraima es, predominantemente, de cuarcitas masivas blancas y rojas. En menor proporción se presentan areniscas feldespáticas, conglomerados, arcosas, wacas cuarcíferas, jaspe, lutitas y limolitas interestratificadas. URBANI et al. (1977) demuestran que estas rocas estuvieron sometidas a metamorfismo de bajo grado, aparentemente de contacto. Es de destacar que en las cuarcitas el cemento de unión entre los granos individuales de cuarzo es silíceo, a diferencia de algunas zonas de Europa (o de otros continentes) donde existen cavidades en areniscas, pero éstas son de cemento calcáreo o están relacionadas con rocas carbonáticas.

En rocas cuarcíferas, como las del Grupo Roraima, se pensaba -tradicionalmente- que era imposible la formación de cavernas y el desarrollo de fenómenos kársticos. Por ello, el descubrimiento a partir de los años 70 de gigantescas simas y cavernas en la Guayana Venezolana, abrió un nuevo campo de estudio en la investigación del karst, el cual difería completamente de los casos conocidos en el karst clásico desarrollado en rocas carbonáticas y/o evaporitas (URBANI & SZCZERBAN, 1974).

CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DE LA GUAYANA VENEZOLANA

Al sur del rio Orinoco se encuentra la Guayana Venezolana, un extenso territorio, selvático y montañoso, de 450.000 km^2. Administrativamente forma parte del Territorio Federal Amazonas (TFA) y del Estado Bolívar. El borde norte de la región es de tierras bajas, de moderada altitud, que prosiguen en la parte W del TFA a lo largo del Orinoco medio y el Casiquiare, ese fantástico río que comunica las cuencas del Orinoco y del Amazonas. Sin embargo, hacia el interior del territorio, el relieve se torna abrupto y se levantan prominentes macizos montañosos de peculiares formas. Muchos de ellos superan los 2.500 m de elevación. La máxima altitud es alcanzada en el Pico de la Neblina (3.014 m), que por su posición fronteriza constituye la cumbre más alta de Brasil y, a la vez, de la Guayana Venezolana.

Otras importantes montañas son las siguientes: Los cerros Yavi (2.280 m de altitud), Yutajé (2.200 m) y Guanay (2.100 m), en la parte N del TFA. El tepuy Autana (1.375 m) y la Serranía Sipapo-Cuao (2.000 m) en la parte centro-occidental del TFA. El cerro Parú (2.200 m) y el grupo montañoso de los imponentes cerros

Marahuaca (2.800 m), Duida (2.400 m) y Huachamacari (1.800 m), en la región centro-sur del TFA. En el extremo sur, la ya mencionada Sierra de la Neblina (3.014 m) y las agudas puntas secundanas del cerro Avispa (1.500 m) y del Aracamuni (1.500 m). En el Estado Bolívar se alzan de W a E: los extensos macizos de Jaua (2.300 m), Sarisariñama (2.300 m) y Guanacoco (2.000 m), en el Alto Caura. Las mesetas de Guaiquinima (1.800 m), Ichúm (1.500 m) y Marutani-Aguapira (1.500 m), en el Alto Paragua. Por último, en el Alto Caroni (región de la Gran Sabana), se encuentra el mayor número de tepuys: el gran macizo del Auyán-tepuy (2.600 m), la cadena Agparamán-Murosipán-Terekeyuren-Kamarkawaray-Ptary tepuy (2.200-2.500 m), los macizos de Aprada (2.500 m) y Uaipán (2.000 m), el extenso macizo de Chimantá (2.700 m), la cadena Tramen-Ilú-Karaurín-Wadakapiapué-Yuruaní (2.650-2.500m), y el grupo de los montes Kukenán y Roraima (2.700-2.800 m), constituyendo este último el hito fronterizo triple entre Venezuela, Guyana y Brasil.

A grosso modo, en la mitad oriental las montañas tienen una forma típica de meseta tabular, con estratificación horizontal y cumbre plana, rodeada por paredes verticales. En la mitad occidental, aunque también hay mesetas tabulares y torres de cumbre plana, otras muestran flancos más irregulares o inclinados, con estratos plegados y buzamiento más acentuado.

Estas mesetas de cuarcita son llamadas "jidi" en lengua Yekuana (Makiritare) y "tepuy" en lengua Pemón, dos de los grupos étnicos que habitan en la región. Para los indígenas estas palabras significan "montaña", pero los biólogos y geógrafos han incluido en el léxico científico la palabra "tepuy" para designar a este singular tipo de montañas de cuarcita. En Pemón el plural de tepuy es "tepuyek"; en lenguas extranjeras conviene utilizar el plural "tepuys", más correcto y eufónico que otros términos.

La región se caracteriza por poseer elevadas precipitaciones, que en las partes centrales y meridionales superan los 4.000 mm al año. El clima regional no posee períodos secos, aunque existe un período menos lluvioso que abarca los 2-3 primeros meses del año. Durante la época más lluviosa (Junio-Agosto) el territorio recibe ingentes cantidades de lluvia, que pueden superar los 700 mm/mes (GALAN, 1984). Esto genera ambientes muy húmedos, y propicios para el crecimiento de exhuberantes selvas, y una importantísima red hidrográfica, con ríos muy caudalosos. El Caroní p.ej. tiene una cuenca de 96.000 km^2 y un caudal medio de 5.000 m^3/sg, lo que equivale a la suma de todos los ríos de la Península Ibérica juntos. En las cumbres de los tepuys se organizan cursos de agua que se precipitan al vacío en espectaculares cascadas al alcanzar los flancos verticales. Además del Churún-merú o Salto Angel (la mayor cascada del mundo, de 1.007 m de desnivel), existen en los tepuys miles de saltos de agua de gran altura. Algunas cascadas existentes en el Marahuaca, Duida o Chimantá, descienden escalonadamente desniveles próximos a los 2.000 m.

Las cumbres de los tepuys poseen microclimas muy particulares. Por su proximidad al ecuador (entre 0° y 7° de Latitud Norte) la entera región está bajo la influencia de la ITCZ (zona de convergencia intertropical). Aunque la temperatura disminuye con la altitud (según un gradiente de 0,6°C de descenso por cada

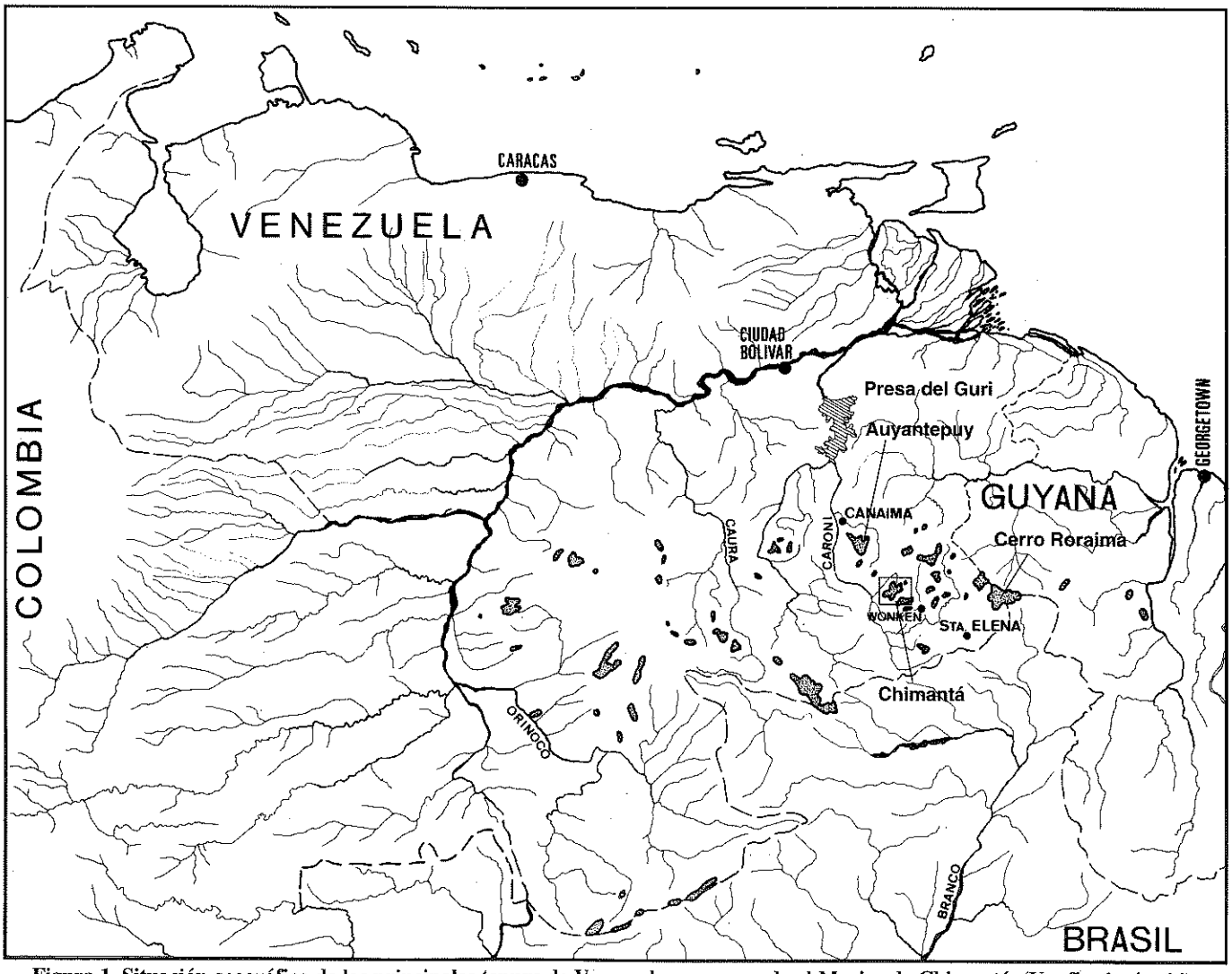


Figura 1. Situación geográfica de los principales tepuys de Venezuela y enmarcado el Macizo de Chimantá (Ver fig. 1 pág. 14).

100 m de incremento en altura), las precipitaciones son muy cuantiosas, dando como resultado un clima templado-frio y muy húmedo (10 a 14°C a 2.000 m) La oscilación diaria es grande (entre 1°C y 25°C), pero sin alcanzar nunca los 0°C debido a la elevada humedad, próxima al 100%. El régimen anual, en cambio, es isotérmico. Los ambientes de las cumbres, a menudo envueltas por las nubes, resultan extremadamente húmedos, con un cociente Evapotranspiración/Precipitación (E/P) inferior a 0,25. Sin embargo, cuando el techo de nubes se disipa, la radiación incidente puede ser muy fuerte, con gran efecto desecante (GALAN, 1992).

En pocas montañas del mundo se reunen condiciones parecidas, tanto porque hay pocas montañas en el mundo a la latitud del ecuador, como porque en éstas al aumentar la altura decrecen rápidamente las precipitaciones. En los tepuys de poca altitud (próxima a 1.500 m) las cumbres están cubiertas por densas formaciones selváticas y/o arbustivas, extremadamente higrófilas, con profusión de epífitas, algas y líquenes sobre las ramas. Estas "selvas enanas" son extraordinariamente intrincadas y difíciles de transitar. A mayores elevaciones la selva deja paso a formaciones predominantemente herbáceas asentadas sobre suelos de turba. En los tepuys más altos (2.000 a 3.000 m), las cumbres son casi enteramente rocosas, con una escasa vegetación pionera litófila (constituida sobre todo por Bromeliáceas, Rapatáceas, Xyridáceas, Orquidáceas, Eriocauláceas, y Melastomatáceas) y bosquecitos de Bonnetia (Teáceas) que crecen en zanjones y áreas protegidas. También, cuando se trata de torres y cumbres expuestas, la vegetación falta y aflora la roca desnuda.

La composición química de las aguas de lluvia, de río y de los suelos turbosos, indica que son aguas ácidas (pH entre 3 y 5), extremadamente pobres en especies disueltas, con bajo contenido en oxígeno y muy baja conductividad (9-25 µs/cm). La tasa de disolución de las cuarcitas por las aguas circulantes es muy baja: en numerosas muestras de agua se han obtenido valores de 1 a 6 mg/l de sílice y, en general, todas las muestras se presentan subsaturadas (GALAN, 1991).

El hecho de que los tepuys se eleven como islas sobre los terrenos bajos y selváticos circundantes ha determinado que la vegetación y fauna de sus cumbres a menudo tenga un carácter endémico y relicto. La evolución a lo largo de millones de años sobre una zona geológicamente calma y sometida a una progresiva disección, ha ido aislando en cada cumbre conjuntos endémicos particulares, a menudo derivados de estirpes muy antiguas. Esto también explica las lejanas relaciones de esta flora con grupos taxonómicos que sólo se encuentran en los tepuys y en apartadas regiones de Africa, Australia o el Archipiélago Malayo, p.ej. Diversos botánicos han calculado que de las más de 2.000 especies de plantas con flores y helechos de los tepuys, el 50% de ellas sólo se conoce de esta región del mundo, y que si se limita la muestra a cumbres superiores a 2.000 m de altitud, el porcentaje de endemismos es aún mayor (MAGUIRE, 1970; STEYERMARK, 1979,1984). Esta diversidad biológica hace de los tepuys una especie de "islas" de considerable interés biológico.

El relieve de la Guayana Venezolana tiene además una disposición escalonada. Sus ríos poseen numerosos rápidos, raudales y saltos, lo que los hace muy poco o nada navegables. A diferencia del Orinoco, Casiquiare, Río Negro, o Amazonas, de relativamente fácil navegación y conocidos por tanto desde hace siglos, las tierras altas de Guayana han permanecido inexploradas. Hasta hace muy pocos años estos territorios y sus montañas eran probablemente menos conocidos que muchas regiones de la Luna o de Marte. La selva alta y la abundancia de nubes y fuertes luvias obstaculizaban el reconocimiento aéreo. Existen aún hoy amplias zonas solo conocidas a través de imágenes de satélite Landsat, de Radar-Slar, o de las cuales sólo existen mapas a escala 1:500.000. La única carretera que cruza la parte E de la región (carretera El Dorado-Santa Elena de Uairén-Boa Vista) fue terminada en 1972, siendo apta sólo para vehículos de doble tracción hasta hace apenas 5 años, en que fué mejorada y asfaltada. Esto explica el carácter ignoto de la región, las dificultades de penetración que encontraron sus exploradores, y el misterio que envolvía a las altas cumbres. Muchas de estas montañas sólo han sido holladas por el hombre en fechas muy recientes, y gracias al empleo de helicópteros. Al respecto, cabe destacar que, aunque en las zonas intermontanas habitan grupos indígenas amerindios, éstos no conocen las cumbres de las mesetas. A menudo por resultar inaccesibles sin técnicas de escalada, y en otros casos, donde el ascenso a pie es posible, por poseer un clima frío y húmedo, con escasa caza, y por ello poco propicio para la vida humana.

Escarpes y talud del Tepuy Roraima. En primer plano un helecho gigante. (Foto J.M. Lz. de Ipiña).

LOS PRIMEROS EXPLORADORES

El primer científico que visitó la región de Guayana fue el botánico sueco Peter Löeffling, quien llegó a Venezuela en 1754 y colectó plantas en la zona de Puerto Ordaz y del Bajo Caroní. Desafortunadamente contrajo la fiebre amarilla y murió a los dos años de su llegada.

En 1800 Alexander von Humboldt y Aimé Bonpland recorrieron las tierras bajas de Guayana efectuando observaciones científicas y colectando muestras botánicas. Remontaron los raudales de Atures y navegaron hacia el sur por el Orinoco, caño Casiquiare, rio Negro, Atabapo, Temi, Yavita y Caño Pimichin. En la sabana de la Esmeralda pudieron contemplar una de estas majestuosas montañas de cumbre plana, el cerro Duida, pero sin ascender más allá de su base, pues la consideraron inaccesible.

En 1842 los hermanos Schomburgk, dos geógrafos al servicio de la corona británica, se acercaron al monte Roraima y, en otras expediciones, a la zona del Duida y del Marahuaca.

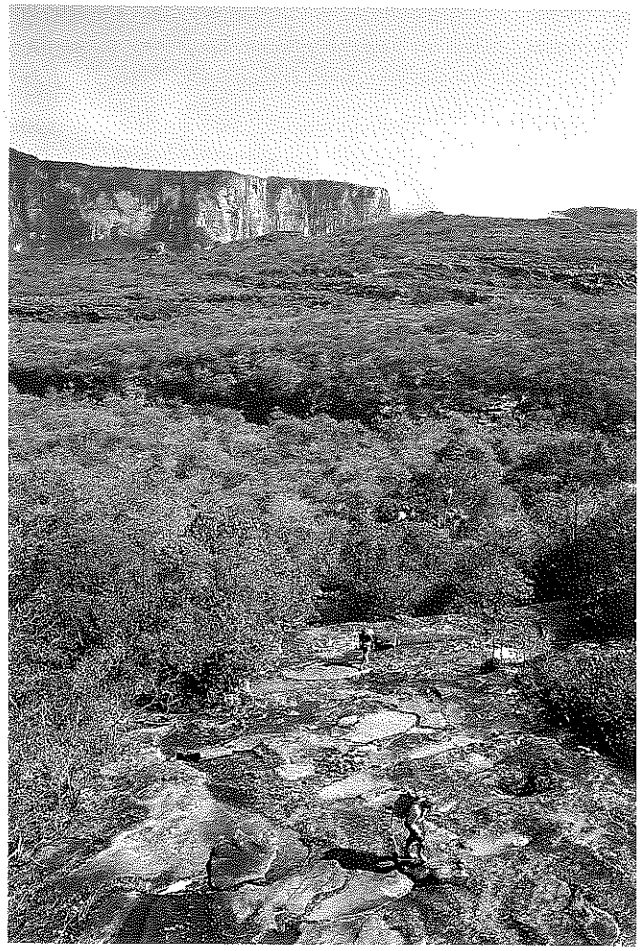
Muchos otros exploradores y aventureros, no propiamente científicos, recorieron las zonas bajas y navegables, en busca del caucho y el balatá, o bien del oro y los diamantes, pero con escasa penetración en las zonas de montaña.

La primera ascensión a la cumbre de un tepuy no ocurre hasta hace apenas 100 años. En 1884 Everhard Im Thurn consigue ascender al Roraima a través de una cornisa en la escarpa sur. Aunque sólo permanece unas horas en el borde de llegada a la cumbre, las plantas recolectadas causaron asombro en los medios científicos, pues casi todas ellas eran desconocidas.

Lo remoto de la región, las selvas y ríos llenos de peligros, la abundancia de nuevas y extrañas formas de vida, unido a la propagación de las ideas evolucionistas de Darwin, propiciaron que sir Arthur Conan Doyle (el creador de Sherlock Holmes) escribiera su exitosa novela de ciencia-ficción "El Mundo Perdido". En ella relata las aventuras de unos científicos que logran alcanzar la cumbre de un tepuy y encuentran en ella un lugar donde la evolución parecía haberse detenido, y donde los dinosaurios y plantas sólo conocidas en forma fósil, vivían en un medio que no se había modificado por millones de años. Su descripción corresponde al monte Roraima y el carácter de "isla", detenida en el espacio y en el tiempo, tiene una gran parte de realidad, claro está, sin lagartos prehistóricos.

Otros literatos también se han basado en la geografía de esta región. Así, la interesante novela "Los Pasos Perdidos", del cubano Alejo Carpentier, es un remontarse a los orígenes, y se desarrolla en la zona de los ríos Orinoco, Sipapo y Autana.

La denominación de "El Mundo Perdido" ganó amplia aceptación y ha sido muy utilizada por biólogos y geógrafos para referirse a las inaccesibles cumbres de los tepuys.



Cauce con marmitas del río que vierte al campamento 1 de Acopán. Al fondo los escarpes del tepuy Churi (Foto J.M. Lz. de Ipiña)

En la primera mitad del presente siglo aumenta el interés por las colecciones zoológicas y botánicas. Importantes instituciones, como el New York Botanical Garden, el Americam Museum of Natural History, el Chicago Natural History Museum, el Herbario Nacional de Venezuela, la Universidad de Los Andes, la Universidad Central de Venezuela, el Museo Phelps, la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, el Instituto de Cartografía Nacional, y la Dirección de Hidrocarburos y Minas del Ministerio de Fomento, propiciaron y financiaron exploraciones de interés en sus respectivas áreas. Entre los principales exploradores e investigadores podemos mencionar a: G. H. Tate, J. Steyermark, H. Irving, B. Maguire, J. Wurdack, F. Cardona, P. Aguerrevere, G. Dunsterville, y W. Phelps.

La segunda montaña en ser ascendida será el cerro Duida, en el TFA, donde el zoólogo G. H. Tate colecta numerosas muestras en 1927-28, con especies totalmente diferentes a las de Roraima.

El siguiente tepuy cuya cumbre es alcanzada tiene una historia muy particular. Se trata del famoso Auyantepuy. El piloto Jimmy Angel aseguraba que en 1920 fué contratado por un misterioso pasajero en un bar de Panamá. El hombre le dió 1.000 dólares a cambio de que lo llevara a la cumbre de una meseta en el sur de Venezuela. Jimmy cuenta que realizó el viaje y que en medio de una lluvia torrencial consiguió aterrizar sobre la montaña en un pequeño valle. El hombre desapareció entre la lluvia y regresó unas horas más tarde trayendo consigo 30 kg. en pepitas de oro.

Félix Cardona, uno de los más tenaces exploradores de Guayana, contratado por la Cartografía Nacional, se había acercado en varias ocasiones a las faldas del cerro Auyán acompañado de Juan Mundó. A principios de 1937, junto con Gustavo Heny y Miguel Delgado, consiguieron ascender la montaña a través de un paso en el flanco sur, pero su avance hacia la zona central fué detenido al alcanzar una segunda muralla de roca.

En octubre de 1937 se asociaron Gustavo Heny y Miguel Delgado con Jimmy Angel y su esposa. Pilotando un avión Ryan Flamingo sobrevolaron la meseta hasta que el piloto Jimmy pareció encontrar el valle de sus sueños. Descendió suavemente y se posó en lo que parecía ser una pradera lisa y compacta. Pero el resultado fué que la máquina se hundió en el suelo de turba, enterrando su pesado motor radial en el fango. Afortunadamente todos sobrevivieron al accidente y, aunque no encontraron el codiciado oro, su aventura para retornar a la civilización hizo que le dieran el nombre de Salto Angel a la espectacular cascada, cercana a ese sitio, conocida hasta entonces como Churún-merú. Los supervivientes tardaron 11 días para llegar a la segunda muralla y, gracias a que Heny habia tenido la previsión de llevar varias cuerdas, consiguieron descender el obstáculo y alcanzar la ruta ya conocida de descenso hacia el valle de Kamarata.

Aparte de las tres cumbres citadas, sólo parcialmente conocidas ya que se trata de extensas mesetas (el Auyantepuy tiene 700 km^2), el resto de los tepuys permanecería inexplorado hasta la segunda mitad de siglo y la época de los transportes en helicóptero.

Merece también ser destacada la campaña de exploraciones efectuada en 1939 en la región de la Gran Sabana (cuenca alta del Caroní) por P. Aguerrevere, V. López, C. Delgado y C. Freeman. Aparte de ser una de las primeras y mejores descripciones geológicas de la Gran Sabana, los autores citados señalan la presencia de drenaje subterráneo producido por infiltraciones de agua en las cuarcitas. "Estas... dan lugar a corrientes subterráneas que... forman ahitones (sink-holes) conocidos entre los indígenas con el nombre de iteutá" (AGUERREVERE et al., 1939). Los autores muestran en su trabajo una foto de la boca de una cueva en la zona de Luepa, con la leyenda: "Ahitón. Entrada a curso subterráneo de agua en las areniscas cerca de la cabecera del río Karuai". Aunque vaga, ésta es la primera referencia publicada sobre la existencia de cuevas en las rocas del Grupo Roraima

LA DECADA DEL 70: LA CUEVA AUTANA Y LAS SIMAS DE SARISARIÑAMA

A comienzos de 1970 surgen las primeras referencias concretas sobre la presencia de cuevas en rocas del Grupo Roraima. Los reportes de pilotos y exploradores son confirmados por las campañas de reconocimiento aéreo efectuadas por los geólogos P. Colvée y E. Szczerban, de la recien creada Comisión para el Desarrollo del Sur (CODESUR) del Ministerio de Obras Públicas.

La Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE) inicia sus propios reconocimientos con vistas a explorar directamente las cuevas: Wilmer Pérez La Riva y Daniel Genoud, partiendo de Puerto Ayacucho y Samariapo, remontarán por el Orinoco y el río Spapo, y luego por el río Autana, en busca de un acceso terrestre a la base del tepuy Autana. Estas tentativas, restringidas a la época menos lluviosa de cada año, fracasan varias veces al encontrar extensas ciénagas al sur de la monolítica montaña. Habrá que esperar a 1975 para que, ascendiendo por el caño Manteco, consigan abrir una ruta hacia la base de la arista norte. También en 1970 se inician los contactos con la Federación Polaca de Alpinismo para realizar un proyecto espeleológico conjunto en la meseta de Sarisariñama. Pero el apoyo aéreo necesario para la expedición sólo será obtenido 5 años más tarde. No obstante, SZCZERBAN & URBANI (1974) publican una amplia nota reseñando fenómenos kársticos en cuarcitas, entre ellos las simas de Sarisariñama, para entonces inexploradas.

Durante este tiempo Charles Brewer Carías obtiene el apoyo necesario y realiza las primeras exploraciones de la Cueva Autana y de las Simas Mayor y Menor de Sarisariñama. Acompañado de David Nott, asciende en helicóptero al Autana en 1971, y realiza un croquis de la cueva (BREWER, 1976). En 1974, también contando con helicópteros y en compañia de D. Nott, explora los amplísimos pozos de entrada de dos de las simas de Sarisariñama, aunque sin explorar las partes propiamente subterráneas y sin una adecuada topografía (BREWER, 1983). Estas exploraciones lamentablemente estuvieron revestidas de un estúpido sensacionalismo y de una innecesaria polémica. Los diversos participantes querían poner sus nombres a las cuevas descubiertas, a la vez que anunciaron dimensiones exageradas: -370 a -450 m. para la Sima Mayor (que sólo tiene -314 m. en su punto más bajo, y -275 en la zona alcanzada por los exploradores). E. De Bellard, quien nunca estuvo en las simas, aunque oficiaba de "director de la expedición", anunció reiteradamente ante la prensa y los medios de comunicación que había descubierto las mayores simas del mundo. Brewer por su parte mantuvo en vilo durante varios días a la teleaudiencia venezolana al quedar "atrapado" en el "fondo" de Sarisariñama. rodeado de "pterodáctylos" y en una atmósfera "desconocida", de extraños efectos (DE BELLARD, 1974, 1975; BREWER, 1976, 1983). El relato de Brewer y Nott es ironizado en los medios espeleológicos anglosajones como "la historia del vecino que el domingo por la mañana sale en pijama a recoger el periódico y se le cierra la puerta" ya que no se explican cómo avezados escaladores pueden descender a una sima con escalas y luego no saber cómo salir de ella.

De estas exploraciones destaca por su interés un artículo de COLVEE (1973), que analiza la información obtenida por CODESUR y Brewer, y publica una descripción geológica del tepuy y la cueva Autana, esbozando algunas hipótesis sobre su génesis.

En 1975 Wilmer Pérez La Riva y Carlos Reyes (SVE) acceden a pie al Autana y escalan su arista norte (2 vivacs en pared), alcanzando la cueva y explorando otras posibles bocas colgadas. Efectúan una topografía completa de la Cueva Autana a la vez que colectan muestras de gran interés cientifico (URBANI, 1975; URBANI & MARTINI, 1981: MARTINI & URBANI, 1985). Tras 6 días de estadía descienden con múltiples rappels por la misma ruta de ascenso, y regresan a pie y navegando hasta el punto de partida en Pto. Ayacucho.

Cabe destacar que el tepuy Autana es un monolito o torre de roca, de 1.350 m. de altitud, contorneado por paredes verticales de 800 a 1.000 m de desnivel. La Cueva Autana se abre a 150 m. bajo la cumbre y taladra la torre de lado a lado, poseyendo 653 m. de galerías. El acceso navegando requiere 2 a 3 días, más un día de marcha a pie hasta la base. Esto. una vez abierto el camino a machete, lo que requirió -como antes se menciona- varias tentativas en años anteriores.

Dos años después Wilmer Pérez (SVE) efectúa el segundo ascenso, acompañado por un grupo de norteamericanos, y con el objeto de filmar un documental. En esta ocasión la escalada se desarrolla por la cara oeste y dura también varios días.

La tercera ascensión es efectuada a finales de 1979. Participan Wilmer Pérez, Carlos Galán, Ramón Manrique y Raúl Ramírez (SVE). Se accede desde Caño Negro y se escala la extraordinaria pared de 1.000 m de la cara este, directamente a la boca central de la cueva. La escalada, en libre y artificial, es de dificultad extrema y requiere 4 días y medio en pared. En esta salida se toman muestras y datos adicionales, lo que permite completar la descripción de un mineral nuevo para la Ciencia, la Sveita, un hidróxido rico en aluminio y potasio, que cristaliza en el sistema monoclínico, y que forma espeleotemas sobre las paredes de la cueva (URBANI & MARTINI, 1981; MARTINI & URBANI,1984). GALAN (1982) publica un trabajo sobre la morfología de la cueva y expone una hipótesis comprensiva sobre el origen y evolución de esta cavidad.

En 1976, con el apoyo de aviones y helicópteros de la Fuerza Aérea Venezolana, se efectuó la Expedición Espeleológica Polaco-Venezolana a Sarisariñama, de 2 meses de duración. Por parte de la SVE participaron: F. Urbani, M. Perera, O. Ravelo, R. Herrera, P. Aso, O. Linares, P. Soriano, C. Bordón, F. Scaramelli, y J. L. Pérez, Por parte de la Federación Polaca de Alpinismo & Espeleología): M. Kuczynski, B. Koisar, T. Solicki, T. Dyga, P. Zawidzki, y J. Surdel. Los trabajos incluyeron la exploración completa y topografías de las Simas Mayor y Menor de Sarisariñama, Sima de la Lluvia, y Sima Norte (colapsada). Pero además se efectuaron estudios sobre la geología, hidrometeorología, botánica y zoología de la meseta y sus cuevas, filmándose una pelicula en 16 mm. de 3 horas de duración. La expedición generó numerosas notas científicas, siendo de destacar el trabajo de ZAWIDZKI et al. (1976), que explica el origen de las cavidades y la influencia de hidrotermalismo en la alteración de las cuarcitas.

En el fondo de la parte conocida de la Sima Mayor es descendida una vertical de 39 m., entre bloques, alcanzándose la cota máxima de -314 m, pero sin continuaciones penetrables; la sima posee un diámetro interior máximo de 405 m. La Sima Menor posee dos cuevas en su interior, totalizando -248 m. de desnivel y 1.179 m. de desarrollo. La Sima de la Lluvia, descubierta en esta expedición, tiene -202 m. y un desarrollo de 1.352 m., pasando a ser en ese momento la cavidad en cuarcitas de mayores dimensiones.

Entre 1975 y 1977 P. Colvée, E. Szczerban, P. Vegue, y F. Urbani (CODESUR & SVE) realizan varias expediciones en helicóptero explorando un sistema de cuevas en la meseta de Guaiquinima. El sistema, constituido por gigantescos colapsos y diversas galerías, queda inundado en época de lluvias, por lo que sólo una parte del mismo pudo ser explorado en detalle y topografiado. Los resultados del trabajo geológico y espeleológico son publicados en SZCZERBAN et al. (1977). Las cuevas tienen la peculiaridad de desarrollarse en un paquete de metalimolitas intercaladas entre cuarcitas compactas.

En 1977, Wilmer Pérez La Riva (SVE), trabajando como médico de la Comisión de Fronteras en la Sierra de Urutany, Alto Paragua, descubre dos nuevas cavidades en cuarcitas, que suman 500 m. de desarrollo. Una de ellas cruza subterráneamente la

Descenso a la Sima de Acopán 1 (Foto Carlos González)

frontera con Brasil. Aprovechando un viaje en helicóptero explora también la cueva Eutobarima, señalada por el fotógrafo K. Weidmann en 1972, y localizada en el cañón que forma el río Caroní tras el salto Eutobarima, cascada de 100 m. próxima a Wonkén. La cueva tiene una boca de 15 m. de diámetro y 150 m. de desarrollo, estando habitada por guácharos (Steatornithidae, aves cavernicolas).

En la región de Santa Elena de Uairén-Icabarú, los miembros de la SVE C. Bosque, O. Ravelo, J. Alvarez y W. Pérez La Riva, efectúan varias expediciones a pie durante 1977, explorando las cuevas del Tigre, del Abismo, del Conglomerado, y de la Quebrada El Pilón. La mayor de ellas, la Cueva del Tigre, tiene 485 m. y se desarrolla en un estrato muy blando de lutitas, constituido casi exclusivamente por caolinita, que tiene por techo un estrato duro de cuarcitas. Las otras cuevas se desarrollan en metaconglomerados y cuarcitas.

Es también de destacar el trabajo publicado por URBANI et al. (1977) sobre el metamorfismo de las rocas del Grupo Roraima, en el que hace referencia a las muestras tomadas en las cuevas de Guaiquinima y Sarisariñama.

LA DECADA DEL 80: LA SIMA AONDA Y OTRAS CAVIDADES HIDROLOGICAMENTE ACTIVAS.

Las exploraciones en esta década fueron integramente efectuadas por miembros de la SVE y permitieron descubrir sistemas de simas y cuevas mucho mayores que los previamente conocidos. Muchos de ellos, hidrológicamente activos, permitieron entender mejor los procesos de disolución en rocas silíceas y proponer hipótesis generales sobre los mecanismos y procesos involucrados en la karstificación y modelado superficial de las cuarcitas.

Las expediciones fueron efectuadas principalmente a altos tepuys en la cuenca de los ríos Caroní y Paragua, contando en diversas ocasiones con el apoyo aéreo de Electrificación del Caroní C.A.-EDELCA.

En Enero de 1983 C. Galán, W. Pérez La Riva, J. Lagarde, I. Almeida, A.Galán y J.Nolla exploran la Sima Aonda, localizada en una plataforma del Auyantepuy sobre el valle del río Aonda. Con sus -362 m. de desnivel pasó a ser la cavidad de mayor desnivel del mundo desarrollada en cuarcitas. La sima es espectacular y posee una de las mayores verticales absolutas hasta ahora conocidas. Durante la estancia, de una semana, se localizan sobre la plataforma Aonda todo un conjunto de grandes simas, cañones, sumideros y surgencias, constituyendo un extenso sistema hidrogeológico. La Sima Este 3 es descendida hasta el inicio de una gran vertical en la cota -92 m. Los resultados obtenidos son publicados en GALAN (1983,1984).

Entre 1983 y 1991 C. Galán es contratado por EDELCA para trabajar como biólogo y asesor científico en la División de Cuencas e Hidrología, la cual tiene a su cargo la protección y estudio de la cuenca alta del Caroní-Paragua, zona de 70.000 km^2 donde se concentra la mayor cantidad de grandes tepuys de la Guayana Venezolana. Junto a C. Todd, P. Vegue, A. González y otros compañeros de EDELCA, efectúan a lo largo de varios años una intensa labor de reconocimiento aéreo y terrestre en numerosos tepuys, obteniendo la información de base para salidas sucesivas.

Los tepuys Roraima y Kukenan son ascendidos a pie numerosas veces por grupos dirigidos por C. Galán (SVE), y en ellos son exploradas grandes extensiones entre 1984 y 1987. En menor proporción también se revisa un extenso sector en la zona sur y SE del Auyantepuy. Aparte de abrigos, cañones, formas de superficie y pequeñas cavidades, son exploradas 4 simas y cuevas de cierta entidad. La mayor de ellas, la Sima Kukenán 2, tiene -164 m. de desnivel y un río subterráneo de 326 m de desarrollo. Carlos Todd dirige por su parte la exploración del Sistema Taamó-Poipotá y de la Cueva de la Quebrada Arapán, en la subcuenca del Aponguao. Estas cavidades, de moderadas dimensiones, son hidrológicamente muy ilustrativas.

En Enero de 1985 se organiza una expedición de 13 días al tepuy Aguapira, en la Sierra Marutani, Alto Paragua. Participan C. Galán, F. Urbani, P. Vegue, J. Lagarde, J. Maguregui, e I. Almeida (SVE). Los traslados en helicóptero son logísticamente complejos, por la lejanía del lugar, condiciones meteorológicas adversas, y escasa autonomía de las aeronaves, que tienen el combustble justo para ir y volver.

Durante la estancia en Aguapira se localizan 15 cavidades, 2 de ellas en territorio de Brasil, explorándose completamente 12 cuevas y simas y una gran depresión. Algunas cavidades superan los -100 m. de desnivel. En dos grandes simas son descubiertas las mayores colonias de guácharos de Venezuela, con poblaciones estimadas en más de 10.000 ejemplares, algunos de ellos anidando a la luz del día en las paredes de las simas. En la parte final de la expedición, en el borde de una segunda mega-depresión, se localizó un importante conjunto de cuevas laberínticas, hidrológicamente activas, que fue parcialmente explorado.

En Enero-Febrero de 1986 se organiza otra gran expedición en helicóptero, esta vez al Auyantepuy. Participan C. Galán, W. Pérez La Riva, J. Otero, I. Almeida, J. Pereira, A. Martínez, J. Lagarde, J.Maguregui, J.Nolla, y P. Vegue (SVE). Se explora en primer lugar la espectacular sima Auyantepuy Norte, gran fractura de -320 m. de desnivel vertical y 634 m. de desarrollo. Trasladándose a continuación a la plataforma Aonda, se exploran las simas del Este 1 y 2, y las simas del Sur 1 y 2, encontrándose el colector principal del sistema (un caudaloso río subterráneo, de 820 m. con diversos tramos de natación) y un afluente menor. En varias simas se alcanzan desniveles próximos a -300 m.

Otras salidas de C. Galán con compañeros de EDELCA abren una ruta a pié a la base del Ptary-tepuy, que luego es abandonada,

A. Los mayores desniveles.		B. Los mayores desarrollos.	
1. Sima Auyantepuy NW.	-370 m	1. Sima Auyantepuy NW.	2.500 m
2. Sima Aonda.	-362 m	2. Sima Aonda Superior.	1.753 m
3. Sima Aonda 2.	-325 m	3. Sima de Acopán 1(*)	1.376 m
4. Sima Auyantepuy Norte.	-320 m	4. Sima de la Lluvia de Sarisariñama.	1.352 m
5. Sima Aonda 3.	-315 m	5. Sima Aonda.	1.320 m
6. Sima Mayor de Sarisariñama.	-314 m	6. Sima Menor de Sarisariñama.	1.311 m
7. Sima Aonda Este 2.	-295 m	7. Sima Aonda 2.	1.000 m
8. Sima Aonda Sur 1.	-290 m	8. Cueva de Guaiquinima 1-2.	830 m
9. Sima Yuruani tepuy.	-252 m	9. Sima Aonda Este 2.	820 m
10. Sima Menor de Sarisariñama.	-248 m	10. Sima Mayor de Sarisariñama.	719 m
11. Sima Auyantepuy Norte 2.	-230 m	11. Cueva Aguapira 6.	680 m
12. Sima Aonda Este 4.	-210 m	12. Sima Yuruaní tepuy.	660 m
13. Sima de la Lluvia de Sarisariñama.	-202 m	13. Cueva Autana.	653 m
14. Sima Aonda Este 3.	-192 m	14. Sima Kukenán Norte.	650 m
15. Sima Aonda Sur 2.	-168 m	15. Sima Aonda Superior 4.	636 m
16. Sima Kukenán 2.	-164 m	16. Sima Auyantepuy Norte.	634 m
17. Sima Yuruaní 5.	-150 m	17. Sima Aguapira 2.	545 m
18. Sima Kukenán Norte.	-150 m	18. Sima de Acopán 4(*).	512 m
19. Sima Amuri 3(*).	-140 m	19. Cueva del Tigre.	485 m
20. Sima Aonda Superior.	-136 m	20. Sima Aonda Sur 1.	434 m

Tabla 1. Las mayores cavidades de la Guayana Venezolana en cuarcitas: Julio 1994.

(*) Cavidades descubiertas y exploradas por la expedición Chimantá - 93.

Nota: *Los desarrollos han sido calculados según el mismo procediumiento en todos los casos, es decir, sumando los tramos horizontales y verticales de una poligonal continua. Esto modifica algunos datos anteriores, en los que se presentaba sólo el desarrollo horizontal proyectado. P.ej., en la Sima Mayor de Sarisariñama (antes 405 m) sólo se contaba el diámetro del fondo, sin sumarle el desnivel vertical. En la Sima Menor (antes 1.179 m), no se contaba el desnivel hasta donde se abren las cuevas. En Kukenán 2 (antes 326 m, no se incluia el desarrollo del primer nivel. En Aguapira 2 (antes 405 m) no se incluía las verticales de acceso a los dos niveles existentes. En otros casos, como Guaiquinima 1-2, sólo se contaba las dos cuevas inferiores, pero no los colapsos y el túnel intermedio, que forman un conjunto continuo.*

Esta forma de presentar el desarrollo permite una mejor comparación y homogeiniza los datos, ya que resultaba comparativamente absurdo el considerar p.ej. 405 m de desarrollo a la Sima Mayor de Sarisariñama, mientras cavidades con mayor desarrollo y similar morfología podían ser incluidas varias veces en el perfil de la primera. En este sentido, el desarrollo equivale a la suma de todos los segmentos de la poligonal mínima que es necesano levantar para poder trazar un perfil desplegado de la cavidad. Obsérvese que no se estan considerando anchuras ni volúmenes, sino sólo el desarrollo espacial de la red de galerias.

al acceder en helicóptero y explorar la cumbre sin encontrar fenómenos espeleológicos de interés. En otras salidas en helicóptero, aprovechando trabajos en la cuenca, también se exploran zonas y se localizan cavidades en los Cerros del Sol y de la Luna (Weitepuy), Auyantepuy NW y Centro, Guaiquinima, Tramen, Yuruaní, Angasimá y varias localidades del macizo de Chimantá. P. Vegue descubre importantes simas en la Serranía Pereña (macizo de Guaiquinima) y Auyantepuy E.

En Marzo del 86 C. Galán, W. Pérez, J. Lagarde, J. Nolla, C. Bosque y C. Todd (SVE), efectúan una expedición en helicóptero, de 8 días de duración, al Yuruaní tepuy, donde exploran dos simas con ríos subterráneos, la mayor de ellas de -252 m. de desnivel y 660 m. de desarrollo.

En Abril de 1989, C. Galán, J. Lagarde, F. Herrera, P. Ascanio y R.Carreño, exploran 6 nuevas cavidades, de moderadas dimensiones, en los tepuys Ilú, Torre Tramen, y Yuruaní, la mayor de ellas de -150 m. Cabe destacar que muchas de estas salidas permitieron colectar muestras zoológicas y geológicas de interés (incluyendo nuevas especies de vertebrados), a la vez que aportaron innumerables datos sobre micro y macroformas de superficie.

Entre los trabajos publicados en esta década pueden ser mencionados los de GALAN (1982, 1983, 1984, 1986, 1988), GALAN & LAGARDE (1988), GALAN & URBANI (1987), URBANI (1986), URBANI & GALAN (1986). Trabajos sobre formas de superficie y geomorfología son también publicados por BRICEÑO & SCHUBERT (1990), POUYLLAU & SEURIN (1985), SCHUBERT (1984), SCHUBERT & HUBER (1989), MARTINI (1982, 1984, 1987) analiza aspectos de la disolución y karstificación en cuarcitas de Sud Africa, con ejemplos comparables a los conocidos en el Grupo Roraima. URBANI (1986) presenta una hipótesis global sobre la formación de cavidades en rocas del Grupo Roraima. En 1990 resume la bibliografía existente sobre el karst en cuarcitas de la Guayana Venezolana y comenta la terminología kárstica aplicada a rocas silíceas (URBANI, 1990). Es también de gran interés el estudio multidisciplinario efectuado en el macizo de Chimantá entre 1983 y 1987 por el Grupo Científico Chimantá, colectivo que reune a 16 investigadores de diversas áreas (HUBER et al., 1992; BRICEÑO et al., 1990). Aunque el estudio es principalmente botánico y ecológico, aporta numerosos datos geomorfológicos y geoquímicos, incluyendo aspectos relacionados con la karstificación en cuarcitas.

Miembros de la SVE efectúan también algunas actividades esencialmente deportivas: (a) en Agosto de 1989, W. Pérez La Riva y L. Aulestia efectúan en la pared del Salto Angel un descenso en rappel de 1.023 m en pleno vacío. A continuación ascendieron en jumars sobre la cuerda en 3 horas y media. Para esta salida fué diseñada y contruida en USA una cuerda estática de 1.100 m de longitud, en un sólo tramo. Aparte de constituir un record mundial

de descenso y ascenso en jumars, la experiencia resultó de interés para probar sistemas adecuados a grandes verticales. En Noviembre de 1988, J. Lagarde y un equipo de espeleólogos españoles, efectuaron una nueva visita a la Sima Aonda, utilizando una vía de descenso con una vertical absoluta de 316 m. La salida permitió explorar el río que emerge en cascada en la cota -345 m. Este fue remontado aguas arriba una distancia de 70 m. En salida posterior la continuación del río ha elevado el desarrollo de Sima Aonda a 1.320 m.

LA DECADA DEL 90: EXPLORACIONES EN CURSO.

En Enero de 1991 la Fundación Terramar efectúa varias visitas en helicóptero al tepuy Kukenán y explora en el borde NW una nueva sima, de -150 m.

W. Pérez La Riva (SVE) efectúa nuevas visitas -con objeto de filmar documentales- a la Sima Aonda y a las simas de Sarisariñama. En esta última meseta descubre una nueva cavidad, que explora parcialmente (-120 m), localizando el colector principal del sistema: un caudaloso río subterráneo, de varios m^3/sg, que se precipita en la oscuridad formando una impresionante cascada, tal vez de 200 m de desnivel. Su continuación está por explorar.

GALAN (1991) publica un estudio comparado sobre la disolución y karstificación en rocas silíceas y carbonáticas, el cual resume el conocimiento existente sobre cuevas y modelado superficial en rocas del Grupo Roraima.

Durante Agosto de 1992, con la colaboración de la SVE, un grupo de la Societa Speleologica Italiana (región de Milano) coordinado por R. Bellomo, efectuó una salida en helicóptero al Auyantepuy, en una zona próxima a Aonda. Allí exploraron varias cavidades, siendo la mayor de ellas la Sima Aonda Superior, de -136 m de desnivel y 1.753 m de desarrollo.

En Febrero-Marzo de 1993 se realizaron simultáneamente, en conjunto con la SVE, dos nuevas salidas en helicóptero: la "Expedicion Vasco-Venezolana de Espeleología al tepuy Chimantá" y la "Expedición Geográfica Italiano-Venezolana Tepuy 93".

En la primera de ellas, reseñada en este número de Karaitza, participaron, por la UEV: J. M. Lz. de Ipiña, F. Alangua, J. J. Maeztu, C. González, D. Diez Thale, I. Latasa; por la SVE: F. Herrera, J. Lagarde, R. Carreño y J. Astort. Se trabajó durante 18 días en dos zonas distintas: Amuri y Acopán-tepuy. Se exploraron 14 nuevas cavidades, cuya profundidad osciló entre -20 y -140 m, totalizando un desarrollo acumulado de 3.420 m. Pese al empeño puesto en las exploraciones, no se encontraron grandes simas, como todos esperaban. No obstante, se efectuó un trabajo científico de interés (Ver siguientes artículos).

En la otra expedición, en cambio, los resultados superaron lo esperado. Debido al elevado número de participantes (SSI & SVE), se trabajó en 3 grupos situados en 3 campamentos distintos: uno en la plataforma Aonda, que exploró varias simas de -300 m de desnivel. El segundo, a 1 km al N de la plataforma Aonda, que exploró otra gran cavidad. Y el tercero, frente a Aonda pero en la parte NW del tepuy, al otro lado del valle. En este último sector se exploró una cavidad que alcanza -370 m de desnivel y 2,5 km de desarrollo, pasando a ser en este momento la mayor cavidad del mundo en cuarcitas (URBANI & HERRERA, 1993).

En la tabla anexa se presenta un listado de las cavidades de mayor desarrollo y de mayor desnivel hasta ahora conocidas en rocas silíceas del Grupo Roraima.

CONCLUSIONES

Aunque actualmente han sido exploradas cerca de 100 cavidades en rocas del Grupo Roraima y aunque la mayoría de las cumbres de los tepuys han sido alcanzadas por helicóptero, habiéndose efectuado muestreos científicos, el conocimiento de la región es sólo puntual. Extensas superficies esperan ser exploradas y, sin ninguna duda, en el futuro próximo podrán ser descubiertas simas y cuevas mucho mayores que las hasta ahora conocidas. En este sentido, existen zonas con potenciales superiores a -700 m de desnivel. No obstante, sólo su exploración permitirá verificar si tales cotas son alcanzables.

Los trabajos progresan lentamente, por el elevado costo que implica los traslados en helicóptero, y por la inaccesibilidad o impenetrabilidad de muchas cumbres, en unos casos cubiertas por densas selvas (tepuys bajos) y en otros por la presencia de grandes fracturas que disectan las superficies (tepuys altos), aislando unas zonas de otras. A ello se agrega en la exploración de simas la dificultad para colocar clavos de expansión, bien sea por la elevada dureza y capacidad abrasiva de la cuarcita compacta (inalterada o recementada) o bien por su extrema fragilidad (cuarcita arenizada o alterada por la disolución). La elevada pluviometría de la región y el importante caudal de muchos ríos subterráneos probablemente supondrán obstáculos difíciles de vencer, pero ello -a la vez- será un extraordinario desafío para los próximos exploradores.

Los tepuys de "El Mundo Perdido", además de albergar tesoros biológicos y geológicos de un valor incalculable, poseen algunos de los más espectaculares paisajes de la Tierra, y son un terreno de juego muy adecuado para el desarrollo de una espeleología "entre cielo y tierra" que ha cautivado a cuantos la han conocido

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a todos los compañeros de la Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE) que han hecho posible el conocimiento de las cavidades en cuarcitas de esta formidable región de Venezuela. Y, de modo especial, a dos de los impulsores de este conocimiento: en el plano científico, al Dr. Franco URBANI, y como motor de muchas exploraciones y excelente compañero de expedición, al Dr. Wilmer PEREZ LA RIVA.

En cuanto a apoyo logístico, debemos agradecer expresamente a Electrificación del Caroní C.A. EDELCA, y a sus directivos Ing. Hermann ROO e Ing. Efraín CARRERA, quienes muchas veces pusieron a nuestra disposición los aviones y helicópteros que hicieron posible los traslados. Igualmente a los compañeros de trabajo de EDELCA que colaboraron en muchos reconocimientos y/o exploraciones, y de modo especial a Pedro VEGUE, Andrés GONZALEZ, y Carlos TODD, este último fallecido poco después de la exploración de las simas del tepuy Yuruani. Igualmente queremos dedicar una mención al joven escalador Angel MARTINEZ (el amigo"Chuti"), trágicamente fallecido en Guayana, quien participó en diversas exploraciones. Al colectivo de pilotos de helicóptero de AEROTECNICA, algunos de cuyos miembros también nos dejaron para siempre, pero cuyo recuerdo permanecerá asociado a las altas cumbres.

A los científicos con los que compartimos trabajos en la cuenca del Caroní y que muchas veces aportaron observaciones y datos de interés: Freddy BARREAT, Alexander BARRETO, Lionel HERNANDEZ, Atilano AZUAJE, Stefan GORZULA, Otto HUBER, Carlos SCHUBERT, Henry BRICEÑO, Glenda MEDINA. Y a los compañeros de la Brigada de Control de Incendios Forestales en la Gran Sabana, John JUNOR, Ricardo AZUAJE y Erick BUCKLEY.

IN MEMORIAM

Al estar escribiendo la versión final de este artículo, hemos recibido con pesar la noticia del repentino fallecimiento de Carlos SCHUBERT. Venezolano, nacido en Alemania, el Dr. Schubert era un reconocido Geofísico-Geoquímico, graduado en

la Universidad de Arizona, y con maestría y doctorado en Geología por la Universidad de Rice (USA). Fue investigador titular en el Centro de Ecología del Instrtuto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), "Fellow" de la Geological Society de USA, y miembro activo de diversas asociaciones científicas de Venezuela, USA y Alemania. Sus investigaciones se centraron en la Geología del Cuaternario y la Neotectónica de Venezuela y del área del Caribe, sobre las cuales publicó más de cien artículos científicos y de divulgación. En 1983 se incorporó al Grupo Científico Chimantá y participó en estudios paleoambientales, geomorfológicos y geoquímicos sobre numerosos tepuys y áreas bajas de la Guayana Venezolana. Igualmente, colaboró en diversas ocasiones con la Espeleología venezolana, aportando información de interés tanto sobre la región de Guayana como de áreas glaciares y periglaciares de la Sierra de Perijá y Andes venezolanos. De sencillo y afable trato, el Dr. Schubert unía a su conocimiento científico una singular calidad humana. Los que tuvimos la ocasión de conocerlo no podemos sino lamentar su irremediable pérdida. Como parte de su legado nos ha dejado importantes trabajos geológicos y geomorfológicos sobre los tepuys de Guayana, en general, y el macizo de Chimantá, en particular, al cual consagró los últimos años de su fructífera vida. Su recuerdo permanecerá entre nosotros.

BIBLIOGRAFIA

AGUERREVERE, P., V. LOPEZ; C. DELGADO & C. FREEMAN. 1939. Exploración de la Gran Sabana. Revista de Fomento, 3 (19): 501-729. Reimpreso en: Exploraciones en Guayana. Caracas, Edit. Interalúmina, CVG 1984.

BREWER, C. 1976. Cuevas del cerro Autana. Natura, (58}: 33-47.

BREWER, C. 1983. Sarisariñama. Ed. Fund. Explora, Edit. Arte, Caracas, 226 pp.

BRICEÑO, H. & C. SCHUBERT. 1990. Geomorphology of the Gran Sabana, Guayana Shield, southeastern Venezuela. Geomorphology, 3: 125-141.

BRICEÑO, H., C. SCHUBERT & J. PAOLINI. 1990. Table-mountains geology and surficial geochemistry: Chimantá Massif, Venezuelan Guayana Shield. Journ.South Amer.Earth Sciences, 3(4): 179-194.

COLVEE, P. 1973. Cueva en cuarcitas en el cerro Autana, T. F. Amazonas. Bol. SVE 4 (7): 5-13.

DE BELLARD, E. 1974. Exploration preliminare du plateau de Sarisariñama, Venezuela. Spelunca, FFS, 4: 99-101.

DE BELLARD, E. 1975. Descubrimiento en Venezuela del mayor abismo del mundo. Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat., 31 (130): 632.

GALAN, C. 1982. Notas sobre la morfología de la Cueva Autana y algunos comentarios generales sobre las formas seudocársicas desarrolladas en cuarcitas del Grupo Roraima, Guayana Venezolana. Bol. SVE, 10 (19): 115-128.

GALAN, C. 1983. Sima Aonda. Ed. EDELCA, Imp. Ed. Arte, Caracas, 29 pp, 16 fot. color.

GALAN, C. 1984. Memoria Explicativa del Mapa de Zonas Bioclimáticas de la cuenca del río Caroní. CVG Electrificación del Caroní, Caracas, 74 pp.

GALAN, C. 1984. La Sima Aonda, -362 m, Venezuela. Spelunca, FFS (14): 14-17.

GALAN, C. 1986. Aguapira-Kukenán: Nuevos sistemas de cavernas descubiertos en la cuenca del río Caroní. Rev. GVG-EDELCA, Caracas, 11 (1):10-11 y 11 (2): 4-6.

GALAN, C. 1988. Cavernas y formas de superficie en rocas silíceas precámbricas del Grupo Roraima, Guayana Venezolana. Bol. SVE, 23: 1-12.

GALAN, C. 1991. Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparado. Munibe (Cienc.Nat.), 43: 43-72.

GALAN, C. 1992. El Clima del macizo de Chimantá. In: O. HUBER et al. El macizo de Chimantá, Escudo de Guayana, Venezuela. O. Todtmann Edit., Caracas, pp: 37-52.

GALAN, C. & J. LAGARDE. 1988. Morphologie et évolution des cavernes et formes superficielles dans les quarzites du Roraima. Karstologia, FFS, 11-12: 49-60.

GALAN, C. & F. URBANI.1986. Venezuela: listado de cavidades en rocas no-carbonáticas. In: P. COURBON & C. CHABERT (Eds.). Atlas del grandes cavités mondiales. UIS & FFS, Paris, pp: 65-68.

GALAN, C. & F. URBANI. 1987. El desarrollo de la espeleología y aspectos generales de las áreas cársicas de Venezuela. In: V. DECU et al. Fauna hipógea y hemiedáfica de Venezuela y otros países de América del Sur. Bucarest, Ed. Acad. Rep. Soc. Romania, pp: 15-22. Reimpreso en: Síntesis Geográfica (UCV, Caracas), 8 (15-16): 41-54.

HUBER, O. et al. 1992. El macizo de Chimantá, Escudo de Guayana, Venezuela: un ensayo ecológico tepuyano. O. Todtmann Edit., Caracas, 343 pp.

MAGUIRE, B. 1970. On the flora of the Guayana Highland. Biotropica, 2 (2): 85-100.

MARTINI, J. 1982. Karst in Black Reef and Wolkberg Group quarzite of the eastern Transvaal escarpment, South Africa. Bol. SVE, 7: 5-12.

MARTINI, J. 1984. Rate of quartz dissolution and weathering of quartzite. Bull. South African Speleol. Assoc. 25: 7-10.

MARTINI, J. 1987. Les phénoménes karstiques des quartzites d'Afrique du Sud. Karstologia, 9: 45-52.

MARTINI, J. & F. URBANI. 1985. Sveita, un nuevo mineral de la cueva del cerro Autana (Am.11), Territorio Federal Amazonas. Bol. SVE, 21:13-16.

PEREZ LA RIVA, W. 1977. Nuevas exploraciones espeleológicas en la Sierra de Pacaraima, Guayana Venezolana. Bol. SVE, 8 (16): 235-241.

POUYLLAU, M. & M. SEURIN. 1985. Pseudo-karst dans des roches greso-quartzitiques de la Formation Roraima. Karstologia, (5): 45-52.

SCHUBERT, C. 1984. Origenes geológicos de la Gran Sabana. In: C. GALAN. La Protección de la cuenca del rio Caroní. Ed. CVG-EDELCA, Div.Cuencas e Hidrología, Imp. Arte, Caracas, pp: 1-52.

SCHUBERT, C. 1988. Climatic changes during the Last Glacial Maximum in northern South America and the Caribbean: a review. Interciencia, 13: 128-137.

SCHUBERT, C. & O. HUBER. 1989. La Gran Sabana. Cuad. Lagoven, Caracas, 117 pp.

SCHUBERT, C. & M. SALGADO-LABOURIAU. 1987. Alluvial and palynological studies in the Venezuelan Guayana Shield. Current Research in the Pleistocene, 4: 162-164.

SCHUBERT, C.; BRICEÑO, H. & P. FRITZ. 1986. Paleonvironmetal aspects of the Caroní-Paragua river basin (southeastern Venezuela). Interciencia, 11: 278-289.

STEYERMARK, J. 1979. Flora of the Guayana Highland: endemicity of the generic flora of the summits of the Venezuelan tepuys. Taxon, 28 (1-2-3): 45-54.

STEYERMARK, J. 1984. Flora of the Venezuelan Guayana. I. Ann. Missouri Bot. Gard., 71 (1): 297-340.

SVE (Sociedad Venezolana de Espeleología). Catastro Espeleológico de Venezuela. 1976. Cueva del Cerro Autana, Simas de Sarisariñama. Bol. SVE, 7 (13): 81-100.

SVE. 1977. Cuevas de Urutany, El Tigre y El Abismo. Bol. SVE, 8 (16):199-210.

SVE. 1983. Sima Aonda. Bol. SVE, 20: 43-45.

SVE. 1986. Cavidades de Aguapira, Quebrada Arapán, Sistema Taamó-Poipotá, cavidades del tepuy Kukenán, Sima Auyantepuy Norte, Sistema Aonda, Simas del tepuy Yuruaní. Bol. SVE, 22: 49-74.

SVE. 1988. Cueva Autana 2. Bol. SVE, 23: 30.

SVE. 1991. Cavidades de Ilú tepuy, Torre Tramen y Yuruani tepuy. Bol. SVE, 25: 26-28.

SVE. 1993. Sima Kukenán Norte. Bol. SVE, 27: 46-47.

SZCZERBAN, E. & F. URBANI. 1974. Carsos de Venezuela. Parte 4, Formas cársicas en areniscas precámbricas del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolivar. Bol. SVE, 5 (1): 27-54.

SZCZERBAN, E.: F. URBANI & P. COLVEE. 1977. Cuevas y simas en cuarcitas y metalimolitas del Grupo Roraima, Meseta de Guaiquinima, Estado Bolívar. Bol. SVE, 8 (16): 127-154.

URBANI, F. 1975. Opalo, calcedonia y calcita de la cueva del cerro Autana (Am 11), Territorio Federal Amazonas. Bol. SVE, 7 (14): 129-145.

URBANI, F. 1977. Nuevos comentarios sobre estudios realizados en las formas cársicas de las cuarcitas del Grupo Roraima. Bol. SVE, 8 (15): 71-77.

URBANI, F. 1978. Les karst greseux du Venezuela: Une speleologie entre ciel et terre. Spelunca, FFS, 18 (1): 24-28 (traducción por P.Courbon).

URBANI, F. 1986. Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas Precámbricas del Grupo Roraima, Venezuela. Interciencia (Caracas), 11 (6): 298-300.

URBANI, F. 1990. Bibliografía sobre cavidades desarrolladas en rocas no carbonáticas de la Guayana Venezolana. Bol. SVE, 24: 1-4.

URBANI, F. 1990. Algunos comentarios sobre terminología kárstica aplicada a rocas silíceas. Bol. SVE, 24: 56.

URBANI, F. & C. GALAN. 1986. Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas Precámbricas del Grupo Roraima, Venezuela, Parte 4: Listado de cavidades venezolanas en rocas no carbonáticas. Bol. Geociencias UCV, Dpto. Geología, 8: 5-12.

URBANI, F. & F. HERRERA. 1993. Expediciones espeleológicas 1992-1993 a la Guayana Venezolana. Bol. SVE, 27: 66.

URBANI, F.& J. MARTINI. 1981. Sveita, nuevo mineral de la cueva del cerro Autana (Am.11), Territorio Federal Amazonas. Natura, (70-71): 59-61.

URBANI, F. & E. SZCZERBAN. 1974. Venezuelan caves in noncarbonate rocks, a new field in karst research. NSS News Nat. Speleol. Soc., (USA), 32 (12): 233-235.

URBANI, F.; S. TALUKDAR; E. SZCZERBAN & P. COLVEE. 1977. Metamorfismo en las rocas del Grupo Roraima, Estado Bolívar y Territorio Federal Amazonas. Mem.V° Congres. Geol. Venez., Caracas, 2: 623-638.

ZAWIDZKI, P.; F. URBANI & B. KOISAR. 1976. Preliminary notes on the geology of the Sarisariñama plateau, Venezuela, and the origin of its caves. Bol. SVE, 7 (13): 29-37.

OBSERVACIONES SOBRE LA MORFOLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA DE LOS TEPUYS ACOPAN Y AMURI DEL MACIZO DE CHIMANTA (GUAYANA VENEZOLANA).

José Javier MAEZTU
Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología. UPV - EHU
Unión de Espeleólogos Vascos
Apdo. 21
01080 Vitoria-Gasteiz (Spain)

(Recibido en Noviembre de 1994)

RESUMEN

Se describen en este artículo las principales formas observadas en superficie en los tepuys de Acopán y Amuri del Macizo de Chimantá (Estado de Bolívar-Venezuela), como contribución particular al conocimiento geomorfológico de un área con un modelado característico único en el mundo. Se describen también los principales factores morfológicos que influyen en la localización y evolución de las cavidades, proponiéndose una clasificación morfológica de las mismas.

ABSTRACT

In this paper are described Acopán and Amuri's tepuys main surface landforms as a particular contribution to a peculiar landform unique all around the world. Main location and evolution cave proccesses are also described with a morphological clasification of caves.

LABURPENA

Artikulu honetan Chimantá Multzoko (Bolivar Estatua-Venezuela) Acopán eta Amuri tepuyetako azalean ikusi diren fenomeno nagusiak deskribitzen dira, munduan bakarra den modelatu bereziko alde honen ezaugera geomorfologikoari ekarpen partikular gisa. Kobazuoloen kobaleku eta garapenean zeregina duten faktore morfologiko nagusiak ere deskribatzen dira, horien saikkapen morfologika proposatuz.

INTRODUCCION

Durante los meses de febrero y marzo de 1993 tuvo lugar una expedición espeleológica vasco-venezolana al Macizo de Chimantá, en las localidades de Acopán y Amuri. Esta expedición, desarrollada conjuntamente por la Unión de Espeleólogos Vascos (UEV-EEE) y la Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE), estuvo centrada principalmente en la exploración y topografía de las diversas cavidades encontradas (primera exploración espeleológica en el macizo), a la vez que se realizaron tomas de datos sobre el quimismo de las aguas, la morfología subterránea y la morfología superficial de la zona.

La zona de estudio presenta un modelado muy particular desarrollado en cuarcitas del grupo Roraima. Presenta ciertas similitudes (simas, cavernas, drenaje subterráneo) con el modelado desarrollado en rocas solubles como la caliza o los yesos. Debido a ello, en un principio se utilizó el término "pseudokarst" o "karst en cuarcitas" para su denominación, junto con otras palabras de origen serbo-croata que se utilizan para la denominación de ciertas formas que aparecen en el karst clásico y que comparativamente eran similares a las observadas en las cuarcitas, creando cierta confusión entre los diferentes términos, lo que motivó la reflexión sobre estas denominaciones (URBANI, 1990). Este autor propone la utilización con todo su sentido del término karst, o bien la utilización de otros términos nuevos para designar las morfologías de la zona, siendo las dos opciones perfectamente válidas. Debido a que la forma en que se produce la remoción de la cuarcita es diferente a la disolución caliza (GALAN, 1991), como diferentes son sus formas y modos de organización del drenaje subterráneo, nos inclinamos por el término específico de "modelado tipo Roraima" (GALAN, 1986) para la descripción general, tanto superficial como subterránea, de la zona visitada.

CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS GENERALES

En la Guayana Venezolana, cerca de la frontera con Brasil, se extiende una vasta región dominada por la presencia de grandes mesetas de cumbre plana y flancos verticales que destacan ampliamente sobre el relieve general. Estas montañas, denominadas "tepuyek" en lengua pemón y conocidas como tepuys, se alzan de forma aislada sobre el relieve general de la región, conformando un paisaje abierto único en el mundo.

El origen de estas mesetas de cumbre plana se relaciona con las diferentes superficies de erosión existentes en el Escudo de Guayana. La superficie de erosión que se corresponde con los topes de tepuy es la denominada Superficie Auyantepuy, situada a una altura media de 2000 a 3000 msnm y con un origen probable en el Mesozoico (BRICEÑO & SCHUBERT, 1990). La evolución de esta superficie originalmente plana comienza con una erosión en los lugares de concentración de fracturas, donde empiezan a producirse escarpes y procesos de pedimentación. La evolución hasta su morfología actual se produce a través de una alternancia de climas áridos y húmedos ocurridos en el Terciario final y en el Cuaternario. Durante las épocas áridas la erosión mecánica tiende a reducir las mesetas y a verticalizar sus paredes, mientras que durante las épocas húmedas predomina una erosión de tipo químico que redondea la topografía, a la vez que los ríos provocan incisiones sobre los sedimentos depositados en épocas áridas. Estas son las condiciones actuales (GALAN, 1986).

Debido a su posición tropical, la zona se caracteriza por elevadas precipitaciones con temperaturas elevadas, uniformes a lo largo de todo el año. Sin embargo, debido a la altitud a la que se encuentran los topes de tepuy (la altitud máxima es el Pico de la Neblina-T.F. Amazonas con 3014 m, el clima existente puede definirse como de montaña tropical. Las precipitaciones en Chimantá son siempre elevadas, en torno a los 3000-4000 mm/año, aunque este valor puede reducirse a 1500 mm/año en algunas zonas de la gran Sabana o aumentar hasta los 8000 mm/año en algunos puntos de T.F. Amazonas. En Chimantá las precipitaciones son más intensas entre marzo y diciembre, con temperaturas medias moderadas (entre 10 y 14°C) poco variables en las diferentes estaciones. Esta moderación térmica es bastante ficticia, ya que las oscilaciones térmicas diarias son muy elevadas. GALAN (1986) cita variaciones térmicas diarias de hasta 28°C a 2200 msnm en Chimantá con mínimas de 1°C. En el curso de nuestra expedición fueron medidas máximas de 28°C durante el día (1800-2000 msnm) y mínimas absolutas de 6°C. Debido a que la altitud es inferior a los 3000 m y a que la humedad es elevada no llegan a producirse heladas.

Este tipo de clima permite la existencia de una meteorización efectiva del tepuy, con unas tasas de disolución relativamente bajas, basadas en cálculos de MARTINI (1982) y de otros autores que indican la desaparición de gran parte de la superficie superior del tepuy desde su hipotético afloramiento hace 70 millones de años. Ello hace suponer que las condiciones actuales no se han mantenido siempre (BRICEÑO, SCHUBERT & PAOLINI, 1990). Además, la similar morfología de los tepuys con otras mesetas que han evolucionado bajo condiciones áridas (meseta del Colorado) puede servir como indicador de una evolución general bajo climas diferentes al actual.

El tercer elemento que contribuye a la peculiar morfología de los tepuys y de la Gran Sabana en general, junto a la evolución geomorfológica y la evolución climática, es la litología. Se denomina Grupo Roraima a una espesa secuencia de areniscas y cuarcitas que yace discordante sobre un basamento ígneo-metamórfico del Escudo de Guayana, depositadas hace 1,6 a 1,7 Ga. El espesor original de esta secuencia se estima en más de 3000 m.

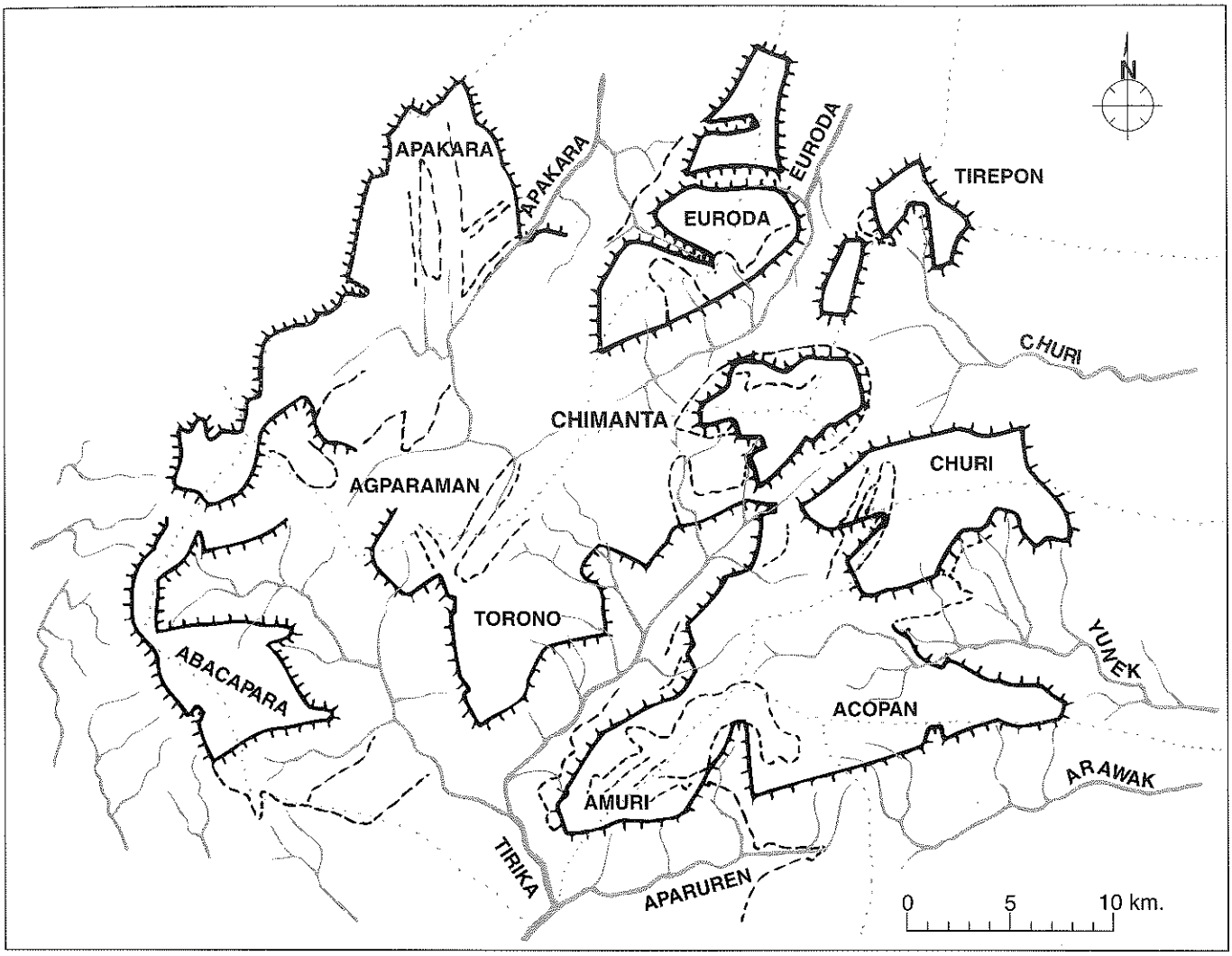


Figura 1. Red hidrográfica y principales tepuys en el Macizo de Chimantá (modificado HUBER, 1992).

Dentro del Grupo Roraima (REID, 1974) se distinguen 4 formaciones que, de más antigua a más joven y cuyas potencias son:

Formación Uairén (850 m), Formación Kukenan (100 m), Formación Uamaípué (250 m) y Formación Matauí (600 a 900 m). Esta última formación es la más moderna y la que constituye principalmente los tepuys, aunque en tepuys más bajos (1500 msmn) puede aflorar la Formación Uamaípué o la parte basal de la Formación Matauí. Las rocas de la Formación Matauí son cuarcitas y areniscas de grano fino dispuestas de forma horizontal y con abundante estratificación cruzada. La cuarcita aparece como la roca mayoritaria, estando en ocasiones intrusionada por sills de diabasa.

La principal característica de esta roca, junto a su dureza e impermeabilidad primarias, es la posibilidad de disolución de la cuarcita y la posterior remoción de los granos de cuarzo, provocando una "arenización" de la roca de tal forma que la cuarcita compacta se convierte en un material poroso y permeable. Este proceso se realiza de forma selectiva, principalmente a favor de fracturas y planos de estratificación, de tal forma que la remoción mecánica arrastra y exporta los granos de arena formando galerías subterráneas (GALAN, 1991). A la vez que se produce este cavernamiento, superficialmente existen una serie de microformas que algunos autores consideran de origen puramente kárstico (BRICEÑO & SCHUBERT, 1990) y otros los relacionan con procesos de disolución y remoción, así como con otro tipo de factores (precipitación y recementación) y la intervención de los agentes atmosféricos.

En este artículo describiremos las principales morfologías de superficie observadas en diversos sectores del macizo de Chimantá, discutiendo su posible origen como contribución al conocimiento general sobre el cavernamiento y la morfología superficial de los tepuys en cuarcitas del Grupo Roraima.

El Macizo de Chimantá. Características generales

El macizo de Chimantá presenta una extensión aproximada de 1500 Km^2. Al igual que otros grandes sistemas de tepuys, no se presenta como una única superficie bien definida, sino que se puede considerar como un conjunto de tepuys, situados a diferentes alturas, drenados por valles y quebradas de tal forma que es posible diferenciar varios sectores.

En principio, según la altitud y características, podemos distinguir entre zonas elevadas, que constituirían las zonas más o menos planas que se corresponden con las partes altas del tepuy y las zonas deprimidas que son los valles situados entre las zonas elevadas y que constituyen los corredores por los cuales se efectúa el drenaje general del macizo.

La morfología de unas zonas y otras es bien diferente. Las primeras presentan una mayor altura media (entre 1700 y 2700 msnm) y una morfología general de meseta ligeramente cóncava, es decir, más elevada por los bordes, que se presentan claramente definidos a modo de escarpes de mayor o menor tamaño. Esta superficie presenta remanentes de antiguas superficies de erosión que costituyen mesetas superpuestas y que alteran la planicie general. Existen corrientes de agua que pueden presentar un encajamiento muy variable, generalmente más acusado según nos acercamos a las zonas de borde, donde desaparecen a favor de grandes sistemas de grietas longitudinales y perpendiculares a las direcciones de los escarpes. La disposición, densidad y profundidad de las

grietas puede llegar a caracterizar totalmente a las zonas de borde, existiendo desde gigantescos cubos disectados por grandes fracturas hasta una red extremadamente densa de grietas que originan un universo de bloques y pequeñas grietas. Junto a las grandes formas, no debemos olvidar la existencia de ciertas morfologías cuya abundancia o ausencia puede llegar a caracterizar a sectores del tepuy (campos de torres).

Las zonas deprimidas se sitúan entre las zonas elevadas. Debemos considerar dos tipos: los valles interiores propiamente dichos, como aquellos situados entre los diversos tepuys que componen el macizo del Chimantá y los valles exteriores o zonas de talud, que se abren en el borde exterior del macizo.

Los valles interiores presentan una altitud variable entre 1000 y 1700 msnm. La morfología general que presentan es de "V" más o menos amplia, aunque la parte superior es más verticalizada que la inferior, con perfiles en forma de talud regularizado cuyo ángulo es más cerrado en cabecera que en la zona de salida del macizo. El mejor ejemplo es el valle del río Tirika. Estos valles o corredores son fundamentalmente longitudinales con una dirección única, desarrollados a favor de las fracturas más importantes y pueden ser considerados como corrientes ortoclinales. Presentan afluentes laterales (anaclinales) que son los que desmantelan el talud y tienden a ampliar el valle. Estos están igualmente poco jerarquizados y constituyen un curso perpendicular y rectilíneo al río principal.

Las zonas deprimidas exteriores o zonas de talud representan la transición desde la sabana o selva exterior (superficie de erosión Kamarata) a la meseta superior (superficie de erosión Auyan-tepuy). Presentan un talud de pendiente regularizado entre 10 y 30° que es coronado por el escarpe exterior. La base del talud o comienzo de la llanura basal se encuentra a una altitud que oscila entre los 600 y los 1000 msnm. A partir de este punto los ríos pierden el carácter mayoritariamente rectilíneo que domina en las zonas de talud y en los valles interiores. Ahora se muestran más sinuosos y divagantes con numerosos meandros y un encajamiento apenas perceptible.

Las características climáticas diferentes en estos sectores se encargan de remarcar las diferencias a través del paisaje vegetal. En la zona superior las mayores oscilaciones térmicas provocan un paisaje más ralo y espartano cuanto más alto nos encontramos. Así, a 2700 msnm la vegetación es apenas inexistente o reducida a los lugares más favorables. A 2000 msnm la vegetación es más abundante, formando una cubierta más o menos contínua de turberas con herbazales, arbustales y pequeños bosquetes tepuyanos. En los valles y talud exterior, la mayor cubierta nubosa y menor altura repercuten en una mayor estabilidad térmica que favorece un dosel vegetal mucho más denso. Es el denominado bosque siempreverde de talud. Por último, la planicie exterior puede presentar selva contínua o áreas de sabana con selvas de galería. En la Gran Sabana predominan formaciones herbáceas de origen antropógeno que dan nombre a toda la zona. Más información sobre las características geográficas generales del Macizo del Chimantá puede encontrarse en HUBER (1992), sobre el clima en (GALAN, 1992), sobre geología en SCHUBERT & BRICEÑO (1992) y sobre vegetación en HUBER (1992), artículos que entre otros conforman el ensayo ecológico tepuyano del Chimantá (HUBER et al., 1992).

Los sectores de Acopán y Amuri: descripción del terreno

Debido a la gran superficie que posee el macizo y a la concentración de los esfuerzos espeleológicos en puntos muy concretos, sólo fue posible el observar con cierto detenimiento parte de los

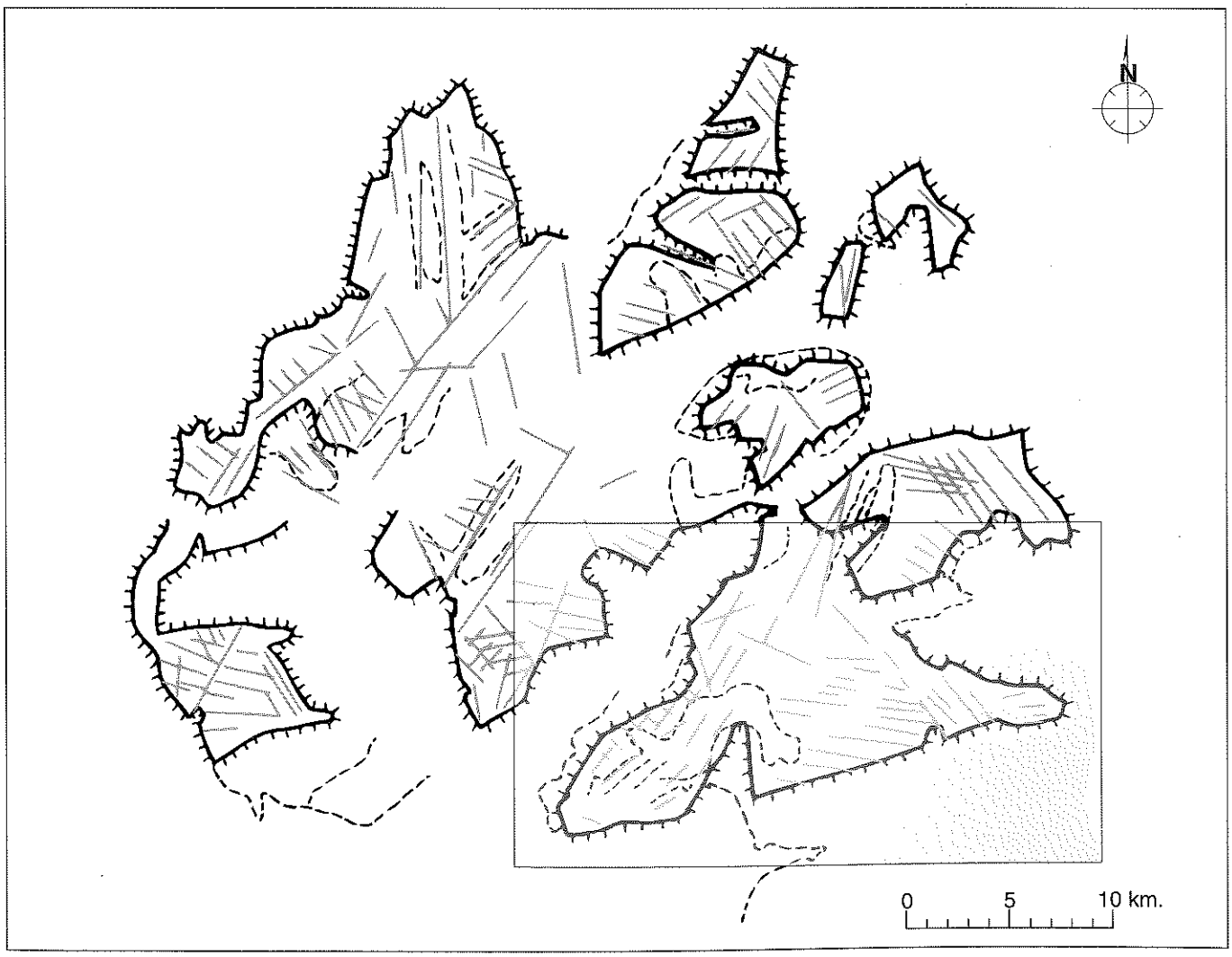


Figura 2. Principales fracturas en el Macizo de Chimantá (modificado HUBER, 1992). El recuadro aparece ampliado en la fig. 1 pág. 33

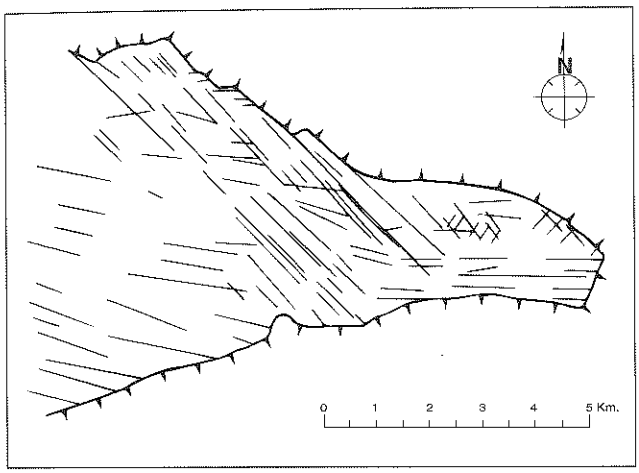


Figura 3. Red de fracturas principales en la punta de Acopán.

tepuys de Acopán y de Amuri. Ambas localidades son sectores de plataforma superior, situados a unos 2000 m de altura y cercanos a zonas de borde.

La punta de Acopán se encuentra situada en el SE del macizo, entre las cabeceras de los ríos Yunek y Arawak. Esta punta tiene una forma de proa que se ensancha hacia el interior. Nuestro primer sector se encuentra situado en el borde norte de la punta a la altura de la cabecera del río Yunek, enfrente del Churitepuy. Esta zona es una plataforma deprimida situada a una altura media entre 1800 y 1900 msnm, accidentada por varios cañones en su mayoría abiertos, limitada en su tramo septentrional por el escarpe N de Acopán (cabecera del río Yunek) y por el sur por una serie de relieves más altos (en torno a los 2100 msnm) que nos separan del escarpe S de Acopán y que drenan mediante varios ríos a esta plataforma deprimida. Por el E pequeños relieves nos separan de la accidentada e impracticable punta de Acopán, siendo el límite occidental una serie de colinas que drenan esta plataforma. Esta zona es principalmente una depresión a la que confluyen de forma concéntrica varios aportes procedentes de plataformas superiores. Esta situación deprimida, su localización cercana al borde de tepuy donde se localizan la mayoría de las formas subterráneas (GALAN, 1986), junto con la orientación concéntrica del drenaje, fueron los motivos de su elección en una rápida prospección aérea. Las principales características de la zona deprimida son los cañones existentes, grandes fracturas con drenaje que delimitan áreas donde se combinan campos de torres con zonas recubiertas de arena (temporalmente semi-anegadas) y turberas. Sin embargo, antes de llegar a esta zona deprimida los ríos de las plataformas superiores presentan escaso o nulo encajamiento entre zonas abiertas dominadas por campos de torres y bosquetes tepuyanos.

El sector norte de Amuri fue la segunda localidad escogida, una vez acabadas las posibilidades de exploración que nos brindaba el campamento de Acopán. Este sector se localiza en la parte central-meridional del macizo, en el ramal oriental de la cabecera del río Tirika, enfrente del tepuy interno del Toronó.

Esta zona nos permitió poco movimiento, ya que viene limitada por unas barreras geográficas que son: por el W nos encontramos con el escarpe nororiental del río Tirika con una dirección principal SW-NE, accidentado por una serie de fracturas paralelas que impiden la aproximación hasta el mismo borde. Por el NE y E la zona queda enmarcada por una serie de grandes bloques y mesetas, que son drenados por varios arroyos anaclinales hacia

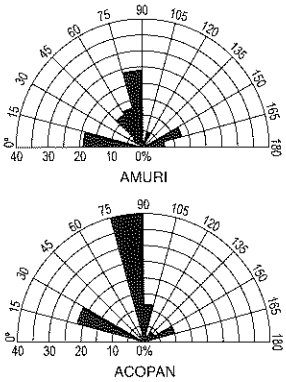


Figura 4. Diagramas semicirculares de las medidas de fracturación tomadas sobre el terreno en los sectores Acopán y Amuri.

Red de fracturas a favor de las cuales se encajan los ríos formando cañones. En primer término la plataforma que fue utilizada como helipuerto en Acopán. (Foto Félix Alangua).

el Tirika. Cerca del borde estos arroyos se encañonan formando con las anteriores grietas un "campo de grietas" a modo de gigantesca cuadrícula que queda en depresión frente al escarpe y a la plataforma inmediatamente superior. El hundimiento desigual de estos bloques puede dar lugar a grandes depresiones como la situada enfrente del campamento. La zona se sitúa a una altura media cercana a los 2000 msnm, existiendo gran cantidad de fracturas paralelas y perpendiculares al borde de escarpe que limitaron considerablemente nuestro campo de acción, quedando como zona en principio más accesible el campo de grietas deprimido respecto a la plataforma superior, donde aparecieron la mayor parte de las formas subterráneas estudiadas en este sector.

MORFOLOGIAS SUPERFICIALES OBSERVADAS

Cuando describimos un paisaje de estas características debemos ir desde un nivel de análisis de megaformas (tepuys) hasta un análisis de las microformas (pequeños detalles), pasando por las formas medias (cañones, depresiones). Un primer problema se nos plantea cuando decidimos qué formas pertenecen a un grupo y a otro. Todos conocemos la inutilidad de establecer límites en geografía, por lo que estas divisiones son algo más que relativas. Por otra parte, la peculiaridad del paisaje con una serie de "formas subterráneas" nos plantea una nueva duda: ¿dónde debemos incluir una gran fractura?, ¿como una forma exterior o una forma interior?.

Para solucionar la primera cuestión hemos dividido el artículo en dos partes: en la primera parte (características geográficas generales) intentamos describir "grosso modo" las principales características del Chimantá. En la segunda parte, que ahora comenzamos, nos ceñiremos en la descripción de una serie de mesoformas y microformas observadas. En cuanto a la segunda cuestión, hemos diferenciado y descrito como formas superficiales todas aquellas que se encuentran abiertas. Consideramos forma subterránea cuando se encuentra bajo el nivel general medio del terreno y se encuentra totalmente cerrada. En este caso una fractura abierta es una forma exterior y la misma fractura con límites perfectamente definidos será estudiada en el apartado sobre la morfología subterránea. Esta división no tiene ningún carácter dogmático, sino que simplemente trata de ordenar parcialmente el contenido y evitar las dudas que estas preguntas pueden sugerir. Las principales formas que consideramos superficiales son:

- Corrientes superficiales: arroyos y cañones.
- Zonas interfluviales. Campos de torres y arenales.
- Fracturas, campos de grietas y depresiones.
- Microformas y depósitos.

Corrientes superficiales: arroyos y cañones

La primera característica que debemos reseñar de las cuarcitas que componen los tepuys es su impermeabilidad primaria. Este factor, unido a la gran precipitación que se recoge en los topes de tepuy y a la extensión de éstos, origina un drenaje contínuo y bien desarrollado desde el centro hacia la periferia. Este drenaje en cabecera se organiza con pequeños arroyos que presentan escaso encajamiento en el paisaje. A pesar de estar poco encajados la pendiente general del río es alta, con pequeños rápidos y cascadas. Cuando se va produciendo progresivamente una jerarquización los ríos se encajonan a favor de las grandes fracturas, que de forma rectilínea o con cambios ortogonales de su dirección desembocan en las paredes exteriores del tepuy, formando cascadas sobre el talud exterior. Debemos tener en cuenta que la superficie de los tepuys no es exactamente plana. Generalmente presentan una morfología ligeramente cóncava más deprimida en los sectores centrales que en las zonas de borde. Para que se origine el drenaje desde el centro hacia el exterior es necesaria la existencia de ciertos puntos más elevados que drenen a estas plataformas cóncavas deprimidas. Los ríos que no tienen encajamiento son los situados en las áreas elevadas, mientras que los que aparecen encajados

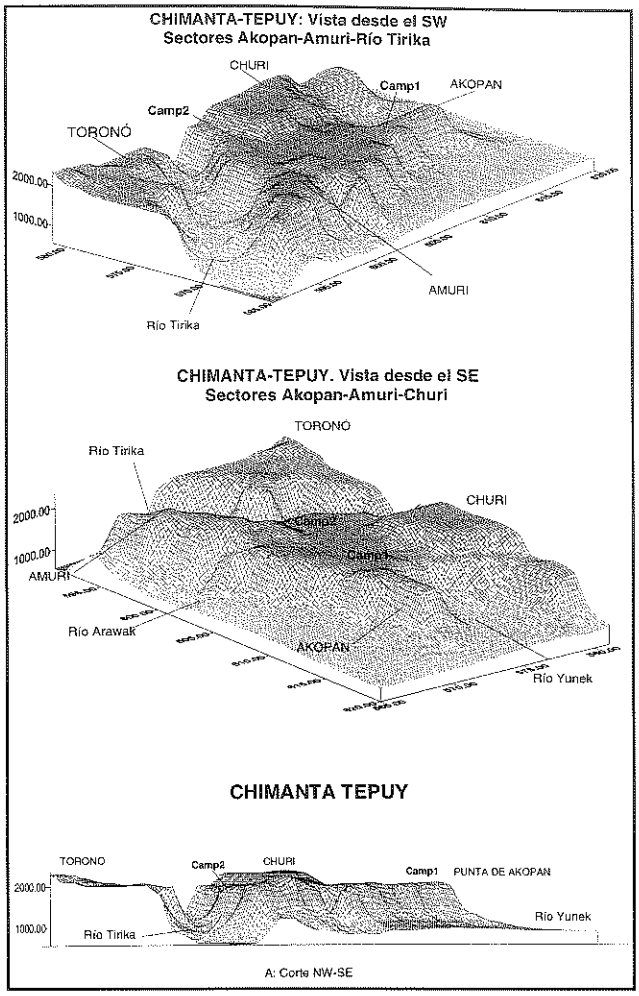


Figura 5. Modelo Digital de Relieve del sector oriental del Macizo de Chimantá

aparecen en estas plataformas deprimidas.

Comenzaremos con el nacimiento del río hasta su salida del tepuy para ver las características y morfología en cada tramo. El origen o nacimiento de los ríos no se produce en un punto concreto. La existencia de grandes sectores planos o con muy débil pendiente formados por turberas empapadas de agua marca lo que podemos llamar su nacimiento. En un principio se produce el desagüe de estas turberas por la línea de máxima pendiente (estas turberas pueden situarse al pie de otros escarpes interiores que actúan de líneas de divisorias de cuencas). Debido a la existencia de turberas en los laterales, el caudal va progresivamente aumentando. La existencia de fracturas perpendiculares al cauce puede formar pequeñas rupturas de pendiente con cascadas y rápidos. Se observan dentro del río restos de torres o pináculos de hasta 1 m de altura que pueden ser indicadores de niveles de erosión. En este tramo predominan las formas erosivas, principalmente marmitas de gigante de tamaño métrico a decamétrico, sin que existan zonas de depósitos fluviales. Ello es debido principalmente a la rápida respuesta del caudal ante las precipitaciones. Como pudimos comprobar "in situ", tras una precipitación más o menos intensa (que prácticamente se da a diario) el caudal se multiplica enormemente, impidiendo la formación de cualquier tipo de depósito. Por norma general el río se presenta con un recorrido en lámina, de escasa profundidad, sólo alterado por la mayor profundidad de los pilancones. Su anchura es considerable (entre 8 y 20 m) para drenar las crecidas. Debido a su escaso o nulo encajamiento creemos que estos ríos pueden presentar gran movilidad y que pueden desplazarse por la ladera cambiando su ubicación a tenor de grandes crecidas que provocan un nuevo recorrido para el río.

Cuando el río llega a la plataforma inferior su morfología cambia radicalmente. Se encaja profundamente y sigue un trazado

ortogonal a favor de los cruces de fracturas hacia el escarpe, por donde sale el agua formando cascadas. Este es el origen de varias de las cascadas más grandes del mundo localizadas en la Gran Sabana (Salto Angel o Churún-Merú, Kukenan-Merú, etc). La orientación de estos cañones es variable, según las fracturas locales. En Acopán tienen una dirección E-W y en Amuri N-S. La anchura del cañon en su base es variable entre 2 y 10 m. En superficie esta anchura es más elevada (entre 4-30 m). Los cañones presentan un desnivel medio de 20-60 m y su anchura en superficie varía en función de la profundidad, siendo más anchos cuanto mayor es su profundidad. Los aportes que reciben pueden ser de otros cañones afluentes o bien se realizan directamente a través de cascadas que proceden de las colinas superiores.

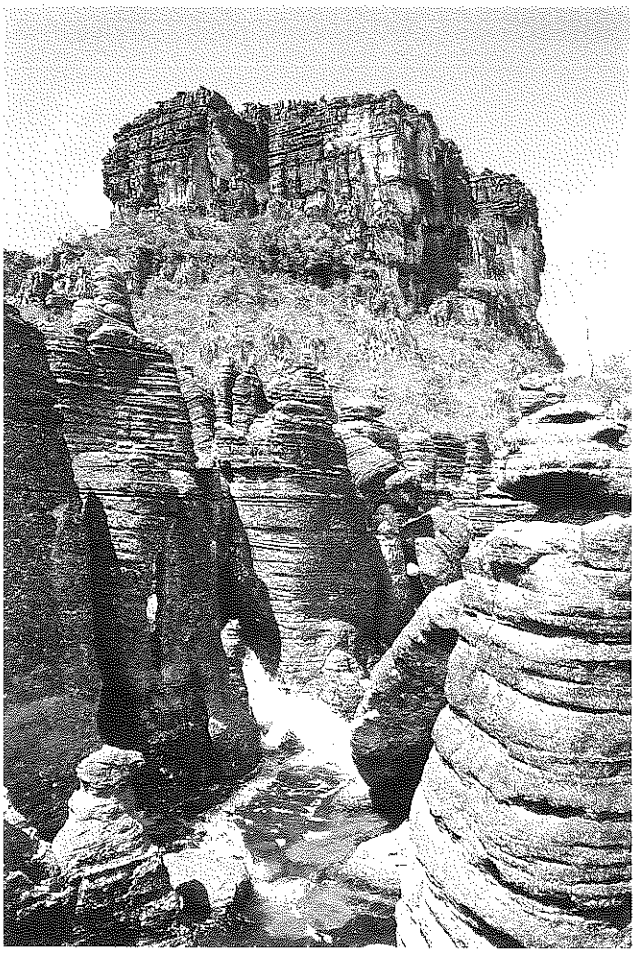
El interior de los cañones se caracteriza por una vegetación más densa que la existente en el exterior (microclima con menor oscilación térmica). Aunque existen rupturas de pendiente a favor de fracturas transversales en puntos concretos, existe una pendiente media constante. En los lugares más anchos existen caos de bloques originados por el desprendimiento de bloques de las paredes, que son arenizados por la corriente que se pierde entre ellos. Junto a estas formas clásticas, también pueden existir pequeños puntos de depósito de gravas y arenas en zonas de remanso, puntos protegidos de las crecidas por los bloques desprendidos de las paredes. En cualquier caso, estos depósitos rara vez sobrepasan los 30 cm de espesor y su extensión se limita a unos pocos metros cuadrados. También existen cantos rodados tapizando el cauce. Estos cantos ensanchan progresivamente las marmitas de gigante que aparecen en el cauce, abiertas a favor de pequeñas fracturas perpendiculares a él. La acumulación de bloques en el cañón puede llegar a taponarlo parcialmente. La conjugación de procesos de disolución y evacuación en combinación con la forma de la fractura y los procesos clásticos puede originar formas subterráneas dentro de los propios cañones (ver Sima de Acopán 2 en la descripción de las formas subterráneas). Los cañones según se acercan a la zona de borde aumentan su profundidad, aunque no su anchura. Debido a la vegetación el agua parece surgir de un punto concreto de la pared, aunque se trata de una incisión abierta. Desde este punto o cascada exterior se dirige hacia la base del talud hasta la llanura, donde pierde velocidad y empieza un lecho más divagante.

Zonas interfluviales. Campos de torres y arenales

Las dos tipologías que muestran los ríos (ríos abiertos y ríos encajados) tienen diferentes interfluvios. Los ríos abiertos presentan unos interfluvios convexos, a modo de pequeñas colinas cubiertas por vegetación (principalmente bosquetes de *Bonnetia* y arbustales tepuyanos). Cuando los ríos aparecen encajados a favor de las fracturas, los interfluvios son más planos, a modo de plataformas con escasa vegetación limitadas por los propios cañones. En los primeros las formas más importantes que caracterizan al paisaje son los campos de torres, mientras que en los segundos dominan los arenales y turberas (zonas inundables) y las fracturas.

Los campos de torres constituyen sin duda una de las formas más curiosas de las morfologías de los tepuys. Se trata de extrañas acumulaciones de bloques y columnas, a veces en delicado equilibrio, que delimitan zonas de callejones más o menos laberínticas de diferentes formas y tamaños. BRICEÑO & SCHUBERT (1990) relacionan su origen con corrientes subterráneas, aunque para nosotros, tras las observaciones realizadas en los puntos descritos de Chimantá, su origen lo debemos relacionar con los sectores de cabecera de los ríos exteriores. Estos ríos, en las zonas donde aparecen abiertos, muestran claramente en su cauce la presencia de diferentes fracturas transversales y perpendiculares al cauce. A favor de estas fracturas se produce una erosión-disolución diferencial, de tal forma que estas juntas de debilidad son explotadas progresivamente formando una se-

Campo de grietas ortogonales en Amuri que individualizan grandes bloques sobre el escarpe occidental del Río Tirika (Foto Carlos González).



Proceso actual de formación de campos de torres por un río exterior en la superficie del tepuy Acopán. Al fondo se observa un relieve residual más elevado. (Foto J.M. Lz. de Ipiña).

rie de canales entrecruzados cuya contínua evolución en profundidad (interaccionando con las juntas de estratificación) formaría las curiosas formas de las torres y callejones. La desviación del río a otro punto de la ladera y los posteriores procesos de colapso con crecimiento de vegetación constituirían el paisaje de torres de aspecto ruiniforme que vemos en la actualidad. Esta relación de los campos de torres con un drenaje superficial es también defendida por GALAN (1991).

Los campos de torres de los sectores visitados en Chimantá se encuentran situados en la zona de movilidad de los ríos, entre las pequeñas mesetas elevadas interiores que delimitan las divisorias de cuencas y las plataformas deprimidas donde se encuentran los cauces fijos o cañones. Generalmente su localización tiene relación también con zonas planas surcadas por redes de fisuras de espaciado métrico. Su extensión es variable, aunque las observadas siempre son inferiores al km^2. El tamaño de las torres puede ser asimismo muy variable, entre 1 y 5 m de altura. Estos campos, por su cierta similitud con el lapiaz y por el carácter espeleológico de nuestra expedición, fueron intensamente prospectados en busca de cavidades, aunque resultaron totalmente estériles. Sin embargo, sus curiosas formas de "ciudad encantada" les proporcionan un aspecto llamativo que invita a dedicarles una visita.

Las zonas interfluviales entre los cañones resultan mucho más cómodas para andar. Estas zonas presentan menor vegetación, lo que, unido a su carácter mayoritariamente plano, con alguna que otra forma residual, nos empujó a elegirlas como helipuerto (Acopán). Estos puntos presentan varias microformas características. En primer lugar, debido a su poca pendiente es normal la acumulación de agua, lo que da lugar a la existencia de unas zonas encharcadas tras las precipitaciones, que al secarse dejan ver un fondo arenoso. Estas badinas de acumulación son muy abundantes y de diferente extensión, aunque la profundidad no excede normalmente de 10 cm, lo que permite su rápida evaporación. Junto a estas formas hay que destacar la existencia de una red de fracturas y grietas secundarias asociada a las grietas principales por donde se produce el drenaje general. Estas grietas aparecen entrecruzadas y relacionadas entre sí. Se trata de superficies de debilidad sobre las cuales se ha ido encajando y concentrando la escorrentía y que empieza a jerarquizarse hacia los cañones cercanos. La evolución de este proceso puede llegar a disectar totalmente el tepuy, variando el tamaño del bloque originado en función de la densidad de fracturas.

Fracturas

Cuando hablamos de fracturas no nos referimos a la morfología de las mismas, ya que ésta es bien simple: grieta de profundidad y orientación variable que supone una pérdida de continuidad de la superficie del tepuy. Sin embargo, la concentración, profundidad y anchura de un conjunto de fracturas en un sector determinado sí que puede delimitar morfologías diferentes dentro del tepuy.De esta forma, una concentración de grandes fracturas ortogonales con un espaciado hectométrico y una profundidad y anchuras decamétricas puede dar lugar a un paisaje plano fracturado en grandes bloques a modo de mesetas aisladas. Sin embargo, la misma concentración de fracturas, pero con un espaciado métrico a decamétrico puede dar lugar a un paisaje de pináculos. No debemos olvidar que la estratificación supone una línea de debilidad adicional que, en el caso de una concentración de fracturas en pocos metros, puede favorecer procesos clásticos. Las diferencias entre uno y otro tipo son claramente expuestas de forma gráfica por GALAN (1988, 1991).

Para el caso de Chimantá y de los sectores a los que hacemos referencia, las morfologías derivadas de la fracturación son depresiones y campos de grietas con una superficie de "bloque caja" variable. En cualquier caso estas morfologías originadas por la concentración de fracturas van a limitarse a las zonas de bordes de escarpe, donde la fracturación es más abundante.

Depresiones

En el sector de Amuri, en las inmediaciones del campamento nos encontramos con una gran depresión de 300 m de diámetro por 200 de profundidad. No se trata de una depresión cerrada "sensu stricto", ya que en el extremo opuesto al campamento se abre en forma de cañón vertical al escarpe oriental sobre la cabecera del río Tirika. El origen de esta forma lo asociamos con una concentración de fracturas ortogonales que han provocado una disección intensa del terreno y un progresivo hundimiento escalonado, ¿favorecido por un drenaje subterráneo?, formando una especie de circo con gradas escalonadas. Para acceder al fondo de esta depresión seguimos el curso de un cañón vertical, mediante el cual accedemos al cañón principal, de carácter horizontal, que se abre directamente al cortado y donde encontramos la pequeña cavidad de Amuri 1.

Campos de grietas

En el argot de la expedición denominamos así a superficies más o menos planas disectadas por grietas. Podemos considerar dos superficies de este tipo. La primera de ellas hace referencia a la plataforma deprimida del campamento de Acopán. Se trata de una superficie plana delimitada entre el borde del cortado sobre el río Yunek y una serie de colinas, disectada por varias fracturas oblicuas entre sí formando grandes bloques de unos cientos de metros de anchura. Debido a su carácter plano general este lugar fue elegido como helipuerto y como asentamiento del primer campamento.

Vista general de la Sima de Acopán 1. En primer término dos espeleólogos sirven de referencia (Foto J.M. Lz. de Ipiña).

Otro campo de grietas, más espectacular por su regularidad, lo encontramos cercano al campamento de Amuri. En este caso el campo de grietas aparece encajado entre una superficie más alta y el escarpe, estando disectado por una red de fracturas de anchura decamétrica y carácter ortogonal, existiendo, a diferencia del caso anterior, una ruptura neta entre la superficie del campo y el borde exterior. En este campo de grietas fueron localizadas varias cavidades que no pudieron ser exploradas por falta de tiempo, siendo teóricamente posible la existencia de un drenaje subterráneo de esta superficie deprimida directamente al cortado, a la que adicionalmente confluían varios cañones con drenaje.

Microformas y depósitos

En los sectores visitados nos vamos a encontrar con una serie de microformas igualmente visibles en otros tepuys. En la mayoría de los casos el origen de estas microformas se asocia con la acumulación o recorrido del agua sobre la superficie de la roca. En las zonas planas el agua puede acumularse en badinas redondeadas de escasa profundidad. Al evaporarse el agua observamos cómo los bordes de las badinas que están en contacto con el agua aparecen alterados. La alteración o recementación puede provocar que estas superficies sean más resistentes a la erosión posterior, generando formas residuales de modo cóncavo (BRICEÑO & SCHUBERT, 1989) de 10 a 30 cm y que quedan en resalte frente a la superficie general. También puede ocurrir en superficies de encharcamiento más grandes una arenización progresiva de la superficie encharcada que es lavada con intervalos de precipitación fuertes. De esta forma quedan testigos de erosión en los bordes de estas "lagunas". Estos testigos tienen forma de tornillo con una cabeza ancha y de roca dura, unidos a la superficie por un cuerpo estrecho de material friable, fácilmente rompible. Cuando la roca se encuentra inclinada (10 a 30º), también nos encontramos con una especie de "canales de disolución" compuestos por tubos cóncavos, progresivamente jerarquizados y que desaparecen en una grieta. Su origen lo relacionamos con la circulación de agua y es muy parecido en apariencia a las acanaladuras de lapiaces de paredes. Sus dimensiones son reducidas, ya que la anchura y profundidad del canal no excede de los 10 cm y su longitud puede llegar a los 8-10 m.

Un caso especial de microformas y cuyo origen lo debemos relacionar con las condiciones de sedimentación de la roca son las huellas de "Ripples" o rizaduras de corriente de carácter simétrico, huellas que nos indican un ambiente de sedimentación asociado a línea de playa y de dominio eólico. En algunos casos se observan estas huellas sobre superficies de pequeña extensión sin vegetación y escasa pendiente. Un caso especial de microformas exteriores son estructuras de tipo poligonal desarrolladas sobre la superficie de la cuarcita, similares en apariencia aunque no en origen a los "mudcracks" o polígonos de desecación en las arcillas. El origen de estas estructuras lo relacionamos con la presencia de un suelo con vegetación que altera superficialmente la roca formando una red de microcanales que quedan entralazados y que se encuentran bajo la cubierta vegetal. Accidentalmente puede producirse un incendio (rayo) con la consiguiente destrucción de cubierta vegetal y posterior pérdida de suelo por escorrentía, apareciendo la roca desnuda con estas estructuras regulares de tamaño centimétrico a decimétrico.

En cuanto a los depósitos, los más abundantes y con repercusión morfológica son los de tipo clástico. En los bordes de las mesetas interiores elevadas nos encontramos con caos de bloques cuyo origen se relaciona a partir de la conjugación de la red de fracturas con la estratificación. De esta forma el "bloque caja" generado es de tamaño métrico a decamétrico. Otros depósitos habituales, pero de menor importancia, son los depósitos de arena. Esta puede formarse en lugares donde se acumula el agua. Es visible al evaporarse ésta, apareciendo con diferente textura según el grado de humedad, o bien aparece en lugares absolutamente protegidos de la lluvia (porches o bordes de paredes). En este caso, el proceso de formación y acumulación lo relacionamos con la elevada humedad ambiental, siendo el proceso de arenización mucho más lento.

FACTORES CONDICIONANTES DE LA MORFOLOGIA SUBTERRANEA

Factores litológicos

El Macizo de Chimantá se encuentra situado dentro del grupo Roraima, espesa secuencia de cuarcitas y arenitas que yace de manera discordante sobre un basamento ígneo-metamórfico del escudo de Guayana. Presenta cuatro formaciones (REID, 1972) denominadas Fm. Uairén, Fm. Kukenán, Fm. Uaímapué y Fm. Matauí. Geomorfológicamente desarrollan a gran escala las escarpadas mesetas de cumbre plana denominadas **tepuys**, cuyo origen se relaciona con las diferentes superficies de erosión existentes en el escudo de Guayana (SCHUBERT, 1984). La superficie de erosión de los topes de tepuy se corresponde con la denominada Auyantepuy, situada a una altura media de 2000-2900 m y con una formación estimada en el Mesozoico (BRICEÑO & SCHUBERT, 1990). En los topes de tepuy se observa otra característica geomorfológica local: las curiosas formas de disolución, cuya descripción es uno de nuestros objetivos.

El macizo de Chimantá se corresponde con la Fm. Matauí, cuya edad se estima a partir de rocas básicas intrusivas (diabasas) entre 1,4 y 1,6 Ga. Esta formación tiene de 600 a 900 m de espesor. Se trata de dos secuencias estratificadas de forma horizontal donde se observan dos tipos diferentes de estratificación: la primera secuencia con unidades de estratificación potentes (2,5 m hasta 25 m), que pueden aparecer localmente plegadas por deformaciones sinsedimentarias; y otra secuencia con unidades de estratificación más delgadas (30 cm y abundancia de ripples y estratificación cruzada) que pueden comportarse de diferente manera ante la fracturación. En los sectores de Acopán y Amuri aparece la primera secuencia, con una potencia de estratos que oscila entre 1 y 3 m. Es relativamente frecuente la presencia de estratificación cruzada con "ripples" simétricos, intercalados entre la roca. La presencia de cantos de cuarzo muy redondeados sugiere un ambiente deposicional de alta energía. Es por ello que se supone que el medio de sedimentación fue el de llanura costera extensa con la influencia de canales de río y canales de marea que la cortaban y donde ocasionalmente se observan ambientes de dominio eólico asociados a línea de playa (BRICEÑO & SCHUBERT, (A) 1992).

La cuarcita aparece como roca mayoritaria con colores rosáceos y blancos, presentando desde un aspecto muy duro y resistente a otro deleznable y arenizado, debido a la presencia de estratos más débiles o un mayor grado de alteración. Aparecen como minerales secundarios feldespato, magnetita, zirconio, hematies y cherts en proporciones siempres inferiores al 1% (BRICEÑO, SCHUBERT & PAOLINI, 1990). Aunque han sido descritos sills intrusivos de diabasas en la Fm. Matauí del Chimantá, en los sectores de Acopán y Amuri visitados por la expedición no se encontraron. Uno de los principales aspectos litológicos que deben reseñarse para la presencia de cavidades es la existencia de estratos más blandos intercalados entre otros más duros. Estas discontinuidades de la roca, cuyo tamaño inicial puede ser muy reducido, son imprescindibles para permitir el desarrollo del cavernamiento, ya que ante estratos de igual dureza, predominaría un encajamiento lineal formando cañones en detrimento del drenaje subterráneo. Sin embargo, la presencia de estos estratos menos consistentes, donde existe una mayor arenización, favorece la remoción de los granos de cuarzo y la tubificación inicial. Este aspecto es visible en la Sima de Amuri 2, donde existen tres zonas horizontales separadas por unos 20 m de desnivel, por donde se desarrolla la cavidad. Se encuentran conectados entre sí por fracturas verticales. El agua profundiza a modo de escalera siguiendo una intercalación estrato-fractura.

Factores estructurales

Los estudios tectónicos desarrollados en el área de Chimantá (BRICEÑO, SCHUBERT & PAOLINI, 1990) basados en el estudio de fotografías aéreas muestran la existencia de tres sistemas principales y uno secundario. Estas fracturas se extienden a lo largo de decenas de km. Estos sistemas no se corresponden exactamente con las medidas de campo efectuadas por los mismos autores, de menor tamaño y que pueden tener gran influencia local en la orientación del drenaje, formación de cañones y direcciones de cavidades. En el escudo de Guayana se han producido cuatro períodos orogénicos en el Pre-cámbrico: 3,6-2,7 Ga, 2,6-2,1 Ga, 2,0-1,7 Ga y 1,2-0,8 Ga. Durante el Fanerozoico se produce la intrusión de basalto paleozoico y posteriormente la intrusión de diabasas durente el Mesozoico (MENDOZA, 1977 en: SCHUBERT & BRICEÑO, 1990), permaneciendo la zona desde entonces con una gran estabilidad tectónica.

En el caso de Acopán se observan, a una mayor escala en foto áerea, tres sistemas principales y uno secundario. El sistema 100-280 en la zona occidental de Acopán, uno transversal a éste en la zona central (135-315) y el 90-270 en la zona oriental. En el borde N de la punta de Acopán se observa un sistema menos importante con una dirección 50-230. Las cavidades encontradas en Acopán se encuentran situadas en la zona de dominio del sistema 100-280 con el 135-315. Sus direcciones predominantes coinciden a grandes rasgos con el sistema 100-280, que controla sus direcciones. Por el contrario, el sistema 135-315 parece tener más importancia en el control estructural de la dirección del borde de tepuy, cerrando la cabecera del río Yunek con esta dirección. Las medidas de campo confirman el dominio del sistema 100-280, a pesar del aparente dominio en foto aérea del 135-315, compuesto por fracturas de mayor longitud y que presentan una trama más intensa. Los autores antes citados relacionan este hecho con el diferente tipo de estratificación existente en el macizo, de tal forma que la anisotropía original de las rocas, puesta en relevancia por los planos de estratificación, determina los sistemas de fracturación locales con aparentes desconexiones con los sistemas de fracturación general, lo que puede suponer errores en análisis y conclusiones relativas a la fracturación basados solamente en imágenes aéreas.

En el sector de Amuri resulta difícil la interpretación de las fracturas en base a las fotografías disponibles, aunque pueden señalarse tres sistemas principales: el 30-210 que delimitaría grandes fracturas paralelas al escarpe oriental que limita la cabecera del río Tirika; uno perpendicular a éste, de menor importancia (330-150), que está constituido por las grietas perpendiculares a la línea de escarpe y, finalmente, en el sector donde aparecen las cavidades se intuye otro, prácticamente N-S (350-170), de carácter más local y que origina pequeñas alteraciones en la dirección general del borde de tepuy. Las medidas de campo arrojan como sistemas principales el (260-80) y su componente perpendicular (10-190). Las cavidades encontradas se orientan preferentemente en esta dirección, lo que nuevamente indica lo arriesgado de sacar conclusiones en base en los grandes sistemas visibles en foto aérea.

Factores climáticos y temporales

En los estudios de las areas calizas típicas siempre se incluye un apartado sobre climatología, para conocer entre otros datos la cantidad de agua que va a circular por el karst, el aporte total anual, etc., a la vez que las influencias paleoclimáticas dejan su huella en los depósitos del karst, pudiendo relacionar estos datos con los aportados por la palinología, paleontología o prehistoria, que al menos sirven para establecer secuencias cronológicas con cierta validez regional. En las áreas calizas, al relacionar las tasas de disolución actual con la extensión de los macizos, se supone una karstificación desarrollada principalmente en el Cuaternario (últimos 2 millones de años).

Al traspasar estas ideas a la morfología tipo Roraima, junto con el clima actual, debemos tener en cuenta que la superficie de las altas mesetas (superficie Auyantepuy) puede estar formada en el Mesozoico (BRICEÑO & SCHUBERT, 1990), por lo que la formación de este modelado es muy antiguo (más de 70 millones de

años) y el clima ha podido ser un elemento clave en el modelado del relieve a diferentes escalas, pudiendo ser bastante cambiante en función de múltiples factores difíciles de precisar (deriva continental, paleocirculación atmosférica, cambios orbitales que generan variaciones globales climáticas, etc.), siendo muy difícil valorar la importancia del clima actual en la génesis y evolución del relieve. A pesar de estos handicaps, BRICEÑO & SCHUBERT (1990) relacionan la gran similitud existente entre la morfología de los tepuys y las áridas mesetas del W de los EEUU (meseta del Colorado), indicando que el origen de ambas se ha producido bajo un clima árido (formación de escarpes, formación de superficies de erosión, ciclos de erosión-sedimentación), evolucionando actualmente los tepuys de diferente manera con las condiciones húmedas actuales.

Estos mismos autores indican la existencia de una alternancia de ciclos húmedos-áridos durante el Pleistoceno en la Gran Sabana, a la vez que citan la posición en latitud tropical del escudo de Guayana desde tiempos jurásicos, sin que se hayan encontrado evidencias que atestigüen presencia alguna de clima glaciar.

En la actualidad el Macizo de Chimantá, al igual que otros tepuys de la Gran Sabana, se caracterizan por un clima hiperhúmedo prácticamente constante a lo largo del año, aunque es posible diferenciar una época más lluviosa en verano (GALAN, 1986, 1990), con grandes oscilaciones térmicas diarias, sin que se conozcan heladas. Este clima provoca la degradación química de la roca y la remoción del material clástico. La abundancia de agua disuelve el cemento silíceo de la arenisca, que forma un material friable fácilmente evacuado por escorrentía. De acuerdo a las condiciones climáticas actuales, BRICEÑO, SCHUBERT & PAOLINI (1990) establecen una tasa de ablación de 105 ton/km^2/año, lo que supone una denudación de 2800 m en 70 millones de años. Ante estos datos, parece evidente que las condiciones climáticas actuales con más de 3000 mm/año no han podido mantenerse constantes durante este período de tiempo.

Si resulta difícil correlacionar las diferentes fases climáticas con la formación general del relieve, es todavía más difícil ver la influencia de este factor en la formación y evolución de las cavidades existentes en el modelado tipo Roraima, aunque puede resultar lógico que la incisión de cañones y el ensanchamiento y/o profundización de los conductos subterráneos se produzca en épocas de abundante precipitación como la actual, predominando fases de deposición y acumulación en épocas más áridas, con un predominio de las acciones mecánicas sobre las químicas. Esto puede indicar una formación "policíclica" de los conductos, alternando fases de erosión (clima húmedo) con fases de acumulación, resultando una morfología que en el caso de Chimantá puede corresponderse con las cavidades formadas bajo cañones (Acopán 2).

La variabilidad climática a lo largo del tiempo es un importante factor de evolución en sí mismo que puede resultar clave. GALAN (1986) lógicamente cita que si la superficie de erosión tiene una edad cretácica, resulta lógico pensar que las cavidades existentes tengan una edad igual o menor a la superficie que las contiene. MARTINI (1982, 1984) cita que la alteración de la cuarcita puede ser producida en un período de tiempo inferior a 2 millones de años y la tubificación es un proceso aún más rápido, a la vez que determina un modelo matemático según el cual las propiedades mecánicas de la cuarcita se deterioran de forma exponencial, de tal forma que fisuras de 2 micrones pueden ensancharse hasta 100 micrones en un período de 300 años, por lo que el proceso de formación de cavidades puede ser relativamente rápido.

Sin embargo, es probable que a pesar de la antigüedad de algunas cavidades formadas en cuarcitas,como la de Cerro Autana (COLVEE, 1973), la edad de formación de la mayoría de las cavidades verticales vistas en Acopán y Amuri sea finiterciaria o cuaternaria, mientras que las cavidades horizontales encontradas (Acopán) parece que sean las más antiguas. La situación de las cavidades cercanas al borde de tepuy y la progresiva evolución por retroceso del escarpe, de forma más rápida que la organización de un drenaje subterráneo, provoca el desmantelamiento de las cavidades más antiguas. Este proceso se puede ver acelerado por la misma presencia de cavidades en las zonas de borde, apareciendo progresivamente nuevas cavidades en las cercanías del escarpe. La presencia de las cavidades horizontales vistas en Acopán, puestas en relieve por retroceso de escarpe de una superficie de erosión más antigua, apoya esta hipótesis.

Factores orográficos

Al igual que en el resto de los tepuys explorados espeleológicamente, los fenómenos subterráneos en los sectores de Acopán y Amuri del macizo de Chimantá se localizan preferentemente en las zonas cercanas a desniveles abruptos. Este hecho se debe poner en relación con la progresiva concentración del drenaje en el tope de tepuy hacia un punto de fuga en el escarpe, junto con una fracturación mucho más importante en estas zonas (descompresión del macizo) y con el importante potencial de gravedad de los ríos, ya que se puede considerar como nivel de base relativo a la corriente de agua que circula en el valle, situado a escasos km del borde de tepuy y con un importante desnivel entre ellos. Todas las cavidades de los sectores visitados en Chimantá se sitúan a una altura entre 1800 y 2000 msnm, coincidente a grandes rasgos con la altura del tope del tepuy. La distancia existente entre las formas verticales subterráneas al borde de tepuy oscila entre 100 y 2000 m.

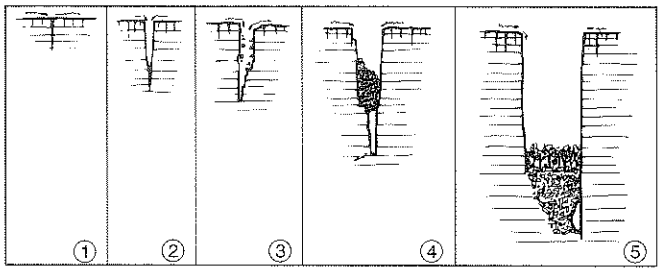
Estos factores pueden provocar la generación de un drenaje subterráneo con la formación de las correspondientes formas subterráneas hasta un estrato o nivel no alterado, por donde el agua sale del tepuy, generando cascadas e inhibiendo la escorrentía superficial que tiende a rebajar el tepuy. Junto a la formación de cavernamiento en las zonas de borde, hay que tener en cuenta la existencia de superficies o mesetas elevadas algunas decenas de metros sobre la superficie general, que constituyen remanentes de antiguas superficies de erosión, donde también aparecen cavidades, generalmente más pequeñas, en función de una menor concentración del drenaje (menos superficie) y una menor energía potencial. De esta forma, creemos que es un factor determinante la localización de las cavidades cerca de una zona de importante desnivel, que puede ser bien el borde exterior del tepuy, escarpes de antiguas superficies de erosión, o fracturas profundas y/o cañones, hacia los que se orientan fracturas perpendiculares y oblicuas con drenaje que pueden constituir cavidades. La importancia de las cavidades estará en relación con el desnivel existente (mayor o menor potencial de gravedad) y con la cantidad de agua que puede circular por ellas (a mayor superficie de cuenca, mayor cantidad de agua y un volumen mayor de tubificación).

CARACTERISTICAS DE LA MORFOLOGIA SUBTERRANEA

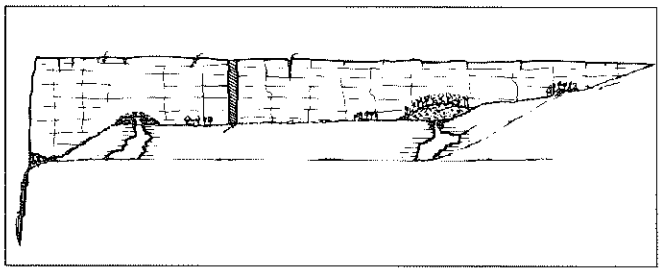
De acuerdo con los factores condicionantes anteriormente citados y con el proceso de formación de cavidades en tepuys que origina el modelado subterráneo tipo Roraima expuesto por diferentes autores (GALAN, 1986; SCZERBAN y URBANI, 1974; URBANI, 1977), podemos realizar una sistematización de las cavidades encontradas en Acopán y Amuri, así como dar las principales características de los conductos, depósitos y microformas encontradas en estas cavidades descubiertas por la expedición "Chimantá-93".

Formas verticales

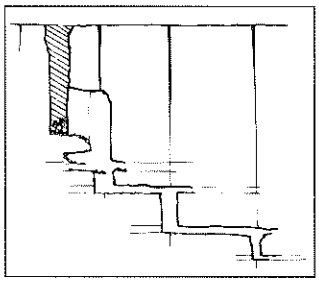
Al igual que ocurre en otros tepuys explorados espeleológicamente, la mayor parte de las formas subterráneas exploradas en Chimantá son verticales. El total del desnivel acumulado por las



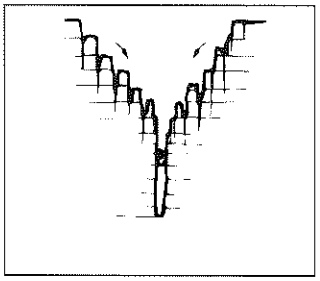
Génesis de la Sima de Acopán 1
1.- Fractura inicial con canalización del drenaje 2.- Ensachamiento de la fractura por la acción de las aguas de arroyada 3.- Relleno parcial de bloques a favor de las fracturas laterales 4.- Desarrollo de un conducto bajo el relleno clástico por encajamiento del cauce subterráneo 5.- Agrandamiento de la fractura exterior y del conducto subterráneo con generación de grandes acumulaciones clásticas



Formación de cavidades en la base de los cañones. Bajo el suelo en lugares con acumulaciones clásticas se desarrollan cavidades unidireccionales que profundizan hasta un nuevo nivel. El agua sale al exterior del tepuy a favor de la misma fractura encajada en el escarpe. (Sima de Acopán 3, Sima de Acopan 2).



Desarrollo de conductos horizontales a favor de planos de estratificación preferenciales. En las intersecciones con fracturas verticales se desarrollan pozos, profundizando la sima en escalera (Sima de Amuri 2).



Desarrollo de una depresión a favor de una fractura principal y otras ortogonales, originando una «megadolina» con la base encajada. Bajo los rellenos clásticos de la fractura pueden desarrollarse cavidades (Sima de Amuri 1)

Figura 6. Esquema de génesis de algunas tipologías de cavidades exploradas.

11 cavidades verticales encontradas sobre un total de 14 (77 % del total) es de 800 m y el total de su desarrollo acumulado es de 3420 m. Las profundidades alcanzadas por estas cavidades oscilan entre los 45 m y los 140 m, siendo su espeleometría mínima de 35 m y máxima de 1376 m.

En relación con el tipo de fenómeno donde se abren podemos clasificar a las formas verticales estudiadas en Chimantá en cuatro grupos: formas verticales desarrolladas bajo fracturas cerradas, formas verticales desarrolladas bajo fracturas abiertas (cañones), formas verticales desarrolladas en campo de grietas y formas verticales desarrolladas en depresiones.

A) Formas verticales bajo fracturas cerradas

Como su nombre indica nos encontramos con fracturas que tienen bordes bien definidos. A este tipo pertenecen las Simas de Acopán 1 y Acopán 4. En el caso de Acopán 1 la fractura tiene grandes dimensiones (800 m de largo x 40-80 de anchura y 60-110 m de profundidad por su lado más accesible) y una dirección WNW-ESE. A ella convergen varios aportes que originan cascadas. Su base aparece accidentada por numerosos bloques que originan un suelo con abundante vegetación, bajo el cual en algunos sectores existe un nivel inferior predominantemente horizontal (situado entre 10 y 30 m bajo la superficie anterior), de mucho menor tamaño, donde, junto con la morfología clástica desarrollada bajo fractura con grandes bloques encajados y en el suelo, aparecen formas de disolución de forma puntual con conductos subredondeados y columnas estructurales.

La Sima de Acopán 4 puede considerarse como una sima cercana a ésta, aunque se encuentra en superficie totalmente cerrada. Igualmente nos encontramos con grandes dimensiones (350 m de longitud x 10 a 20 m de anchura y 60-100 m de profundidad). Junto a los grandes bloques que tapizan el suelo y a la exuberante vegetación del fondo de la grieta, existe también un tramo de corta longitud absolutamente subterráneo y mayoritariamente horizontal, donde las formas clásticas son dominantes enmascarando morfologías de fractura. Este tramo es de menor tamaño y se encuentra situado a un nivel de 110-120 m de profundidad desde la plataforma superior.

Las características que definen a estas cavidades es, en primer lugar, el gigantismo de las formas, creando zonas deprimidas que consideramos como subterráneas. El segundo factor es su carácter longitudinal y prácticamente horizontal (salvado el desnivel desde la superficie exterior), existiendo dos niveles: el nivel superior o suelo, accidentado por grandes bloques y vegetación sin drenaje alguno y el nivel inferior propiamente subterráneo desarrollado bajo este, de mucho menor tamaño, abierto a favor de la misma fractura, donde la morfología dominante es de fractura con bloques que accidentan una galería irregular de mucho menor tamaño que la zona exterior y donde existen tramos con un claro origen de disolución. A todo ello hay que añadir que en estas zonas existe drenaje que puede sufrir cambios bruscos de caudal.

En su formación, junto con la existencia de una fractura inicial y su profundización, juegan importante papel los aportes laterales que ensanchan la fractura y la conjugación de fracturación y estratificación en la formación y posterior colapso de bloques, factores que pueden ser dominantes en épocas húmedas (profundización y ensanchamiento lateral) o áridas (fases de acumulación).

B) Formas verticales desarrolladas bajo fracturas abiertas (cañones)

A este tipo pertenecen las simas de Acopán 2, Acopán 3, Amuri 3, Amuri 4 y Amuri 6. Estas cavidades no son visibles desde el aire, sino que se encuentran propiamente desarrolladas en el interior de cañones, que pueden aparecer conectados entre sí. Estos cañones aumentan su profundidad hacia las zonas del escarpe, siendo visibles en estos puntos numerosas cascadas encajadas y cubiertas por bloques, que por su similitud con el modelado kárstico quizás han sido denominadas erróneamente "surgencias". Los cañones presentan diferente orientación, aunque predomina una dirección E-W. Su anchura en superficie es variable entre 4 y 30 m, disminuyendo a medida que se profundiza (incisión en forma de "V" marcada), con una profundidad que oscila entre 10 y 100 m. En su fondo alternan zonas más o menos llanas con un drenaje bien visible y bloques aislados junto con acumulaciones clásticas caóticas cubiertas por vegetación donde desaparece el drenaje. En estos puntos, abiertas entre bloques, nos encontramos con cavidades preferentemente verticales que atraviesan el espesor de bloques para conectar con una zona horizontal subterránea donde aparece de nuevo el agua que se pierde rápidamente entre bloques que constituyen el fondo del cañón.

Los tramos subterráneos presentan una morfología desarrollada a favor de fracturas alargadas en altura entre bloques, con escasa anchura en el fondo (1-2 m), de carácter unidireccional. De esta forma podemos separar tres tramos bien diferenciados desde la plataforma superior del borde de tepuy.

- Tramo de cañón propiamente dicho con bloques y vegetación.
- Tramo subterráneo vertical entre los bloques que taponan el cañón.
- Tramo subterráneo horizontal bajo los bloques.

Las principales características son el tamaño reducido de la forma subterránea, tanto en anchura (fractura) como en longitud, al ser rápidamente colmatada por bloques. Los bloques siguen caracterizando principalmente a la morfología. Debido a la filtración del drenaje entre ellos, pueden aparecer desde muy compactos, cuando aparecen protegidos del agua, hasta prácticamente arenizados, siendo en este caso bastante inestables. También aparecen como depósitos zonas arenosas que relacionamos con un nivel a partir del cual el agua no puede profundizar y que en las simas más grandes del sector de Acopán oscila entre 100 y 110 m respecto a superficie. Las cavidades son unidireccionales, predominando la dirección E-W y un drenaje hacia el W en los dos sectores. Debido a la dificultad de progresión por los cañones, éstos no se prospectaron a fondo, por lo que pueden aparecer varias de estas cavidades en un mismo cañón y quizá pueda relacionarse el nivel de escurrimiento con un estrato de diferente dureza, aunque no se observa una morfología diferente que permita afirmar este hecho.

Hay que tener en cuenta que en algunas cavidades de las señaladas, especialmente las de menor tamaño, puede faltar alguna de las zonas citadas (tramo vertical entre bloques), existiendo sólo un pequeño tramo subterráneo desarrollado bajo tramos de bloques empotrados, que hemos considerado como cavidad, aunque morfológicamente bien pueden considerarse como pequeños cañones en formación (Amuri 4).

Un tipo particular de esta morfología de cavidades es la Sima de Amuri 3. Si bien se trata de un pozo de contornos cerrados, hay que tener en cuenta su situación alineada con un cañón que, procedente de un punto alto del tepuy, aumenta rápidamente su profundidad a medida que avanza hacia el escarpe. El pozo conecta con este cañón. Su aislamiento superficial se debe a un colapso de bloques que, encajados y cubiertos por vegetación, han podido ser recementados, aislando el conducto vertical en superficie, aunque se trate de la misma fractura. Quizá debido a este origen peculiar, el agua ha labrado en ésta un recorrido subterráneo a favor de la fractura, alargada en altura hacia el cañon principal, donde nos encontramos con varias microformas que luego analizaremos.

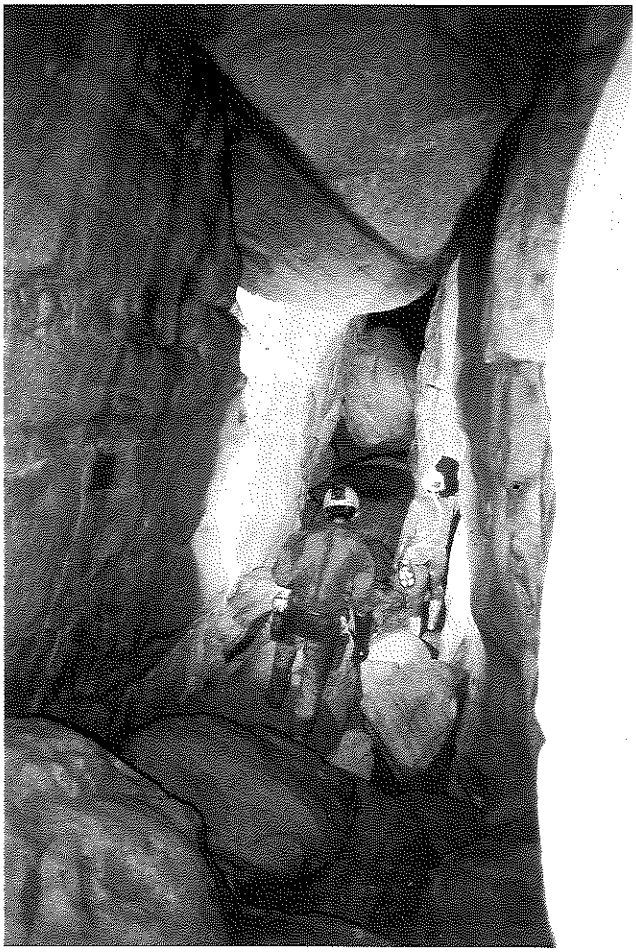
C) Formas verticales en campos de grietas (perpendiculares a los cañones de acceso)

Esta clasificación hace referencia al entorno geográfico donde se localizan estas cavidades. Se trata de cavidades situadas perpendicularmente al cañón de acceso. Una de ellas (Amuri 5) se encuentra en el denominado "campo de grietas", sucesión de fracturas deprimidas sobre la superficie general del tepuy, que originan una serie de cubos de cuarcita separados entre sí, formando fracturas profundas que disectan cuadrangularmente este sector del tepuy (zona de Amuri) a modo de un gigantesco tablero de ajedrez. Estas fracturas, sobre todo las perpendiculares al escarpe, son cañones con drenaje hacia el cortado que se intersectan con las fracturas paralelas al escarpe (cañones afluentes).

Las cavidades que clasificamos en este grupo son las cavidades de Amuri 2 y Amuri 5. Sus profundidades desde la base del cañón rondan los 70 m (más el desnivel del cañón de entrada entre 60 y 100 m desde superficie), a la vez que en ambas es posible distinguir una profundización "en escalera", alternando tramos longitudinales con pozos. Amuri 2 debe considerarse como la cavidad más importante con más tramos longitudinales subterráneos y la que probablemente aporta más información sobre el cavernamiento en cuarcitas de las cavidades vistas en Chimantá. La principal característica de este tipo de cavidades es la pérdida del carácter horizontal del recorrido subterráneo que se había observado en las otras cavidades, donde los saltos se sitúan en la entrada. De esta forma la profundización se realiza con pequeños saltos que quedan unidos por tramos horizontales de galería más o menos largos a modo de escalones. Estos tramos horizontales presentan en algunos sectores formas de disolución junto a la fractura original, posteriormente enmascarados por procesos clásticos que pueden caracterizar a la galería, más que la morfología original de tipo meandriforme como ocurre en Amuri 5. Los tramos verticales coinciden en superficie con fracturas paralelas al cañón de acceso o con cruces de fracturas, siendo estos lugares zonas de acumulación clástica, a partir de las cuales se produce la profundización del drenaje a un nivel inferior (estrato o nivel a partir del cual se puede establecer circulación hídrica). Es en este tipo de cavidades donde nos encontramos con microformas de disolución como "marmitas de gigante" y columnas estructurales.

La segunda característica que se distingue en estas cavidades es la pérdida del carácter longitudinal del trazado, ya que se distingue, como en el caso de Amuri 2, que la dirección inicial es NE-SW, continúa luego claramente E-W, para ser NNW-SSE en su parte final. Este trazado se corresponde con la red de fracturas superficial que adapta un trazado mayoritariamente ortogonal.

Los bloques continúan caracterizando a la galería, aunque se observa que éstos se generan cuando la cavidad tiene una cierta anchura. En Amuri 2 la parte inferior presenta un trazado sobre fractura, con escasa anchura y predominio de la altura, con bloques pequeños y de escasa importancia, mientras que son muy abundantes y de mayor tamaño en las partes superiores. Son más importantes las acumulaciones clásticas cuanto mayor es el tamaño del conducto. Este hecho puede ser debido a que en la zona inferior el drenaje contínuo areniza y evacúa los bloques caídos por escorrentía, mientras que en la zona superior, además de su mayor tamaño se ha producido el descenso en profundidad de la circulación hídrica, arenizándose "in situ".



Galería aguas arriba en la Sima de Acopán 1. Se observan grandes bloques encajados entre las paredes de la fractura, alterados por la acción del agua (Foto David Díez)

D) Formas verticales desarrolladas en depresiones

Esta tipología hace referencia a la cavidad de Amuri-1, que se encuentra situada en el fondo de una gran depresión cercana al cortado y que se abre hacia éste formando un estrecho y profundo cañón. En realidad, la cavidad es morfológicamente idéntica a las desarrolladas bajo fracturas abiertas, ya que se desarrolla bajo un manto de bloques empotrados en el cañón principal. La depresión se encuentra accidentada por fracturas paralelas y perpendiculares al escarpe, que originan un pequeño campo de grietas dentro de la propia depresión. La fractura principal es perpendicular al escarpe y por ella circula un río con multitud de aportes de las fracturas paralelas. Al parecer, el origen de esta depresión debe ponerse en relación con un cruce de fracturas con una separación espacial decimétrica que ha originado un rebajamiento general del relieve. No debemos olvidar la cercanía al borde de tepuy (procesos de descompresión) y la conjugación con la estratificación horizontal para generar un proceso de generación y caída de bloques con posterior evacuación de los mismos por arenización y escorrentía. Las características morfológicas de la cavidad propiamente dicha son idénticas a las formas verticales bajo fracturas abiertas: corto tramo horizontal y unidireccional cubierto por bloques que se desarrolla bajo el cañón, abriéndose a los pocos metros a una zona más deprimida del mismo cañón.

Formas horizontales

En el desarrollo de la expedición, sólo tres cavidades de este tipo fueron localizadas (23% del total). En total, contabilizan un desarrollo acumulado de 238 m, lo que supone el 7 % del total de conductos explorados. A todas luces este número parece insuficiente para poder realizar una tipología. Aparecen en bordes de mesetas interiores del tepuy.

A pesar del carácter plano de la superficie de los tepuys, a medio y pequeño detalle son bastante accidentados. Es importante la presencia de superficies planas más elevadas correspondientes a antiguas superficies de erosión, limitadas por escarpes cuyo rebajamiento se cree es producido a favor de un estrato más débil, sobre el que actúa la red de diaclasas generando escalones y bloques, que son desmantelados hasta la superficie inferior (GALAN, 1986). Los conductos horizontales subterráneos en las cuarcitas del grupo Roraima son menos importantes que las formas verticales, estando en teoría desarrollados a favor de estos estratos de mayor debilidad (GALAN, 1986); (BRICEÑO Y SCHUBERT, 1992), en los cuales el agua penetra a favor de fracturas verticales en superficie. En las cavidades horizontales de Acopán no se han encontrado morfologías subterráneas que indiquen este hecho, siendo probable que la circulación de agua se establezca a favor de una fractura paralela a estos escarpes secundarios, contribuyendo la remoción de material a su desgajamiento y posterior derrumbe, formando una especie de "balma". El posterior retroceso del escarpe puede llegar a "fosilizar" o a provocar el ocultamiento de la cavidad, existiendo conos de derrubios que permiten el acceso hasta ella, producto de la alteración del "desgajamiento" inicial. En conjunto, estas cavidades se desarrollan con el eje mayor paralelas al escarpe, donde después se dan procesos clásticos que tienden a su rectangularización, al conjugarse fracturación vertical con estratificación. Las características principales de estas cavidades son su escaso recorrido, ausencia de drenaje (goteos del techo), su trazado unidireccional y el dominio de los fenómenos clásticos que tienden a agrandar el conducto. Debido a su situación paralela al escarpe, donde no llega la precipitación, existien zonas secas con arena y zonas con vegetación donde caen los goteos.

Microformas y depósitos

Junto a la morfología general de las galerías subterráneas de Chimantá, debemos hacer una relación especial a las microformas y depósitos encontrados, ya que son la conjugación de ambos hechos las que caracterizan las galerías. Hemos optado por clasificar las concreciones encontradas como depósitos de origen químico, aunque presentan unas formas características.

Las microformas más características son las que hemos denominado **"columnas estructurales"**. Son columnas cuarcíticas desarrolladas generalmente en paralelo a la pared de la cavidad, que aparecen soldadas al techo y suelo. Su tamaño reconocido oscila entre los 0.5 y 3 m de altura, con un grosor de diámetro central entre 15 y 60 cm. Por su morfología redondeada y pulida creemos tienen un origen por disolución de la cuarcita. Son visibles en las simas de Acopán 1, Amuri 2, Amuri 3 y cueva de Acopán 3. La unión de dos columnas paralelas puede delimitar **"arcos rocosos"**, perpendiculares o paralelos a la dirección general de la galería, variando la morfología de ésta. También son visibles en el exterior, formando arcos rocosos generalmente de pequeño tamaño.

"Marmitas de Gigante". Aparecen en los caudes subterráneos de varias de las cavidades visitadas. Las hemos denominado así por su similitud en forma y origen con las marmitas que aparecen en los lechos de los ríos calcáreos. Son de pequeño tamaño (< 1 m diámetro) y aparecen en zonas donde el agua presenta suficiente energía para hacer rodar los cantos de cuarzo lechoso que aparecen en su interior. Su origen es pues principalmente erosivo, aunque la disolución puede jugar un papel secundario.

También podemos encontrarnos con **zonas encharcadas,** formando lagunas. Estas lagunas pueden ser de acumulación (sima de Acopán 1, Amuri 2). La existencia de bloques u otro tipo de obstáculos puede generar una zona deprimida donde se acumule el agua, o bien puede relacionarse con una zona a partir de la cual el agua no puede profundizar de forma directa, por lo que se encharca. En este caso este nivel se suele situar a una misma profundidad de la superficie, lo que nos hace suponer la presencia de un estrato que no permite el paso directo de agua. Este nivel en el sector de Acopán está localizado a unos 100-110 m desde superficie, apareciendo en las simas de Acopán 2, Acopán 3 y Acopán 4.

Estas son las microformas más visibles y que apenas llegan a caracterizar al conducto. Sin embargo, los depósitos adquieren gran importancia, siendo uno de los principales factores de la morfología subterránea. Sin duda, son los **depósitos clásticos** los más importantes, apareciendo en todas las cavidades visitadas, al igual que forman importantes acumulaciones en los cañones y en la morfología exterior a pie de escarpes interiores.

Pueden aparecer de forma aislada cuando la galería es de escaso tamaño (tramo final Amuri 2, Amuri 4) o formando importantes acumulaciones que pueden crear conos de derrubios que tapizan toda la base de la fractura (Sima de Acopán 1) cuando el cavernamiento es importante. Pueden llegar a ser incluso el lugar por donde discurre la cavidad (parte inferior Acopán 1, Acopán 2, Acopán 3), ya que en muchos casos más que una galería definida lo que nos encontramos es una fractura cerrada por bloques, que forma un tramo subterráneo. Asimismo, también pueden generar rampas de acceso a zonas subterráneas (Cueva de Acopán 3, Sima de Acopán 3, Sima de Acopán 4).

Debido a su abundancia, no todas las acumulaciones o los bloques se van a presentar de la misma manera. En primer lugar, destaca el factor situación. Si los bloques se encuentran afectados por la luz y los agentes atmosféricos (fracturas abiertas), sobre los bloques se desarrolla una vegetación especial, muy diferente a la que existe en el exterior del tepuy y que contribuye a su arenización superficial. En segundo lugar, destaca el factor humedad-agua. Cuando los bloques se ven sometidos a un drenaje contínuo aparecen bastante compactos, aunque recubiertos de una fina película arenosa, muy abrasiva, que indica que están siendo progresivamente disueltos y evacuados por el agua (Sima de Acopán 1). Cuando los bloques se ven sometidos a una humedad muy fuerte sin un drenaje directo, el producto de la alteración no puede ser evacuado. La forma de los bloques es redondeada a cuadrangular, pero se encuentran superficialmente alterados, hasta una profundidad variable (5-15 cm), con una textura arenosa (deleznable). El producto de la

alteración se acumula a pie de bloque o entre ellos, por lo que a veces aparecen cementados con arena, lo que provoca cierta inestabilidad. Por último, en aquellos lugares donde el bloque no tiene humedad, éste se presenta mucho más compacto, formando cantos angulosos perfectamente definidos, pudiendo ser reconocible el lugar de donde ha caído. Puede ocurrir que a este factor de falta de humedad se le una el factor tiempo y que los bloques que presentan un aspecto compacto y anguloso sean bloques recientes.

Sobre el tamaño de los bloques en las cavidades podemos decir que la generación del bloque "caja" se produce por la interrelación de la estratificación con fracturas paralelas y perpendiculares. La estratificación oscila con una potencia entre 1 y 2,5 m, mientras que la densidad de fracturación puede ser desde métrica a decamétrica. El bloque así formado es por norma general métrico a decamétrico, fracturándose en bloques menores después del impacto, siendo posteriormente arenizado y redondeado. Esta arenización de los bloques y zonas de fractura es la principal fuente de los **depósitos de alteración**, cuando estos depósitos no son transportados por el agua, de tal forma que se acumulan formando espesores de arena fina con cantos de cuarzo, de espesor variable, sobre los que posteriormente debido principalmente a acciones geo-bioquímicas pueden darse procesos de recementación o desarrollarse vegetación.

Si estos depósitos de alteración son transportados por los cauces de las cavidades y se acumulan dentro de ellas en puntos favorables (menor pendiente, zonas deprimidas), junto con otros depósitos de alteración de la cuarcita, podemos hablar de **depósitos detríticos.** Estos son los productos de alteración que han sufrido un transporte y una posterior sedimentación gracias a la acción del agua. Debido a las variaciones de caudal tras intervalos más intensos de precipitación, tienden a acumularse principalmente en lugares con agua (fondo de lagunas), dando un color más oscuro al agua.

Los depósitos de tipo químico, aunque muy escasos y sin importancia en la morfología general de la cavidad, pueden revestir gran importancia debido a las peculiaridades del medio. Básicamente son del tipo **formaciones "pop-corn"**. Aparecen en zonas de fractura reciente. Presentan una estructura coraloide, muy granuda, siendo su tamaño generalmente inferior a 10 cm.

CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo es describir las morfologías de superficie y subterráneas observadas en los sectores de Acopán y Amuri del Tepuy de Chimantá, como una aportación más al descubrimiento de la curiosa morfología de la zona. Se trata de un inventario de formas de la zona con sus posibles orígenes, que puede ser consultado para estudios de síntesis o comparativos.

En cualquier caso, no debemos olvidar que en muchos casos las morfologías superficiales tienen una relación clara e incluso un origen en función de formas subterráneas, por lo que conviene mantener la visión tridimensional que habitualmente se aplica a las zonas kársticas clásicas en los análisis morfológicos de tepuys. Por ello se incluyen también los principales factores morfológicos que influyen en la localización y evolución de las cavidades (y por supuesto en la morfología exterior), junto con una clasificación morfológica de las cavidades. Esta clasificación tiene en cuenta su acceso desde la plataforma superior del tepuy (formas horizontales y formas verticales), distinguiendo posteriormente entre las formas verticales cuatro tipologías (fracturas abiertas, fracturas cerradas, depresiones y campo de grietas), describiéndose las principales características y morfologías de las mismas. Por último, se establece una descripción de las microformas y depósitos encontrados, siendo los depósitos clásticos los más importantes y los que van a caracterizar a las galerías.

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes de la SVE que han participado en la expedición "Chimantá-93": J. Lagarde, J. Astort, F. Herrera y R. Carreño. A todos los miembros de esta asociación que nos apoyaron en la infraestructura de la misma, especialmente a P. Vegue y F. Urbani. A los miembros de la UVE que participaron en la expedición: D. Díez, C. González, I. Latasa, F. Alangua y J.Mª Lz. de Ipiña. A todos los miembros que nos apoyaron de alguna y otra manera, en especial a C. Galán y Myriam Jiménez por la corrección, así como a O. Sota y C. Ruiz por su colaboración en los preliminares de la expedición. A la tripulación del helicóptero de Aerotécnica por su pericia, especialmente a R. Arias; y sobre todo, por su apoyo económico, al Excmo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, Excma. Diputación Foral de Alava, Vicerrectorado del Campus de Alava de la Universidad del País Vasco y Ecma. Diputación Foral de Vizcaya, sin cuyo soporte económico no hubiese sido posible realizar esta expedición.

BIBLIOGRAFIA

BRICEÑO, H.O. y SCHUBERT, C. (1990): Geomorphology of the Gran Sabana, Guayana Shield southeastern Venezuela. Elseiver Science Publisher. Geomorphology (3), Amsterdam. 1990, 125-141.

BRICEÑO, H.O., SCHUBERT, C. y PAOLINI, J. (1990): Table mountain geology and surficial geochemistry: Chimantá massif, Venezuelan Guayana Shield. Journal of South American earth sciences, Vol 3, nº 4 pp. 179-194.

BRICEÑO, H.O. y SCHUBERT, C. (A) (1992): "Geomorfología" Cap. 3 sección 1. "El macizo del Chimantá". Oscar Todtmann Ed. Caracas, pp. 53-60.

BRICEÑO, H.O. y SCHUBERT, C. (B) (1992): "Geología" Cap. 4 sección 1. "El macizo del Chimantá". Oscar Todtmann Ed. Caracas, pp. 61-74.

COLVEE, P. (1973): Cueva en cuarcitas en el Cerro Autana. T.F. Amazonas. Bol. Soc. Ven. de Espeleolología (SVE) nº4 (5-13).

GALAN, C. (1986): Cavernas y formas de superficie en rocas silíceas precámbricas del grupo Roraima, Guayana, Venezuela. Bol. Soc. Ven. de Espeleología (SVE) nº 23, pp. 1-11.

GALAN, C. (1991): Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparativo. Munibe nº 43, pp. 43-72. San Sebastián-Donostia.

GALAN, C. (1992): "El clima" Cap. 2 sección 1 "El macizo del Chimantá". Oscar Todtmann Ed. Caracas, pp. 37-52.

HUBER, O. (1992): "El área de estudio y su exploración" Cap. 1 sección 1 "El macizo del Chimantá". Oscar Todtmann Ed. Caracas, pp. 23-36.

HUBER, O. et al. (1992): "El macizo del Chimantá. Escudo de Guayana, Venezuela. Un ensayo ecológico Tepuyano". Oscar Todtmann Ed. Caracas.

HUBER, O. (1992): "La vegetación". Cap. 3 sección 1. "El macizo del Chimantá". Oscar Todtmann Ed. Caracas.

MARTINI, J. (1982): Karst in black reef and wolkber Group quarzite of eastern Transvaal escarpement, South Africa. Boletin S.V.E. 10 (19) 99-114.

MARTINI, J. (1984): Rate of quartz dissolution and wathering of quarzite. Bull South African Speleo Assoc. 25: 7-10.

REID, (1974): Stratigraphy of the type area of the Roraima Group, Venezuela. Bol geol., Publ. Esp.,6:343-353.

SCHUBERT, C. (1984): Orígenes geológicos de la gran sabana. Paleoclimatología cuaternaria de la cuenca. En: La protección de la cuenca del río Caroní (ed. C.Galán) p 40-45. C.V.G. EDELCA, Div. Cuencas e Hidrología. Caracas.

SCZERBAN, E. y URBANI, F. (1974): Formas cársicas en areniscas precámbricas de T.F. Amazonas y E. Bolivar. Bol. Soc. Ven. Esp. 5 (1) 27-54.

URBANI, F. (1977): Novedades sobre estudios realizados en las formas cársicas y pseudocársicas del escudo de Guayana. BSVE 8 (16) 175-197.

URBANI, F. (1990): Algunos comentarios sobre terminología kárstica aplicada a rocas silíceas. Bol. Soc. Ven. Esp. nº 24, 5-6.

NOTAS SOBRE ASPECTOS GEOQUIMICOS DE LOS TEPUYS ACOPAN Y AMURI DEL MACIZO DE CHIMANTA (GRAN SABANA, VENEZUELA).

J. M. LZ. DE IPIÑA(*), Félix MTZ. DE MUSITU (**) y Andoni TARRIÑO (***)

(*) LEIA - Centro de Desarrollo Tecnológico y Grupo Espeleológico Alavés
Apartado de Corrreos 21
01080 Vitoria-Gasteiz (Spain)

(**) Universidad Nacional de Educación a Distancia
C/Pedro Asúa 2
01008 Vitoria-Gasteiz (Spain)

(***) Colaborador Museo de Ciencias Naturales de Vitoria-Gasteiz
C/Siervas de Jesús 24
01001 Vitoria-Gasteiz (Spain)

(Recibido en marzo de 1995).

RESUMEN

Se describen los resultados preliminares obtenidos tras el análisis de las muestras de agua y roca recogidas en los tepuys Acopán y Amuri del Macizo de Chimantá, durante la expedición espeleológica conjunta Vasco-Venezolana de 1993.

Los resultados confirman la alta acidez de estas aguas, incluídas las de lluvia, y su escasa mineralización. La meteorización de la roca produce, en una primera etapa, la disolución preferencial del cemento intergranular de la cuarcita, proceso que transforma la roca fresca, dura y competente, en un material poroso y disgregable. Las tasa de disolución de sílice alcanza valores comprendidos entre 1,8 y 6,0 gr/m²/año.

ABSTRACT

There are described preliminary results obtained by the study of water and rock samples collected in the Acopán and Amuri tepuys (Chimantá Massif) during the Basque-Venezuelan Speleological Expedition.

The results confirm the high acidity of these waters, including rainwaters, and their low mineralization. Chemical weathering of the rock produces, in a first step, the preferential solution of the quartzite siliceous cement; process that transforms the fresh, hard an competent rock into a porous an disintegrate material. The silica solution rate reaches values contained between 1,8 and 6,0 gr/m²/year.

LABURPENA

1993ko. Euskadi-Benezuela espeleologia espedizioaren barnean, Chimanta-ko Mendikateko Acopán eta Amuri tepuyetan jasotako ur eta harri muestren azterketa egin ondoren, lehen amaitzak deskribatzen dira.

Emaitzek ur hauen azidotasun handia baiestatzen dute, eurienak eta baita mineralizazio eskasa ere. Urak arriari egindako erasoak, lehen etapa batean, kuarzitaren bikor arteko zementoaren disolbaketa eragiten du gehienbat, haitz sendoa (gogorra eta competentea), material porotsu eta haunskor batean bihurtuz. Egindako zehaztapenen arabera, silize disolbaketa tasa 1,8 eta 6,0 gr/m²/urte balioen arteko balioak hartzen ditu.

INTRODUCCION

Los tepuys Acopán y Amuri del Macizo de Chimantá fueron objeto en la primavera de 1993 de una expedición espeleológica conjunta Vasco-Venezolana, que tenía como objetivo la exploración de cavidades subterráneas en estas zonas. Junto a las exploraciones puramente espeleológicas, se realizaron diversos trabajos de carácter multidisciplinar, entre los cuales se incluyó una serie de muestreos hidroquímicos en las aguas del tepuy y la recolección de muestras de roca, tanto en el exterior como en el interior de las cavidades.

El Macizo de Chimantá se encuentra situado dentro del Parque Nacional de Canaima, estado de Bolívar, al sur de Venezuela y muy próximo a la frontera con Brasil. Se extiende sobre una superficie de 1470 km² de los cuales aproximadamente 735 km² corresponden a las cumbres de los diferentes tepuys (HUBER 1992).

Los tepuys Acopán y Amuri se sitúan al SE del macizo y presentan, en prácticamente todo su perímetro, escarpes verticales de unos 400-500 m de desnivel. La altura media de las cumbres se sitúa sobre los 2100 msnm.

Los materiales aflorantes en la zona pertenecen al Grupo Roraima (1,5-1,8 Ga), que descansan discordantemente sobre un basamento ígneo-metamórfico del Escudo de la Guayana. La Formación Matauí es la unidad más moderna del Grupo. Presenta una potencia en la zona de 600 a 900 metros y las litologías predominantes son cuarzo arenitas, wacas cuarzosas, sublitarenitas y subarcosas, con abundante estratificación cruzada. Estos materiales se encuentran fuertemente fracturados y en algunas áreas afloran sills y diques intrusivos de diabasa de notables dimensiones (BRICEÑO y SHUBERT 1985, 1992). Estas rocas constituyen tanto los escarpados como las cumbres de los tepuys, y en ellas se desarrollan las cavidades objetivo principal de nuestra expedición.

Las expediciones llevadas a cabo por miembros de la Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE) a la zona de tepuys han sido numerosas y gracias a ellas, han podido darse a conocer las singulares formas subterráneas desarrolladas en estas mesetas, al mismo tiempo que han contribuído a aportar numerosos datos para la

Nº	FECHA	PUNTO DE MUESTREO	CONTEXTO HIDROLOGICO	CAUDAL
1	22-2-93	CAMP 1	Lluvia	-----
2	2-3-93	CAMP 2	Lluvia	-----
3	21-2-93	Río grande CAMP 1	Corriente superficial y turberas.	50,0
4	4-3-93	Río CAMP 2	Corriente superficial y turberas. En crecida.	250,0
5	7-3-93	Río CAMP 2	Corriente superficial y turberas	7,0
6	20-2-93	Sima Acopan 1	Río en galería subterránea. Punto extremo aguas abajo.	20,0
7	20-2-93	Sima Acopan 2	Río en galería subterránea. Fondo sima entre bloques.	0,5
8	22-2-93	Sima Acopan 4	Lago en galería subterránea. Fondo sima.	-----
9	24-2-93	Cueva Acopan 1	Goteo en el techo de la galería.	-----
10	4-3-93	Sima Amuri 2	Río en galería subterránea. Base segundo pozo.	1,5
11	4-3-93	Sima Amuri 2	Río en galería subterránea. Fondo sima.	1,5
12	6-3-93	Sima Amuri 3	Marmita en galería de comunicación del P100 con el cañón. Infiltración procedente del P100.	0,1
13	6-3-93	Sima Amuri 3	Río al fondo de un cañón exterior, accesible por la galería de Amuri 3.	15,0
14	3-3-93	Sima Amuri 1	Río en galería subterránea. Río del CAMP 2 que se sume en la sima.	25,0
15	7-3-93	Sima Amuri 4	Río en fondo de fractura (-20) que drena al cañón de Amuri 3.	1,0

Tabla 1.- Contexto hidrológico de los puntos de muestreo en Acopan y Amuri (Los caudales en l/seg son estimaciones in situ).

comprensión del proceso de karstificación en rocas silíceas. Una relación de los estudios derivados de estas expediciones puede consultarse en URBANI (1990).

Desde el punto de vista espeleológico, el Macizo de Chimantá era desconocido y, a efectos de nuestro trabajo, únicamente había sido visitado por los integrantes del "Grupo Científico Chimantá", orientado a la investigación biológica y geológica de esta zona. Los estudios llevados a cabo por este equipo, coordinado por el Dr. Otto Huber, constituyen la primera base documental del área e incluyen diversos trabajos interdisciplinares sobre el medio físico, entre los que destacan los de BRICEÑO y PAOLINI (1992) y BRICEÑO et al. (1990).

CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Metodología

Los trabajos de campo se llevaron a cabo entre los días 16 de febrero y el 8 de marzo de 1993, dentro del período considerado como menos lluvioso en la zona y que abarca los tres primeros meses del año.

En campo se midieron las variables pH, temperatura y conductividad (Tabla 2). Los equipos utilizados fueron un pHmetro de lectura digital HANNA HI.8424 con termopar incorporado para lectura de temperatura y un conductímetro, igualmente de visualización digital, HANNA HI-8733, provisto de sonda de temperatura, que da el valor de la conductividad referida a 25 °C. La precisión de estos equipos es de 0,01 upH/0,4 °C en el primer caso y de un 1% en el segundo, dependiendo de la escala de lectura utilizada. Antes de las medidas, estos equipos fueron calibrados con soluciones patrón.

Al mismo tiempo se recogieron 15 muestras de agua en envases de polietileno para su análisis en laboratorio al regreso de la expedición. Las concentraciones analíticas en calcio, magnesio, hierro, silicio, manganeso, sodio, litio y potasio fueron determinadas por espectroscopía de emisión por plasma, con un equipo ICP Perkin-Elmer 400. Los límites de detección en cada caso se presentan en la Tabla 3.

En primer lugar, las muestras fueron filtradas individualmente, a fin de retirar la materia orgánica en suspensión que contenían, fundamentalmente de naturaleza orgánica. La filtración se realizó en condiciones normales y con filtros Watman-40. Una vez filtradas se midieron directamente con el ICP. En este punto, hay que indicar que no se consideró necesario acidular con NO_3H como aconseja la bibliografía para realizar las determinaciones, porque el valor del pH de todas las muestras ya presentaba carácter ácido, por lo que se procedió directamente a realizar las medidas.

Nº	PUNTO	FECHA	pH	Temp	Cond.	Caudal
1	Lluvia CAMP 1	21-2-93	4,6	14,4	69	----
1	Lluvia CAMP 1	22-2-93	4,5	16,5	25	----
1	Lluvia CAMP 1	22-2-93	4,7	11,3	7	----
2	Lluvia CAMP 2	2-3-93	5,4	16,7	3	----
3	Río CAMP 1	17-2-93	3,2	15,5	11	5
3	Río CAMP 1	21-2-93	3,8	17,4	65	----
3	Río grande CAMP 1	21-2-93	4,1	18,4	34	50
4	Río CAMP 2	2-3-93	4,0	15,4	15	10
4	Río CAMP 2 (Crecida)	2-3-93	5,2	16,7	14	100
4	Río CAMP 2	3-3-93	4,7	15,1	14	15
4	Río CAMP 2	7-3-93	4,9	----	10	7
6	Sima Acopan 1	20-2-93	4,2	14,8	27	----
8	Sima Acopan 4	23-2-93	4,6	15,7	42	----

(Temperatura en °C, conductividad en µS/cm a 25 °C y caudal estimado en l/seg).

Tabla 2.- Medidas de variables fisicoquímicas realizadas in situ (13 muestras).

Dada la pequeña cantidad de elementos metálicos que se esperaba encontrar en las muestras analizadas, fue necesaria la puesta a punto del método analítico, a fin de evitar las interferencias espectrales dentro de la matriz a analizar. Hay que tener en cuenta que, en casi todos los elementos, nos encontramos con valores muy próximos a los límites de detección, por lo que se hace necesario realizar las medidas de cada elemento en líneas espectrales lo más distintas unas de otras, para evitar así, posibles acoplamientos que puedan conducir a medidas erróneas. Así mismo, fue necesario buscar un compromiso entre el límite de detección y el ruido de fondo inherente a cada línea espectral sobre la que se efectuó la medida.

Los valores obtenidos para las muestras son los que aparecen en la Tabla 3 y son, a nuestro entender, lo más precisos posibles, dentro de la dificultad que entraña el trabajar en estas condiciones de concentraciones tan bajas.

El pH y la conductividad de las muestras fueron medidos nuevamente en laboratorio, con equipos de similares características a los anteriormente descritos.

Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se distribuyen en las dos localidades exploradas por la expedición (Acopán-Amuri) y abarcan (Tabla

Núm.	Punto de muestreo	pH	Cond.	Ca	Mg	Fe	Si	Mn	Na	Li	K
1	Lluvia CAMP 1	5,5	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	Lluvia CAMP 2	5,5	6	ND	ND	ND	ND	0,005	ND	ND	ND
3	Río grande CAMP 1	4,5	15	2,51	0,76	0,016	0,24	ND	0,19	ND	ND
4	Río CAMP 2 (Crecida)	4,3	16	1,63	0,42	0,072	0,29	ND	0,12	ND	ND
5	Río CAMP 2	4,7	12	4,69	1,42	0,019	0,80	ND	0,34	0,005	ND
6	Sima Acopan 1	4,4	21	2,05	0,63	0,025	0,47	ND	0,15	ND	ND
7	Sima Acopan 2	4,3	23	2,93	0,83	0,021	0,33	ND	0,20	ND	ND
8	Sima Acopan 4	4,4	18	2,97	0,84	0,034	0,31	ND	0,20	ND	ND
9	Cueva Acopan 1	4,6	14	ND	0,04	ND	0,59	0,004	ND	ND	ND
10	Sima Amuri 2	4,5	13	1,48	0,37	0,025	0,42	ND	0,14	ND	ND
11	Sima Amuri 2 (Fondo)	4,6	14	1,22	0,27	0,179	0,71	0,003	0,11	ND	ND
12	Sima Amuri 3 (P100)	4,4	16	1,42	0,32	0,052	0,47	ND	0,14	0,005	ND
13	Sima Amuri 3 (Cañón)	4,2	21	3,39	0,79	0,038	0,55	ND	0,26	ND	ND
14	Sima Amuri 1	4,3	17	3,43	0,83	0,054	0,49	ND	0,27	ND	ND
15	Sima Amuri 4	4,1	26	2,90	0,81	0,036	0,37	ND	0,21	ND	ND
Límite de detección		0,1	1	0,01	0,03	0,007	0,02	0,002	0,03	0,004	1

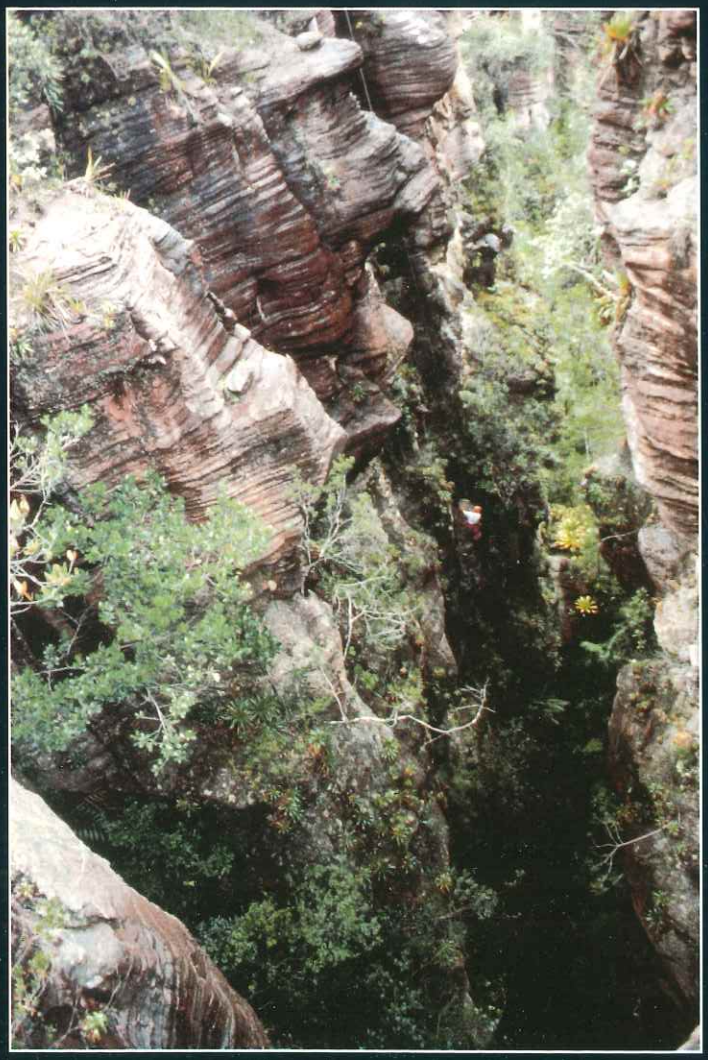
(ICP Perkin-Elmer 400). ND = No detectado. (Concentraciones en mg/l; conductividad en µS/cm a 25 °C)

Tabla 3.- Cuadro resumen de las determinaciones analíticas realizadas en laboratorio.

Remontando el río desde el campamento 1 de Acopán
(Foto J. M. Lz. de Ipiña)

CHIMANTA

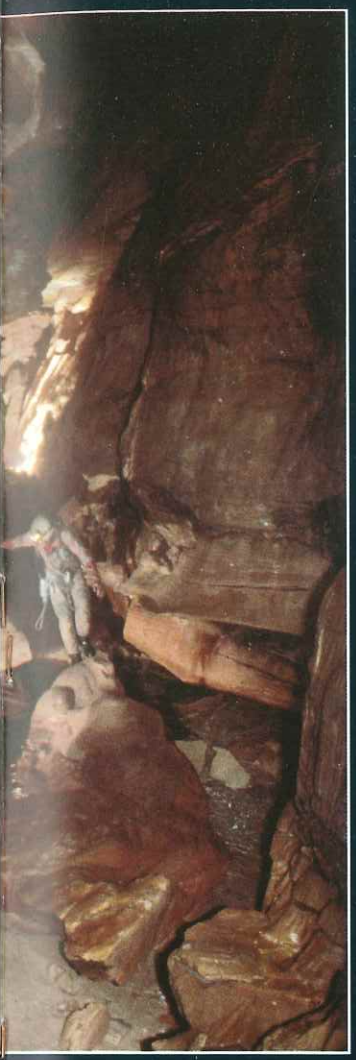
Vertical de 100 m. en la Sima de Amuri 3
(Foto C. González)



Galería principal d
(Foto C.

VENE

Heliamphora minor

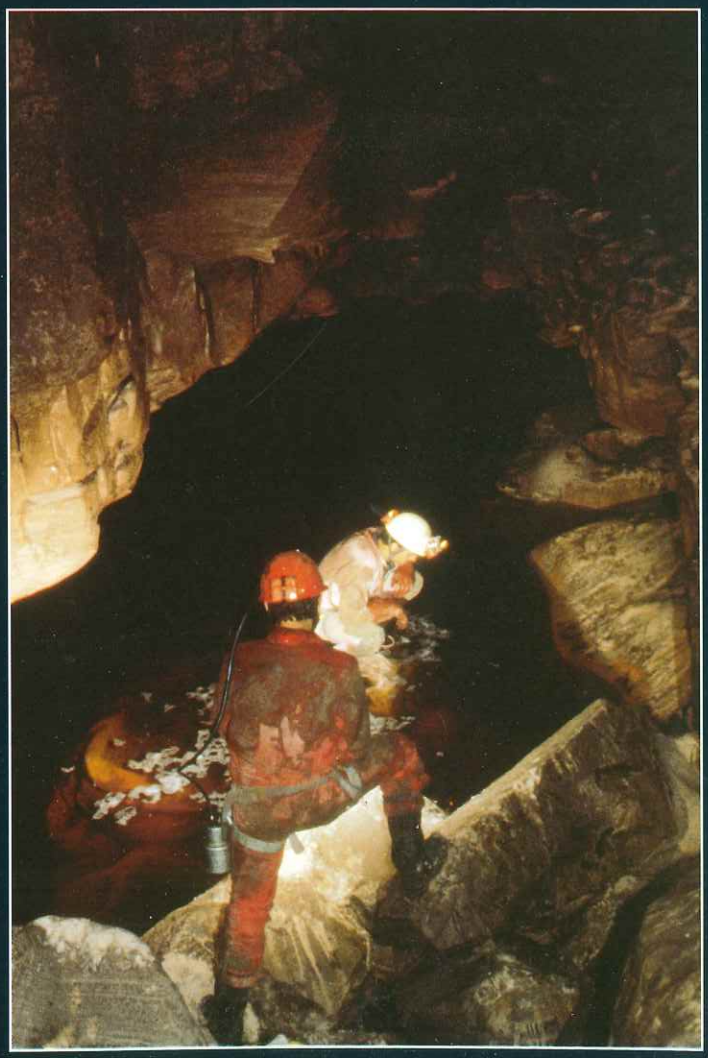


la Sima de Amuri 2
González)

Prospección en la Punta de Acopán (Foto J. M. Lz. de Ipiña)

1993

Nivel de estancamiento de aguas a -100 m. en la Sima de Acopán 5 (Foto C. González)



ZUELA

(Foto C. González)

Variable	Aguas superficiales y subterráneas		Agua de lluvia	
	media	intervalo	media	intervalo
pH	4,4	4,1-4,7	5,5	5,5
Conductividad	17	12-26	5	4-6
Ca	2,36	ND-4,69	ND	ND
Mg	0,64	0,04-1,42	ND	ND
Fe	0,044	ND-0,179	ND	ND
Si	0,46	0,24-0,80	ND	ND
Mn	ND	ND-0,004	0,004	ND-0,005
Na	0,18	ND-0,34	ND	ND
Li	ND	ND-0,005	ND	ND
K	(*)ND	(*)ND	(*)ND	(*)ND
Núm. de muestras	13		2	

ND = No detectado
(*) Límite de detección en este caso 1 mg/l.
Conductividad en µS/cm a 25°C y concentraciones analíticas en mg/l.

Tabla 4.- Valores medios e intervalos de variación para cada una de las variables fisicoquímicas determinadas en laboratorio (15 muestras).

1) aguas de lluvia (num 1,2,), ríos superficiales (num 3,4,5) y aguas "subterráneas" (num 6 a 15). Dentro de este último término hemos englobado todas las aguas muestreadas en el interior de cavidades. El contexto hidrológico en cada uno de los casos se presenta en la Tabla 1. Para la localización precisa de estos puntos de muestreo, consultar los planos topográficos que se incluyen en el "Catálogo de cavidades" de esta misma publicación.

Resultados y discusión

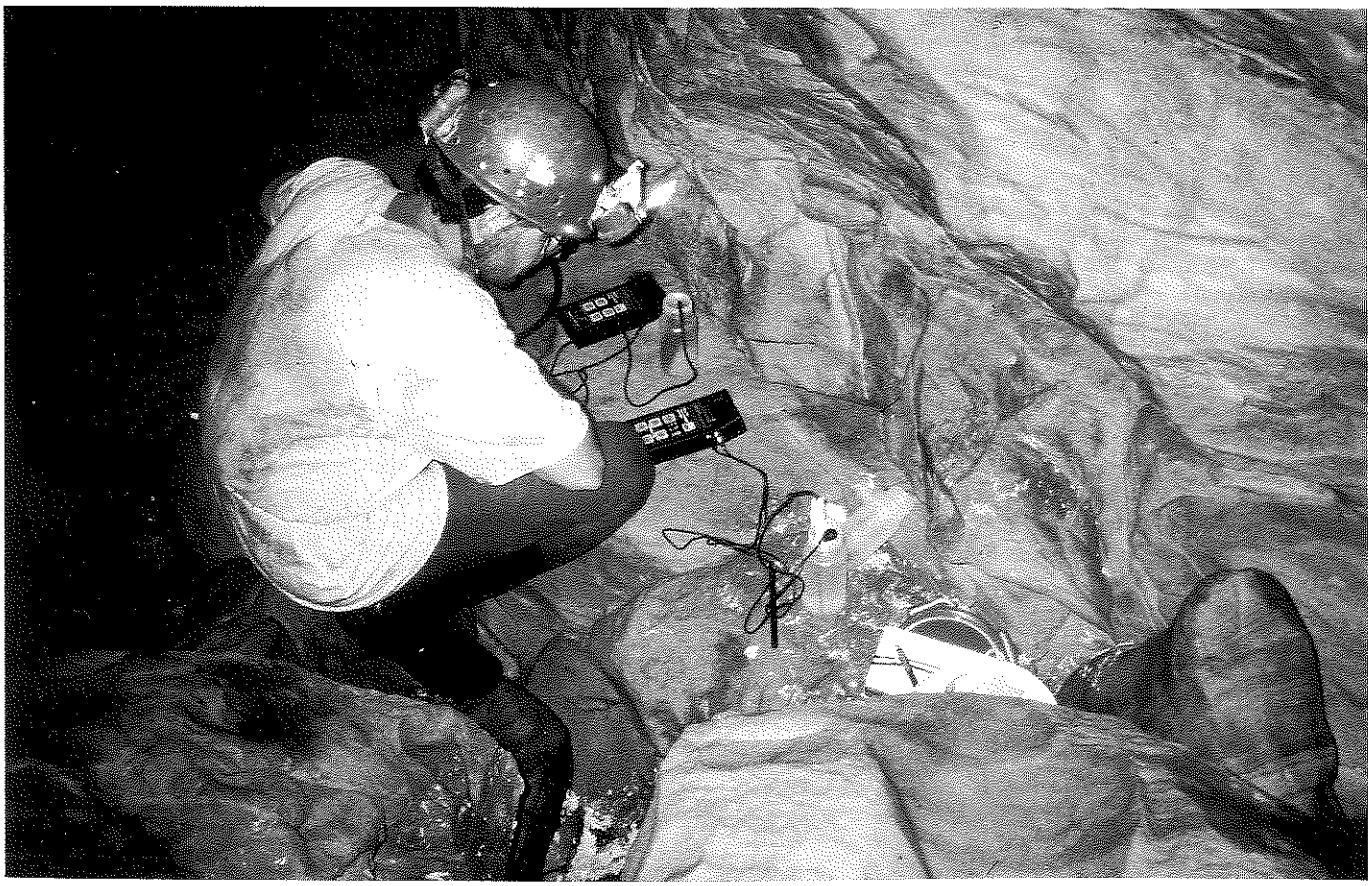
Las resultados de las medidas realizadas "in situ" y de las determinaciones analíticas en laboratorio se presentan en las Tablas 2 y 3. En todos los casos la numeración de las muestras se corresponde con los puntos descritos en la Tabla 1. En la Tabla número 4 se presentan los valores medios y los intervalos de variación para las diferentes variables fisicoquímicas medidas en laboratorio.

Una visión global de los datos separa claramente dos grupos bien diferenciados: las aguas de lluvia por un lado y el resto de muestras por otro. Este segundo grupo englobaría, tanto a las corrientes superficiales como a los cauces subterráneos. La composición química observada en los ríos subterráneos depende estrechamente de la adquirida en la interacción de las aguas superficiales con el medio físico del tepuy (roca, suelos, vegetación) antes de su infiltración. Posteriormente pueden evolucionar de acuerdo con la longitud de su trayecto subterráneo y del tiempo de contacto con la roca, incorporando en disolución esencialmente sílice y algunos otros elementos menores (p.e. Fe).

Al tratar de definir las características principales de las aguas de tepuy, tres rasgos distintivos resaltan sobre las demás variables. En primer lugar su intenso color pardo-amarillento, en segundo su elevada acidez y por último su escasa mineralización.

La coloración "té" de estas aguas deriva de la abundante fracción orgánica en disolución y se observa en todas las muestras analizadas, excepción hecha de las procedentes de agua de lluvia (núm 1 y 2), y excepcionalmente, como en el caso de la Cueva de Acopán 1 (núm 9), de aguas de precipitación que se infiltran a través de fracturas de la roca sin interactuar en superficie con los suelos y vegetación.

La ácidez es alta en todos los casos. En ocasiones se alcanzan valores de pH extremadamente bajos (3,2) en algunas corrientes superficiales que atraviesan las turberas. El valor medio del pH para las medidas realizadas in situ es de 4,3, y de 4,4 para las muestras analizadas en laboratorio. Aunque la diferencia entre ambos valores resulta mínima, es necesario tener en cuenta, a la hora de comparar estos datos, que el valor medido en laboratorio está sujeto a una incertidumbre importante, derivada de la evolución hidroquímica de las muestras hasta su análisis. En los casos en que se dispone de ambas medidas, el valor del pH determinado



Medida y toma de muestras en el cauce subterráneo de la Sima de Acopán 1 (Foto Iñaki Latasa)

en laboratorio se ha visto incrementado, por lo general, en 0,3 unidades sobre la lectura realizada en campo.

Una característica relevante de las aguas de lluvia tepuyanas es igualmente su alta acidez, ya citada con anterioridad en la bibliografía sobre la región (URBANI 1977, BRICEÑO y PAOLINI 1992, LARIO et al. 1992).

Los bajos pH de las aguas tanto superficales como subterráneas pueden explicarse por la interacción de estas con la propia roca silícea y con los suelos y la vegetación del tepuy, especialmente las turberas. En el caso de las aguas de lluvia, los pH ácidos se asocian, en zona tropical, con ácidos orgánicos producidos por la actividad biológica de la fuerte cubierta vegetal de estas áreas.

En todos los casos se trata de aguas sin mineralización apreciable, con unas conductividades medias a 25 °C en torno a 20 µS/cm para los ríos superficiales y cauces subterráneos y de 5 µS/cm para las aguas de lluvia. Estos valores difieren ligeramente al considerar las medidas de laboratorio, 17 y 5 µS/cm respectivamente, valores que, al igual que en el caso del pH, se encuentran sujetos a la evolución de las muestras. Conductividades anormalmente altas en aguas de lluvia (Tabla 2) se corresponden con procesos de lavado de vegetación en los primeros momentos de la precipitación, al encontrarse situado el punto de muestreo (Camp 1) dentro de un bosquete de *Bonnetia*.

Las temperaturas medidas oscilan en el intervalo 14,4 - 18,4 °C, con valores medios para las precipitaciones, escorrentía superficial y aguas subterráneas de 14,7, 16,4 y 15,3 °C respectivamente.

Como reflejo de los bajos valores de conductividad, las concentraciones analíticas de los distintos elementos son muy limitadas y en las aguas de lluvia se sitúan por debajo del límite de detección. En el resto de muestras son significativas las concentraciones en Ca, Mg, Fe, Si y Na, mientras que el Li y Mn se encuentran como trazas. El K no se considera, al estar siempre por debajo de su límite de detección (1 mg/l).

Llama la atención al comparar nuestros resultados con los publicados por BRICEÑO y PAOLINI (1992), que las concentraciones en calcio, magnesio, y en ocasiones sodio, superan ampliamente los rangos establecidos para aguas de río, charcos, turba e incluso plantas. Valores tan significativos de Ca y Mg parecen indicar una interacción de estas aguas con las diabasas cartografiadas en la zona (BRICEÑO y SCHUBERT 1992). Si bien no se observaron estos materiales, las corrientes superficiales pueden atravesar tales litologías en sus tramos de cabecera, situación que parece muy probable en Amuri y no tan clara en Acopán.

En el aporte de elementos químicos al agua de los ríos tambien hay que considerar el papel reconcentrador y de "almacén" que ejercen las turberas del tepuy, zonas estrechamente relacionadas con muchas de las corrientes muestreadas. En este sentido las mayores concentraciones detectadas en los diferentes elementos se presentan en el río del campamento de Amuri (Camp 2), que en esta zona intersectaba una turbera.

METEORIZACION DE LAS CUARCITAS

Consideraciones generales

Las cavidades exploradas en el transcurso de la expedición, aunque no son de grandes dimensiones como otras formas subterráneas descritas en tepuys de la región, constituyen una prueba más de la karstificación de las rocas silíceas del Grupo Roraima que tan excepcionales ejemplos tiene en el Sistema Aonda (GALAN 1983), las simas de Sarisariñama (SZCZERBAN y URBANI 1974, ZAWIZKI et al. 1976), la Cueva del Cerro Autana (COLVEEE 1973, GALAN 1982) o recientemente el Sistema Auyantepuy Noroeste (AA. VV. 1994) entre otras.

El modelo propuesto por URBANI (1986) para la génesis de estas cavidades se apoya en sus etapas iniciales, al margen de otros factores, en dos procesos fundamentales:

- en primer lugar una "arenización" inicial de la roca, al disolverse químicamente y de forma selectiva el cuarzo que constituye el cemento intergranular. Esta decementación transformaría la dura y competente cuarcita en un material alterado, poroso y disgregable .
- una segunda fase de formación de conductos en la zona alterada por procesos de tubificación ("piping"), que se iniciaría al intersectar esta zona una superficie exterior a menor cota (borde de tepuy, ladera de valle, pared de un cañón, etc.) posibilitando la exportación por el agua de los materiales de alteración de la roca (granos de arena de cuarzo).

El modelo asimilaría el funcionamiento final del sistema al de un reloj de arena, en el cual la estrechez del reloj sería la red de conductos formada.

La alteración de la roca cuarcífera es un proceso singular donde el cemento intergranular, de naturaleza silícea al igual que los granos, se disuelve en el agua de forma preferencial. En aguas ácidas como las del tepuy, la solubilidad de la sílice es prácticamente independiente del pH y aumenta directamente con la temperatura. Unicamente a pH superior a 9 la solubilidad se incrementa con la disociación del ácido monosilícico. En nuestro caso, de acuerdo con la aproximación de ANDERSON (1972; en SZCERBAN y URBANI 1974) y para las temperaturas medidas en las aguas de tepuy, la solubilidad del cuarzo sería de 4,4 a 5 mg/l.

Metodología, resultados y discusión

Con objeto de estudiar el proceso de alteración inicial de la cuarcita en su interacción con las aguas del tepuy se recogieron dos muestras, una de roca fresca en la entrada de la Cueva de Acopán 1 y otra de roca alterada en el cauce subterráneo de la Sima Amuri 2. Al mismo tiempo, en esta última cavidad, se recolectaron los residuos de alteración de la roca (arenas), cuyo estudio se encuentra en curso. Una tercera muestra litológica, con el aspecto "in situ" de una costra rojiza, dura y compacta de varios cm de espesor, fue recogida en el punto que vertía sus aguas una galería lateral al río principal de la Sima de Acopán 1. La muestra inicialmente recolectada, se trasformó con el tiempo en un material de aspecto deleznable, disgregable y pulverulento.

El análisis petrográfico en lámina delgada realizado con microscopio de luz transmitida, normal y polarizada, de estas muestras, revela las siguientes características:

- **Roca fresca**. Roca de colores naranjas en la que se aprecia bandeamiento centimétrico reflejo de la laminación original. La trama está formada por un conjunto de granos de cuarzo redondeados y subesféricos cuyo tamaño de grano oscila entre 125 y 250 µm (arena fina). Estos granos presentan una textura "grain supported". En algunos contactos se observan pequeñas suturas lineales donde se han producido disoluciones por presión. Con luz polarizada, los granos de cuarzo de la trama presentan frecuente extinción ondulante.

Mineralógicamente el componente mayoritario es cuarzo. Muy ocasionalmente se observan pequeños cristales de filosilicatos con exfoliaciones muy marcadas y un tamaño medio de 50 µm. Señalar igualmente que, la presencia de unos tonos ligeramente más parduzcos en el componente del cemento, indica la existencia de pequeñas cantidades de impurezas.

El cemento es de naturaleza cuarcítica. Presenta sobrecrecimientos sintaxiales que recrecen sobre las superficies de los primitivos granos de cuarzo detrítico, de modo que ópticamente se comporta de forma similar a la del grano al que engloba.

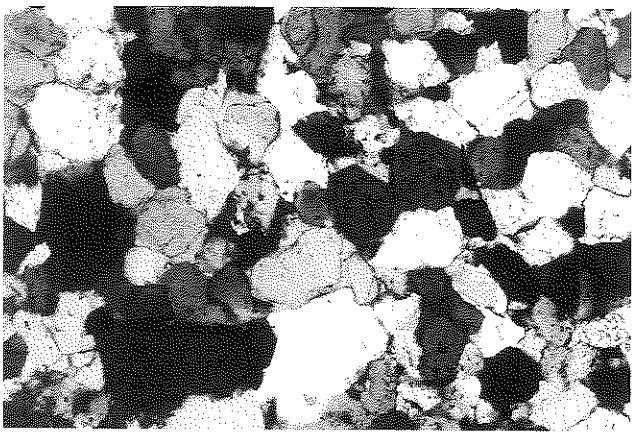
Se trata de una metacuarciarenita (PETTIJOHN et al, 1987).

- **Roca alterada**. Esta roca tiene un aspecto similar a la anterior pero, en este caso, su coloración es bastante más clara (rosácea). Presenta notable disgregación granular como resultado de una pérdida de cohexión entre los granos de la trama. Se observa una erosión diferencial patente en algunas laminaciones.

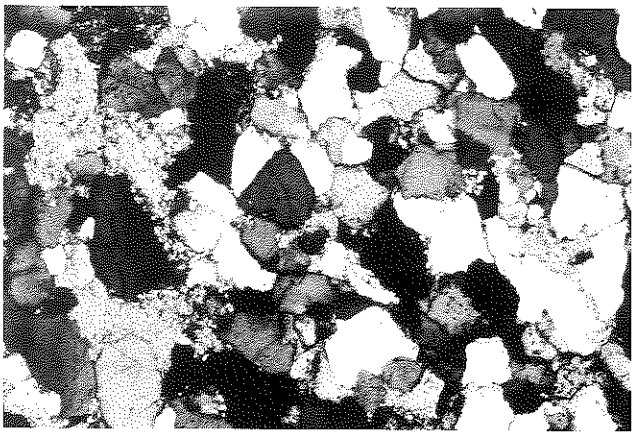
Su componente mayoritario es cuarzo, pero aquí se observan huecos entre granos y un reemplazamiento selectivo de una parte

del cemento silíceo por minerales de la arcilla y, en menor medida, por clorita . Algunos bordes de granos de cuarzo comienzan a verse corroídos. Texturalmente es similar a la muestra anterior siendo su tamaño de grano igualmente de arena fina.

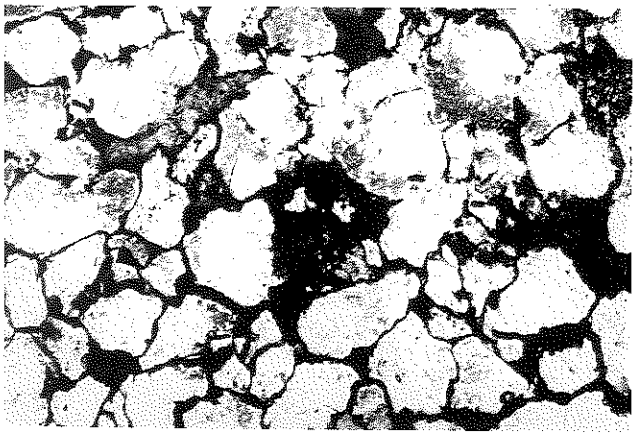
- **Costra ferruginosa**. Se trata de un producto de alteración, cuya trama esta formada por granos de cuarzo con bordes totalmente corroídos y un tamaño de grano normalmente comprendido entre los 100 y 400 µm (arena fina a media), ligeramente superior al de las muestras anteriores. Estos granos se encuentran pobremente cohesionados por un cemento, compuesto fundamentalmente, por minerales de la arcilla, óxidos e hidróxidos de hierro y clorita.



Exterior Cueva de Acopán 1. Microfotografía (escala aprox. X 100, luz polarizada) de la textura equigranular de la cuarcita sin alterar (metacuarciarenita, PETTIJOHN et al., 1973) (Foto Andoni Tarriño).



Galería de la Sima de Amuri 2. Microfotografía (escala aprox. X 100, luz polarizada). Cuarcita donde se observa la alteración selectiva del cemento a filosilicatos. Algunos de los granos se encuentran corroidos por la alteración. También existen huecos que se confunden con los granos de cuarzo en extinción. (Foto Andoni Tarriño).



Sima de Acopán 1. Microfotografía (escala aprox. X 100, luz normal). Costra formada por los residuos de la alteración. Los granos de cuarzo se encuentran corroidos y cementados por oxidos de hierro y filosilicatos (minerales de la arcilla etc.). (Foto Andoni Tarriño).

La meteorización de las rocas aporta esencialmente sílice en disolución al agua. La concentración de esta especie química en las aguas de Amuri es ligeramente superior a las de Acopán. Los valores oscilan en ambos casos en los intervalos 0,9-1,7 y 0,6-1,2 mg/l de SiO_2 respectivamente. Las medias en estas dos localidades serían de 1,1 y 0,8 mg/l.

Asumiendo un módulo pluviométrico anual, según el plano de isoyetas de la zona de 3500 mm (GALAN 1992) y extrapolando los anteriores valores, obtendríamos unas tasas de disolución de SiO_2 de 2,9 y 3,9 gr/m^2/año. Si consideramos el conjunto de la muestra, la tasa de exportación de sílice disuelta alcanzaría valores comprendidos entre 1,8 y 6,0 gr/m^2/año respectivamente.

Es necesario tomar estos valores con cierta prudencia, pues únicamente se dispone de un número reducido de muestras que han sido recogidas durante un periodo pluviométrico concreto, correspondiente a la época menor pluviometría en la zona.

CONCLUSIONES

La roca donde se desarrollan los procesos de karstificación es una cuarcita que ha sufrido un proceso de metamorfismo bajo (metacuarciarenita). Presenta una textura equigranular, formada por granos de cuarzo de tamaño arena fina cementados por sílice con sobrecrecimientos sintaxiales. Es en el cemento donde se detecta un ataque selectivo de la alteración que puede llegar a corroer los granos de cuarzo de la trama. Puntualmente, en el interior de una cavidad, se ha detectado una costra formada por un residuo detrítico de la roca que componen granos de cuarzo corroídos, débilmente cohesionados por óxidos e hidróxidos de hierro y minerales de la arcilla y, en menor medida, clorita.

Las aguas de lluvia, sin concentraciones detectables en los elementos químicos analizados, interaccionan en la superficie del tepuy con la roca (cuarcita y localmente la diabasa), incorporando en disolución elementos químicos que posteriormente pueden ser reconcentrados y almacenados por la vegetación, y especialmente, por las turberas. En el proceso de infiltración, la composición química de las aguas superficiales es exportada al medio subterráneo, donde las corrientes hipógeas pueden evolucionar hidroquímicamente en su recorrido —esencialmente con la disolución de sílice y otros elementos menores contenidos en la cuarcita— en estrecha dependencia con la longitud del trayecto subterráneo y de la superficie y tiempo de contacto con la roca.

Los procesos de karstificación, a pesar del importante aporte pluviométrico en la zona (3500 mm), se encuentran limitados por la baja solubilidad de la sílice. Las tasas anuales de SiO_2 disuelta oscilan entre 1,8 y 6,0 gr/m^2/año, lo cual da una idea de la lentitud del proceso y hace necesario intervenir para justificar las notables formas superficiales y subterráneas observadas, al factor tiempo. Segun algunos autores (BRICEÑO y PAOLINI 1992) se dispone de un período de al menos 70 Ma para explicar el desarrollo de la karstificación en los tepuys.

BIBLIOGRAFIA

AA. VV. (1994) "Tepuy 93" Progressione nº 30, pp. 1-104.

BRICEÑO, H.O. y SCHUBERT, C. (1985) "Análisis del fracturamiento en zonas de tepuy, Edo. Bolívar, Venezuela". Act. VI Congreso Geol. Venezolano, pp. 5503-5521.

BRICEÑO, H.O., SCHUBERT, C. y PAOLINI, J. (1990) "Tablemountain geology and surficial geochemistry: Chimantá Massif, Venezuelan Guayana shield". Journ. South Amer. Earth Scien. vol. 3 (4), pp. 179 - 194.

BRICEÑO, H.O. y SCHUBERT, C. (1992) "Geología". En "El Macizo de Chimantá", pp. 53-60. Ed. Oscar Todtmann.

BRICEÑO, H.O. y PAOLINI,J. (1992) "Aspectos geoquímicos del Macizo de Chimantá". En "El Macizo de Chimantá", pp. 75-88. Ed. Oscar Todtmann.
COLVEE, P (1973) "Cueva en cuarcitas en el Cerro Autana, T.F. Amazonas". BSVE 4 (1), pp. 5-13.
GALAN (1982) "Notas sobre la morfología de la Cueva de Autana y comentarios sobre las formas seudocársticas desarrolladas en cuarcitas del Grupo Roraima, Guayana Venezolana". BSVE 10 (19), pp. 115-128.
GALAN, C. (1983) "Sima Aonda". Publ S.V.E., Ed. EDELCA. Caracas, 24 pp.
GALAN (1992) "El clima". En "El Macizo de Chimantá", pp. 37-52. Ed. Oscar Todtmann.
HUBER, O. (1992) "El área de estudio y su exploración". En "El Macizo de Chimantá", pp. 23-36. Ed. Oscar Todtmann.
LARIO, J., FERNANDEZ-RUBIO, R. y ERASO, A. (1992) "Características geomorfológicas e hidroquímicas del karst en cuarcitas del Sistema Aonda (Venezuela)". Act. I Congreso Esp. Espel., pp. 476-480.
MARTINI, J. (1983) "Piping in cellular media". Bull. SASS 24, pp. 18-24.
MARTINI, J. (1984) "Rate of quartz dissolution and weathering of quartzite". Bull. SASS 25, pp. 7-10.
PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E. Y SIEVER, R. (1987) Sand and Sandstone. 2nd edition. Springer Verlang, Berlin.
SZCZERBAN, E y URBANI, F. (1974) "Carsos de Venezuela. Parte 4: formas cársicas en areniscas precámbricas del Territorio Federal Amazonas y Estado de Bolívar". BSVE 5 (1), pp. 27-54.
URBANI, F. (1977) "Novedades sobre estudios realizados en las formas cársicas y pseudocársicas del Escudo de Guayana. Octubre 1977". BSVE 8 (16), pp. 175-197.
URBANI, F. (1986) "Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas precámbricas del Grupo Roraima (Venezuela)". Interciencia, vol. 11, pp. 298-300.
URBANI, F. (1990) "Bibliografía sobre cavidades desarrolladas en rocas no carbonaticas de la Guayana venezolana". BSVE 24, pp. 1-3.
ZAWIDZKI, P., URBANI, F. y KOISAR, B. (1976) "Preliminary notes on the geology of the Sarisariñama plateau, Venezuela, and the origin of its caves". BSVE 7 (13), pp. 29-37.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren dejar constancia de su agradecimiento a cuantas personas e instituciones hicieron posible la expedición a Venezuela, en el marco de la cual pudo desarrollarse el presente trabajo; principalmente la Excma. Diputación Foral de Alava (Dpto. de Cultura), el Excmo. Ayto. de Vitoria-Gasteiz Dptos. de Cultura, Juventud y Deportes), la Diputación Foral de Vizcaya (Dpto. de Cultura) y la Universidad del Pais Vasco (Vicerectorado del Campus de Alava). A los miembros de la Sociedad Venezolana de Espeleología, especialmente a su Presidente, Prof. Franco Urbani, Director a la vez de la Escuela de Geofísica y Minas de la Universidad Central de Venezuela y, en el Pais Vasco, a Carlos Galán.

A los Drs. Miguel Angel Ulibarri y Agustín Ezkurra del Centro Asociado de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial y Topográfica de Vitoria-Gasteiz respectivamente, por sus comentarios y sugerencias al texto original.

Formas subcirculares y columnas estructurales en un galería lateral de la Sima de Acopán 1. Al fondo, y en el punto donde este conducto vierte el agua al cauce principal, se recogió la muestra de costra silico-ferruginosa de la microfotografía de la página anterior. (Foto Iñaki Latasa).

CATALOGO DE CAVIDADES EXPLORADAS EN EL MACIZO DE CHIMANTÁ.

Jose Javier MAEZTU (***), Jesus Mª LZ. DE IPIÑA(**), Félix ALANGUA(**) e Iñaki LATASA(*)

(***) UEV-EEE. Grupo Espeleológico Alavés-Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología Universidad del País Vasco. Topografías y Texto. Apdo 21 Vitoria-Gasteiz 01080 (Spain)

(**) UEV-EEE. Grupo Espeleológico Alavés. Topografías. Apdo 21 Vitoria-Gasteiz 01080 (Spain)

(*) UEV-EEE. GAES. Iparaguirre 46 7º 48001. Topografías. Bilbao (Spain)

Corregido y catalogado por la Sociedad Venezolana de Espeleología.

(Recibido en noviembre del 94)

RESUMEN

Durante los "Terceros Encuentros Vasco-venezolanos" de Espeleología (Chimantá-93) se exploraron y estudiaron un total de 14 cavidades desarrolladas en cuarcitas del grupo Roraima en los sectores de Acopán y Amuri (Macizo de Chimantá, Estado de Bolivar, Venezuela). En este artículo se describen individualmente estas cavidades por sectores.

ABSTRACT

At the Third Basque Venezuelan Caving Meeting course (Chimantá-93) 14 new caves developed in quarzite Roraima's siliceous group were explored and studied at the Acopán's and Amuri´s sectors (Chimantá Tepuy-Bolivar State-Venezuela). In This paper are individually described at their sectors.

LABURPENA

Euskadi-Benezuela Hirugarren Espeleologi Topaketen barnean (Chimantá-93) Acopán eta Amuri Sektoretako (Chimantako Tepuya, Bolivar Estatua-Venezuela), Roraima Taldeko kuarzitetan garaturiko 14 kobazulo esploratu eta ikertu ziren. Artikulu honetan kobazulo bakoitzaren deskribapena da.

ACOPAN

En este tepuy la exploración se extendió desde el 16 hasta el 26 de febrero de 1993. Fueron localizadas siete cavidades, cuatro de carácter vertical y tres horizontales.

Cavidades verticales

La zona donde se localizan este tipo de cavidades es una plataforma deprimida situada a una altura media entre 1.800 y 1.900 msnm, accidentada por varios cañones en su mayoría abiertos, limitada por el Norte por el escarpe del tepuy (cabecera del río Yunek) y por el Sur por una zona de relieve más altos (en torno a los 2.100 msnm.) que nos separa del escarpe Sur del tepuy y que drenan mediante varios ríos a esta plataforma deprimida. Por el Este pequeños relieves nos separan de la accidentada e impracticable punta oriental de Acopán, siendo el límite occidental una serie de colinas que drenan a esta plataforma. La situación deprimida de esta zona frente a las circundantes, su localización cercana al borde de tepuy donde se localizan la mayoría de las formas subterráneas, junto con la orientación concéntrica del drenaje, fueron los motivos de su elección en una rápida prospección aérea. El elemento dominante de esta plataforma son los cañones existentes que delimitan áreas donde se combinan campos de torres con zonas recubiertas de arena (temporalmente semi-anegadas) y turberas. Los cañones presentan un desnivel medio de 20-60 m, su anchura en superficie varía en función de la profundidad, siendo más anchos cuanto mayor es su desnivel. A ellos convergen varias corrientes de agua de la zona meridional y occidental, formando cascadas. La existencia de este drenaje, junto a la de cascadas aparentemente colgadas en los bordes del tepuy, nos hizo

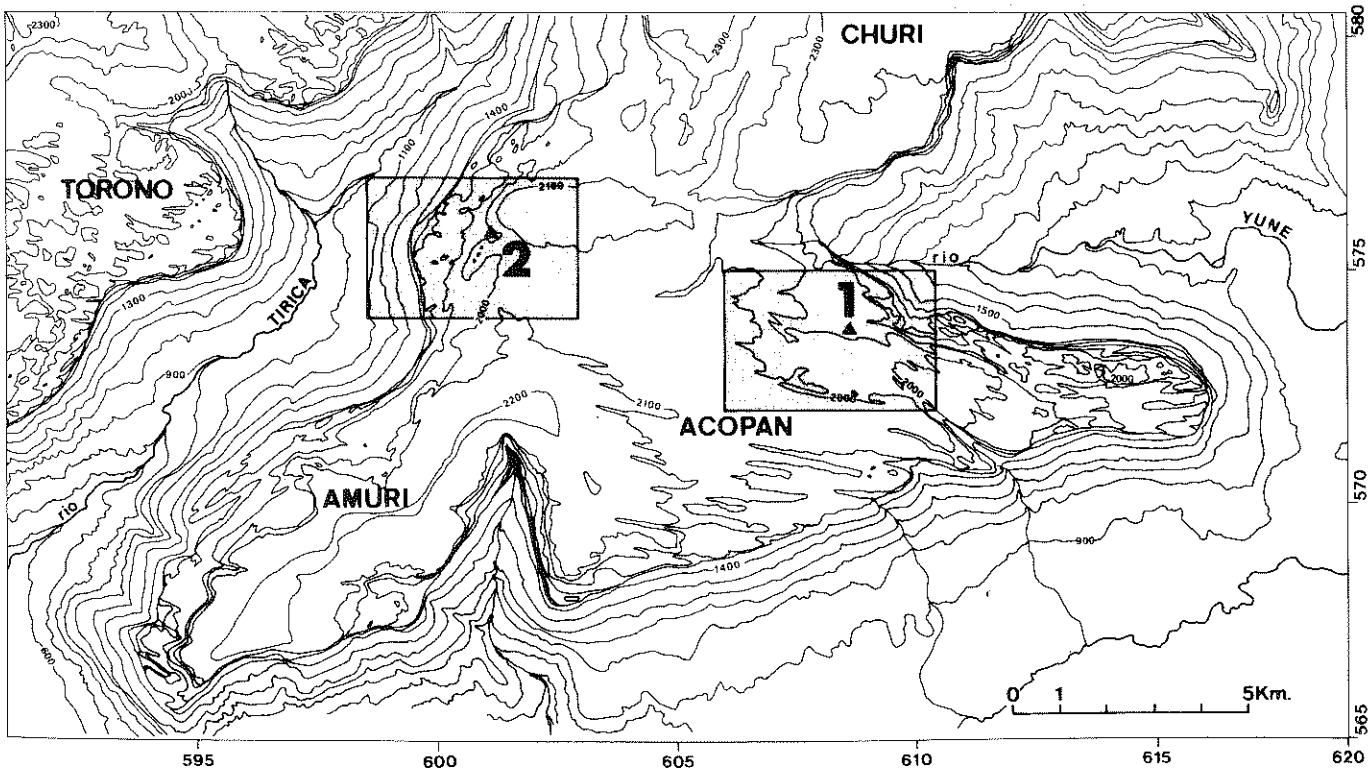
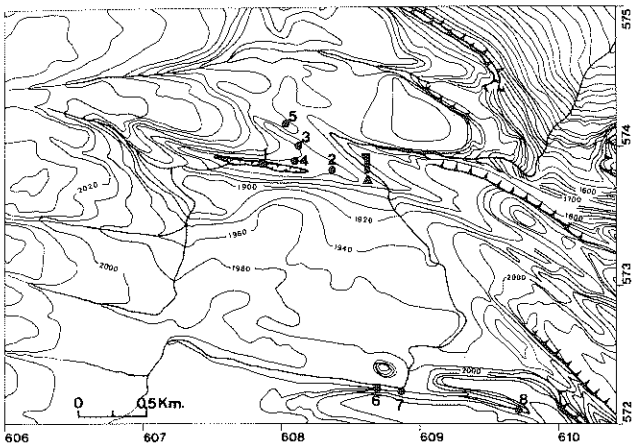


Figura 1. Plano topográfico del borde SE del Macizo de Chimantá donde se observa la situación de las dos áreas de trabajo y de los campamentos instalados durante la expedición (Puntos 1 y 2). Ver figura 2 (pág. 34) y Figura 3 (pág. 39).



1.- Sima de Acopán 1; **2.**- Sima de Acopán 2; **3.**- Sima de Acopán 3; **4.**- Sima de Acopán 4; **5.**- Sima de Acopán 5; **6.**- Cueva de Acopán 1; **7.**- Cueva de Acopán 2; **8.**- Cueva de Acopán 3.

Figura 2. Situación de las cavidades exploradas en el entorno del campamento 1 de Acopán

pensar que el drenaje se produciría a través de estos cañones y ocasionalmente a través de conductos subterráneos situados en su interior, a los que se llegaría a través de pozos verticales.

Se decidió reconocer los cañones que accidentaban el terreno con el objeto de encontrar estas posibles formas en el interior de los mismos. A pesar de la gran cantidad de cañones visibles desde el aire, pocos de ellos pudieron ser reconocidos, debido a que sobre el terreno muchos de ellos constituían pasos infranqueables (fracturas de varios metros de ancho abiertas por centenares de metros de largo). Además, la combinación de extensos campos de torres con zonas de vegetación de maleza y matorral limitaron considerablemente el campo de acción, perdiendo mucho tiempo en el reconocimiento del terreno y en la prospección de los propios cañones, cuyo interior, constituía un universo de bloques y zonas inestables, donde ocurrieron pequeños accidentes.

Sima Acopán 1

UTM: N 573.880, E. 607.880.
ALTITUD: 1.820 msnm
DESARROLLO: 1.376 m. DESNIVEL: -90 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

16-2-93. Localizada desde el aire por el primer vuelo a Chimantá: J. Lagarde y J. M. Lz. de Ipiña. Ubicada aproximadamente a 1 Km del campamento.

17-2-93. En la primera prospección terrestre sobre el tepuy se abre el camino de acceso hasta el posible punto de descenso. Para llegar hasta allí hay que colocar una tirolina aérea de 6 m sobre un profundo cañón con objeto de salvar el obstáculo. J. Lagarde, Javier Maeztu, I. Latasa y J. M. Lz. de Ipiña.

18-2-93. Se desciende el pozo de entrada por una primera vía (100 m), que en principio parecía limpia, pero donde es necesario colocar diez fraccionamientos. La base es un bosque bastante cerrado con grandes troncos caídos y mucha vegetación. Se topografía la planta reconocida y el perfil longitudinal del salto. C. González, Javier Maeztu e I. Latasa.

19-2-93. Se instala una nueva vía de descenso mucho más aérea pero que reduce el número de fraccionamientos a dos (P90). Una pica de 400 m por el fondo del pozo, permite localizar un salto de 6 m donde se oye correr el agua. C. González, Javier Maeztu e I. Latasa.

20-2-93. Se desciende entre bloques el P6 y se remonta el río aguas arriba por una incómoda galería entre bloques. En su extremo final el torrente se precipita desde el techo formando una cascada de unos 7 m de altura. También se reconoce un conjunto de galerías laterales, con bellas formas de disolución que conectan a través de un caos de bloques con el fondo del gran pozo. Se realizan medidas y toma muestras de rocas y de agua. J. Maeztu, I. Latasa, J. Astort y J. M. Lz. de Ipiña.

22-2-93. Se exploran algunas galerías nuevas y se topografía el conjunto. J. Astort, D. Diez e I. Latasa.

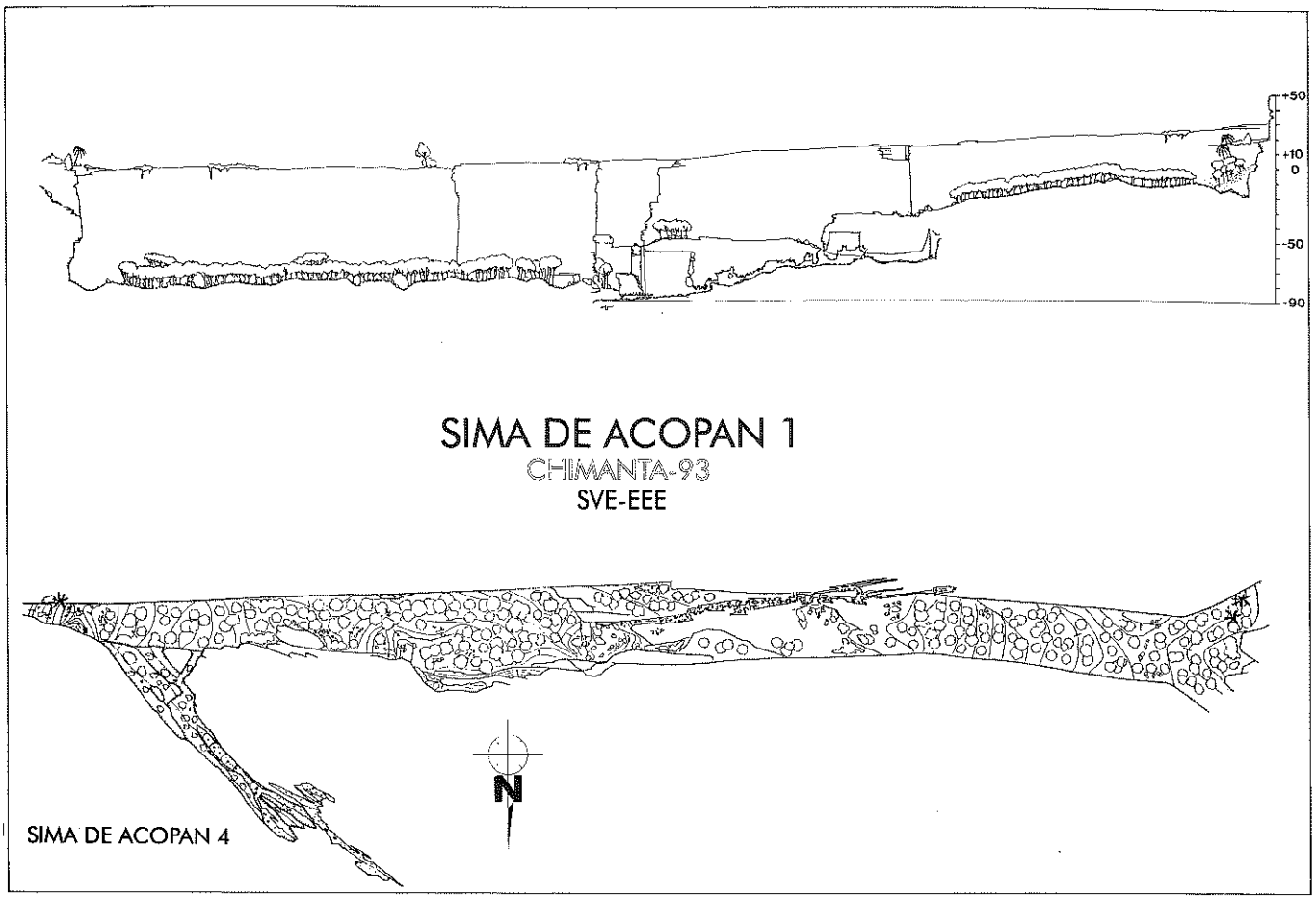
23-2-93. Se realiza el encaje topográfico exterior de la gran sima. J. Astort, D. Diez e I. Latasa.

DESCRIPCION:

Es cavidad es la mayor explorada en este tepuy. Desde el aire aparece perfectamente visible como una gigantesca grieta alargada de contornos cerrados de una longitud aproximada de 1.200 m y una anchura variable entre 40 y 80 m que se estrecha hacia los bordes. Se encuentra flanqueada por paredes verticales cuya altura oscila entre los 60 y los 110 m de desnivel, siendo la dirección general E-W. La base de la grieta aparece cubierta por una cobertura vegetal muy continua y enmarañada de unos 20 m de altura que crece sobre una gruesa capa de bloques de tamaño métrico a decamétrico, formando acumulaciones continuas de 10 a 20 m de altura. Las pendientes, la espesa vegetación y los grandes depósitos de bloques hacen difícil la progresión por el interior de esta gran fractura. A esta cavidad convergen varios aportes de agua que después de las precipitaciones forman cascadas de caudal variable que caen por las paredes de la fractura.

En la parte central aparece entre bloques la entrada a una zona subterránea. Se trata de un tramo con la misma orientación que la fractura exterior, en el cual el drenaje se orienta hacia el W. La boca se abre en una pared interior entre bloques inestables con un salto de 7 m. Aguas abajo, el río desaparece a los pocos metros entre bloques. Remontando aguas arriba, tras una pequeña zona donde se abre la entrada y con morfología típica de cañón, de 15 m de altura, el río discurre entre bloques, siendo en realidad una fractura paralela a la principal situada en el flanco N, que ha sido cubierta por bloques. La altura y anchura son va-

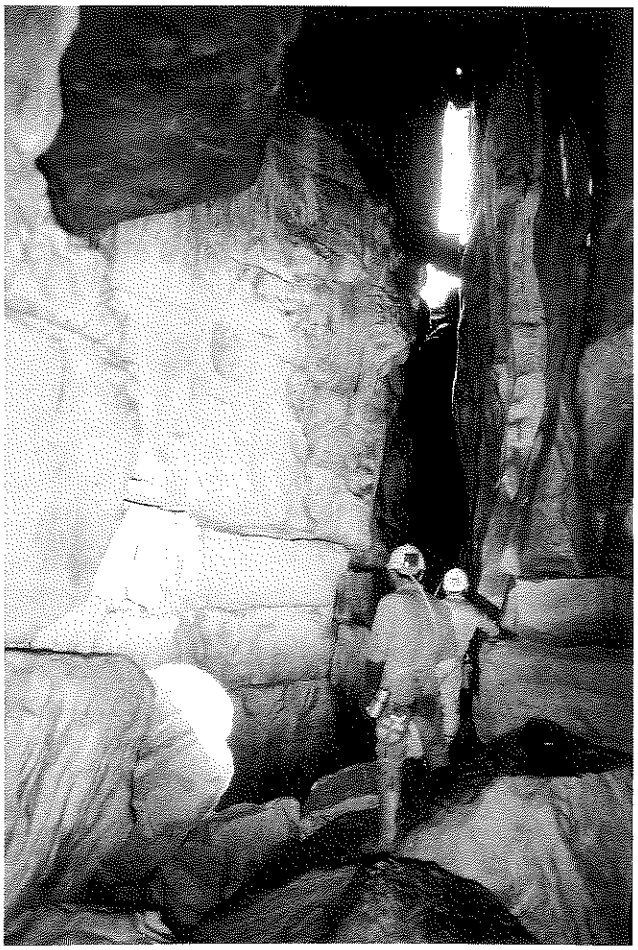
Abriendo paso a machete por el fondo de la Sima de Acopán 1 (Foto Carlos González).



riables, alternando pasos estrechos inferiores con salas caóticas con alturas inferiores a los 10 m. En este tramo de unos 80 m de desarrollo el río asciende 10 m, presentando pequeños rápidos entre bloques.

En la zona final el carácter caótico de la cavidad cambia radicalmente, presentando nuevamente morfología de cañón, existiendo varias fracturas paralelas con claro predominio de la altura (10-15 m) frente a la anchura (1-2 m). El agua procede de una cascada del techo, para después estancarse en varias pozas con suelo de arena, donde fue observada una fauna de grillos, arañas y escorpiones. Esta zona presenta comunicación con la superficie a través de una fractura estrecha, siendo la cavidad un paso natural para explorar el sector más oriental de la gran fractura, accidentado por una pared de 40 m.

Al fondo de la cavidad aparecen las formas más típicas de las cavidades en cuarcitas del Grupo Roraima, como son las columnas estructurales de disolución entre 1 y 3 m de altura que delimitan galerias con perfiles en arco y tubos de escaso desarrollo cilíndrico que se continúan por fracturas. Los granos de arena residuos de la disolución, son depositados en las zonas donde el agua tiene poca pendiente, siendo también arrastrados en suspensión por el agua. También se observan costras coralinoideas de ópalo con un espesor de hasta 5 cm. En algunos tramos del lecho aparecen marmitas de gigante de 1 a 2 m de diámetro. Los principales rasgos de la cavidad vienen marcados por la orientación general de las fracturas en la zona (E-W) que delimita la orientación de la cavidad y del drenaje, mientras que los derrumbes marcan totalmente la morfología del fondo de la fractura y de los tramos subterráneos. La existencia de una estratificación bien marcada en estratos con una potencia media entre 1 y 2 m, al combinarse con la fracturación de espaciado métrico, origina bloques como cajas cúbicas, los cuales por colapso tienden a rellenar la grieta principal y las fracturas paralelas a ésta. En los tramos subterráneos los bloques se presentan mucho más alterados, debido a la mayor presencia de agua y así los bloques son progresivamente reducidos en volu-



Galería abierta a favor de una fractura en la Sima de Acopán 1 (Foto David Díez)

men, perdiendo el carácter compacto y cúbico de la cuarcita, apareciendo redondeados y alterados en superficie.

Sima Acopán 2

UTM: N 573.820, E. 608.380.
ALTITUD: 1.850 msnm
DESARROLLO: 194 m. DESNIVEL: 65 m (-61, +4 m)
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

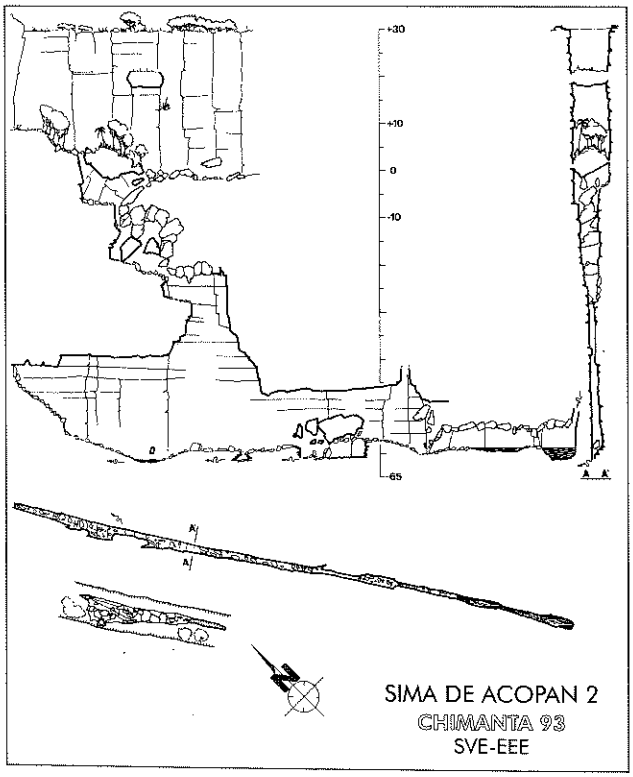
20-2-93. Localizada, explorada y topografiada. Se toman muestras litológicas y de agua. J. Lagarde, D. Diez, C. González y F. Alangua.

DESCRIPCION:

A diferencia de la Sima de Acopán 1 que es bien visible desde el aire, el resto de las cavidades de la zona fueron localizadas a través de prospecciones sistemáticas desarrolladas en el interior de los cañones que cortan la plataforma de Acopán. Estos cañones siguen fracturas con una orientación general E-W y se encuentran a veces conectados unos con otros, sin que se puedan considerar como una forma cerrada. El fondo aparece cubierto con un espeso grosor de bloques con abundante vegetación, entre los cuales nos encontramos con cavidades verticales abiertas entre los bloques.

Esta sima es un claro ejemplo de forma subterránea desarrollada bajo uno de estos cañones. La zona exterior del cañón tiene una profundidad de 20 a 30 m de altura con una anchura en la parte superior de 7 a 10 m. Su fondo aparece cubierto por abundantes bloques de tamaño métrico a decamétrico cubiertos por vegetación, dificultan la progresión. Entre los bloques encontramos varias entradas, que a través de una sucesión de pasos verticales entre bloques conducen a 30 m de profundidad desde la base del cañón. En este punto nos encontramos con un salto de 30 m sobre una fractura longitudinal de la misma orientación del cañón superior, pero más estrecha (1 a 2 m), por donde discurre una corriente de agua en dirección NW que se pierde rápidamente entre bloques. Remontando la corriente hacia arriba, la altura disminuye, para encontrarnos en su parte final una serie de pozas con lecho arenoso, alimentadas por una cascada impracticable. El perfil transversal de la cavidad muestra que es una fractura vertical en la cual es posible diferenciar tres partes:

- Parte superior o cañón propiamente dicha, cubierta de clastos y vegetación en su base, donde aparece la entrada propiamente dicha, con una altura de 30 m y una anchura entre 7 y 10 m.
- Parte central de pasos entre bloques que se corresponde con el espesor de derrubios que taponan la grieta.
- Parte inferior, mucho más estrecha y totalmente subterránea, por cuyo lecho discurre el drenaje. A esta zona solamente llegan los bloques de menor tamaño, siendo arenizados por el continuo drenaje. Esta zona se sitúa a una profundidad en torno a 100 m desde la plataforma superior.



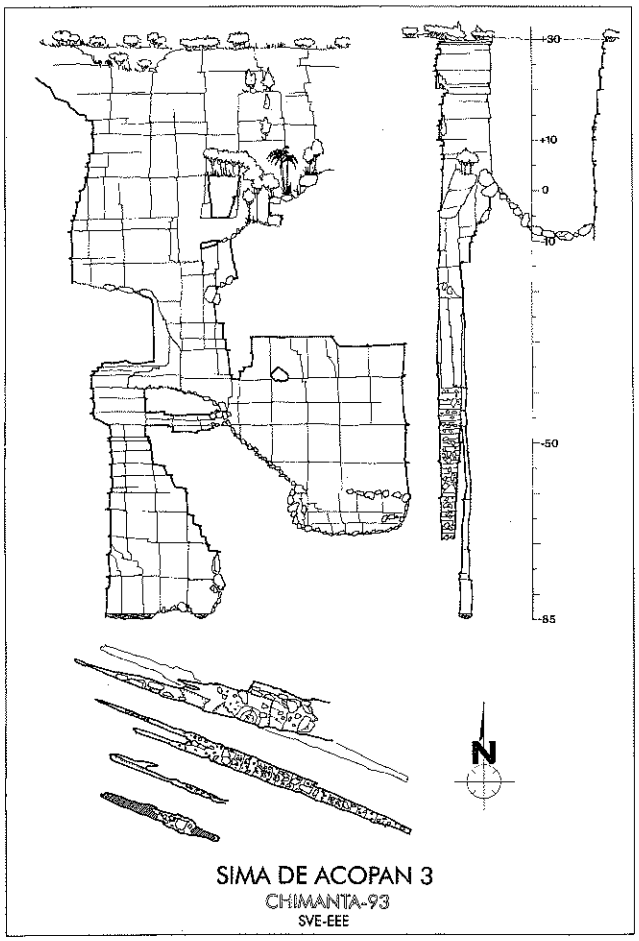
Sima Acopán 3

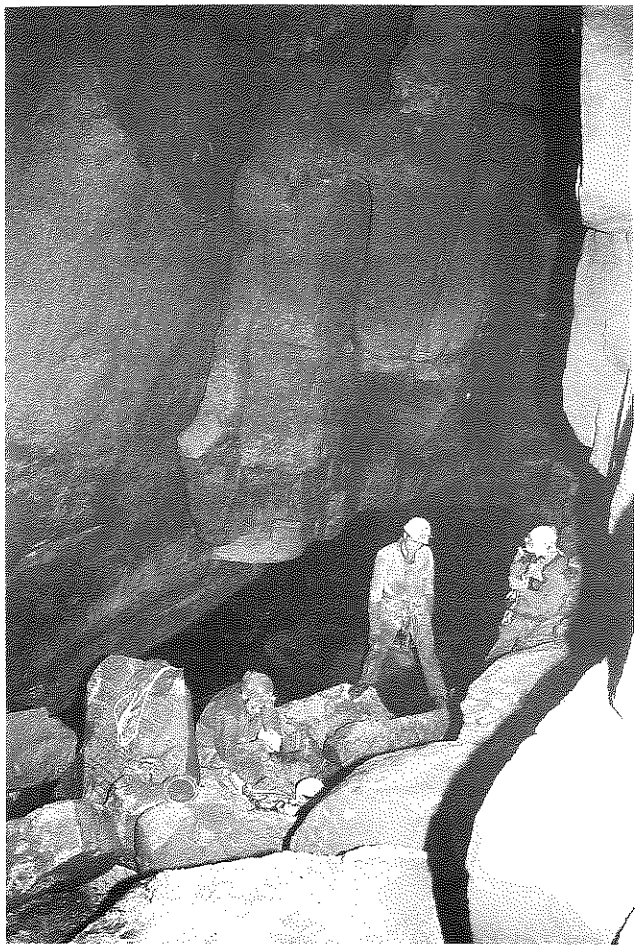
UTM: N 574.000, E. 608.140.
ALTITUD: 1.840 msnm
DESARROLLO: 264 m. DESNIVEL: -85 m
EXPLORACION Y TOPOFRAFIA:

20-2-93. Localizada, explorada y topografiada. Se toman muestras litológicas y de agua. J. Lagarde, D. Diez, C. González y F. Alangua.

DESCRIPCION:

Se trata de una cavidad muy similar a la anterior, desarrollada bajo uno de los cañones, situándose en los laterales del mismo, profundizando de forma vertical hasta un nivel situado en torno a 110 m, donde aparecen pozas que indican el estancamiento del agua a este nivel. El relleno de bloques es considerablemente menor que en el caso anterior, aunque se observan dos tramos de cavernamiento a ambos lados del pozo de entrada. El primero presenta forma de fractura cubierto por un techo compacto con un acceso en rampa de fuerte pendiente y rellenos clásticos. El segundo presenta una morfología de pozo alargado en el sentido de la fractura, más profundo donde los rellenos de bloques alternan con zonas de arena periódicamente inundadas. Al igual que en el caso anterior se puede diferenciar la parte correspondiente al cañón, de 30 m de anchura por 40 de profundidad, rellena con gran-





Fondo de la Sima de Acopán 5 (Foto Carlos González)

des bloques y la zona propiamente subterránea que aparece en un lateral del cañón. Como elemento dominante de la formación de la cavidad, se debe señalar la línea de fractura del cañón superficial y los posteriores derrumbes, con procesos marginales de erosión-disolución bajo esta zona cubierta por derrubios.

Sima Acopán 4

UTM: N 573.900, E. 608.120.
ALTITUD: 1.850 msnm
DESARROLLO: 512 m. DESNIVEL: -100 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

17-2-93. Localizada por el mismo equipo de prospección de Acopán 1, al ser una forma cerrada próxima a esta sima. J. Lagarde, J. Maeztu, I. Latasa y J. M. Lz. de Ipiña.

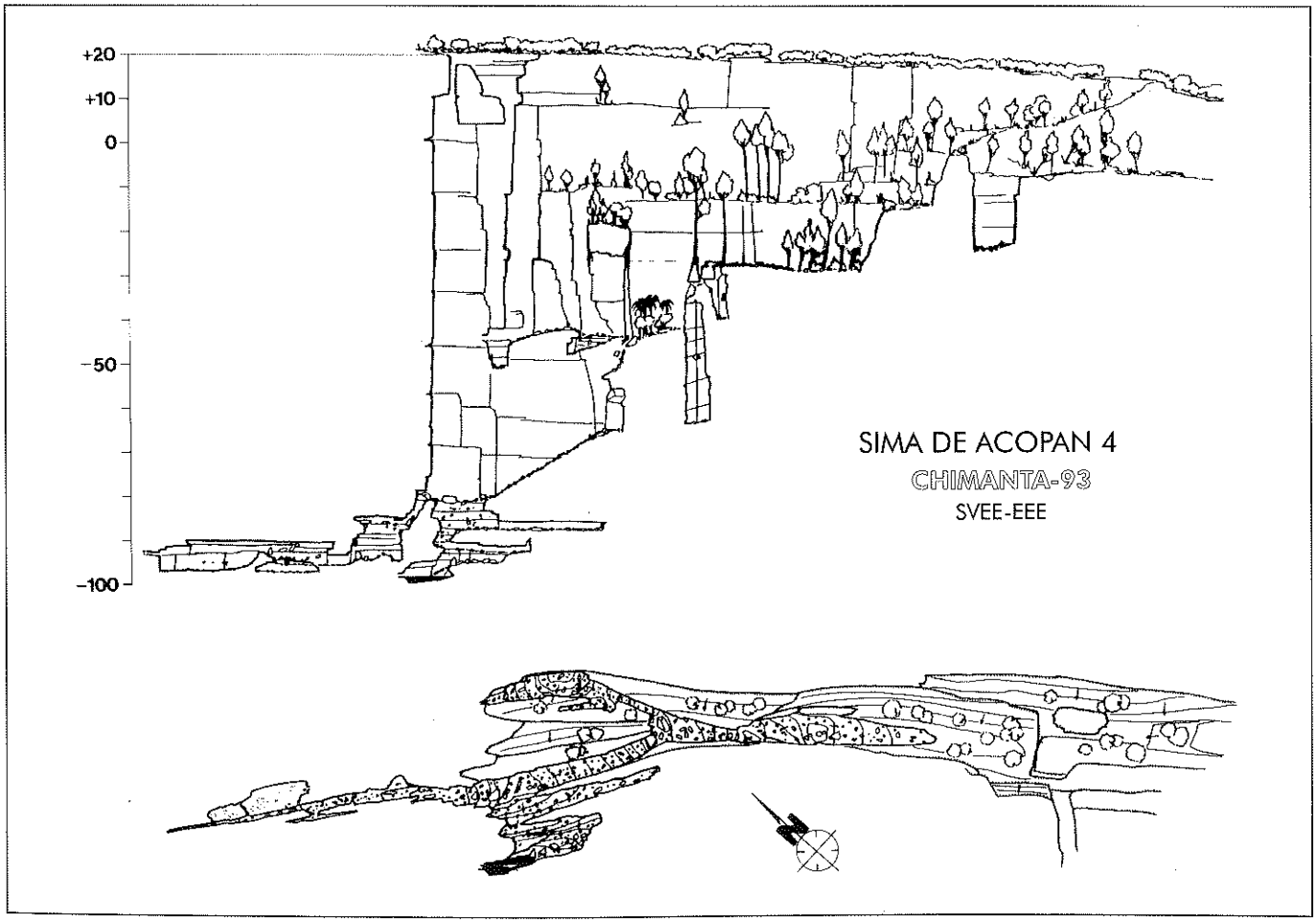
22-2-93. Explorada en su totalidad por J. Lagarde y J. M. Lz. de Ipiña.

23-2-93. Se instala una vía de descenso con fines fotográficos por el P62. Se topografía todo lo ya explorado y algunos pozos ciegos que quedaban sin mirar en el fondo de la vertical de entrada. Se toman medidas y muestras de agua. J. Lagarde, F. Alangua, J. Maeztu, C. González y J. M. Lz. de Ipiña.

25-2-93. Se realiza el encaje topográfico exterior con la Sima Acopán 1.

DESCRIPCION:

A grandes rasgos esta cavidad constituye una fractura de orientación NW-SE, cuyos lados se encuentran cerrados de forma vertical en su parte W, descendiendo de forma progresiva entre bloques y vegetación, a modo de sucesivos escalones por su parte oriental. En esta zona nos encontramos con varios pozos ciegos, abiertos en los márgenes de la fractura, colmatados en ambos casos por bloques, procedentes de paredes muy descompuestas y arenizadas. Las dos zonas convergen en una fractura que se cierra progresivamente en superficie, en la que tras superar una serie de



bloques empotrados se continúa en rampa hasta una nueva fractura que origina un tramo de cavernamiento horizontal con numerosos derrubios, en la cual podemos diferenciar dos tramos: uno de menor tamaño, por donde se alcanza la parte más profunda de la cavidad, desarrollado a favor de fracturas paralelas a la dirección general de la grieta principal por donde se accede a un pequeño lago (10 x 4 m) con depósitos arenosos en sus lados y fondo, que nos indica un nivel a partir del cual el agua no puede profundizar. La acumulación de arena nos impide continuar en la dirección del drenaje (W).

El otro tramo situado unos metros por encima del lago, presenta una morfología de fractura, quedando la progresión cerrada por un paso impenetrable.

Sima Acopán 5

UTM: N 574.150, E. 608.040.
ALTITUD: 1.870 msnm
DESARROLLO: 67 m. DESNIVEL: -35 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

17-2-93. Localizada el primer día de prospección en el tepuy por el equipo formado por F. Alangua, J. Astort, C. González y D. Diez.
Descripción:

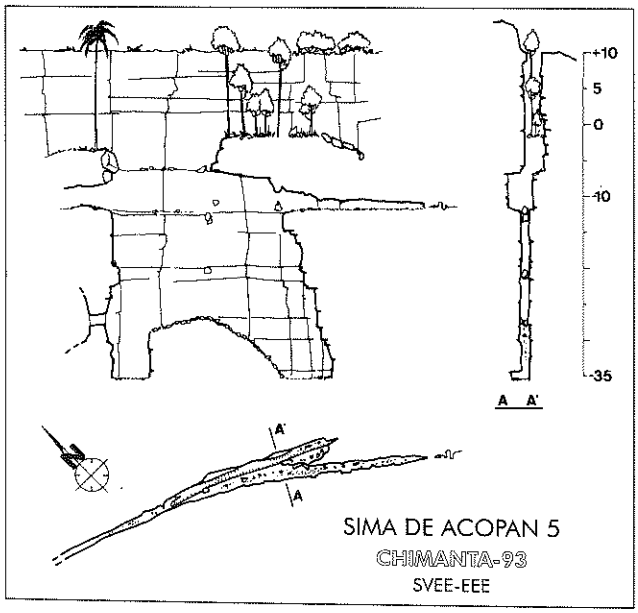
Cavidad desarrollada bajo un cañón de orientación E-W de escasa profundidad (10 m) cubierto de árboles y vegetación, en el cual se observa un hundimiento muy nítido respecto a la base del cañón que constituye la cavidad. Se accede a través de un pozo de 20 m de profundidad, en el que se observa un pequeño tramo de conducción horizontal a media altura, de donde procede el agua. La base aparece colmatada por un cono de derrubios. La cavidad se orienta hacia el W, aunque es demasiado angosta para progresar.

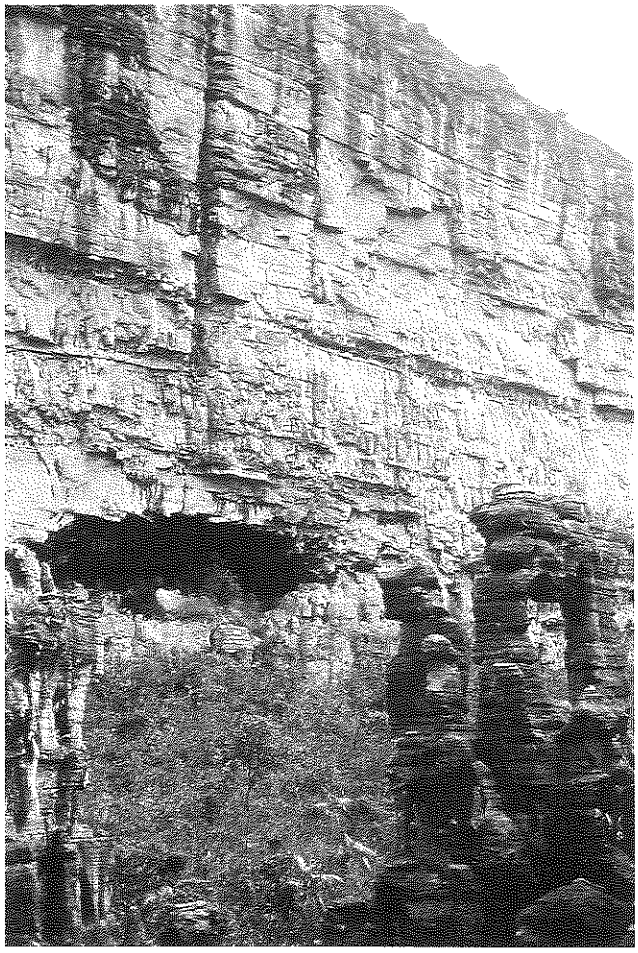
Cavidades horizontales

Estas se ubican en las colinas situadas al sur del campamento y de donde procedían dos ríos que vertían a la plataforma del campamento a través de cascadas. La fácil progresión a través de los cauces de agua, nos hizo decidir por este sector. La zona resultó totalmente estéril en formas verticales, aunque descubrimos varios escarpes de difícil acceso, donde aparecían colgadas a baja altura varias bocas. La distancia desde el campamento obligó al desplazamiento de un equipo durante dos días para estudiar estas cavidades.

Cueva Acopán 1

UTM: N 572.250, E. 608.690.
ALTITUD: 2.000 msnm





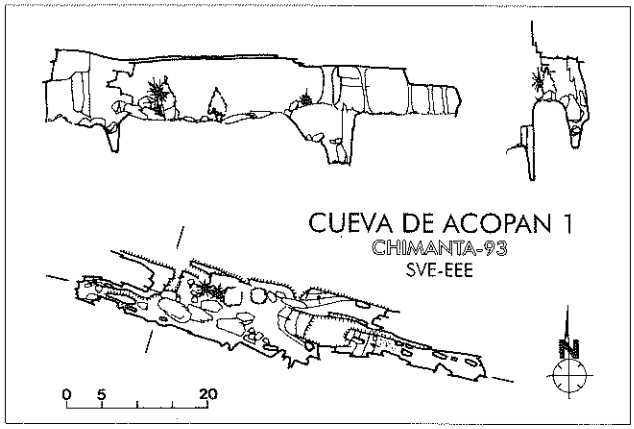
Boca de la Cueva de Acopán 1, situada en un escarpe interior del tepuy (Foto Carlos González).

DESARROLLO: 82 m. DESNIVEL: -7 m
EXPLORACIÓN Y TOPOGRAFÍA:

21-2-93. Localizada por el equipo de prospección que remonta 2 km aguas arriba el río del Campamento 1, que instala aquí un vivac para la prospección de cavidades. La densa vegetación no permite este día el acceso a la boca. J. Lagarde, D. Diez, J. Astort y C. González

24-2-93. Explorada y topografiadapor el equipo desplazado desde el Camp 1 que instala aquí un vivac para la prospección de cavidades. Se toman muestras de agua.
DESCRIPCION:

La cavidad se desarrolla en sentido NW-SE de forma lineal. Tiene unos 60 m de longitud por 10 m de anchura media y 10 m de altura, siendo la boca de importantes dimensiones, 25x10 m, adquiriendo forma general ovalada. Los contornos son subcirculares



a subrectagulares, con cierta tendencia a bóvedas de arco a través de derrumbes. Estos depósitos cubren varias partes de la cavidad con bloques de tamaño métrico a decamétrico, quedando muestras de columnas estructurales. La roca se presenta bastante compacta, aunque existen acumulaciones de arena procedentes de la meteorización de la roca.

Cueva Acopán 2

UTM: N 572.220, E. 608.880.
ALTITUD: 2.050 msnm
DESARROLLO: 124 m. DESNIVEL: 26 m (-5, +21 m)
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

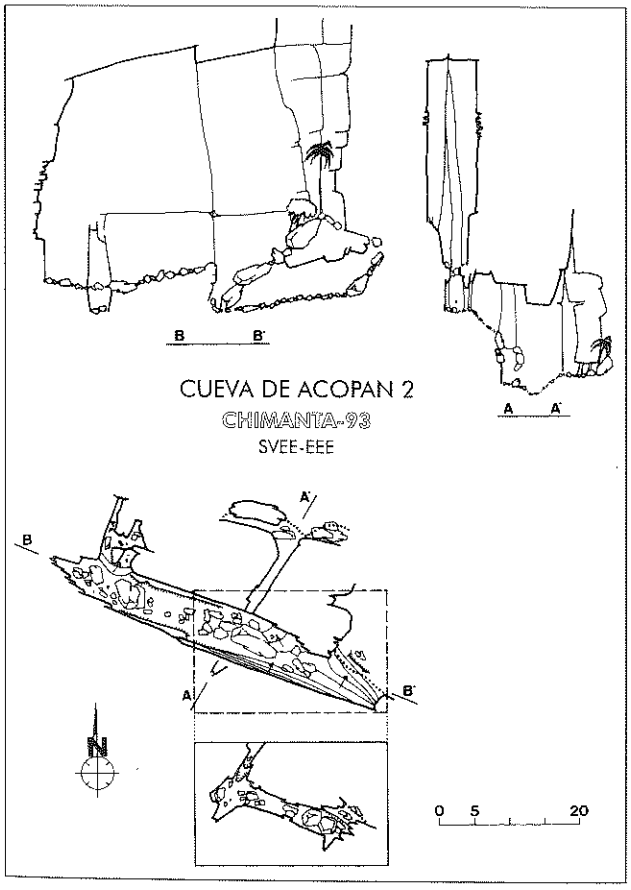
25-2-93. Localizada, explorada y topografiada. J. Lagarde, J. Astort, I. Latasa y J. M. Lz. de Ipiña.

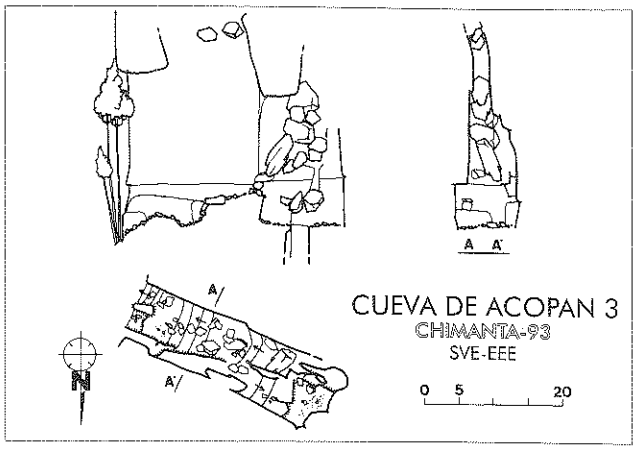
DESCRIPCION:

De origen similar a la anterior, aunque en este caso la cavidad se encuentra conectada con una fractura vertical de 30 m de altura. La cavidad se desarrolla a dos niveles. El superior compuesto por un conducto rectilíneo de 50 m de longitud por 10 de anchura desarrollado en sentido NW-SE, donde predominan los derrumbes. Esta parte se encuentra relacionada con la fractura vertical citada, abriéndose una boca rectangular con predominio de la altura al escarpe. El tramo inferior se encuentra desarrollado bajo el manto de bloques del tramo superior. Tiene carácter ortogonal desarrollado a favor de dos fracturas perpendiculares, con menores dimensiones. En este tramo los depósitos de bloques son menos importantes. Posee una boca propia, unos metros por debajo de la anterior, aunque es la misma fractura.

Cueva Acopán 3

UTM: N 572.100, E. 609.720.
ALTITUD: 2.060 msnm
DESARROLLO: 32 m. DESNIVEL: +20 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:





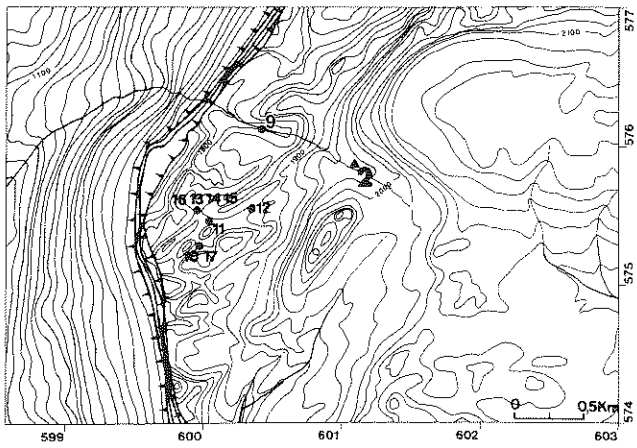
25-2-93. Localizada, explorada y topografiada. J. Lagarde, J. Astort, I. Latasa y J. M. Lz. de Ipiña.

Se ubica en una fractura vertical perpendicular al escarpe, más ancha en su parte inferior que se encuentra semicolmatada por bloques, originando un pequeño tramo subterráneo de 30 m de longitud. La cavidad se desarrolla en sentido NW-SE, resultando colmatada por bloques en su parte final. Debido a la mayor anchura del conducto en su parte baja, en oposición a las fracturas verticales con circulación, donde es más estrecha, el conjunto se encuentra rectangularizado por los derrumbes, sobre el cual ha tenido lugar el encajamiento con colapsos de la fractura. La boca es de sección rectangular de 25 m de altura por 10 de anchura, situada al mismo nivel que la anterior, a la que se accede a través de un cono de derrubios con abundante maleza.

AMURÍ

En este tepuy las exploraciones se desarrollaron entre el 27 de febrero y el 6 de marzo de 1993. Este sector se localiza en la zona centro-sur del Macizo de Chimantá, frente al tepuy de Toronó.

Tras una rápida prospección aérea efectuada con mala visibilidad, elegimos este campamento en función de las necesidades básicas: ubicación cercana a un curso de agua, zona apropiada para acondicionamiento de un helipuerto y presencia de depresiones y fracturas, junto con un importante campo de grietas perpendiculares en las inmediaciones del escarpe sobre el río Tirika. La zona se sitúa a una altura media cercana a los 2.000 msnm Existen gran cantidad de fracturas paralelas al borde de escarpe que limitaron considerablemente el campo de acción. Primeramente se accedió



9.- Sima de Amuri 1; **10.-** Sima de Amuri 2; **11.-** Sima de Amuri 3; **12.-** Sima de Amuri 4; **13.-** Sima de Amuri 5; **14, 15** y **16.-** Simas de Amuri 6, 7 y 8 (No exploradas); **17.-** Sima de Amuri 9.

Figura 3. Situación de las cavidades exploradas en el entorno del campamento 2 de Amuri.

a un campo de grietas deprimido respecto a la plataforma superior, donde aparecieron parte de las formas subterráneas. En este caso se puede hablar de formas mixtas, donde alternan tramos verticales (cañones de acceso, pozos cerrados y fracturas abiertas) con galerías horizontales (tramos caóticos y meandros), por donde se produce actualmente el drenaje.

En esta zona fueron exploradas seis cavidades. Una serie de pequeños problemas nos impidieron acceder antes a la base del campo de grietas donde quedaron tres cavidades más sin explorar por falta de tiempo y una cavidad con visas de continuación, que no pudo ser explorada en su totalidad. (Ver plano de la Sima de Amuri 5) A pesar de ello, las cavidades localizadas presentan tramos longitudinales mayores que en el sector de Acopán, en los que se observan formas y procesos similares a los que ocurren en cavidades kársticas desarrolladas sobre caliza. En esta zona también nos encontramos con el único conducto vertical similar a los pozos desarrollados en rocas calcáreas.

Sima Amuri 1

UTM: N 576.140, E. 600.480.
ALTITUD: 1.840 msnm
DESARROLLO: 62 m. DESNIVEL: -18 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

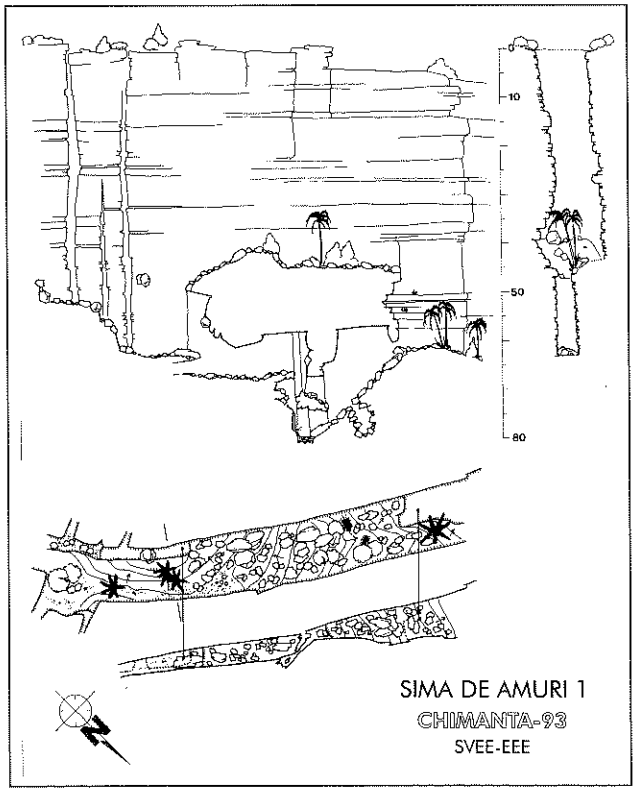
28-2-93. Localizada el primer día de prospección en Amuri por el grueso de la expedición, al tratarse del sumidero del riachuelo que discurre al lado del Campamento 2.

1-3-93. En una primera exploración se instalan a cielo abierto dos verticales de 15 y 40 m con una pica intermedia que permiten alcanzar el cauce del río en el punto donde se sume. J. Maeztu, I. Latasa y R. Carreño.

3-3-93. El mismo equipo del día anterior desciende un nuevo salto de 12 m e instala varios pasamanos, explorando y topografiando completamente la cavidad. Se toman muestras de agua.

DESCRIPCION:

Esta cavidad se localiza cerca del campamento base, en el fondo de una depresión a la cual se desciende a través de uno de los cañones transversales. Este cañón se encuentra cubierto por grandes bloques y abundante vegetación, bajo los cuales existe un pequeño tramo subterráneo muy caótico, al que accedemos por un pozo de 12 m, que nos conduce a una galería donde circula el agua entre bloques. Tras una serie de pasos descendentes entre bloques encontramos una cascada de 5 m que cae a una marmita con lecho arenoso. El agua se infiltra entre los bloques que conforman una rampa de derrubios que sale nuevamente al cañón, sin que podamos proseguir siguiendo el curso del agua que se dirige al SE. El tramo subterráneo tiene 62 m de longitud por una anchura media de 5 m. Presenta la misma orientación que el cañón superior, siendo el elemento más característico los bloques de tamaño métrico a decamétrico. Esta cavidad es de pequeñas dimensiones, comparándola con la depresión suprayacente y los cañones que confluyen a ella, siendo una zona subterránea bajo bloques a favor de la fractura del cañón principal. Los cañones secundarios son los responsables de la gran depresión que se observa en superficie.



Iniciando el descenso del pozo de 100 m. de la Sima de Amuri 3 (Foto Carlos González).

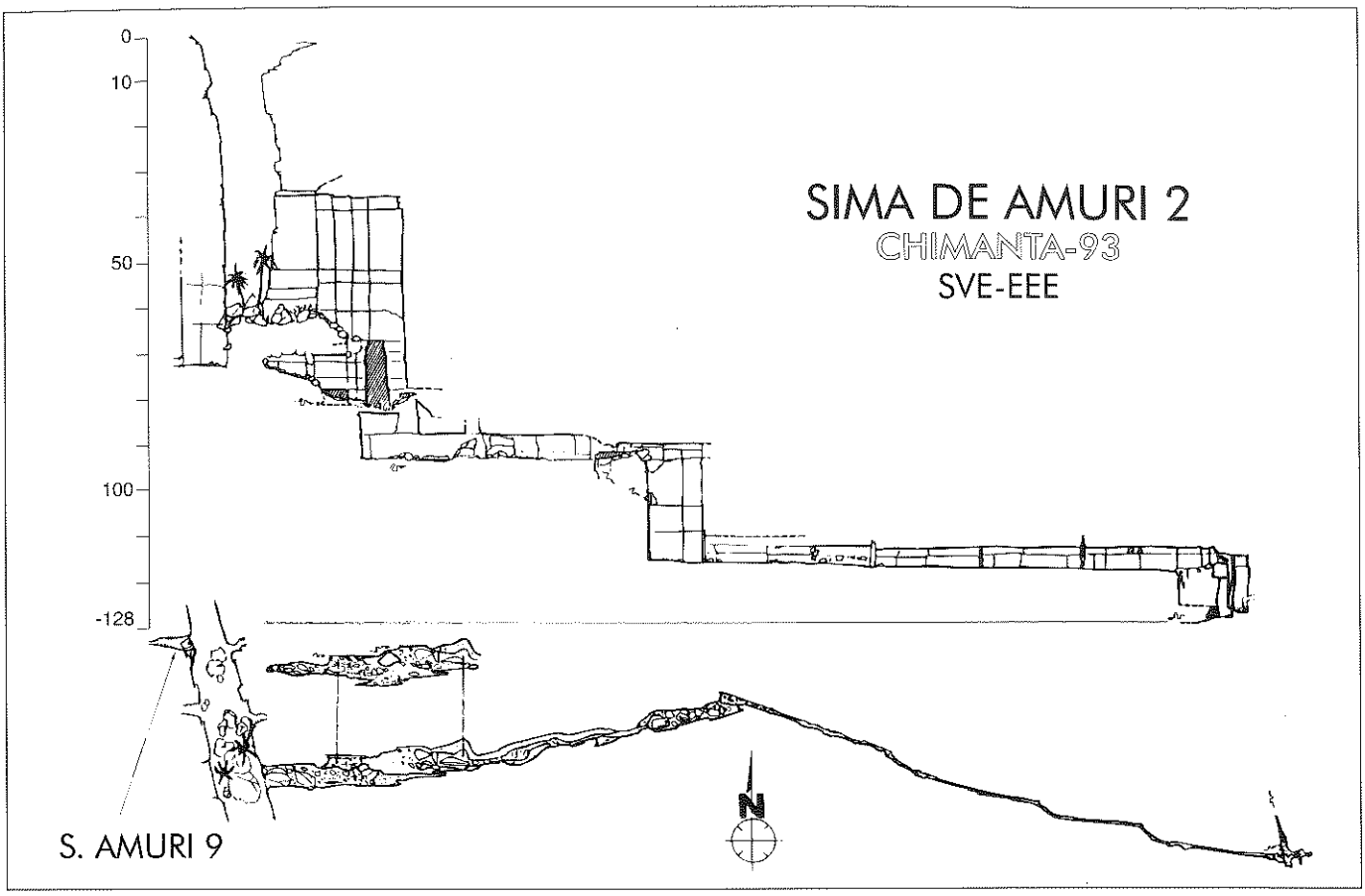
Sima Amuri 2

UTM: N 575.290, E. 599.980.
ALTITUD: 1.860 m s.n.m
DESARROLLO: 340 m. DESNIVEL: -70 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

1-3-93. Descubierta casualmente en la prospección por el fondo de un cañón, cuyo acceso hubo de instalarse mediante una vertical de 60 m. Se explora el primer pozo. La sima continúa con un nuevo salto. C. González, D. Diez, F. Herrera y J. M. Lz. de Ipiña.

3-3-93. Se topografía parte de la sima y se deja la exploración al borde de un nuevo pozo de unos 10 m. C. González, F. Herrera, D. Diez, y J. M. Lz. de Ipiña.

4-3-93 Concluye la exploración del pozo abandonado el día anterior. Se realiza la topografía completa de la cavidad, al mismo

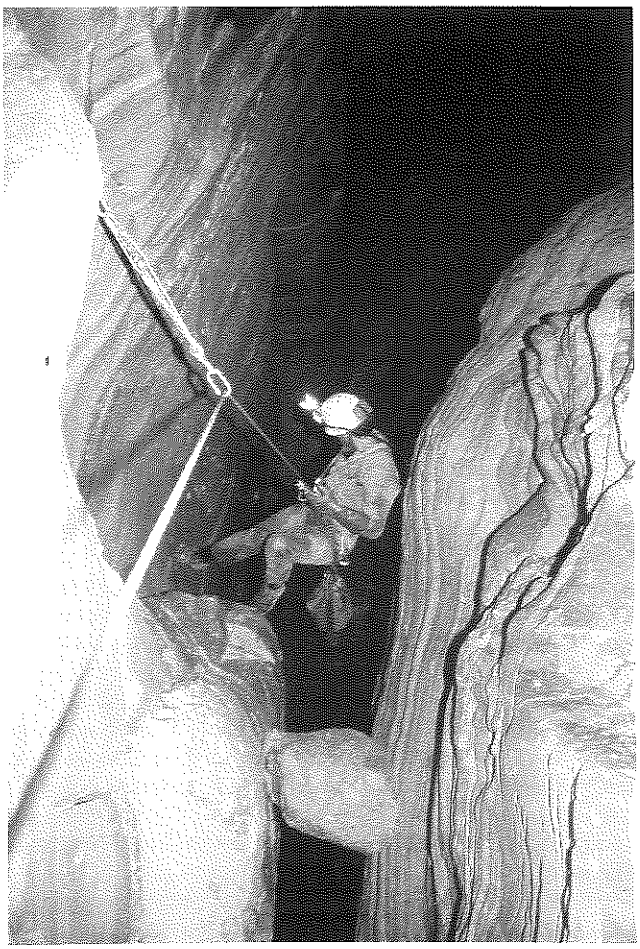


tiempo que se recogen muestras de rocas y de agua. J. Maeztu, C. González, D. Diez y J. M. Lz. de Ipiña.

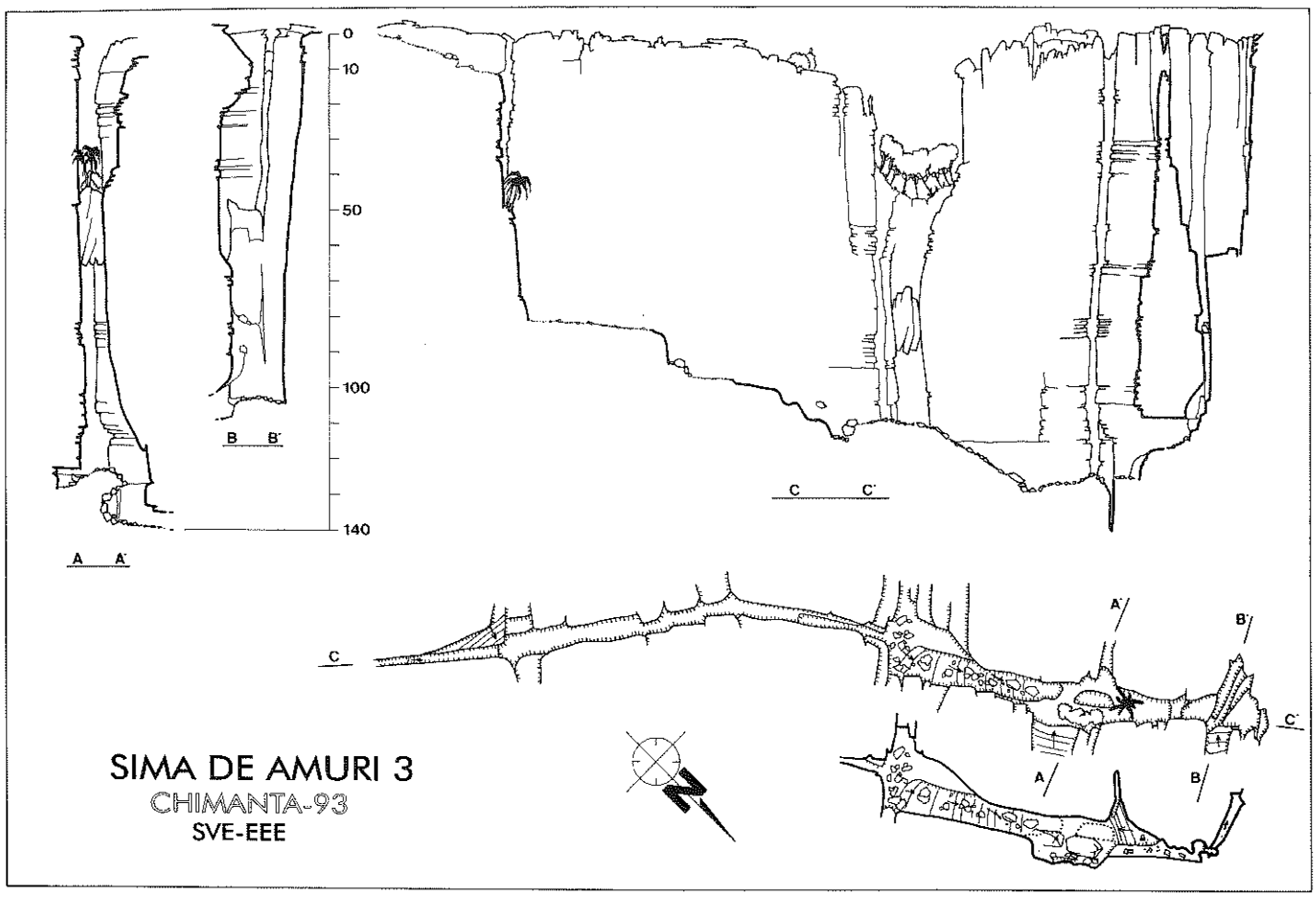
DESCRIPCION:

Su boca se encuentra situada en el fondo de un cañón de orientación NW-SE de una profundidad aproximada de 60 m, con los habituales rellenos de bloques decamétricos y la abundante vegetación típica cerrada que observamos en otros cañones. La cavidad tiene una dirección W-E, coincidiendo con fracturas de superficie perpendiculares al cañón. La cavidad, tras el cono de derrubios de entrada, da acceso a un salto de 20 m que conduce en un primer nivel horizontal, por donde circula el agua. Este nivel queda colapsado a los pocos metros por bloques, cayendo el agua a un nivel inferior situado a -35 m respecto al fondo del cañón de acceso. Este segundo tramo de drenaje horizontal presenta un recorrido de 60 m. A él se accede a través de un pozo estrecho abierto a favor de una fractura paralela a la dirección general de la cavidad. El agua se desliza por la base, formando pequeñas lagunas por acumulaciones de derrubios, siendo los bloques arenizados por la acción del agua. En la base de la galería se observan bloques de tamaño generalmente inferior al métrico, se ven huellas de variación de la altura del agua en torno a 1 m. Nuevamente el agua profundiza este nivel, bajando hasta -60, nivel al que accedemos a través de un pozo de 25 m. En esta parte la cavidad adopta una dirección E-W, con una sección claramente meandriforme. Presenta menor anchura 0,5 a 1,5 m y tiene una longitud de 120 m. Este tramo es nuevamente abandonado en profundidad a favor de una fractura NE-SW, que conforma un pozo de 10 m en cuya base continua en profundidad por un conducto impracticable.

Esta cavidad es el mejor ejemplo encontrado hasta el momento de cavernamiento en cuarcitas en Chimantá. Sobre la red de fracturas superficial se produce el encajamiento del drenaje. La existencia de fracturas paralelas, junto con zonas horizontales, provoca drenajes subterráneos horizontales, a favor de la estratificación que tiende a profundizar originando la cavidad. Esta morfología



Pozo de 25 m. en el cauce subterráneo de la Sima de Amuri 2 (Foto Carlos González)



en "escalera" se origina por la combinación de estratos y fracturas.

Sima Amuri 3

UTM: N 575.480, E. 600.040.
ALTITUD: 1.915 msnm
DESARROLLO: 225 m. DESNIVEL: -140 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

28-2-93. Localizada por F. Alangua y J. M. Lz. de Ipiña en el curso de la primera prospección en esta zona.

4-3-93. I. Latasa, apoyado en superficie por F. Alangua, R. Carreño y F. Herrera, desciende el primer pozo (100 m) y exploran la conexión con el cañón contiguo.

5-3-93. I. Latasa, F. Herrera y J. Maeztu, exploran y topografían completamente las galerías de la sima.

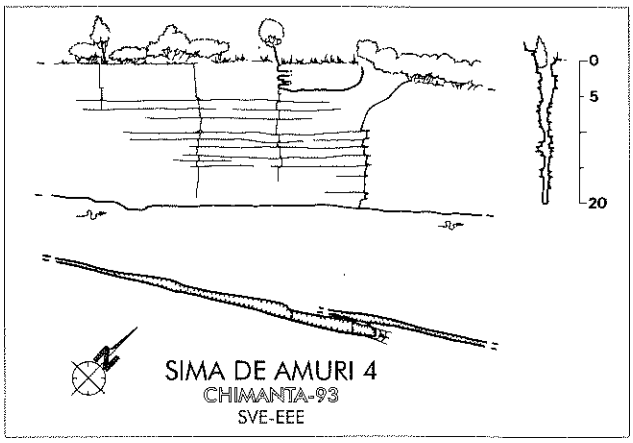
6-3-93. Se toman muestras de agua y se realizan trabajos fotográficos y de video. F. Herrera, R. Carreño y J. M. Lz. de Ipiña.

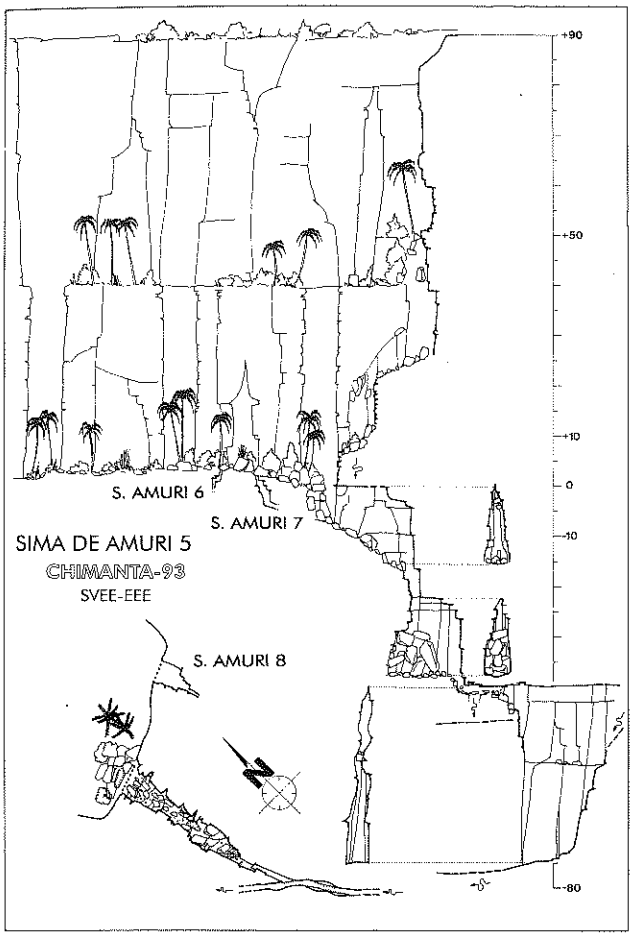
Descripción:

Cavidad compuesta por un tramo vertical cerrado en superficie, de 100 m de profundidad, desarrollado a favor de una fractura NW-SE, con un corto tramo de conducción horizontal subterráneo que nos conduce a la fractura abierta. El pozo presenta en los 60 m superiores un conducto circular con una anchura media de 12 a 15 m, mientras que los 40 m inferiores se desarrollan a favor de una fractura alargada de 1 a 2 m de anchura. En la base de esta fractura nos encontramos con un tramo de horizontal con una pequeña corriente de agua con varios resaltes que se abre progresivamente a la fractura principal exterior. Este meandro es más ancho en su base (presencia de un estrato más deleznable), con pequeñas marmitas rellenas de cantos pulidos y arena, que depositan una concreción silícea de tipo laminar en las zonas de ruptura de pendiente. Este conducto desemboca en la fractura a favor de la cual se desarrolla el pozo que se prolonga en dirección SW, de donde procede el agua. Perpendicularmente existen otras fracturas que la cortan, originando en los tramos de confluencia zonas más anchas con derrumbes compuestos por bloques de tamaño métrico a decamétrico favorecidos por la conjugación de fracturación y estratificación. En las zonas de desgajamiento de bloques se observan espeleotemas tipo coralinoide. El drenaje se pierde en esta zona caótica, aunque parece orientarse en profundidad a favor de una de estas fracturas paralelas, de dirección SE que se hace impracticable a los 12 m.

Sima Amuri 4

UTM: N 575.540, E. 600.340
ALTITUD: 1.860 msnm
DESARROLLO: 35 m. DESNIVEL: -20 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:





28-2-93. Localizada por F. Alangua, J. M. Lz. de Ipiña, J. Maeztu, I. Latasa, R. Carreño, y C. González, en el curso de la primera prospección en la zona.

7-3-93. Explorada y topografiada completamente por I. Latasa y J. M. Lz. de Ipiña. Se toman muestras de agua.

DESCRIPCION:

Pozo de 20 m de profundidad cerrado en superficie y abierto a favor de una fractura SW-NE que origina un pequeño cañón abierto de la misma profundidad, desarrollado a favor de la fractura citada. El agua circula por la base con escasa inclinación. Se puede definir como un pequeño tramo de conducción subterránea bajo bloques de 20 m de longitud. El drenaje se orienta hacia el NE, siendo impracticable a los pocos metros. En el lecho de la cavidad se observan pequeñas marmitas con fondo arenoso. Se trata de una cavidad que podemos considerar en proceso de formación, donde no se han producido derrumbes que aumenten el desarrollo subterráneo.

Sima Amuri 5

UTM: N 575.530, E. 599.975.
ALTITUD: 1.805 msnm
DESARROLLO: 100 m. DESNIVEL: -80 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

5-3-93. D. Diez, apoyado en por J. M. Lz. de Ipiña, comienza el descenso al campo de grietas hasta -50 m.

6-3-93. Se instalan alrededor de 200 m de cuerda y no pocos anclajes para salvar alrededor de 100 m de desnivel y poder llegar a la base del campo de grietas. La cuerda se termina a 4 m del fondo. D. Diez y J. Maeztu.

7-3-93. J. Maeztu, D. Diez y R. Carreño alcanzan la base del campo de grietas y localizan, exploran y topografían la cavidad hasta -70, abandonado por falta de tiempo. La sima continúa y un río marca el camino a seguir.

DESCRIPCION:

Una vez conseguido el acceso al campo de grietas que nos llamó la atención en el reconocimiento aéreo, a través de uno de los cañones transversales a él, comenzamos la exploración de esta zona deprimida, muy caótica y con abundante vegetación, cruzada en su interior por varios cañones perpendiculares entre sí, donde en una rápida exploración encontramos 4 cavidades. La falta de tiempo nos hizo centrarnos en una sola de ellas, cercana a la instalación de acceso (Amuri-5), en la que abandonamos la exploración por falta de material y de tiempo. La cavidad presenta una sucesión de pozos alineados en dirección N-S que enlazan tramos de corto recorrido horizontales muy descompuestos o derrumbados de mayor anchura que forman rampas clásticas arenizadas e inestables. Tras un pozo de 6 m entre bloques la cavidad se sitúa por debajo del cañón de acceso. Una rampa entre bloques conduce a la cabecera de un pozo de 20 m de profundidad con las paredes muy alteradas, que comunica con una sala colmatada por bloques donde tras realizar una desobstrucción, continuamos por una galería de 10 m, progresivamente desfondada con gran cantidad de arena que nos sitúa en la cabecera de una fractura de 30 m de profundidad. Por el fondo se observa un drenaje en torno a los 10 lt/s, procedente de una cascada situada en la pared opuesta, donde abandonamos la exploración. El drenaje parece dirigirse en dirección NW.

7-3-93. Localizadas por el mismo equipo que exploró Amuri 5. Son bocas de simas con buenas perspectivas que no fueron exploradas por falta de tiempo.

Simas Amuri 6, 7 y 8.

UTM: N 575.530, E. 599.975.
ALTITUD: 1.805 msnm
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

6-5-93. J. Maeztu, D. Díez y R. Carreño localizan estas tres cavidades en el fondo del campo de grietas. Quedan sin ser exploradas por falta de tiempo (ver plano Amuri 5).

Sima Amuri 9

UTM: N 575.280, E 600.010
DESARROLLO: 22 m. DESNIVEL: -12 m
EXPLORACION Y TOPOGRAFIA:

1-3-93. Descubierta al pié de la vertical del cañón de Amuri 2. C. González, D. Diez, F. Herrera y J. M. Lz. de Ipiña.

4-3-93. Explorada y topografiada. D. Diez y J. M. Lz. de Ipiña.

DESCRIPCION:

Pozo de 15 m de profundidad localizado en el fondo del cañón de acceso a la Sima Amuri 2 (ver plano de Amuri 2).

CONCLUSIONES

Durante la expedición Chimantá-93, 17 nuevas cavidades fueron encontradas en los sectores de Acopán y Amuri del tepuy Chimantá, de las cuales 14 fueron exploradas totalmente y 3 cavidades quedaron sin explorar (campo de grietas). El total del desarrollo acumulado y del desnivel acumulado por estas nuevas cavidades es de 3420 m y 800 m respectivamente. Existe un predominio de las cavidades con acceso vertical sobre las cavidades horizontales. En la mayoría de los casos los recorridos horizontales subterráneos son de escaso tamaño y desarrollados con una morfología de grieta recubierta por bloques. Sin embargo, también han sido reconocidas cavidades con un claro origen de disolución (Sima de Amuri 2).

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes de la SVE que han participado en la expedición "Chimantá-93": J. Lagarde, J. Astort, F. Herrera y R. Carreno.

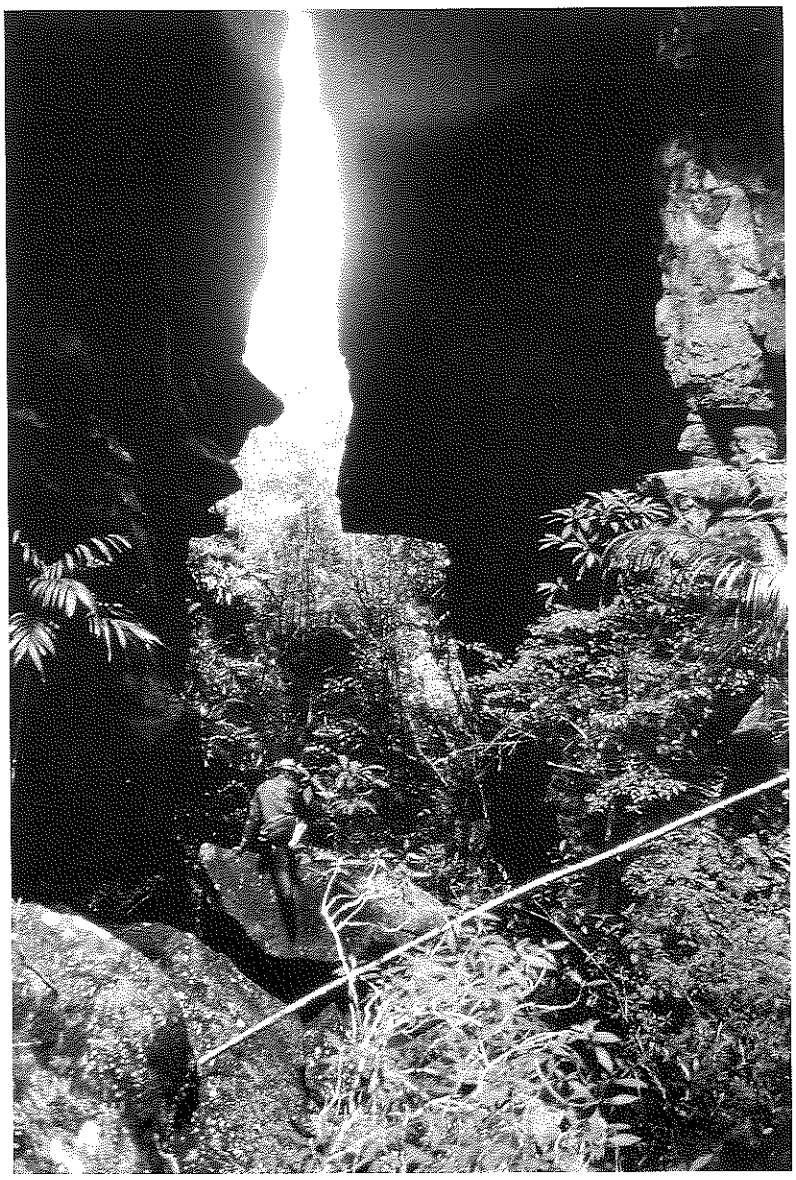
A todos los miembros de esta sociedad que nos apoyaron en la infraestructura de la misma, especialmente a P. Vegue y F. Urbani. A los miembros de la UVE además de los autores, que participaron en la expedición: D. Díez y C. González y a los que nos apoyaron de alguna y otra manera, en especial C. Galán. A la tripulación del helicóptero de Aerotécnica por su pericia, especialmente a R. Arias, y sobre todo por su apoyo económico al Excmo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, Excma. Diputación Foral de Alava, Vicerrectorado del Campus de Alava de la Universidad del País Vasco y Ecma. Diputación Foral de Vizcaya, sin cuyo soporte económico no hubiese sido posible realizar esta expedición. Agradecemos también la labor de ordenación y correción final del borrador por parte de la Sociedad Venezolana de Espeleología.

BIBLIOGRAFIA

GALAN, C. (1986): Cavernas y formas de superficie en rocas silíceas precámbricas del grupo Roraima, Guayana, Venezuela. Bol. Soc. Ven. de Espeleología (SVE) nº 23, pp. 1-11.

HUBER, O. (1992): "El área de estudio y su exploración" Cap. 1 sección 1 "El macizo del Chimantá". Oscar Todtmann Ed. Caracas, pp. 23-36.

HUBER, O. et al. (1992): "El macizo del Chimantá. Escudo de Guayana, Venezuela. Un ensayo ecológico Tepuyano", Oscar Todtmann Ed. Caracas.



Interior del campo de grietas próximo a la Sima de Amuri 5. (Foto J.J. Maeztu).

NOTA: *La información presentada en las fichas de catastro se han resumido intentando no repetir en cada una la misma información, a saber:*
Zona: Macizo de Chimantá, Amuri o Acopán, Estado Bolívar.
Ubicación relativa: véanse los mapas de ubicación mediante el número de orden que aparece en los mismos.
UTM: todas corresponden a la zona 20.
Mapas consultados: hojas 1:25.000, DCN, 7831 y 7731.
Exploración y topografía: se detallan las personas que realizaron su exploración y topografía, debiendo sin embargo entenderse que el trabajo es el producto de un esfuerzo colectivo del conjunto de los expedicionarios.

RESULTADOS BIOLOGICOS DE LA EXPEDICION VASCO-VENEZOLANA AL MACIZO DE CHIMANTA, 1993 (ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA).

Francisco HERRERA M.
Sociedad Venezolana de Espeleología.
Apdo. 47.334. Caracas, 1041-A. (Venezuela)

(Recibido en Abril de 1995)

RESUMEN

Se exponen los resultados biológicos obtenidos durante la expedición Vasco-Venezolana al Macizo de Chimantá, y se describen los principales hallazgos faunísticos de expediciones previas. El material colectado está constituído por tres coleópteros (Curculionidae (1), Girinidae (1), Cetoniidae (1)), larvas de *Runchomyia* (Culicidae, Diptera), dos saurios (*Neusticurus*) y los avistamientos del ofidio *Cleia cleia* y el gavilán *Buteo albicaudatus*.

ABSTRACT

The biological results obtained during the Venezuelan-Basque expedition to the Chimantá massif are presented. The main findings on the fauna from previous expeditions are described. The collected material consists of three coleopterous (Curculionidae (1), Girinidae (1), Cetoniidae (1)), *Runchomyia* larvae (Culicidae, Diptera), two lizards (*Neusticurus*) and the sight of the snake *Cleia cleia* and the white tailed hawk *Buteo albicaudatus*.

LABURPENA

Artikulu honetan, Chimantako Mendikatera Euskal - Benezuelatar egindako Expedizioan, biologi arloan lortu diren ondoriak eta aurkitutako faunak, ezagutzera ematen dira. Hiru koleoptero, (Curculionidae (1), Girinidae (1), Cetoniidae (1)), *Rumchomyia*ren mozorroak, (Culicidae, Diptera), saurio bi (*Neusticurus*), batu dira. *Cleia-Cleia* sugea eta *Buteo albicaudatus* mirotza ikusi ziren ere.

INTRODUCCION

Las exploraciones científicas de la cumbre de Chimantá se remontan a apenas cinco décadas, cuando el catalán Felix Cardona Puig (primero en ascender al Auyantepuy en 1937) guió una expedición del venezolano W.H. Phelps e hijo en 1946 a la cumbre del Apakará-tepuy (Ver mapa del Chimantá, pág. 14). El objeto de esta primera expedición fue ornitológica (HUBER, 1992a).

Tres expediciones estadounidenses, de carácter botánico principalmente, se realizaron entre los años 1953 y 1955. La primera de ellas estuvo a cargo de John Wurdack, representando al New York Botanical Garden y se concentró en la porción oriental del macizo, durante los meses de enero y febrero de 1953. Ese mismo año, Julián Steyermark, utilizando la ruta de Cardona Puig, ascendió a la región central del macizo (Apakará y Agparamán tepuy) colectando para el Chicago Natural History Museum. En 1955, ambos científicos realizan una expedición conjunta abteniendo valiosos resultados. Aunque estas tres expediciones tuvieron su principal objetivo en la obtención de muestras vegetales, se colectaron algunos animales, en su mayoría anfibios y reptiles.

Fue durante el año 1978, que se volvió a visitar el Macizo de Chimantá, iniciándose una nueva etapa de investigaciones (con el uso de helicópteros). Nuevamente, Julián Steyermark en compañia de Charles Brewer visitan los tepuys Tirepón y Euroda (HUBER, 1992a). Durante la década de los ochenta, un grupo interdisciplinario de investigadores, bajo el nombre de "Grupo Científico Chimantá" realizaron importantes estudios en las áreas de geomorfología, paleoclima, clima, ecología, botánica y zoología. Cabe resaltar que el espeleólogo Carlos Galán formó parte de este grupo en el área de climatología, aprovechando las exploraciones para obtener datos espeleológicos.

Es en 1993, cuando se realiza la primera exploración espeleológica del Chimantá por parte de la Unión de Espeleólogos Vascos y la Sociedad Venezolana de Espeleología. A pesar de que el objeto principal de la expedición era la actividad espeleológica, no se descartó la colección de material biológico, fundamentalmente faunístico (ya que las colecciones vegetales son extensas), debido al enorme interés que despierta la biota de los ambientes tepuyanos, no sólo por el elevado endemismo sino por las particulares adaptaciones que muestran muchos organismos a estos ambientes.

Los resultados obtenidos durante esta expedición se presentan a continuación. De manera adjunta se resumen los principales hallazgos faunísticos de las expediciones precedentes.

MATERIALES Y METODOS

La obtención de muestras biológicas se concentró en la localidad de Amuri, al sur del Macizo (Ver figura 1, pág. 33), durante los últimos dos días de la expedición . Los ambientes muestreados fueron el área de campamento (bosque de *Bonnetia*), el río contiguo al campamento (bosque ribereño de tepuy) y los litobiomas circundantes al área de exploración. Las técnicas utilizadas se basaron en la colección manual y preservación en alcohol al 70%, para su posterior identificación. También se incluyen informes visuales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante la presente expedición al Macizo de Chimantá se colectaron tres especímenes de coleópteros, larvas de insectos asociadas con bromelias (fitotelmata), dos saurios, y los avistamientos de una serpiente del género *Cleia* y un gavilán, probablemente de la especie *Buteo albicaudatus* o Tejé.

Los tres especímenes de coleópteros fueron revisados por el Dr. Carlos Bordón (y depositados en la colección del Museo de Zoología Agrícola, UCV-Maracay), determinando que corresponden a tres familias diferentes: Curculionidae, Girinidae y Cetoniidae.

El curculiónido pertenece a la subfamilia Hylobiinae, grupo frecuente en el Auyantepuy, aunque el individuo colectado en Chimantá parece ser una nueva especie. El girínido es del género *Gyretes*, de hábitos acuáticos y gregarios (RICHARDS & DAVIES, 1977); son depredadores de fauna residente en pequeños pozos o remansos de quebradas (ambiente en el que fue colectado en Chimantá a 2.150 msnm), además realizan su reproducción en el agua. Finalmente, el cetónido puede pertenecer a los géneros *Euphoria* o *Gymnetis*, y no corresponde a una especie colectada con anterioridad en el país. Este grupo se alimenta con frecuencia de polen, por lo que se les denomina comúnmente "escarabajos de las flores", y suelen pasar el resto del día ocultos entre las hojas o bajo troncos (NAYAR *et al*, 1976).

Lamentablemente la descripción más específica de estos coleópteros no podrá obtenerse debido al limitado número de ejemplares por especie (1), aunque se evidencia el notable interés en continuar con futuras colecciones en tepuys como Chimantá.

Las larvas de insectos fueron colectadas en los cuerpos de agua que se mantienen entre las hojas de las bromelias (Figura 1) cercanas al área de exploración espeleológica. Estas comunidades acuáticas están siendo estudiadas en Venezuela por los biólogos Roberto Barrera y Juan C. Navarro en otras áreas del Pantepuy y del resto de Venezuela. Preliminarmente han encontrado relaciones taxonómicas estrechas entre las especies de mosquitos y las especies de bromelias que los contienen. Las larvas colectadas en Chimantá en la bromelia del Gén. *Brochinia* pertenecen a la familia Culicidae, género *Runchomyia*, probablemente la especie *R. frontosa*, colectada anteriormente en Auyantepuy y las tierras bajas circundantes como la Gran Sabana (NAVARRO e INGUNZA, *com. pers*). Las larvas de este género presentan adaptaciones a aguas con pH bajos, valores entre 3 y 4, condición frecuente en los cuerpos de agua de los tepuys.

Los saurios colectados fueron depositados en el Museo de His-

toria Natural La Salle. Estos dos especímenes fueron hallados en la orilla de las nacientes de la quebrada del campamento, aparentemente aprovechando el sol del mediodía. Pertenecen al género *Neusticurus*, ya colectado en Chimantá. Los miembros de este género son considerados excelentes nadadores, pudiéndose alimentar debajo del agua donde permanecen sumergidos por varios minutos (GORZULA, 1992).

Muy cerca del campamento se encontró una culebra de la especie *Cleia cleia* mientras nadaba en un remanso de la quebrada (Ver fotografía). El hallazgo de este ofidio reviste múltiples intereses; el más importante lo constituye al ser la primera cita de esta especie para el Chimantá. Esta especie jamás había sido registrada para la cumbre del tepuy, y aunque es común en los bosques tropicales y subtropicales de Venezuela, no había sido colectada sobre los 2.000 msnm, en nuestro caso fue encontrada sobre los 2.100 msnm (LANCINI, 1986). Por otra parte, constituye el reptil de mayor biomasa y tamaño corporal encontrado en más de cuarenta años de exploraciones, ya que midió aproximadamente 135 cm, duplicando la mapanare *Bothrops castelnaudi* Dumeril, Bibron y Dumeril colectada por Steyermark y Wurdack en 1955 que midió 71 cm (ROZE, 1958). La *Cleia cleia* o Tuquí, como se le conoce en Venezuela, suele alimentarse de culebras venenosas, a cuyo veneno es inmune, y pequeños roedores, pudiendo llegar a medir 250 cm (LANCINI, 1986).

Finalmente, durante la exploración de uno de los cañones del sistema fuimos sorprendidos por el vuelo de un gavilán que se encontraba en una repisa de la pared interior del cañón. El gavilán era de la especie *Buteo albicaudatus* o gavilán Tejé. Estos depredadores son frecuentes en los bordes de tepuy, a los que suben desde las selvas próximas; suelen ser vistos en Roraima, Kukenan y había sido reportado para el propio Chimantá por MEDINA (1992).

Además del avistamiento del gavilán Tejé, fueron observados con frecuencia los correporsuelo (*Zonotrichia capensis*, Fringilidae), las diglosas (*Diglossa major*, Thraupidae) y los colibríes (Trochilidae), aves muy comunes en los tepuys.

Los resultados biológicos obtenidos durante la expedición a pesar de basarse en pocos especímenes presentan aspectos interesantes. El primero de ellos se relaciona con los grupos reseñados,

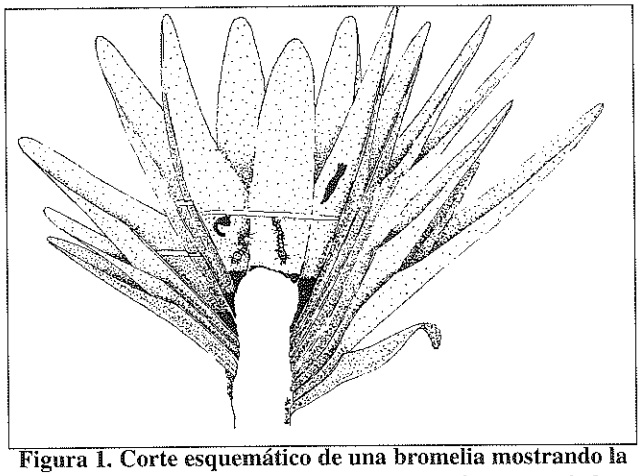


Figura 1. Corte esquemático de una bromelia mostrando la acumulación de agua entre sus axilas y la fauna asociada.

donde aves, herpetofauna e insectos abarcaron el total de los organismos colectados u observados. Esta situación presenta una destacada relación con los resultados obtenidos durante casi cinco décadas de investigaciones en el Chimantá.

Con la excepción de las aves, reptiles y anfibios, la vida animal es muy escasa en la cumbre de los tepuys. Quizás las aves son el grupo más estudiado, conociéndose 97 especies del Pantepuy (MEDINA, 1992), producto de múltiples expediciones. En Chimantá se iniciaron las colecciones en 1946, cuando Phelps e hijo encontraron 27 spp.; al año siguiente Cardona Puig colectó 18 spp, de las cuales 8 eran diferentes a las colectadas por Phelps. Durante las exploraciones efectuadas por el Grupo Científico Chimantá (1983-1987), la bióloga Glenda Medina reportó 32 especies, 20 de ellas no habían sido registradas para el Macizo (Tabla 1). De estas tres colecciones se conocen un total de 53 especies que constituyen un 55% de la avifauna del Pantepuy.

La herpetofauna de Chimantá ha mostrado una menor riqueza que las aves, hasta la actualidad se conocen 15 especies de anfibios y reptiles, como se muestra en la Tabla 2. Sin embargo, los estudios que se adelantan en la actualidad permiten suponer que este grupo presenta una mayor diversidad en los tepuys, que la hasta ahora conocida (SEÑARIS, *com. pers.*). Este también podría ser el caso de muchos grupos de invertebrados, destacando entre ellos los insectos, ácaros (GUERRERO, *com. pers.*) y anélidos.

Los mamíferos y peces, entre los vertebrados, son muy poco frecuentes; particularmente a los peces se les considera ausentes de las cumbres de los tepuys. Respecto a los mamíferos, sólo se conocen ocho especies para Chimantá, éstos son: un marsupial, *Didelphis albiventris*; tres murciélagos, *Anoura caudifera, A. geoffroyi* y *A. latidens*; un roedor, *Rhipidomys macconnelli*; un edentado, *Tamandua tetradactyla*; un carnívoro, *Nasua nasua*; y un perisodáctilo, *Tapirus terrestris*.

Respecto a los invertebrados, tenemos que han sido escasamente colectados, aunque este hecho está más bien relacionado con su baja riqueza en las cumbres tepuyanas. Los grupos más frecuentes han sido los coleópteros, los mosquitos, las libélulas y los ácaros.

A pesar de haber transcurrido más de un siglo de las primeras colecciones científicas en las cumbres de los tepuys (en Roraima, 1884) aún no se ha postulado una teoría que explique el origen de su biota. Existen en la actualidad diversas hipótesis que incluyen

ESPECIES	Ph	CP	GC	ESPECIES	Ph	CP	GC
Tinamidae			X	*Myrmothera simplex*	X		
Coragyps atratus			X	*Grallaricula nana*	X	X	
Cathartes burrovianus			X	*Pipreola whitelyi*	X		
Buteo albicaudatus			X	*Lipaugus streptophorus*		X	
Buteogallus urubitinga			X	*Chloropipo uniformis*	X	X	
Milvago chimachima			X	*Knipolegus poecilurus*	X	X	X
Falco deiroleucus			X	*Todirostrum russatum*	X		X
Gallinago sp.			X	*Mecocerculus leucophrys*	X		X
Columba fasciata	X			*Elaenia dayi*	X		X
Ara sp.			X	*Elaenia pallatangae*	X		X
Nannopsittaca panychlora	X			*Tyranniscus gracilipes*	X		
Caprimulgus longirostris			X	*Notiochelidon cyanoleuca*			X
Cypseloides phelpsy			X	*Thryothorus coraya*	X		
Campylopterus hyperythrus	X		X	*Troglodytes rufulus*	X		X
Colibri delphinae			X	*Turdus olivater*	X	X	X
Colibri coruscans			X	*Hylophilus sclateri*		X	
Thalurania furcata		X		*Macroagelaius imthurni*		X	
Polytmus milleri			X	*Myioborus brunniceps*	X	X	X
Heliodoxa xanthogonys	X			*Basileuterus bivittatus*		X	
Streptoprocne zonaris			X	*Diglossa major*	X	X	X
Premnoplex adusta	X			*Tangara guttata*	X	X	
Automolus roraimae			X	*Tangara cyanoptera*	X	X	X
Cranioleuca demissa	X			*Atlapetes personatus*	X	X	X
Lochmias nematura	X			*Catamenia homochroa*			X
Thamnophilus insignis	X		X	*Haplospiza rustica*	X		
Dysithamnus mentalis		X		*Zonotrichia capensis*			X
Herpsilochmus roraimae		X		*Myioborus miniatus*		X	

Tabla 1. Listado de la avifauna del Macizo de Chimantá. Se presentan los resultados de las expediciones Phelps (Ph-1946), Cardona Puig (CP-1947) y Grupo Científico Chimantá (GC-1983-1987). Modificado de MEDINA (1992).

migraciones desde Los Andes, migraciones verticales desde el bosque amazónico, biota autóctona que ha sido víctima del aislamiento de los macizos, etc. (GORZULA, 1992).

Hoy en día se conoce que la cumbre de los tepuys fue un ambiente muy seco hace tan sólo 8.000 años (SCHUBERT *et al*, 1992) por lo que la biota existente se debe haber refugiado en las simas, grietas y cañones más profundos, donde las condiciones de humedad y radiación (principalmente) fuesen favorables para la existencia de una biota como la que encontramos en la actualidad. Hasta la fecha se conocen aproximadamente 400 especies vegetales del Chimantá, entre las Pteridophytas, Gymnospermae y Angiospermae (HUBER, 1992b), y 76 especies de animales (ROZE, 1958; GORZULA, 1992; MEDINA, 1992; OCHOA y GORZULA, 1992). De las especies animales el 70% corresponde a la avifauna, quedando tan sólo un 30% para los grupos zoológicos restantes. Esta situación invita a aumentar los esfuerzos en la colecta e identificación, con el atractivo adicional de un elevado endemismo entre la biota de las cumbres tepuyanas.

CONCLUSIONES

Las colecciones y avistamientos de fauna realizados en Chimantá durante la expedición Vasco-Venezolana dejaron apreciar el enorme interés que reviste el estudio de la fauna tepuyana. El grupo de los insectos permite apreciar el escaso conocimiento de este grupo en el Chimantá, al estar constituido por lo que pudieron ser tres especies nuevas para la ciencia.

La culebra *Cleia cleia* resultó desde mi punto de vista el hallazgo más importante; no sólo constituye el primer informe de esta especie para el Chimantá sino que constituye el record de longitud (y seguramente de biomasa) entre la herpetofauna reportada para el Macizo.

Una breve revisión de las colectas de fauna realizadas en Chimantá permiten suponer la existencia de nuevos e importantes descubrimientos para la ciencia, que además favorezcan la comprensión del origen y distribución de los grupos taxonómicos que se encuentran en estos particulares habitats.

AGRADECIMIENTOS

Expreso especial gratitud a la expedición Vasco-Venezolana al Chimantá 1993 por favorecer la colecta del material reportado en este artículo. Estoy en deuda con los profesores Carlos Bordón, Juan C. Navarro y Carlos Lasso por su valiosa ayuda en la identificación de los organismos, y con los demás colegas citados que enriquecieron el texto con sus comentarios. A Carlos Galán por facilitarme parte de la bibliografía. A INPARQUES por otargarles a la expedición los permisos necesarios. A K-le Gómez por la ilustración de la bromelia, y a Rafael Carreño por la fotografía y su colaboración durante y después de la expedición.

CLASE	Especie	Colector	Identificador
AMPHIBIA	*Dendrobates rufulus*	*Gorzula*	*Gorzula*
	Hyla sibleszi	*McGuire*	*Rivero*
	Ololygon sp.	-	-
	Stefania ginesi	*Steyermark*	*Rivero*
	Otophryne robusta	*Steyermark*	*Rivero*
REPTILIA	*Atractus steyermarki*	*Griffin*	*roze*
	Leptodeira annulata	-	*Hallowel*
	Liophis cobella	*McGuire*	*Roze*
	Thamnodynastes chimanta	-	*Dumeril et al*
	Bothrops castelnaudi	*Steyermark*	*Roze*
	Anolis chrysolepis	*Steyermark*	*Roze*
	Anolis toddi	*Gorzula*	*Gorzula*
	Anadia breweri	*McDiarmid*	*McDiarmid*
	Arthrosaura sp.	*GCCh*	*Paolillo*
	Neusticurus rudis	*GCCh*	*Boulenger*

Tabla 2. Herpetofauna colectada en el Macizo de Chimantá durante cinco décadas de exploraciones. Las subespecies están indicadas como especies.

BIBLIOGRAFIA

GORZULA, S. 1992. La herpetofauna del macizo del Chimantá. En: El Macizo del Chimantá. Edit. O. Huber. Todtmann Edits, Caracas: 267-280.

HUBER, O. 1992a. El área de estudio y su exploración. En: El Macizo del Chimantá. Edit. O. Huber. Todtmann Edits, Caracas: 23-36.

HUBER, O. 1992b. La flora: helechos y plantas fanerógamas. En: El Macizo del Chimantá. Edit. O. Huber. Todtmann Edits, Caracas: 139-160.

LANCINI, A. 1986. Serpientes de Venezuela. Armitano Edits., 2da edic. Caracas: 263 p.

MEDINA, G. 1992. La avifauna del macizo del Chimantá. En: El Macizo del Chimantá. Edit. O. Huber. Todtmann Edits, Caracas: 281-294.

NAYAR, K.; T. ANANTHAKRISHNAN & B. DAVID. 1976. General and applied entomology. Tata-McGraw-hill, New Delhi:589 p.

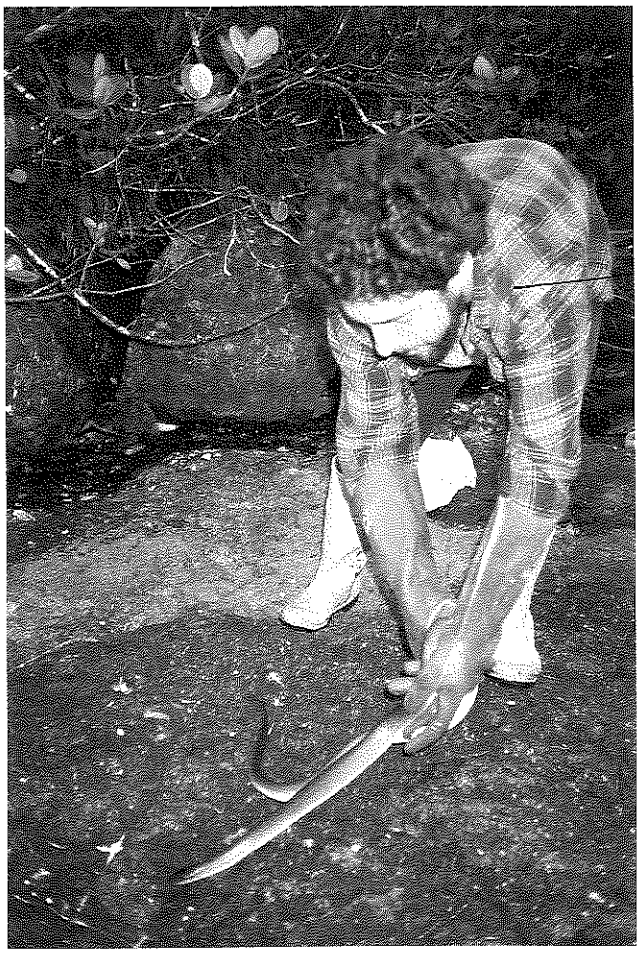
OCHOA, J. y S. GORZULA. 1992. Los mamíferos del macizo del Chimantá con algunos comentarios sobre las comunidades de las cumbres tepuyanas. En: El Macizo del Chimantá. Edit. O. Huber. Todtmann Edits, Caracas: 295-302.

RICHARDS, O.W. & R.G. DAVIES. 1977. IMMS' general textbook of entomology. Tenth Edit. Chapman and Hall, London: 1354 p.

ROMERO, A, 1993. Canaima. Palmaven, S.A. Caracas: 208 p.

ROZE, J.A. 1958. Los reptiles del Chimantá tepui (Estado Bolívar, Venez.) colectados por la expedición botánica del Chicago Natural Histoty Musuem. Acta Biologica Venezuelica, Vol 2: 258-272.

SCHUBERT, C; P. FRITZ y R. ARAVENA. 1992. Investigaciones paleoambientales: resultados preliminares. En:ÿÿl Macizo del Chimantá. Edit. O. Huber. Todtmann Edits, Caracas: 97-110.



Momento del avistamiento de la culebra *Cleia cleia* en la quebrada próxima al campamento de Amuri. (Foto Rafael Carreño).

LOGISTICA DE LA EXPEDICION VASCO VENEZOLANA "CHIMANTA TEPUY- 1.993"

David DIEZ e Iñaki LATASA
UEV-EEE (GAES)
Iparagirre 46 -7° -48001. Bilbao (Spain).

(Recibido en Abril de 1995)

RESUMEN

En este artículo se describen diversos aspectos logísticos y técnicos de la expedición a Chimantá: Características de la zona de trabajo, traslados en helicóptero, comunicaciones, material de exploración y material científico utilizados, alimentación, medicina, organización de tareas y problemas presentados.

ABSTRACT

In this paper, logistical and technical support of Chimanta Expedition are presented. Zone especifications, helicopter transportation, radio-comunications, exploration and scientific gear, cooking clothing, reconaissance and caving techniques, organization and other problems are described.

LABURPENA

Artikulu honetan, Chimanta-ra egindako espedizioaren ezaugarri logistiko eta teknikoak deskribatzen dira: Laneko lekuaren ezaugarriak, helikopteroz egindakoak, komunikazioak, erabilitako esplorazio eta ikerketa materialak, elikadura, medikuntza, lan antolaketa eta izandako eragozpenak.

ACCESOS

El tepuy Chimantá está situado en el Parque Nacional de Canaima, en la Guayana venezolana. Es un macizo de difícil acceso en una apartada región, lo que ha derivado en importantes dificultades de aproximación que han impedido su exploración hasta fechas muy recientes.

En nuestro caso, tras las compras de rigor en Caracas (botas de agua, comida y el cambio de pesetas a bolívares) partimos en dos grupos: los venezolanos se trasladaron por carretera, en un vehículo todo terreno, transportando el máximo de material colectivo y nosotros utilizamos línea aérea entre Caracas y Ciudad Bolivar. Desde aquí tuvimos que gestionar nuestro traslado hasta Santa Elena de Uairén -unos 700 kms- mediante dos taxis, ya que la idea inicial de tomar un autobús quedó descartada. El autobús se había llenado con mineros que se trasladaban a la localidad de "El Dorado" y no disponíamos de otro autobús hasta el día siguiente, además de no contar con la seguridad de que se volviera a repetir el caso. Una vez en Santa Elena y tras nuestra última cena a mesa puesta y un reparador sueño, nos desplazamos en camioneta hasta el aeropuerto, donde en tres vuelos de avioneta de 30 minutos cada uno, nos trasladamos hasta Wonken. Aquí esperaba Raul Arias, un simpático, agradable y sobre todo experto piloto de helicóptero, que en 45 minutos nos iba a situar sobre nuestro primer campamento en el tepuy Acopán: ¡un paraje excepcionalmente hermoso, salvaje y distinto!.

Canaima es una región fronteriza entre Brasil, Guayana y Venezuela. Se encuentra sometida a un fuerte control policial y militar por lo que son frecuentes las "alcabalas" (controles de carretera) destinadas, en principio, al control de mercancías. Estos controles van acompañados de gestiones que pueden hacerse interminables dependiendo del ánimo de quienes estén a su cargo. En nuestro caso, agilizó mucho todas las gestiones el hecho de disponer del permiso obligatorio de INPARQUES y contar además con listas selladas por el Consulado de Venezuela en Bilbao, en las que constaba un exhaustivo inventario de todo lo que transportábamos.

Como ya se ha citado anteriormente, el macizo de Chimantá entra dentro de los límites del Parque Nacional de Canaima y, por este hecho, resulta obligatoria la obtención de un permiso del Instituto Nacional de Parques (INPARQUES) del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables venezolano, donde se fijan las actividades sujetas a control y el compromiso de los participantes de cumplir con una serie de condiciones tales como no encender fuego, retirar los residuos, etc., que resultan totalmente lógicas y necesarias de cara a la protección del medio tepuyano y al objeto de producir el menor impacto ambiental posible sobre el mismo. Esta tramitación administrativa fue llevada a cabo de forma rápida y eficiente por la Sociedad Venezolana de Espeleología, a través de su Presidente Prof. Franco Urbani.

La exploración en tepuys, impresionantes moles rocosas que se yerguen sobre la Gran Sábana, presenta por causa de su especial configuración topográfica, unos extraordinarios problemas logísticos. Las grandes y verticales paredes que rodean Chimantá y la impenetrable selva de sus taludes inferiores convierten al helicóptero en el único medio de acceso viable para el trabajo espeleológico. El precio por hora de vuelo en 1993 era aproximadamente de 50.000 Pts, a pagar en dólares USA. Se utilizaron alrededor de 20 horas de helicóptero.

CAMPAMENTO Y ZONA DE TRABAJO

Por otra parte, sin una buena prospección aérea previa, no es posible determinar y elegir los objetivos o zonas más interesantes de explorar. Las singulares condiciones metereológicas que reinan en estas mesetas, con grandes variaciones, incluso a lo largo de una misma jornada, restringen el uso del helicóptero a unas pocas horas diarias. Lo ideal, aunque muy costoso, sería disponer de un helicóptero que nos trasladase de un objetivo a otro una vez finalizada la toma de datos.

Encontrar un lugar en el que poder instalar el campamento también requiere una búsqueda aérea minuciosa en la que deberemos conjugar accesibilidad al agua y posibilidades reales de progresión, es decir, que las frecuentes y gigantescas grietas o los laberintos de torrecillas no nos imposibiliten el acceso a los objetivos seleccionados. Otro aspecto al que nos enfrentamos es la orografía tepuyana que limita o dificulta de tal forma cualquier desplazamiento -más aún con todo el equipo de trabajo encima-, que resulta extremadamente difícil alejarse a pie más de dos kilómetros del campamento. Puede parecernos innecesario el uso de machetes en un mundo de roca. Nada más lejos de la realidad, al menos en estas zonas de Chimantá. El único machete del que disponíamos se convirtió en un bien preciado, tanto para atravesar zonas de arbusto bajo como para progresar por el fondo de los cañones y simas, profusamente cubiertos de maleza y lianas.

Un dato a tener en cuenta para la ubicación del campamento es evitar las turberas y las áreas planas de roca -muy atractivas- porque en caso de fuertes lluvias, lo que resulta altamente probable, nos encontraremos con un campamento completamente inundado. Lo ideal es situarse sobre una zona con una buena capa de material vegetal que absorba el agua y nos podríamos considerar afortunados si localizásemos un abrigo rocoso profundo que evite la instalación de las tiendas y nos proteja de las lluvias torrenciales. La sombra es un bien escaso y deseado en Chimantá. Nuestro primer campamento se instaló sobre una buena capa vegetal y entre arbustos que nos protegieron del fuerte sol. Cuando nos trasladamos al segundo campamento, echamos mucho de menos estos dos elementos, aunque disfrutábamos de un paisaje impresionante.

La cartografía empleada a escala 1/25.000 era de una resolución bastante deficiente. Por ello y por la prevista dificultad de ubicar cualquier punto en un plano que reflejase un relieve tan atormentado, nos servíamos de un geoestacionador por satélite (GPS) *Trimble modelo Ensing*, muy manejable, mediante el que tomábamos las coordenadas de las cavidades y la situación de los campamentos. Este dato resultó importante mientras prospectábamos desde el aire e íbamos seleccionando posibles puntos de aterrizaje, cuyas coordenadas guardábamos para posteriormente poder volver a localizarlos.

Los 45 minutos de vuelo que debiamos invertir para acceder a la zona de trabajo desde Wonken -un pequeño poblado de los in-

dios Pemones que supone el asentamiento humano más próximo-sumado al vuelo en avioneta entre este lugar y Santa Elena, hizo que cualquier idea de abastecimiento fuera una quimera, de modo que nos vimos obligados a transportar con nosotros todo el equipamento y los víveres que íbamos a necesitar durante el transcurso de la expedición. Este hecho condicionó inevitablemente la composición de los enseres y vituallas utilizados en la misma. Nuestra expedición podemos definirla como ligera. La mochila de cada expedicionario pesaba un máximo de 15 kg. y el material colectivo (exploración más intendencia) sumaban aproximadamente 125 kg. Para el transporte de todo este peso en el avión entre Bilbao y Caracas, contamos con la inestimable ayuda de la compañia aérea IBERIA, sin cuya colaboración, la facturación de nuestro material hubiese alcanzado una cifra exorbitada.

Los campamentos en el tepuy se ubicaron en dos lugares diferentes por espacio de 10 días en cada uno de ellos. Estaban formados por cuatro tiendas tipo iglú, utilizadas por dos personas cada una de ellas y por una especie de "jaima" montada mediante coberturas de supervivencia y cordinos, que era utilizada como cocina-comedor; la utilización de un plástico de 4 x 4 m. nos habría dado más protección durantes las fuertes lluvias. La fragilidad del singular ecosistema tepuyano, con una escasa capacidad regeneradora, impedía acondicionamientos que hubieran aumentado la comodidad de los precarios campamentos. Dos grandes bidones de plástico nos permitieron mantener la comida seca y protegida; un tercero lo utilizábamos como almacén de utensilios frágiles y varios (botiquín, equipos de topografía, radio, etc.).

Ambos campamentos se situaron -sobre todo- en función de la disponibilidad de agua en sus proximidades; el primero, en Acopán, estaba junto a un río, pero separado de él por una grieta de 10 m de anchura que nos libraba de sus violentas crecidas. El segundo campamento, montado en Amuri -a 8 km del primero- se instaló a escasos 20 m de un pequeño río, al que por fortuna no llegamos a ver demasiado enfurecido.

ALIMENTACION

La alimentación estaba basada en tres alimentos principales: arroz, pasta y legumbres, además de comidas deshidratadas aportadas por la firma VEGENAT SA de Cáceres, que constituían la mayoría de los condimentos y alguno de los platos principales, como fue el caso del desayuno, que estuvo basado principalmente en Muesli. Este menú, en principio limitado, nos permitía disponer de platos muy variados y relativamente bien elaborados debido a la pericia de nuestro cocinero. Todo ello era facilitado en gran medida por una olla rápida que reducía notablemente el tiempo necesario para la cocción y, por consiguiente, la espera por parte de los ávidos expedicionarios. Además requería un menor consumo de gas, con lo que ello supone de reducción de peso y volumen en los butanillos de gas. El pan que utilizamos fue del tipo molde, prensado para que no ocupase demasiado espacio. Aprovechando el relevo de los dos compañeros venezolanos, a mitad de campaña, pudimos disponer de hogazas de pan y reponer algunos artículos de necesidad. El agua no recibió ningún tratamiento especial salvo la adicción, en algunas ocasiones, de complementos vitamínicos.

La alimentación deshidratada facilitada por VEGENAT SA y trasladada desde Euskadi fue:

- 2 muesli chocolate 2.000 gr.
- 5 arroz blanco grano largo 750 gr.
- 4 trozos de fruta 500 gr.
- 2 arroz zanahorias y guisantes 1.000 gr.
- 1 ajo copos 150 gr.
- 2 puerro blanco 125 gr.
- 2 coliflor 150 gr.
- 2 zanahoria 125 gr.
- 2 crema zanahoria 125 gr.
- 2 espinacas 125 gr.
- 1 puré ternera 150 gr.
- 1 puré de pescado 125 gr.
- 2 muesli fruta 2.000 gr.
- 3 tomate en polvo 150 gr.
- 3 huevo en polvo 300 gr.
- 2 postre vainilla 300 gr.
- 4 crema espinacas 125 gr.
- 2 diez verduras 150 gr.
- 2 pimiento verde y ajo 150 gr.
- 2 ensaladilla 150 gr.
- 2 guisantes 125 gr.
- 2 patata tortilla 300 gr.
- 3 crema guisantes con carne 125 gr.
- 1 puré de pollo 125 gr.

La utilización del helicóptero, a pesar de alto coste, resulta imprescindible para acceder a las cumbres de los tepuys de Chimantá y poder realizar de forma optima el trabajo espeleológico. (Foto J.J. Maeztu).

- 2 macedonia de frutas 125 gr.
- 40 té hierbas
- 2 cebolla rodajas 500 gr.
- 2 champiñón rodajas 150 gr.
- 2 postre plátano crema 125 gr.
- 40 té menta
- 2 judías verdes 150 gr.

A ello hay que sumar la comida que por motivos de peso y de caducidad fue adquirida en Caracas, aproximadamente, los siguientes conceptos y cantidades:

- 1/2 jamón envasado al vacío
- 2 kg chorizo
- 2 kg bacalao seco salado
- 1/2 kg queso entero
- 6 kg leche en polvo
- 2 kg café
- 12 paquetes galletas variadas
- 2 kg garbanzos
- 2 kg caraotas negras
- 2 kg tallarines
- 1/2 kg tocineta
- 30 pastillas de caldo de carne
- 2kg salchichas
- 1/2 kg queso rallado
- 4 l aceite de oliva (latas)
- 3 kg cacao en polvo
- 3 kg azúcar
- 1/2 kg sal
- 2 kg caraotas blancas
- 2 kg spagetti
- 2 kg macarrones
- 2 botellas ron

INTENDENCIA

- 1 espumadera de plástico
- 6 bol de plástico
- 1 olla rápida inox. perfect 5 litros
- 2 quemadores camping-gas
- 6 bidones TSA de 6 litros
- 8 velas de consumo lento
- 1 cazo inox
- 1 sartén de teflón
- 1 fiambrera inox.
- 3 tiendas de campaña Igloo
- 1 abrelatas
- 5 coberturas isotérmicas gruesas
- 1 rollo de 100 m. de cordino 2 mm.
- herramientas varias (alicate, destornillador, cinta aislante, abrazaderas, pegamento, etc.)
- 1 cantimplora de 2 litros por persona (utilizamos las botellas de plástico). Preveer alguna de repuesto.

MATERIAL DE EXPLORACION

Equipo personal

El material personal de exploración estaba constituido por el normal para la práctica espeleológica, completado con algunos elementos más. En previsión de grandes verticales, nos equipamos con descendedor de barras tipo RAC y bloqueador de pie APHANICE, que fueron empleados aunque no aparecieron los grandes pozos esperados. Es de destacar el gran control que permite el RAC en las cuerdas nuevas que son muy rápidas. Utilizamos también unos segundos guantes de cuero, sobre todo en el exterior, donde eran de gran ayuda dado el gran poder abrasivo de las rocas cuarcíticas.

El material personal estaba compuesto por:
- 4 Bloqueadores (incluyendo Shunt y bloqueador de pie)
- 2 Descendedores (Dresler y Rac)
- Arneses, lazos, pedales y mosquetones
- Iluminación mixta y frontal (el carburo apenas fue empleado)
- 2 Pares de botas (de agua y de treking)
- 2 Pares de guantes (de PVC y de cuero)
- Buzos de nylon y PVC

Progresión en cavidades

- 1 cuerda de 300 m 10'5 mm
- 2 bobinas de 200 m 9 mm
- 2 equipos de burilar completos
- 1 barra de expansión
- 1 juego de fisureros y friends
- 10 anillas asimétricas
- 10 mosquetones titan simétricos
- 11 placas acodadas
- 4 corazones nylon
- 50 cuerpos parabolt M8 X 80
- 1 cuerda de 100 m. 10'5 mm
- 50 m. cordino 7 mm
- 2 buriles de repuesto
- 1 juego de fisureros excéntrico
- 20 mosquetones zicral asimétricos seguro
- 4 placas Allain oreja
- 5 placas acodadas redonda
- 100 spits M8 y sus conos
- 30 tornillos 8.8 M8 X 80

En la instalación de las cavidades, los taladros a gasolina resultaron de gran utilidad para perforar la dura cuarcíta. (Foto Carlos González).

- 10 tornillos 8.8 M8 X 120
- 3 neoprenos completos
- 4 brocas de 12 mm
- 1 broca de 10 mm larga
- 20 cuerpos parabolt hasta 120
- 2 taladros Ryobi
- 2 brocas de 10 mm

Energía

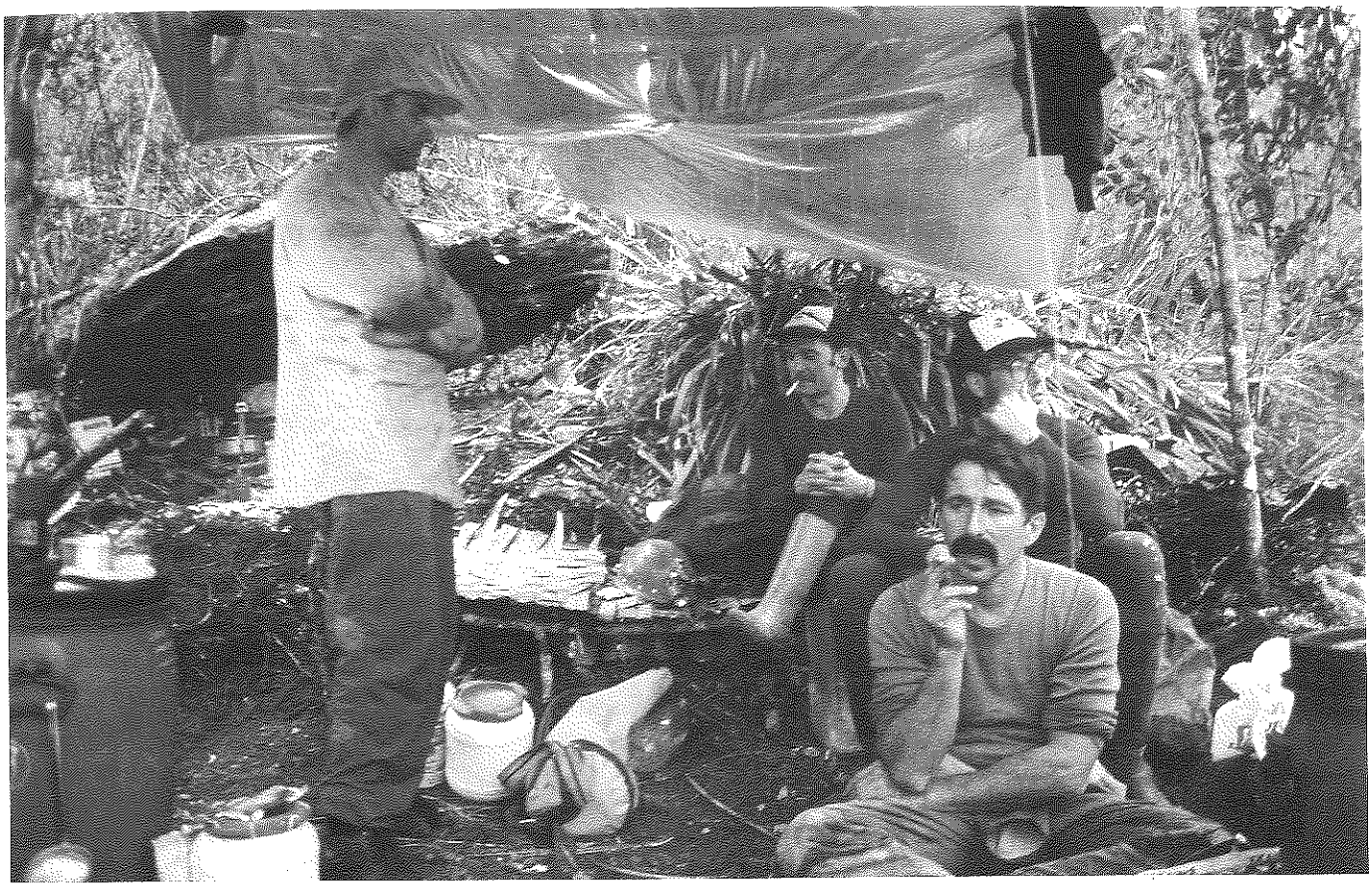
La firma CEGASA de Vitoria-Gasteiz nos cedió:
- 24 pilas de petaca 4,5 V
- 144 pilas alcalinas de 1,5 V
- 2 cajas de bombillas 4,5 V

El carburo de calcio (20 kg) fue adquirido en Caracas, al igual que los cartuchos para los butanillos (12 unidades).

Anclajes

Las características específicas de la cuarcita, roca extremadamente dura en las zonas en las que no ha sido alterada y totalmente disgregable y descompuesta en las que si lo ha sido, nos obligó a un planteamiento completamente diferente al normal en todo lo referente a los anclajes.

Cuando la roca era extremadamente dura y podíamos colocar spit, nos vimos obligados a utilizar 2 o 3 tacos con el burilador para poder taladrar el orificio completo, pues pronto sus dientes quedaban inservibles. De este modo, meter tan solo un spit se convertía en una ardua tarea. Además, debido a la textura arenosa de la roca, era fácil que los taladros presentaran holguras tales que los tacos se movieran una vez expansionados. Ello nos obligó a burilar con extremo cuidado. Cuando las rocas estaban arenizadas, el spit no ofrecía ninguna seguridad. Al realizar el taladro, la escasa consistencia de la roca, abría una zona de holgura que impidía



Vista parcial del campamento 1 de Acopán (Foto Carlos González).

la fijación del spit e incluso este no llegaba a expansionar en condiciones.

Todo lo anterior nos obligó a disponer de perforadoras con motor a gasolina, ya que es muy complicado dotarse de un equipo lo suficientemente liviano que permita cargar baterías para taladros eléctricos. Además la autonomía de estos últimos dejaba mucho que desear, considerando las exigencias de una exploración de este tipo. Con las perforadoras a gasolina introducíamos spit en las zonas de roca dura y anclajes tipo "parabolt" en las zonas arenizadas. En este segundo caso, dependiendo del grado de arenización, utilizábamos parabolt de mayor o menor longitud (disponíamos de fijaciones de 60 y 120 mm de longitud).

Las dos maquinas empleadas fueron de la marca Ryobi, con 5 kg de peso, ya conocidas por nosotros. En previsión del deterioro de las brocas, disponíamos de juegos dobles de brocas (de 10 y 12 mm de diámetro) para cada una de ellas.

Además de los anclajes de expansión, se emplearon juegos de fisureros, especialmente sus números más bajos y friends.

Cuerdas

Las informaciones con que contábamos antes de llegar a Chimantá eran excesivamente optimistas, pues hablaban del avistamiento desde helicóptero, de pozos cerrados que alcanzaban desniveles de hasta 200 m. En consecuencia, nos dotamos de cuerdas estáticas de gran longitud, que en conjunto sumaban 800 m. De ellas, la vedette era una cuerda de 300 m que ni siquiera llegó a estrenarse; en la práctica sirvió de poco más que de asiento. Al final los grandes pozos vistos desde helicóptero, de los que tanto nos habían hablado, resultaron ser grietas abiertas al borde del tepuy.

La marca de cuerda elegida fue Roca, debido a su resistencia a la abrasión. Pese a ello, la endemoniada capacidad abrasiva de las cuarcitas, nos obligó a unas instalaciones impecables en el aspecto técnico. El mínimo rozamiento, aún de aspecto inofensivo, causaba daños inmediatos en la camisa.

Topografía

Se utilizaron dos equipos con los elementos habituales de topografía: brújula, clinómetro y cinta métrica de 50 m. Añadimos dos Topofil para medir grandes verticales. Cada equipo disponía además de un altímetro.

Fotografía

La expedición llevó un equipo oficial de fotografía y cada expedicionario podía llevar su cámara particular. De esta manera pretendíamos evitar la proliferación de bultos y la dispersión de esfuerzos. En conjunto disponíamos de:

- 1 cámara Pentax super A
- 2 cámaras Fuji sumergibles
- 1 cámara Fuji réflex
- 1 objetivo Pentax 28
- 1 objetivo Pentax 70/250
- 1 objetivo Olympus 28
- 2 flash Starbliz 30
- 2 flash Amity 932 TCZ con fotocélulas Metz
- 1 cámara Olympus OM1
- 1 cámara Nikon F-301
- 1 cámara Yashica FX3 con objetivo 28/70
- 1 objetivo Pentax 50
- 1 objetivo Olympus 50
- 1 duplicador Kiron para Olympus
- 1 trípode portatil

Transmisiones

El equipo de transmisiones estaba formado por un trasmisor-receptor de HF alimentado por una batería de 12 V, que desplegaba un dipolo de 15 m como antena y por 2 Walkie-Talkie VHF para el caso de avería del primero. Estos últimos no llegaron a utilizarse a causa de su incapacidad para excitar los repetidores locales, debido a las zonas de "blanco", no cubiertas por éstos, que genera el abrupto relieve tepuyano.

Todos estos equipos fueron cedidos a la expedición y puestos a punto por Pedro Vegue, miembro de la SVE, quién igualmente nos dió las instrucciones necesarias para su utilización.

El equipo de radio transmitía y recibía en la frecuencia de la Compañía de Electrificación del Caroní (EDELCA), a través de su puesto de operaciones instalado en San Ignacio de Yuruaní, distante unos 100 km en línea recta de nuestros campamentos en el tepuy. Las comunicaciones entre ambos puntos no tuvieron ningún problema técnico y fueron siempre atendidas con gran amabilidad y rapidez por los operadores de EDELCA de la base de San Igancio de Yuruaní.

Instrumental Técnico

- 1 pHmetro digital HANNA HI.8424, con dos electrodos intercambiables (pH, Redox) y sonda de temperatura.
- 1 conductímetro digital HANNA HI-8733 con sonda de temperatura incorporada.
- 1 termométro de máxima-mínima
- 1 psicométro
- 4 soluciones tampón de calibración
- 20 frascos de polietilieno de 250 cc para la recolección de muestras de agua
- 50 bolsas de diferentes tamaños para recogida de muestras geológicas

INCIDENCIAS MEDICAS

Aunque por fortuna no se produjeron incidentes que revistieran gravedad, sí se dieron un número considerable de situaciones que podemos clasificar como incidencias médicas, quizá no tan numerosas si consideramos el medio tan hostil donde se desenvolvió la expedición.

Las situaciones de que hablamos son las siguientes:

- 3 Torceduras de tobillo de diferente gravedad, alguna con rotura parcial de ligamentos.
- 2 Caídas en grietas de 3-4 m de desnivel con contusiones múltiples en uno de los casos.
- 4 Casos de ensañamiento por parte de algún tipo de insecto (probablemente mosquitos).
- 1 Caso de alergia (probablemente a los antihistamínicos).
- 1 Distensión muscular.
- 2 Quemaduras.
- 1 Corte de navaja.
- 1 Caso leve de quemaduras solares.
- 1 Caso de fuerte dolor de cabeza.

Algunos de estos incidentes produjeron daños que han tardado varios meses en recuperar y que, en ocasiones, han necesitado de intervención médica.

Los medicamentos más utilizados fueron: antihistamínicos, antiinflamatorios y complejos minerales, estos últimos consumidos a modo de golosinas (sin considerar las vendas usadas para colar café). Se echaron en falta medios para aliviar las picaduras de mosquitos y crema antiflamatoria contra las numerosas contusiones.

Composición del botiquín

- 15 sobres suero Oral
- 30 sobres Almax Forte
- 1 Zenaván gel 50 gr.
- 1 Euraxil-hidrocortisona crema
- 60 comprimidos Hidropolivit mineral
- 40 cápsulas Fortasec
- 40 cápsulas Nolotil
- 6 ampollas Droal 30 mg.
- 40 comprimidos Hismanal
- 20 comprimidos Septrim
- 1 frasco Betadine 150 gr..
- 1 Primperán 250 ml.
- 1 Halibut pomada 50 gr.
- 36 comprimidos Augmentine 500
- 1 Estarm Crema 40 gr.
- 60 cápsulas Bio-Star
- 1 Fungosol polvo 60 gr.
- 20 comprimidos Droal 10 mg.
- 40 comprimidos AAS 500 mg.
- 1 rollo de esparadrapo
- 1 rollo de esparadrapo antialérgico
- 4 Scandibsa 10 mg.
- 6 jeringuillas
- 3 pares de guantes esterilizados
- 120 compresas 30 x 40
- 4 vendas 150 mm.
- 60 bolsitas de Cebión 2 gr.
- 4 Povidone iodada 0,4 %
- 3 agujas y sedal sutura 100 cm.
- 9 agujas hipodérmicas
- 2 gasas hidrófilas 50 x 50
- 2 vendas esterilizadas 10/100
- 4 vendas 70 mm.
- 6 barritas de cacao
- 3 envases de bloqueador solar factor 25
- 2 kit antiofídico

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para cualquier proyecto a desarrollar en Venezuela, contactar siempre con la Sociedad Venezolana de Espeleología, a través de su Presidente, Prof. Franco Urbani, siempre abierto a la cooperación en este tipo de expediciones.
- Proveerse de abundante documentación oficial, nos facilitará el desplazamiento por el interior del país.
- Es necesario invertir tiempo y dinero en una buena prospección aérea. Es fundamental poder elegir un buen lugar con objetivos cercanos y accesibles desde el campamento.
- Las instalaciones de acceso a las cavidades deben ser aéreas, evitando los fraccionamientos ya que no sabemos si sobre el punto de roce vamos a encontrar buena roca para instalar un anclaje.
- Las instalaciones deben de ser muy técnicas y no permitir el mínimo roce. Atención a las desviaciones, deberan ser seguras, pues no podemos permitir que salten y la cuerda roce.
- Evitar el desplazamiento por el tepuy de noche o con niebla. En caso necesario balizar muy intensamente el camino; la orientación es muy dificultosa -sobre todo si llueve torrencialmente- y la progresión es peligrosa debido a las numerosas grietas.
- Los taladros Ryobi resultaron imprescindibles. Los spits funcionaron bien sobre la cuarcita dura y los parabolt -en número de dos- ofrecían seguridad psicológica en las zonas arenizadas. En nuestro caso utilizamos un número similar de ambos anclajes.
- Hay que protegerse bien del sol. Una gorra, cremas protectoras, pantalón largo y camiseta de manga larga son los elementos imprescindibles para protegernos del sol, de los arbustos y de la roca agresiva.
- La temperatura diurna es elevada y las lluvias torrenciales más que generosas, por lo que resulta aconsejable disponer de ropa liviana y con gran poder hidrófugo. Por la noche la temperatura puede descender hasta los 6 ó 8 grados. En estos momentos una buena camisa y el forro polar se agradecen.
- En el interior de la cavidad, aun cuando la temperatura permite una exploración con ropa de prospección, es aconsejable utilizar el buzo de nylon para protegerse de la roca y arena abrasivas y de la fauna que pulula entre la maleza y entre los bloques y pasos estrechos del interior de las cavidades.
- Atención por último a las crecidas de los ríos superficiales y subterráneos: ¡¡son brutales!!.

BIBLIOGRAFIA

SANSINENEA, K. (1992). Logística de la expedición a Turik. Karaitza nº 1 UEV-EEE pp 43-44.

HUBER, O. (1992). El macizo de Chimantá. Escudo de Guayana, Venezuela. Un ensayo ecológico tepuyano. Ed Oscar Todtmann, Caracas.

NOTA: *excepto en el apartado material de exploracion colectivo y botiquín, los datos se refieren al material utilizado y consumido por los 6 expedicionarios vascos.*

ACTIVIDADES EFECTUADAS POR LA UEV (1994)

Grupo Espeleológico Alavés (Vitoria-Gasteiz).

El Grupo Espeleológico Alavés ha dedicado prácticamente todas las actividades del año a levantar parte del perfil topográfico del Sistema del Hayal de Ponata (SI-44) y continuar con las exploraciones en la cavidad. De esta manera, se han realizado dos campamentos subterráneos en Agosto y Octubre para completar la exploración del sector del Río de los Navarros, aumentando en más de 1500 metros la topografía de la zona y terminando en un sifón tras haber superado otro. Las exploraciones en este río han resultado bastante dificultosas por la profundidad del mismo en algunas zonas y la aparición de sifones.

Asimismo, en el sector de la Red del Duque se han explorado y topografiado más de 3500 metros nuevos de galerías, quedando la zona por terminar y con buenas expectativas de continuación, completando todos los cortes longitudinales pendientes. Se han explorado multitud de incógnitas y se han localizado nuevas, aumentando considerablemente el desarrollo de la cavidad. En total se han realizado más de 5000 metros nuevos de topografía y se ha dejado un campamento instalado para nuevas incursiones hasta el fondo de la sima.

Al igual que en otros años, se ha impartido un cursillo de Espeleología a estudiantes de la UPV-EHU del Campus de Alava en las cuevas de Mairuelegorreta y Peña Rota. Al mismo asistieron diez universitarios, quedando pendiente otro para este año.

También participaron seis miembros del GEA en las XXII Jornadas de Espeleología en Gernika junto con el resto de grupos de Euskadi.

Grupo de Espeleología Satorrak (Iruña-Pamplona).

Este ha sido un año intenso para el GES, que ha invertido gran parte del año en la investigación del complejo subterráneo del monte Ezkaldo, sito en el término baztanés de Gartzaín. Los resultados han sido realmente positivos ya que se han explorado y topografiado un kilómetro y medio de galerías, las cuales eran en gran parte desconocidas. Se ha alcanzado gracias a las desobstrucciones una profundidad de 105 m. Asimismo se ha realizado una visión de conjunto que incluye un estudio hidrológico con coloración y análisis químicos de las aguas del complejo, datos interesantes para el estudio de un bello complejo kárstico con peligro de contaminación.

El grupo ha efectuado también salidas organizadas bien dentro de su propio seno como la travesía de "Tonio-Cañuela", o en el marco de actividades conjuntas con la UEV como el "paseo" por la AN-8 (Larra, Navarra /-801), que los amigos del GAES nos prepararon.

En el mes de Octubre, al igual que años pasados, hemos trabajado en la Sima de Amutxate 3, ayudados por las nuevas técnicas de desobstrucción que permiten un avance mayor.

Es seguro que durante 1995, Aralar va a ser el punto de mira del grupo ya que se pretende realizar una labor de revisión de muchos años de trabajo centrados sobre Aitzarreta y el trabajo de recopilación que los grupos vascos nos hemos planteado sobre Aralar. Se están realizando interesantes descubrimientos en zonas hasta ahora pasadas por alto, que esperemos sigan deparando sorpresas y nuevas exploraciones.

Lizarra Espeleologi Taldea (Lizarra-Estella).

En la Cueva de Basaura se hace una escalada encontrando una red de galerías nuevas en las cuales, tras hacer la topografía, se encuentran dos sifones nuevos.

Como en años anteriores, se organiza un cursillo de iniciación a la espeleología asistiendo al mismo nueve personas.

Tres integrantes del Grupo de Espeleología de Estella asisten a la expedición Vasco-Cubana organizada por la Unión de Espeleólogos Vascos.

En el mes de Septiembre, a través de un grupo de espeleólogos españoles y franceses, se organiza una expedición a Picos de Europa, a la cual asisten tres miembros del grupo. A pesar del mal tiempo 16 cavidades fueron exploradas con un desarrollo total de 1500 m aproximadamente. El descubrimiento más importante fue el CI 22 con 296 m de profundidad.

En la Sierra de Aralar se fue prospectando la zona que había sido trabajada en las Jornadas de Espeleología del País Vasco de 1993. Tras visitar una a una todas las cavidades donde quedaban incógnitas, en una de ellas, tras una importante labor de desobstrucción, se realizó un hallazgo importante que dará mucho que hablar en el futuro.

Sección de Karstología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (San Sebastián-Donostia).

Campaña de prospección del sector Jurásico-Este (macizo de Aralar-Gipuzkoa), durante la cual se ha reconocido la práctica totalidad del sector. El número de cavidades halladas es escaso a pesar de la intensa dolinización observable. Las dimensiones de las cavidades encontradas son, en general, muy reducidas. Solamente la sima denominada AR-1, localizada al final de la campaña, ha superado la cota de -200 m., sin que se encuentre terminada la exploración. La amplitud de los pozos y la gran cantidad de incógnitas pendientes de exploración, nos hacen pensar en logros mayores.

Asi mismo se ha realizado un documental sobre espeleogénesis basado en la Sima de Ondarre (Aralar) de -260 m. de profundidad y 3200 m. de desarrollo. Este documental, de orientación divulgativa y didáctica, incluye animaciones y grafismos por ordenador a fin de facilitar la comprensión del público en general.

Tres integrantes de esta sección participaron en la Expedición Vasco-Cubana de Espeleología Majaguas-Cantera-94 la cual ha dado como resultados más de 1000 m. de topografía y la exploración de dos nuevos sectores del sistema.

Se ha adaptado y desarrollado un innovador método de desobstrucción de origen italiano bastante comodo y efectivo. Dicho método se puso en conocimiento del resto de grupos de la UEV durante las XXII Jornadas de Espeleología celebradas en Gernika (Bizkaia) en el mes Diciembre

Aloña Mendi Espeleologi Taldea (Oñati)

Talde honek egindako lanak barez ere Arantzazu errekako harnean (Aizkorri mendikatea, Gipuzkoa)burutu dira. Igarotako 1994 urte honetan, zazpi kobazulo berr aurkitu ditugu.

Bestalde,lehendik katalogatu eta esploratu zeuden bi kobazulo Gomistegi eta Arantzzu urzuloa. berriro esploratu ditugu, galeria berrial aurkituz.Gomistegiko koban,daramagun esplorazio jarraituz errekan gora 700 metrotan galeria berriak topografiatu ditugu (120 metrotako desnibela), oraindik esplorazio amaitutzat jo ex badugu ere. Arantzazuko urzuloan berriz, 80 m.tako sakonera arte heldu gara eta 700 m.tako garapena lortu da.

Dakizuenez, Aprilan zehar Euskal-Kubatar Espeleologia Espedizioa ospatu zen, Majaguas Cantera multzoa (Pinar del Río, Cuba) bisitatuz, bertan Aloña Mendi Espeleologia Taldeko partaide batek parte hartu zuelarik. Era berean, Abuztuan II Euskal kubatar Espeleología Topaketetan ere parte hartu zuen gure taldeak, hauen barnean Gesaltza-Arrikrutz multzora irteera bat antolatuz.

Azkenik esan beharra dago "Gesaltza-Arrikrutz Multzo Karstikoa" lana bukatu dugula; Gipuzkoakoa kobazulo handienari buruzko bilduma eta azterketa bat da, eta later karaitzan laburpen bar irakurtzeko aukera izando duzue.

Grupo de Actividades Espeleológicas Subterráneas (Bilbao).

GORBEA: Se ha trabajado sobre todo en la Cueva de **Otxabide**, donde se han localizado nuevas galerías y pozos. La topografía se encuentra casi finalizada, aunque la cavidad se encuentra todavía en exploración. En **Itxulegor** se ha continuado la exploración y la topografía, quedando todavía algunas incógnitas. El desarrollo topográfico actual es de 4200 m. Asimismo se han topografiado y catalogado 35 pequeñas cavidades.

RASINES: Se han levantado 2 kms de perfil topográfico en la **RN-30** (3400). En la **RN-103** estamos localizando nuevos pozos y meandros entre las cotas -150 y- 275, todos ellos de escasa importancia

Ocho miembros del Grupo han asistido a las XXII Jornadas Vascas de Espeleología (Gernika-94), organizadas por la EEE-UEV. También se ha celebrado el VII Cursillo de Iniciación a la Espeleología para la Universidad del País Vasco. Se ha organizado una visita a la AN-8 para los grupos de la EEE-UEV, con amplia respuesta de la convocatoria.

Asociación Deportiva Espeleológica Saguzaharrak (Gernika).

Junto a la organización de las XXII Jornadas Vascas de Espeleología durante 1994 no se han descuidado las labores de investigación y exploración.

En el mes de Abril finalizamos el estudio de las aguas del sistema de Paltzuaran que desde 1983 veníamos realizando en colaboración con la Universidad del País Vasco.

Con la imprescidible colaboración del Grupo "La lastrilla" de Castro Urdiales (Cantabria), se ha podido situar en el exterior un nuevo posible punto de acceso a la Cueva de Ezuneta (Gizaburuaga) empleando para ello un sistema de emisión-recepción de ondas de radio.

Espeleobuceo del sifón terminal de la Cueva de Lezate, para intentar forzar una continuación en dirección a su cabecera situada en el Sistema Subterráneo de Paltzuaran, con el que se había conectado mediante trazadores químicos en el año 1993. El resultado fue negativo. Los dos buceadores bajaron a una profundidad de 17 m. en el sifón y no consiguieron hallar ningún paso

Se ha continuado con la labor de topografía de algunas cavidades importantes:

OKOMIKAKO KOBA: Se ha elaborado un plano detallado de esta cueva, con un desarrollo topográfico de 581 m, cuando el anterior desarrollo no superaba los 100 m. En el interior de esta cavidad existe una importante colonia de murcielagos.

LAMINETAKO SISTEMA: Se han llevado a cabo multiples entradas para recoger datos topográficos y renovar la antigua topografía existente eleborada por el Grupo Espeleológico Vizcaíno. El nuevo plano da de momento un desarrolo de 4800 m., con lo que supera en 500 m la anterior topografía. Es la cavidad de mayor longitud de las comarcas vizacaínas de Urdaibai y Lea-Artibai.

EZUNETAKO KOBA: Se trata de una cavidad descubierta y explorada en su totalidad por el ADES. Desarrollo actual 2100 m.

En lo que se refiere a la divulgación hay que destacar dos cosas: la publicación que se ha realizado en el ADES durante 1994. Se trata de un album de Espeleocomic aprovechando la vena artística de Roberto Garay, dibujante de prestigio en el mundo del comic. También ha sido el año en que varios componentes del ADES han participado en la realización de un documental sobre los peligros de la divulgación de espacios naturales aprovechando que uno de los miembros del Grupo Santi Urrutia ganó uno de los concursos de guiones que convoca el programa de ETB "Doctor Livingstone, supongo". Algunos de los lugares que aparecen en el documental como desconocidos por el público han sido precisamente descubiertos por el ADES.

El año 1994 va a ser recordado por el ADES por un hecho luctuoso: el fallecimiento de uno de los miembros fundadores de este Grupo. Jose Luís Urzuriaga Magunagoikoetxea, *Pepe,* en la montaña asiática del Khan Tengri, junto con el montañero mundakarra Iosu García Elorriaga, a finales de Agosto. Se da la casualidad de que en esta montaña también falleció el montañero vinculado al Grupo Espeleológico de Aloña Mendi de Oñate, Iñigo Ibarrondo en 1993. Jose Luis Urzuriaga fue miembro fundador del ADES. Realizó las primeras exploraciones espeleológicas del ADES en Urdaibai y en Lea-Artibai. Más tarde el grupo utilizó sus habilidades como escalador para realizar difíciles travesías en los acantilados extraplomados del cabo Ogoño, llegando a las cuevas colgadas que actualmente se conocen como "Ojos del Cantábrico", única zona litoral conocida en el mundo donde se conoce una colonia de nidificación del ave marino *Paiño común.* En memoria de Jose Luís, los participantes en las XXII Jornadas Vascas de Espeleología, pudieron sentir el vértigo de acceso a estas impresionantes cuevas.

Grupo Espeleológico Matiena (Abadiño).

ACTIVIDADES ORDINARIAS

Mugarra: se ha finalizado la catalogación de cavidades en las dos laderas N y S. En total se han catalogado 42 cavidades aunque quedan pendientes las bocas colgadas en el farallón sur.

Balzola-Dima: se ha terminado la exploración y topografía en Balzola. El desarrollo total supera los 2 km con un desnivel de 45 m. Se realiza también la travesía de la Sima de Abaro-Cueva de Jentilzubi. Se realiza la topografía del Tunel de Abaro mientras que algunos sectores de Jentilzubi continúan en exploración.

Curso de Iniciación. El GEMA ha impartido un curso de Iniciación a la Espeleología con 5 sesiones teóricas apoyadas por material audiovisual con dos salidas a cavidades. Posteriormente la gente más avanzada del cursillo realizó práctivas verticales en Sagastakoba algunas semanas después.

ACTIVIDADES EXTRAORDINARIAS

Trabajo Parque Natural de Urkiola: se entregó a este organismo un catálogo de las cavidades existentes dentro de la demarcación del Parque Natural, coincidente con la zona de trabajo habitual del Grupo.

Video en la Kultur-Etxea

Eskubaratz: III campamento de verano con exploración y/o topografía en 15 cavidades

Día del Río: en compañía de otros grupos del municipio, así como de miembros de la corporación municipal realizamos limpieza en un tramo del Ibaizabal a su paso por Abadiño

Asociación Grupo Espeleológico Gazte (Bilbao).

En la zona de Pagasarri se ha topografiado la UZ-3 y Nogales-2, llegando la red a alcanzar más de 1000 metros de desarrollo y 20 de desnivel. A su vez se han topografiado otras 10 cavidades. En la zona de Lamindao (valle de Arratia) se han topografiado 20 cavidades.

Grupo Espeleológico Besaide (Arrasate-Mondragón).

Son cuatro las áreas de trabajo llevadas a cabo por el Grupo de Espeleología de Besaide a lo largo de 1994.

TRABAJOS ESPELEOLOGICOS

Exploración y topografía de la Cueva de Aixa (Izarraitz): el trabajo topográfico de esta cavidad está muy avanzado, habiendo superado en la actualidad los 8 km. Queda pendiente la topografía de algunas galerías ya exploradas así como el contrastar nuestros

datos topográficos con otras cavidades del entorno para poder determinar posibles conexiones.

Udalaitz: situación sobre el plano y labores de topografía de determinados aspectos geomorfológicos del exokarst.

Trabajo de gabinete: todos los trabajos de campo conllevan inevitablemente una labor de estudio donde se almacenan de forma correcta todos los resultados y datos obtenidos en las salidas de campo (archivos, catálogo etc.)

Labores de Iniciación: salidas con nuevos miembros del grupo para iniciarlos en las distintas técnicas espeleológicas.

RELACIONES CON LOS GRUPOS DE ESPELEOLOGÍA

En este apartado incluimos la asistencia de miembros del Grupo a diversos actos organizados en el el seno de la EEE-UEV (reuniones, jornadas, espeleosocorro etc.)

DIVULGACIÓN

Una de las misiones de nuestro grupo es divulgar el mundo de la espeleología en nuestro entorno más cercano. En este sentido colaboramos con distintas asociaciones e instituciones en programas divulgativos de nuestra actividad

Recopilación de información sobre minas en Udalaitz y colaboración con arqueólogos de la Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Sociedad Espeleológica Burnia (Bilbao).

La SEB ha centrado sus trabajos en el estudio de los macizos de Galdames y Zaramillo (Bizkaia). En este último cabe destacar la conexión de Ispiluen Leizea (Z-25) a Saratxo'ko Sarea, con lo que el desarrollo topografiado supera los 6200 md. Esto junto al descubrimiento de unas prometedoras continuaciones hace que se renueven las expectativas de crecimiento del complejo.

En lo que respecta a Galdames, la actividad se ha distribuido sobre dos sectores Urallaga (0) y Arenaza (I). En el sector de Urallaga se han catalogado más de un centenar de cavidades destacando de entre ellas la cueva de la Magdalena (3400 md/+70 mp.), el complejo MT-19/50 (2155 md/-73 mp), la MT-100 (1548 md/-72 mp), Cueva del Sauco (938 md/+35 mp.) y la MT-10 (-98 mp).

Respecto al sector Arenaza (I), cabe mencionar que se inicia la retopografía de la cueva de Arenaza (6136 md/+135mp.), debido al caos o ausencia de las topografías realizadas en el transcurso de las XXII Jornadas Vascas de Espeleología. También se inicia el estudio de la Torca de Artekona (1135 md/-141 mp), donde quedan pendientes numeros incógnitas, alguna de las cuales nos puede ofrecer la conexión con Arenaza.

En la zona del Asón (Cantabria), concretamente en Canal del Haya, se ha continuado con la exploración, invitados por el grupo cantábro DEPORTES SPELEO, de la Torca del Canto Encaramado (13.000 md/-400 mp), volcando todos los esfuerzos en su conexión con otra importante cavidad situada sobre el río Miera.

Picos de Europa fue el lugar elegido para realizar la campaña de verano. Esta se celebró en septiembre y en compañía de grupos cantábros y franceses. El campamento se instaló en el Hoyo tras Llambrión (2300 msnm), sobre las estribaciones meridionales del pico Llambrión (Macizo Central). Las posibilidades de esta zona son extraordinarias, ya que la surgencia (Fuente Molinos) se halla a la cota de 400 m., lo que ofrece un potencial del orden de 2000 m. Su aportación incrementa en el doble el caudal del río Cares.

Sin duda esta campaña se carecterizó por las pésimas condiciones metereológicas, con fuertes vientos que desgarraron tiendas de campaña y dos nevadas, la última de las cuales nos invitó a suspender el campamento antes de lo previsto. Pese a todo, en los días de buen tiempo, se desarrolló una intensa actividad de prospección y exploración cuyo fruto fué la catalogación de más de 30 cavidades, entre las que destacan la CI-22 (-296 mp) la CI-10 (-114 mp), CI-17 (-110 mp) y otras cuatro superiores a los 70 mp.

Grupo Espeleológico OTXOLA (Iruña-Pamplona).

El trabajo de este año se ha realizado principalmente en la campaña de Roncal en la cual se ha explorado la Sierra de San Miguel y el monte Arguible. Los resultados no son importantes ya que el karst presentaba una gran influencia tectónica en la formación de sus cavidades, por lo que la mayoría son simplemente grietas.

Como cavidad destable encontramos la Sima de Odieta en la cual se ha alcanzado una profundidad de 115 m con un pozo de entrada de 90m.

También se ha continuado explorando en zonas ya comenzadas. En Soragain se ha seguido con la exploracion de la cueva de Beltxa Zulo, en la que se han encontrado nuevas galerías con perspectivas de continuación, junto con cavidades en la parte del Iturrumburu y la zona de Leurza, en la cual se han localizado algunas cavidades de pequeño tamaño.

Arrastakan Taldea (Etxarri-Aranatz).

Las principales actividades desarrolladas en 1993 por Arrastakan Taldea han sido:

Participación en las XXII Jornadas Vascas de Espeleología, organizadas por el ADES en Gernika, que han estado dedicadas principalmente al Espeleosocorro.

Colaboración con el Grupo Espeleológico de Estella-Lizarra Espeleoloji Taldea-, en la exploración de un sector de Basaura (Sierra de Lókiz, Navarra).

Comienzo de un nuevo estudio espeleológico en la zona de Tuturre-Espartazabal (Aralar Navarro).

Se ha impartido un curso de iniciación a la espeleología vertical en Etxarri-Aranatz, al que han acudido 8 personas.

En el plano deportivo se han descendido varios cañones de la Navarra Huesca y Zuberoa.

CONTACTO CON ESPELEOLOGOS DE GEORGIA

Durante el período que va de julio a diciembre de 1994, el miembro del ADES Aitor Zabalgogeazkoa, estuvo trabajando como reportero y colaborando con la ayuda humanitaria en diferenes repúblicas del Caúcaso. Allí entró en contacto con el único grupo de espeleología que existe en Georgia, donde llevó a cabo algunas actividades.

En octubre recorrió el río subterráneo de una surgencia que vierte al río Rioni en la región de Tskhaltubo, donde un equipo del Speleo Club Morioni, dependiente del Instituto de Recursos Mineros del Caúcaso se encontraba realizando una filmación. También visitó la cavidad de Lumistavi de aproximadamente 10 km de desarrollo que está siendo preparada para acondicionamiento turístico, siendo este método una de las escasas formas de obtener subvención para la práctica de la espeleología en Georgia.

Posteriormente, trató de llegar al Sureste del Caúcaso, donde se encuentran varias simas que superan los 1000 m de desnivel. Sin embargo la guerra existente entre la República autónoma de Abjasia y Georgia hace impracticable los caminos y senderos de acceso a este importante karst al existir una gran cantidad de minas, de tal forma que es muy probable que esta zona quede en el olvido espelológico dado la peligrosidad de acceso.

Como fruto de estas relaciones ha surgido la posibilidad de que algún miembro de la UEV-EEE pueda desplazarse para participar en una expedición internacional que se realizará en Agosto del 95 en el macizo de Askhi en la cordillera subcaucásica de Egrisi, situado en la región georginana de Megrelia. En esta expedición tienen presencia equipos polacos, franceses, italianos y georgianos.

CONVENIO DE ESPELEOSOCORRO ENTRE EL GOBIERNO VASCO Y LA EEE-UEV

En el mes de Marzo de 1994 se procedió a la firma del convenio de colaboración entre el Departamento de Interior del Go-

bierno Vasco y la Unión de Espeleólogos Vascos. De esta manera se avanza un paso más en la trayectoria de colaboración de rescates en cavidades que ambas instituciones mantienen desde hace años.

La firma de este convenio regula y normaliza la actuación del grupo de espeleosocorro Euskal-Espeleo-Laguntza (EEL) y la dirección de actuación de emergencias. El convenio ofrece un apoyo económico que ya ha dado sus frutos impulsando la labor de este colectivo de espeléologos que cuenta con más de 50 voluntarios organizados y entrenados en el manejo de las complejas técnicas de evacuación en cavidades subterráneas

XXII JORNADAS VASCAS DE ESPELEOLOGIA GERNIKA-94

Durante el més de Diciembre tuvieron lugar en Gernika la celebración de las XXII Jornadas Vascas de Espeleología organizadas por el grupo ADES. Aunque en un principio estas jornadas tenían previsto la realización de un video profesional sobre el espeleosocorro, la falta de subvenciones impedió tal proyecto quedando restringidas a unas prácticas de Espeleosocorro en varias cuevas y simas de la zona.

En ellas particiaparon 80 espeleólogos pertenecientes a 16 grupos de la Unión de Espeleólogos Vascos. Se realizaron varias prácticas en cavidades de la zona, con lo que estas cavidades han quedado equipadas para una rápida actuación en caso de un hipotético accidente. Sin duda una de las actividades más espectaculares fue la visita a las cavidades existentes en el escarpe del cabo Ogoño (Ojos del Cantábrico), al tiempo que se explicó con prácticas el nuevo método de desobstrucción de origen italiano que ha sido aplicado por miembros de la Sociedad de Ciencias Aranzadi.

EXPEDICION LARRA

EL GAES ha celebrado en Larra su XVI campaña de verano. Las exploraciones se han desarrollado en la Sima **AN-8** (-801). Se trabajó entre -600 y -800 utilizando dos vivacs situados a -500 y -650. El objetivo era superar el caos de bloques final, pero no se consiguió a pesar de haber localizado grandes galerías situadas hasta 30 m por encima del río, donde se encontró una nueva vía que descendió hasta -790 más allá de la vertical del caos de bloques final. Coordinados por el ARSIP hemos participado en una gran operación de coloración de aguas. Se inyectó fluoresceína en la M-413 y se colocaron fluocaptores en la AN-8 a -620 y en Larrandaburu, así como en las surgencias de Kakouetta. El resultado fue positivo en la AN-8, en Larrandaburu y en la surgencia de Illamina (cuenca del río San Jorge), cerrando de esta manera una puerta más a la hipótesis de la existencia de un afluente (Río Z) que drenaría las aguas colectadas en Zampori y aledaños a la cuenca del río San Vicente.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

(1) Se acepta todo trabajo original relacionado con las ciencias espeleológicas. La Comisión Editora se reserva el derecho de publicación. Todo artículo debe haber sido revisado por uno o más especialistas en la materia antes de su entrega.
(2) Cualquier persona, sea o no miembro de la UEV, puede enviar trabajos. Los autores son los únicos responsables, del contenido de los artículos.
(3) Se debe enviar original y copia, escritos a máquina a doble espacio y con amplios márgenes. No se pondrán notas al pie del texto. Las palabras que se deseen vayan en cursiva, deberán ir subrayadas en el original.
(4) Para guiarse en la organización y formato, los autores deben consultar el último número de *Karaitza*. El artículo constará preferentemente de: (a) Título (breve e informativo). (b) Nombre del autor y dirección postal. (c) Resúmenes en español, euskera e inglés, de unas 5 líneas cada uno. (d) Fecha de envío. (e) Texto principal; se sugiere que esté dividido en: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Conclusiones. (f) Agradecimientos. (g) Bibliografía. Las tablas y figuras deberán disponerse en hojas aparte e indicar en una hoja adjunta el texto de las leyendas de cada una.
(5) Las figuras y tablas se presentarán preparadas para su reproducción directa, numeradas correlativamente en una sola serie. Las tablas se presentarán escritas a máquina electrónica. Los dibujos y gráficos deberán estar realizados a tinta china, sobre papel vegetal y de tamaño lo suficientemente grande para permitir las reducciones necesarias (generalmente a la mitad). Se utilizarán sólo las fotografías indispensables, en blanco y negro y en papel brillante de buen contraste; igualmente de tamaño grande para permitir reducciones.
(6) La bibliografía irá al final del trabajo en estricto orden alfabético. Los títulos se abreviarán según las normas internacionales aceptadas. Nótese que el apellido del autor se pondrá siempre en mayúscula, tanto en la bibliografía como en las referencias del texto. Las citas bibliográficas en el texto se harán siempre con el apellido del autor o autores y el año de publicación. Cuando sean tres o más, se colocará el apellido del primero seguido de la expresión et al. Tomar como ejemplo o modelo de formato las bibliografías de los artículos de este número.
(7) Todo artículo que no cumpla con los requisitos de formato y presentación será devuelto al autor o autores con las observaciones pertinentes para su corrección. Se sugiere muy especialmente a los autores una uniformidad de escrito en los trabajos, tales como la omisión del punto después de la abreviaturas más comunes: 12,5 m, 7 mm, 5 m^3/sg; y el uso de numerales antes de las unidades de medida.
(8) El texto de los trabajos podrá estar redactado en español, euskera, francés o inglés. Se recomienda situar la zona de estudio en un mapa regional o continental, para su rápida comprensión por lectores de cualquier país (recuérdese que la revista tiene difusión internacional). El autor se hará responsable de la corrección de las pruebas de imprenta y recibirá 25 separatas de forma gratuita.

LOS MIEMBROS DE LA EEE-UEV REALIZAN SUS ACTIVIDADES DENTRO DE LOS SIGUIENTES GRUPOS

Grupo Espeleológico Alavés (GEA)
Apdo 21 01080 -Vitoria-Gasteiz
Araba

Aranzadi Zientzi Elkartea-Karstología
Ignacio Zuloaga Emparantza
(Museoa)
20003-Donostia
Gipuzkoa

Aloña Mendi Espeleologi Taldea (AMET)
Zumalakarregi 18
20560 -Oñati
Gipuzkoa

Arrastakan Taldea
Zugarreta 26 3°
Etxarri-Aranatz
Nafarroa

Asociación Deportiva Espeleológica Saguzaharrak (ADES)
Apdo 59
48300 Gernika
Bizkaia

Besaide Espeleologi Taldea (BET)
Garibai 3
20500 Arrasate-Mondragón
Gipuzkoa

Club Deportivo Eibar
Toribio Etxeberría 16 1°
Eibar
Gipuzkoa

Grupo de Actividades Espeleológicas Subterráneas (GAES)
Iparagirre 46 7
48001 Bilbao
Bizkaia

Lizarra Espeleologi Taldea (LET)
Frontón Municipal
C/Navarrrería s/n
31200 Lizarra
Nafarroa

Sociedad Espeleológica Burnia (SEB)
Apdo 3044
48080 Bilbao
Bizkaia

Grupo Espeleológico Satorrak (GES)
C/ Jarauta 78 bajo
31001 Iruña-Pamplona
Nafarroa

Grupo de Espeleología Otxola
C/ Carmen 22 bajo
Iruña-Pamplona
Nafarroa

Grupo de Espeleología Lezeko Andreak
C/ Aralar 7
Iruña-Pamplona
Nafarroa

Gazte'ko Espeleologi Taldea
Bidebarrieta 7 2° Izda.
48005 -Bilbao
Bizkaia

Ziloko Gizonak
Allée Lartigot
64100 Baiona-Bayonne
Dpt 64
France

KARAITZA
Publicación de la
Unión de Espeleólogos Vascos

INDICE

Presentación 1

Agradecimientos 2

Exploración y estudio de cavidades en rocas silíceas precámbricas del grupo Roraima, Guayana Venezolana: una síntesis actual.
Carlos Galán 3

Observaciones sobre la morfología superficial y subterránea de los tepuys Acopán y Amuri del Macizo de Chimantá (Guayana Venezolana).
José Javier Maeztu 13

Notas sobre aspectos geoquímicos de los tepuys Acopán y Amuri del Macizo de Chimantá (Gran Sabana, Venezuela).
J. M. Lz. de Ipiña, Félix Mtz. de Musitu y Andoni Tarriño 27

Catálogo de cavidades exploradas en el Macizo de Chimantá
José Javier Maeztu, Jesús Mª Lz. de Ipiña, Félix Alangua e Iñaki Latasa 33

Resultados biológicos de la expedición Vasco-Venezolana al Macizo de Chimantá, 1993 (Estado Bolívar, Venezuela)
Francisco Herrera M. 45

Logística de la expedición Vasco-Venezolana "Chimantá Tepuy - 1993"
Daviz Díez e Iñaki Latasa 48

Actividades efectuadas por la EEE-UEV (1994) 53

Contacto con espeleólogos de Georgia 55

Convenio de espeleosocorro entre el Gobierno Vasco y la EEE-UEV 55

XXII Jornadas Vascas de Espeleología Gernika-94 56

Expedición Larra 56

Unión de Espeleólogos Vascos
Ignacio Zuloaga Enparantza (Museoa)
20003 Donostia - San Sebastián
País Vasco

ISSN - 1133-5505