



BOLETIN
N° 6 **GET**

BOLETIN GET

Nº 6

PUBLICACION DE LA ASOCIACION ESPELEOLOGICA GET MADRID (España)



Boletín GET, 6 1.991

REDACCION Y COMPOSICION

JAVIER LARIO
PEPE MARTINEZ
FELIX BERMEJO

COLABORAN

FERNANDO VILLAVERDE
MIGUEL ANGEL DEL BARRIO
JESUS PEREIRA
JULIO BAREA
JAVIER GONZALEZ
JUAN MARIANO SANCHEZ
ARIOSTO DE HARO

INTERCAMBIOS Y CORRESPONDENCIA

ASOCIACION ESPELEOLOGICA
GET
Apartado de Correos 445
MADRID-28080 (ESPAÑA)

DEPOSITO LEGAL:
M-35105-1983

Agradecemos la colaboración de la
Cátedra de Hidrogeología
de la E.T.S.I. de Minas de Madrid
para la confección de este número

COLABORA:

Dirección General de Juventud de la
Comunidad de Madrid



INDICE

- EDITORIAL	4
- LA RED DEL JUNJUMIA (Picos de Europa)	5
- NUEVAS CAVIDADES DEL CAÑON DEL RIO LOBOS	21
- EXPLORACIONES EN EL KARST EN CUARCITAS DEL SISTEMA AONDA (Auyantepuy, Venezuela)	31
- LOS ANCLAJES EN ESPELEOLOGIA	41
- DOS TAPIAS PARA ENTRENAR	46
- EXPLORACIONES EN LA SIERRA DEL MORTILLANO (Cantabria)	48
- APORTACION A CATALOGOS REGIONALES	53
- LA CUEVA DE LOS CHORROS TRAS EL SIFON VERA	58
- COLABORACION	61
- NOTICIARIO ESPELEOLOGICO	62

Fotografía de Portada: El río San Cayetano en uno de los ensanchamientos del meandro Luis Gabriel (Red del Junjumia, Picos de Europa)

Fotografías de Contraportada: 1.- Uno de los rápeles de la Leze (Vitoria)
2.- Surgencia de Sima Aonda (Venezuela)
3.- Buceando en la Fuentona de Muriel (Soria)

Todas las fotografías de la revista fueron realizadas por Pepe Martínez.

* El boletín GET se intercambia con cualquier publicación de carácter espeleológico.

* Se autoriza su reproducción total o parcial haciendo mención de su procedencia y autores.

EXPLORACIONES EN EL KARST EN CUARCITAS DEL SISTEMA AONDA (Auyantepuy, Venezuela)

Javier LARIO⁽¹⁾, Pepe MARTINEZ⁽¹⁾

⁽¹⁾Asociación Espeleológica GET

RESUMEN

En el presente trabajo se intenta hacer un resumen de las exploraciones y trabajos científicos realizados por la A.E.GET durante los años 1988 y 1989 en el interesante karst en cuarcitas del Sistema Aonda, en Venezuela.

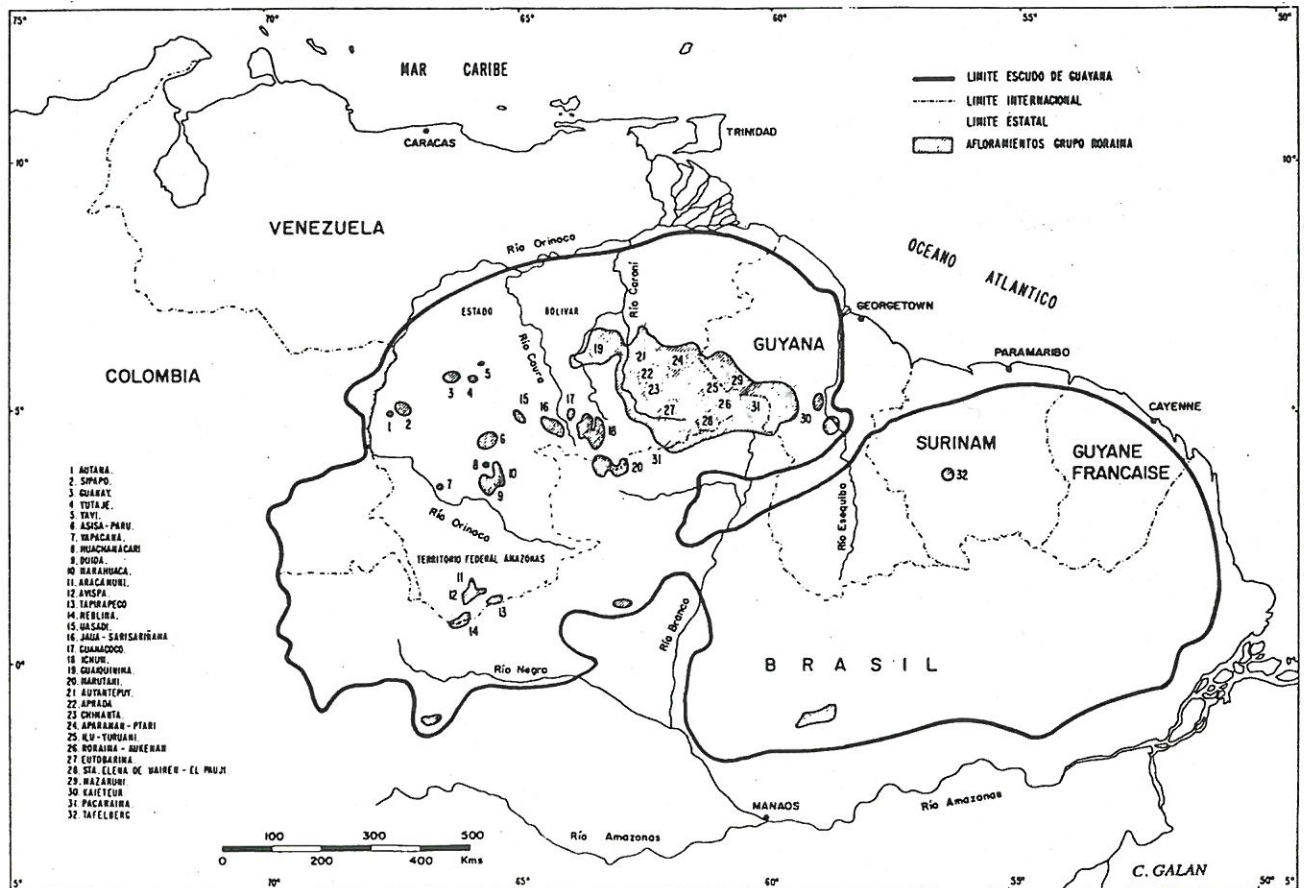
Así mismo, se realiza una síntesis de los trabajos efectuados en este area, intentando aclarar la problemática de la génesis del karst en cuarcitas y la evolución de sus formas.

En el año 1988 se consiguió descender al fondo de Sima Aonda por una vía totalmente nueva. Además en su fondo se exploró parcialmente la impresionante surgencia interior, así como otras cavidades del sistema.

En el año 1989 se realizaron estudios hidrogeoquímicos, para lo cual fue necesario descender nuevamente a Sima Aonda. Se exploró otra cavidad en la zona, debiendo abandonar su exploración por los problemas técnicos que presenta la instalación en estas cavidades.

INTRODUCCION

El llamado Mundo Perdido, región de las grandes mesetas de cuarcita y arenisca del escudo de Guayana, cubre una extensión aproximada de 1.200.000 Km² y comprende la mitad sur de Venezuela y Guayana, llegando hasta los montes Tafelberg en Surinám y al extremo norte de Brasil. En este inmenso territorio se elevan, como islas



La parte sombreada corresponde a las afloramientos del grupo Roraima. Con el numero 21 aparece el Auyantepuy, lugar donde se desarrollaron las exploraciones objeto del presente trabajo.

FIGURA J

perdidas en el tiempo, gigantescos torreones denominados tepuys. (figura 1)

En la superficie de estos tepuys es donde se desarrollan la mayoría de las formas karsticas potenciadas por la estructura y la gran fracturación que existe en sus bordes.

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

El Grupo Roraima está constituido por un conjunto de secuencias de areniscas y cuarcitas precámbricas, y aflora sobre una superficie de, aproximadamente, 450.000 km², extendiéndose desde los Montes Tafelberg, en Surinám, hasta la Sierra Macarena, en Colombia, a través del sur de Venezuela y el norte de Brasil (GONZALEZ DE JUANA et al., 1980).

Estos materiales se encuentran discordantes sobre el zócalo ígneo-metamórfico del Escudo Guayanés, de una antigüedad de 3.400 m.a.

En la localidad tipo de Santa Elena de Uairén REID (1974) (in GONZALEZ DE JUANA et al., 1980) subdivide el Grupo Roraima en cuatro formaciones:

- formación Uairén (850 m): conglomerados y areniscas de origen fluvial, con lutitas y una fina capa superior de laterita hematítica, discordantes sobre un basamento erosionado de rocas volcánicas ácidas,
- formación Kukenán (50-100 m): lutitas,
- formación Uaimapué (250 m): conglomerados y arcosas rojas, que en la parte superior presentan limonitas, jaspes rojos y verdes y fnatitas, y
- formación Mataui (600 m): areniscas y cuarcitas blancas y rosadas, con sills de diabasas.

Estos sedimentos son de origen deltaico, acumulados en grandes cuencas separadas.

EL KARST EN CUARCITAS DEL SISTEMA AONDA

CARACTERISTICAS GENERALES

En el macizo del Auyantepuy, ubicado a 1.750 m.s.n.m. y con unos 700 km² de superficie, se encuentra la mayor cascada del mundo, el Salto del Angel o Churún Merú, con cerca de 1.000 m. de desnivel. En el borde nororiental de este tepuy se localiza el valle del río Aonda, donde se encuentra el sistema kárstico del mismo nombre.(figura 2)

LOS TEPUYS

Los tepuys o tepuyes en lengua pemón o jidis en lengua kekuana son mesetas de edad precámbrico inferior a medio que se formaron a partir de la sedimentación de restos erosionados de una antigua placa continental, Gondwana, cuando aun Africa y Sudamerica estaban unidas.

Las rocas del escudo, con edades tan antiguas como 3,4 Ga (1Ga=1·10⁶ años), representan un fragmento de ese antiguo continente antes de su separación. Posteriormente fueron cubiertas parcialmente por rocas sedimentarias (1,6 a 1,7 Ga) que constituyen el Grupo Roraima, e intrusionadas por rocas ígneas hace uno o dos millones de años. La erosión posterior, que actuó de forma diferente sobre los distintos tipos de rocas, fue horadando enormes hendiduras, desfiladeros y finalmente los grandes valles por donde hoy circulan inmensos ríos, dejando erguidos entre medias gigantescos monolitos de cuarcita denominados tepuys.

Toda la zona tiene un aire misterioso ya que se encuentra cubierta de nubes la mayor parte del año, con precipitaciones que alcanzan hasta 4000 mm/año y que solo decrecen un poco en los tres primeros meses. La vegetación, increíblemente tupida en la base de estas fortalezas, es escasa en las mesetas superiores y todo el ecosistema resulta tremendamente frágil ya que hay una finísima capa de materia orgánica sobre una roca impermeable y compacta. Cinco años después de la primera expedición venezolana en 1983, podíamos ver las sendas sobre las que ellos caminaron, donde la vegetación, aparentemente frondosa, había sido incapaz de regenerarse.

La inaccesibilidad de la zona ha permitido que cada tepuy haya evolucionado a un ritmo propio, protegido por paredes de hasta 1000 m de altura y aislado del mundo exterior. Ello ha convertido el lugar en un autentico paraíso en el que cada año se descubren nuevas especies animales y vegetales, endemismos perfectamente diferenciados. No es extraño que Conan Doyle situara el escenario de su novela *El Mundo Perdido* en esta región. Uno tiene la sensación de llegar a un mundo arcaico, ajeno, delicado y único.

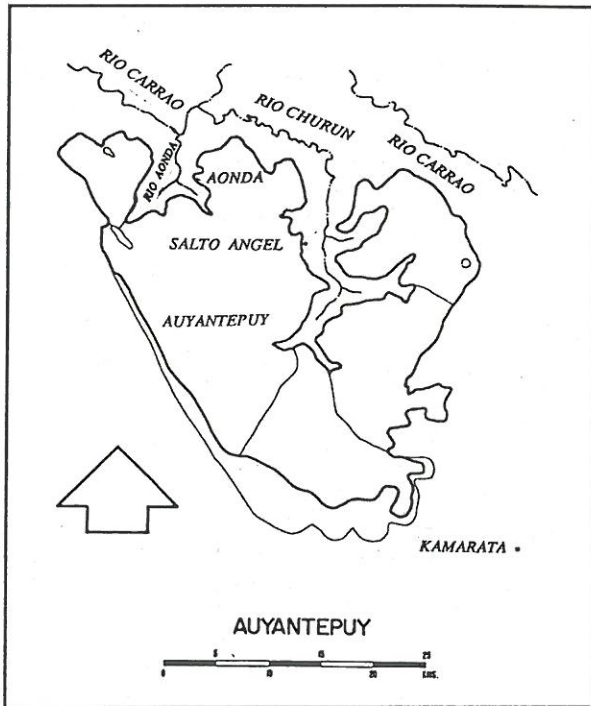


FIGURA 2

El gigantesco AUYANTEPUY tiene una superficie de 700 Km². Por uno de sus bordes se precipita el Salto Angel, la catarata mayor del mundo. Cerca de sus bordes también, se encuentra Aonda, la sima más profunda de Venezuela.

El Sistema Aonda se localiza sobre una plataforma, separada de la superficie superior del Auyantepuy por un escarpe de 150 m. Esta plataforma presenta una red de fracturas principales de dirección WSW-ENE, a favor de las cuales se han encajado los cañones, alguno de los cuales ha evolucionado a sumideros, por los que desaparecen los cauces que por ellos discurren, así como las aguas de escorrentía, debido a las altas precipitaciones de este área, que pueden alcanzar los 4.000 mm/año. (figura 3)

Es precisamente en uno de estos sumideros donde se infiltra el agua de un río procedente de la superficie superior del tepuy, y que se precipita por el escarpe, formando una cascada. El aumento de turbulencia en este lugar es, probablemente, la causa que ha motivado un aumento de la disolución en este punto, favoreciendo la formación de los conductos que han originado este sumidero, de más de 100 m de profundidad, a favor del cual se origina el caudal subterráneo que atraviesa todo el sistema.

Aunque en el sector existen varias simas importantes (GALAN et LAGARDE, 1989), la más importante es, sin duda, la espectacular sima Aonda.

GENESIS Y EVOLUCION DEL KARST EN CUARCITAS

Para plantearnos la génesis de un karst en cuarcitas debemos hacer unas consideraciones sobre el problema de la disolución de la sílice.

En un principio, la solubilidad de la sílice en aguas ácidas es independiente del pH. Para pH inferior a 8 y a temperatura de 25 °C, es de aproximadamente 6 mg/l. Esta aumenta en relación directa con la temperatura, creciendo hasta cerca de 60 mg/l a 100 °C (MUXART et BIROT, 1977).

ANDERSON (1972) (in SZCZERBAN et URBANI, 1974) presenta una recopilación de la solubilidad, en agua, de diversas formas de sílice, en función de la temperatura, donde se puede observar que, en determinadas circunstancias, ésta supera a la de la caliza.

En la naturaleza, en el caso de infiltraciones de baja velocidad, en fisuras y poros, se pueden suponer valores de solubilidad algo mayores que los clásicos,

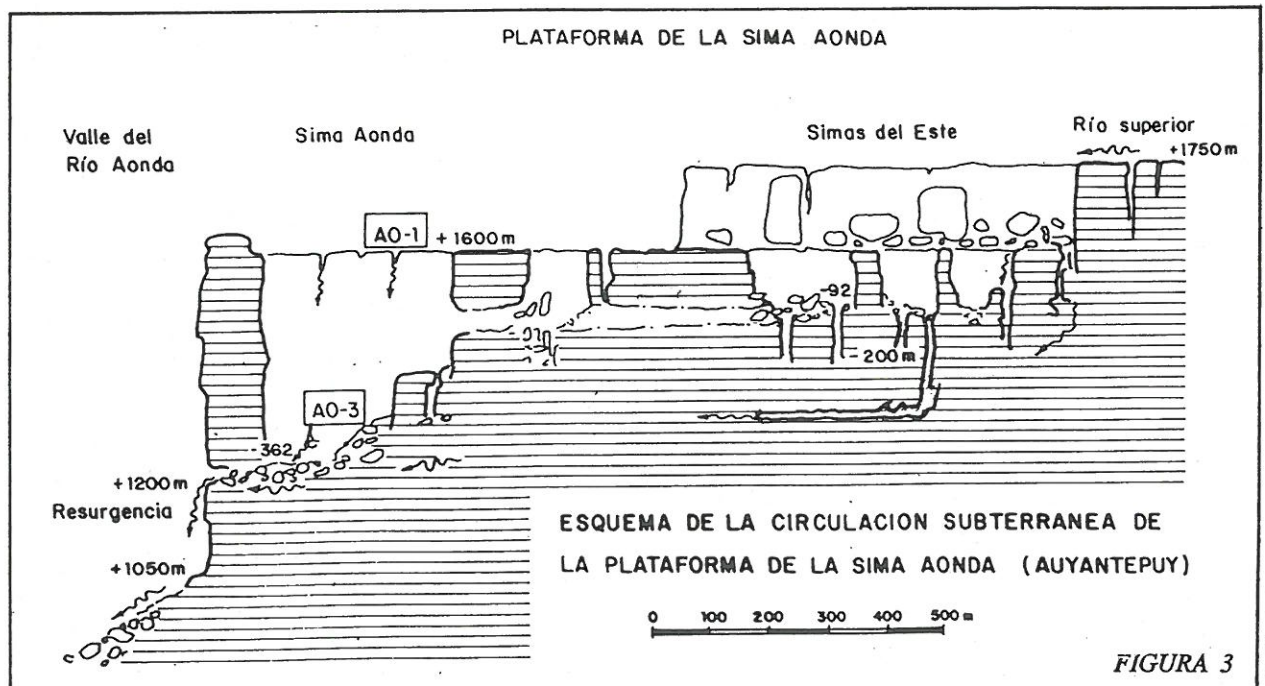


FIGURA 3

Modificado de GALAN 1989.

debido al aumento de la superficie de contacto (ERASO et LIMA, 1990).

En base a los anteriores datos, admitimos que existe una disolución química de las rocas silíceas, aunque el proceso sea muy lento.

Se ha sugerido un modelo general, de formación de las cavidades, en el que se propone que, entre otros factores, la formación y evolución de las formas subterráneas se debería a procesos de "piping", proceso por el cual se produciría la evacuación del material originado por la disolución del cemento silíceo (URBANI, 1986; MARTINI, 1987). En sus etapas iniciales este proceso requiere de una alta presión del agua (MARTINI, 1984), cumpliéndose esto en los bordes de los grandes escarpes, donde existen fuertes desniveles entre los sistemas hidrológicos.

LARIO et al. (in press) admiten que la karstificación se produce, como en los clásicos karst carbonatados, a favor de discontinuidades de la roca, formándose por disolución los conductos preferenciales, por donde circula el agua y produciéndose, simultáneamente, los procesos de pérdida del cemento silíceo y la arenización que se citaban anteriormente.

CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

En la expedición de 1989 se realizó una toma de muestras de agua para su análisis, correspondientes a distintos puntos del sector Aonda. Los resultados se expresan en la Tabla 1.

La muestra AO-1 corresponde a un arroyo que discurre por la superficie de la plataforma Aonda y se precipita a la Sima Aonda. La muestra AO-2 corresponde a agua de lluvia de la superficie del Auyantepuy. La muestra AO-3 corresponde a la surgencia localizada en el interior de la Sima Aonda.

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	AO-1 (mg/l)	AO-2 (mg/l)	AO-3 (mg/l)
Sólidos disueltos	34,63	29,99	32,20
Cl	4,30	3,50	4,30
SO4	9,90	6,10	9,10
CO3H	12,20	14,60	12,20
CO3	0,00	0,00	0,00
NO3	0,00	0,00	0,00
Na	3,70	2,00	3,30
Mg	2,90	2,90	2,70
Ca	1,60	0,80	1,60
K	0,10	0,00	0,00
NO2	0,00	0,00	0,00
NH4	0,14	0,00	0,11
Li	0,00	0,00	0,00
B	0,00	0,00	0,00
PO	0,00	0,00	0,00
SiO	0,86	0,43	0,79
Fe	0,03	0,00	0,03
Mn	0,20	0,00	0,15
Conductividad a 20 °C (s/cm)	17,00	9,00	13,00
pH	4,38	6,01	4,43

Tabla 1. Análisis de aguas.

Se trata de aguas de salinidad muy baja. El agua de lluvia es la menos salina, al alcanzar el suelo incrementa algo su salinidad total. Este agua de lluvia es ácida pero se hace mucho más ácida al circular por el suelo y subsuelo, lo que es normal en rocas cuarcíticas y con vegetación tropical.

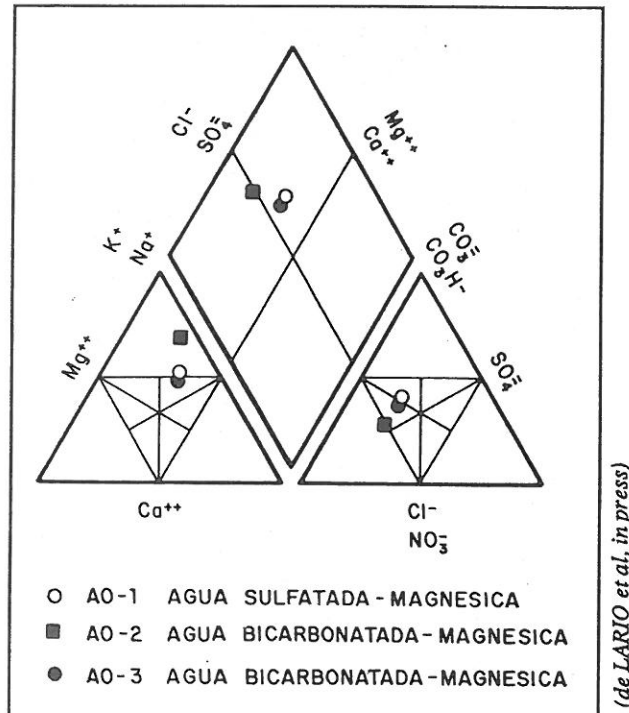


FIGURA 4

Diagrama de Piper de las muestras de agua

Por lo que a la facies química se refiere (figura 4), hay que señalar que el agua de lluvia es bicarbonatada magnesiana, mientras que las aguas de superficie y subterránea siguen con predominio del ion Mg (aunque en menor proporción), y aniónicamente se hacen mixtas, con casi igualdad de sulfatos y bicarbonatos.

LARIO et al (in press) deducen tasas de evapotranspiración del 6% al 9% de la precipitación, lo que parece posible dada la elevada tasa de precipitación y la karstificación.

También calculan que, para una precipitación de 4.000 mm/año, habría una disolución anual de sílice de sólo 1,5 gr. por m² de superficie, lo que habla de la lentitud con la que se desarrollan los procesos de karstificación en estos materiales.

MORFOLOGIAS DESARROLLADAS EN LOS TEPUYS

En un tepuy encontramos una gran variedad de formas, generadas tanto por drenaje exorreico como endorreico. Como hemos comentado, muchas de las formas están asociadas a la fracturación que afecta a los bordes de los mismos.

GALAN (1986) realiza un interesante bloque diagrama en el que se pueden observar las formas más características que encontramos asociadas a un tepuy. (figura 5)

En la figura, las proporciones de las paredes están exageradas ya que en relación a estas la superficie superior ocupa áreas mucho mayores.

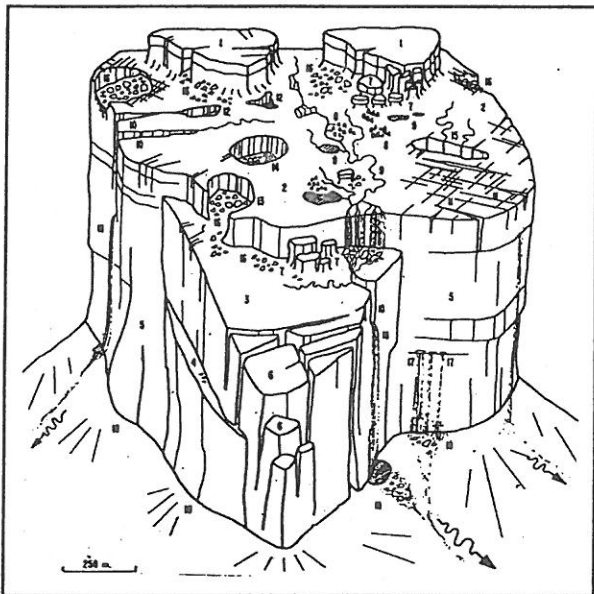


FIGURA 5

Bloque diagrama idealizado de un tepuy (de GALAN 1986)

Las formas que encontramos son las siguientes:

- (1) Antigua superficie de erosión. (2) Superficie cumbre actual (plataforma superior). (3) Plataforma inferior. (4) Escalón de borde. (5) Paredes exteriores del tepuy. (6) Sistemas de grandes torres en borde disectado. (7) Torres y hongos en plataforma. (8) Lapiaz en torres con sistema de canales. (9) Circulación laminar difusa, lagunas y pequeñas quebradas. (10) Cañones y fracturas. (11) Sistema de fracturas. (12) Dolinas y depresiones. (13) Sima desmantelada por colapso de bordes. (14) Simas en zona no fracturada. (15) Simas asociadas a fracturas. (16) Taludes y bloques al pie de escarpes y en depresiones. (17) Surgencias en pared. (18) Cascadas en bordes, fracturas y cañones. (19) Taludes basales.

También se han descrito formas de detalle como lapiaz de acanaladuras, kamenitzas, marmitas, formas en champiñón y otras, y se han encontrado algunos espeleotemas que están siendo estudiados actualmente (LAGARDE, com.pers.).

EXPLORACIONES EN EL SISTEMA AONDA

En el borde nororiental del Auyantepuy localizamos el sistema Aonda formado por un conjunto de cavidades desarrolladas a favor de fracturas de dirección WSW-ENE.

Entre el sumidero superior, localizado en la base de la segunda muralla, y la surgencia del sistema, localizada en la pared exterior del tepuy, hay 1,5 Km de distancia y un desnivel de 450 m. Este trayecto es recorrido por conductos subterráneos solo en parte penetrables.

La sima Este 1, la más oriental, tiene una boca de 70x30 m. Este hermoso pozo recibe un río, que proviene de la plataforma superior, con un caudal estimado de 500 l/s que al precipitarse forma una cascada de 120 m de altura. El fondo está taponado por bloques y se cree que en épocas de crecida es incapaz de absorber el agua que recibe, formándose en su fondo un lago que asciende hasta 30 m de altura y que por una ventana lateral vierte a la sima Este 2.

La sima Este 2, explorada en 1983 por la S.V.E., presenta un conjunto de pozos que descienden hasta -290 m, lugar donde encontramos el río que proviene de la sima Este 1 y desde donde surge una galería de 800 m que nos permite progresar aguas abajo, hacia la sima Aonda.

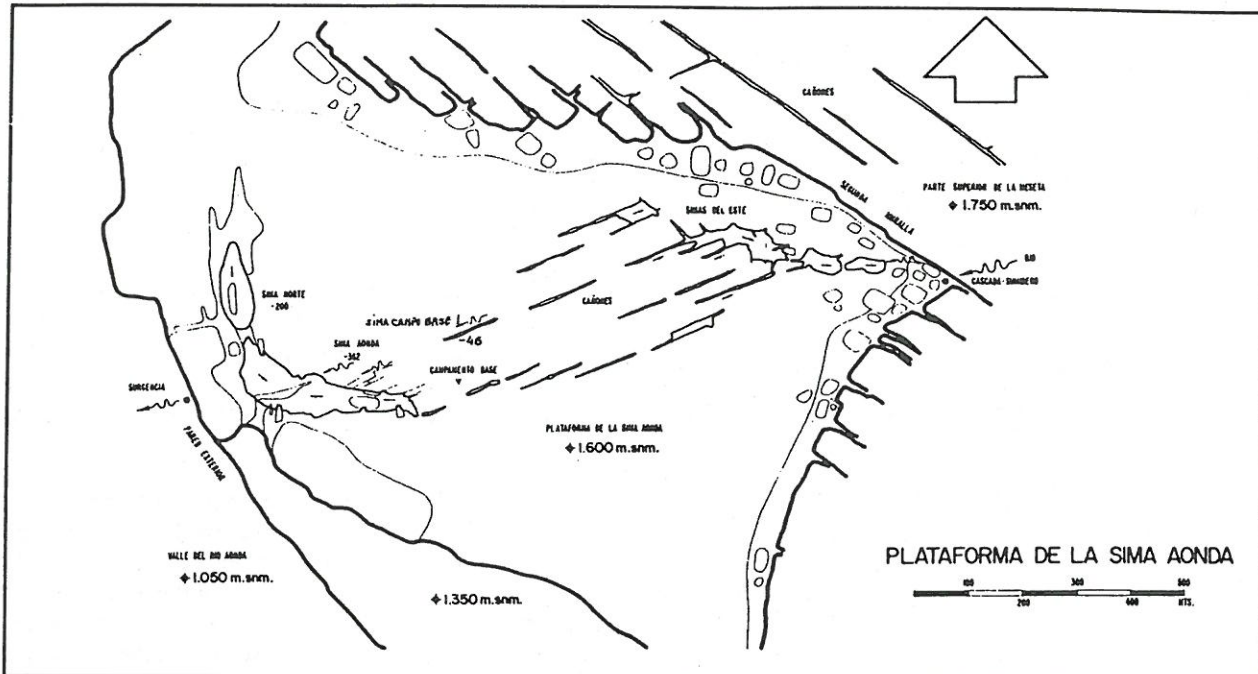
· SIMA ESTE 3

Explorada en parte por la S.V.E. hasta -90 m. En 1988 descendimos un nuevo pozo de 60 m pero abandonamos la exploración a -150 m en la cabecera de un nuevo pozo de 100 m que casi con toda seguridad tocaba el río, enlazando con el recorrido horizontal de la Este 2.

La instalación en estas cavidades es compleja ya que en profundidad y con humedad, la roca sufre un proceso de arenización, perdiendo el cemento silíceo y quedando solo los granos de cuarzo. La instalación de spits es peligrosa y a veces imposible, ya que este proceso afecta a la roca incluso hasta 15 cm de profundidad.

· SIMA AONDA

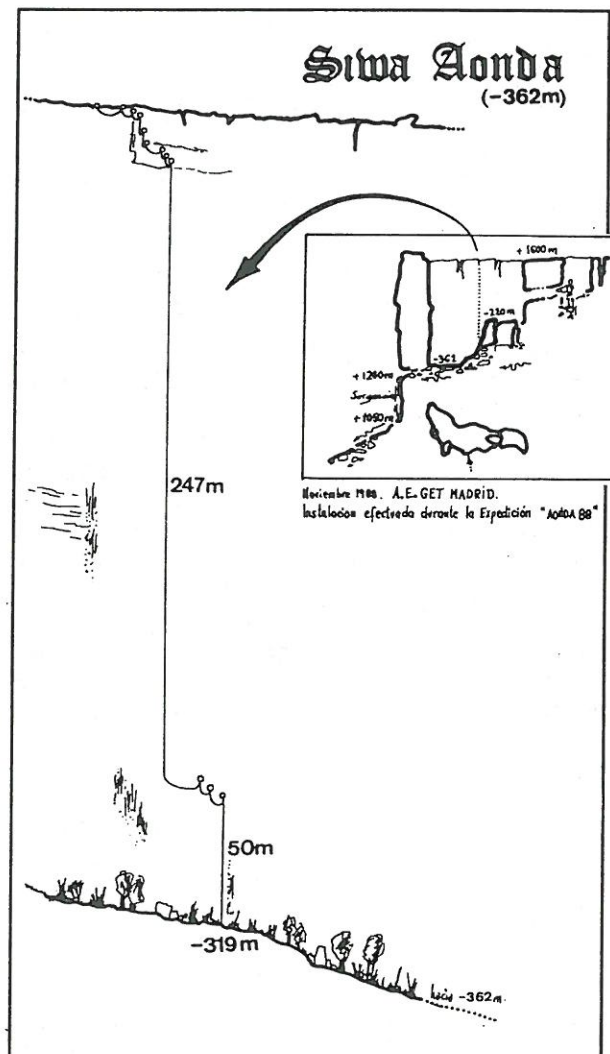
La Sima Aonda, la más profunda de Venezuela y la mayor del mundo desarrollada en cuarcitas, presenta unas impresionantes dimensiones: 320 m de largo, 80 m de ancho y 362 m de profundidad, con un volumen aproximado de 6 millones de metros cúbicos.



Inicialmente se pensó realizar el descenso de una tirada, para lo cual disponíamos de una cuerda de 500 m realizada especialmente para nosotros. Esto no fue posible, aunque se consiguió un interesante volado de 247 m.

En el fondo de Aonda queríamos escalar una pared de 15 m que daba acceso a una grieta de cuya boca salía un pequeño hilillo de agua, esas eran al menos nuestras referencias. In situ comprobamos que era una gran surgencia. Por un ramal lateral, sin necesidad de escalar, se consiguió avanzar contracorriente unos 60 m superando tres pequeños resaltes. Los que vimos desde fuera el caudal esperábamos ver salir en cualquier momento a Joris y Ramón volando entre el chorro de agua. Tras la lluvia de la noche el caudal se multiplicó unas tres veces. Era impensable proseguir.

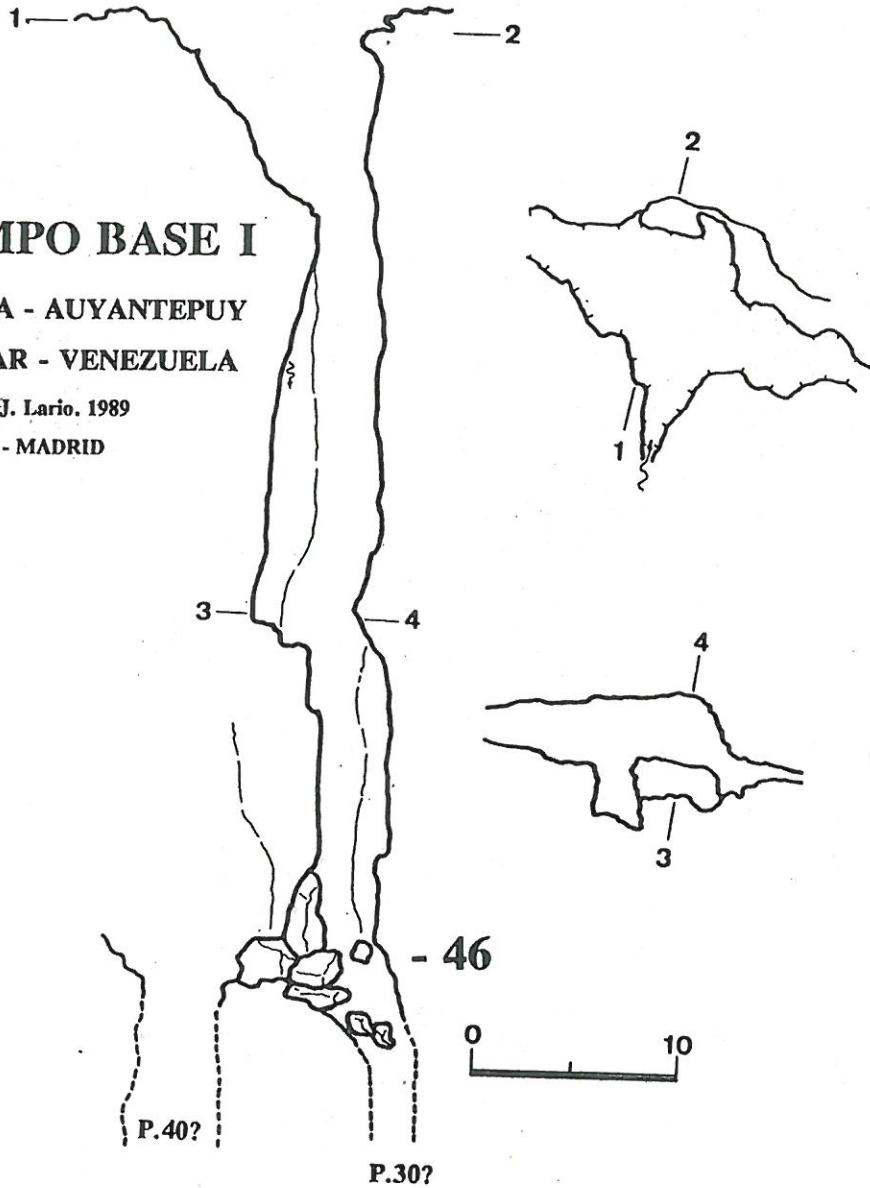
El año siguiente el caudal estaba disminuido pero otro problema nos impidió la continuación: en la galería interior se había producido una potente capa de espuma y además había abundancia de arácnidos de dudosas intenciones. La exploración, por tanto, no se pudo acabar ese año.



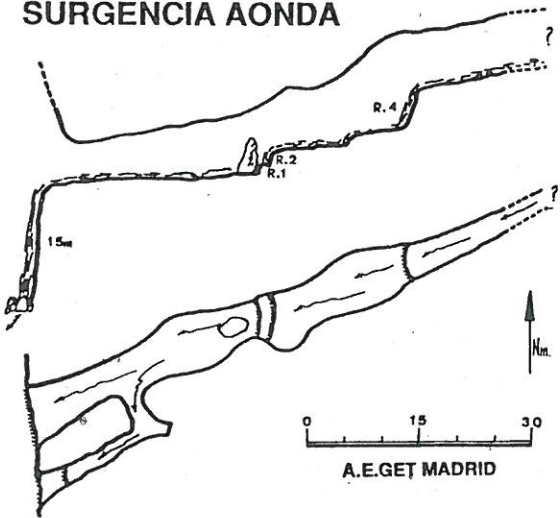
SIMA CAMPO BASE I

SISTEMA AONDA - AUYANTEPUY
ESTADO BOLIVAR - VENEZUELA

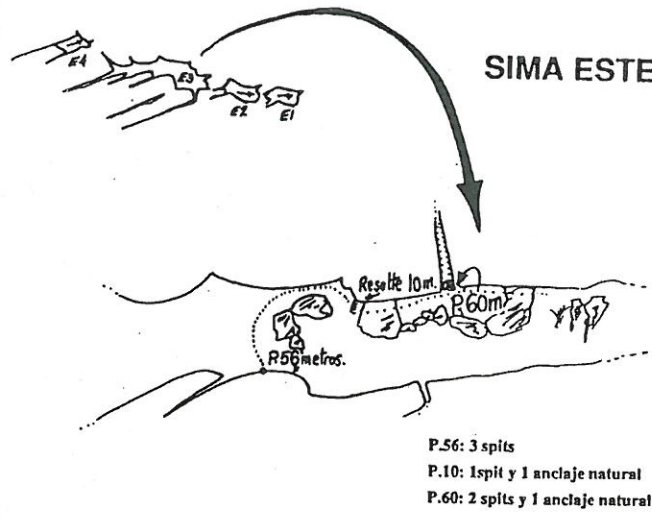
Topografía: J. Lario, 1989
A.E.GET - MADRID



SURGENCIA AONDA



SIMA ESTE 3



SIMA DEL CAMPO BASE I

Localizada a pocos metros del Campo Base utilizado en las anteriores expediciones. Se descendió hasta -46 m, presentando problemas su instalación por los problemas de arenización comentados.



Buscando el lugar ideal para realizar la instalación que nos permitiera alcanzar el fondo de Sima Aonda.

Esta desarrollada en una fractura de dirección WSW-ENE. Por un pozo escalonado de 9 m descendemos hasta un nuevo spit desde donde alcanzamos una amplia repisa situada 29 m mas abajo. Continuamos el descenso hasta otra repisa formada por grandes bloques inestables a -46 m. A la izquierda mirando a la pared por donde descendemos se sondeó un pozo de unos 30 m. A la derecha, por una corta pero arriesgada travesía se llega a la cabecera de un pozo sondeado en 40 m. No se continuó el descenso por los problemas de instalación citados.

CONCLUSIONES

El karst del Grupo Roraima constituye uno de los lugares más peculiares del planeta para el estudio del karst en cuarcitas, con una geomorfología kárstica característica y abundancia y variedad de formas, tanto endokársticas como exokársticas.

Queda patente que la solubilidad de las cuarcitas es muy baja y los procesos de disolución se desarrollan, por tanto, con gran lentitud, obteniéndose tasas anuales de disolución de la sílice de 1,5 gr/m², para lo cual, el desarrollo de este karst ha necesitado de un largo período de formación, lo que es factible tanto por la antigüedad de sus rocas, como por la estabilidad tectónica de este área.

Las exploraciones en la zona no están acabadas, aun siendo uno de los sistemas karsticos desarrollados en tepuys mas estudiados hasta el momento.

Es de destacar la actividad de la **Sociedad Venezolana de Espeleología (S.V.E.)** que ha explorado en la zona mas de 50 cavidades y localizado muchas mas, aportando un valioso conjunto de datos imprescindibles para el estudio de este tipo de karst, que tan bien ellos conocen.

Agradecimientos. Agradecemos la colaboración prestada por **EDELCA C.V.G.** (Electricidad del Caroni), en especial al Ing. **Alfredo Lezama**, que nos proporcionaron el apoyo técnico, necesario para la realización del presente trabajo.



En el fondo de Sima Aonda crece una exuberante vegetación, con arboles de hasta 25 m de altura.

BIBLIOGRAFIA

ERASO, A.; LIMA, M.T. (1990): El karst en cuarcitas del Grupo Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. Aplicación del método de predicción del drenaje subterráneo. Bol. Geol.y Minero, 101(2), pp 270-281.

GALAN, C. (1983): Sima Aonda. Ed. Edelca, Caracas, 28 pp.

GALAN, C. (1986): Genesis, morfología y evolución de cavernas y formas de superficie en rocas silíceas precámbricas del Grupo Roraima, Guayana Venezolana. S.V.E., 32 pp. (inedito).

GALAN, C.; LAGARDE, J. (1989): Morphologie et evolution des cavernes et formes superficielles dans les quartzites du Roraima (Venezuela). Karstologia, 11-12, pp 49-60.

GONZALEZ DE JUANA, C.; ITURRALDE, J.; PICARD, X. (1980): Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas. Ed. Fonivives, Caracas, 2 vol., 1031 pp.

LARIO, J.; FERNANDEZ RUBIO, R.; ERASO, A. (in press): Características geomorfológicas e hidroquímicas del karst en cuarcitas

del Sistema Aonda (Venezuela). V Congreso español de Espeleología, Camargo, Santander, 1990.

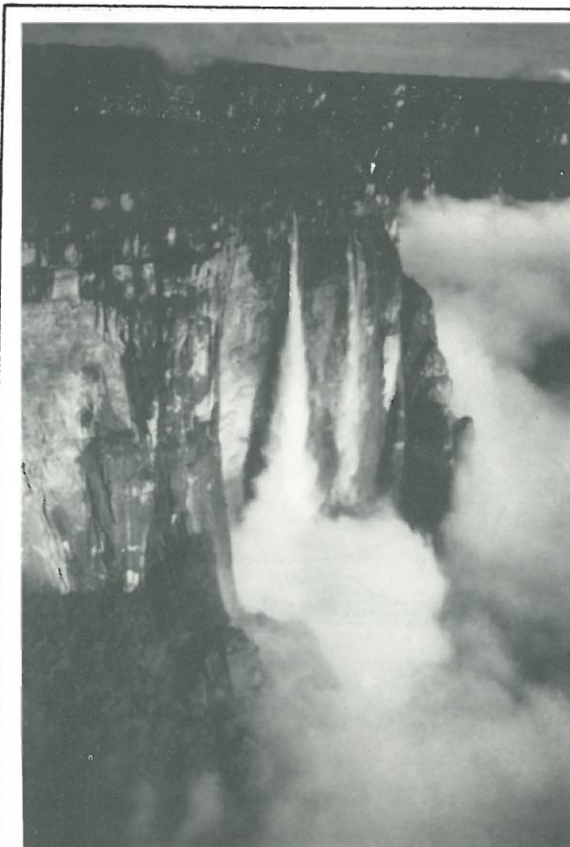
MARTINI, J. (1984): Rate of quartz dissolution and weathering of quartzite. Bull. South Afr. Speleo. Ass., 25, pp 7-10.

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

MUXART, T.; BIROT, P. (1977): L'alteration meteorique des roches. Publication Departement de Geographie Universite Paris-Sorbonne, 4, 279 pp.

SCZCERBAN, E.; URBANI, F. (1974): Carsos de Venezuela. Parte 4: Formas cárnicas en areniscas precámbricas del T.F. Amazonas y Edo. Bolivar. Bol. Soc. Venez. Espeleol.; 5(1), pp 27-54.

URBANI, F. (1986): Cavidades en rocas cuarcíferas de grupo Roraima, Venezuela. IX Cong. Int. Espeleología, Barcelona, 2, pp 15-17.



El Salto Angel visto desde el helicoptero que nos transportó al Auyantepuy.

Las Expediciones **AONDA 88 - GRANDES ABISMOS 89** de la Asociación Espeleologica GET agradecen el apoyo prestado por las siguientes entidades y casas comerciales.

EDELCA C.V.G.
INPARQUES
COMUNIDAD DE MADRID
AYUNTAMIENTO DE MADRID
FEDERACION MADRILEÑA DE ESPELEOLOGIA
PRODUCTOS LU
FRUTOS SECOS BORGES
CEGASA INTERNACIONAL
BOREAL
RUBIA SPORT
CAMPING GAS
HILTI ESPAÑOLA
IBERIA
VIASA
INDUSTRIAS ROCA
BOSCH
REVILLA
DEPORTES KOALA
NESTLE

y a todos los que nos ayudaron a llevar a cabo nuestros proyectos

