

# MINA CAPILLITAS, UN DEPÓSITO EPITERMAL DEL NOROESTE ARGENTINO

## MINA CAPILLITAS, AN EPITHERMAL DEPOSIT FROM NORTHWESTERN ARGENTINA

María Florencia Márquez Zavalía

María Florencia Márquez Zavalía

Se doctoró en Geología en la Universidad Nacional de Salta (1988), donde comenzó su carrera docente y de investigación. Ingresó al CONICET en 1982 como becaria y en 1990 como investigadora asistente. Actualmente se desempeña en el Laboratorio de Petrografía y Geoquímica del IANIGLA y como profesora de Mineralogía en la Universidad Nacional de San Luis. Sus campos de interés abarcan el estudio de yacimientos epitermales y la detección geoquímica de contaminación ambiental producida por explotaciones mineras.

Doctor in Geology, 1988, University of Salta, where she began teaching and research. She joined CONICET in 1982 as a scholar and in 1990 as an assistant researcher. At present, she works at the Laboratory of Petrography and Geochemistry, IANIGLA and teaches Mineralogy at the San Luis University. Her main interests include the study of epithermal deposits and the geochemical detection of environmental pollution produced by mining.

### INTRODUCCIÓN

Mina Capillitas se encuentra ubicada en el departamento Andalgalá, provincia de Catamarca, a 27° 27' L.S. y 66° 30' L.O. (Fig. 1), enclavada en el flanco oriental del extremo norte de la Sierra de Capillitas. El depósito fue trabajado en forma discontinua a través del tiempo, desde épocas incaicas a la actualidad, como se infiere por el hallazgo de útiles de piedra en Veta Ortiz y por algunos indicios de la presencia de los españoles en el siglo XVII, quienes muy probablemente extrajeron y beneficiaron oro. A partir de mediados del siglo XIX, este yacimiento fue explotado en forma intermitente y a menudo primitiva por cobre y luego principalmente por rodocrosita, un mineral semiprecioso de uso difundido en joyería y como piedra ornamental.

### GEOLOGÍA DEL SECTOR

La columna geológica del sector está integrada por un basamento granítico paleozoico y tres unidades cenozoicas menores: Fm. El Morterito, el Complejo Volcánico y las terrazas y aluviones cuaternarios.

Fig. 1. Geología de Mina Capillitas (Márquez Zavalía, 1988).

Las rocas del basamento granítico pertenecen al granito Capillitas que forma un extenso cuerpo plutónico de dimensiones batolíticas que se extiende fuera de la Sierra de Capillitas hasta alcanzar la Sierra de Fiambalá. La edad del granito en el sector del yacimiento quedaría comprendida entre 471 y 414 Ma en base a dataciones radimétricas K/Ar compiladas por Aceñolaza et al. (1982).

### INTRODUCTION

Mina Capillitas, an epithermal deposit, is located on the western side, at the northern tip of the Capillitas Range, in Andalgalá, Catamarca province (at 27° 27' S 66° 30' W; Fig. 1).

The deposit was worked discontinuously in the past, since Incaic times to the present as it can be inferred by the stoned tools found at Ortiz vein and some signs of the Span-

iards, who probably mined and exploited this deposit for gold during the XVII Century. Since the second part of the last century, the deposit was intermittently, and sometimes primitively mined, first for copper and then for rhodochrosite, a semiprecious stone with wide use in jewellery and as an ornamental stone.

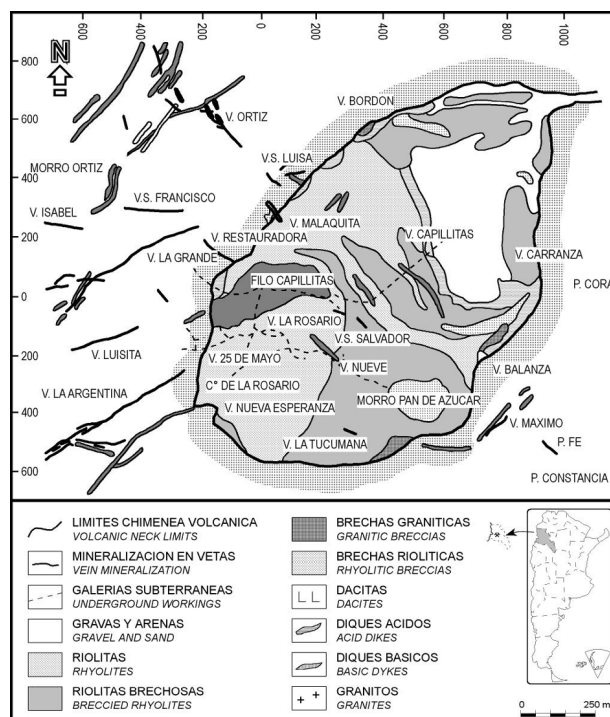
### GEOLOGY

The oldest rocks in the district are represented by a granitic basement and three minor Cenozoic units: El Morterito Formation, the Complejo Volcánico, and the Quaternary terraces and alluvial deposits.

The granitic basement rock, Capillitas granite, is a batholite which extends outside Capillitas Range to Fiambalá Range. Its age is estimated between 471 and 414 Ma (data compiled by Aceñolaza et al., 1982).

The Morterito Formation outcrops, to the south of mina Capillitas, unconformably over the Capillitas granite and include continental conglomerates, sandstones and claystones, deposited during the Miocene (Turner, 1962; Aceñolaza et al., 1982).

Fig. 1. Geology of Mina Capillitas (Márquez Zavalía, 1988).



Los afloramientos de la Fm. El Morterito al sur de Mina Capillitas se apoyan discordantemente sobre el granito Capillitas, están integrados por conglomerados, areniscas y arcillitas continentales a las que se les ha asignado una edad miocena (Turner, 1962; Aceñolaza et al., 1982).

Por encima de la Fm. El Morterito, al oeste del Aconquija, se encuentra un conjunto de rocas volcánicas que fueron agrupadas por González Bonorino (1950) bajo el nombre de Complejo Volcánico. El vulcanismo, de naturaleza shoshonítica, se desarrolla en la parte interna del arco volcánico Mioceno-Reciente de los Andes Centrales, sobre la denominada Cadena Volcánica Transversal Farallón Negro-Carachipampa (Viramonte et al., 1984), que incluye también otros depósitos como Farallón Negro, La Alumbrera, Cerro

Atajo, Mi Vida y Filo Colorado. En el sector de Mina Capillitas, las rocas pertenecientes a este complejo constituyen un cuerpo principal de sección oval, remanente de un centro efusivo decapitado por la erosión, consistente en una chimenea volcánica que perfora el sustrato granítico y en la que se encuentran con diversa participación: riolitas, riolitas brechosas, brechas riolíticas y graníticas, dacitas, diques ácidos de composición riolítica y traquítica y diques básicos de composición basáltica (Márquez Zavalía, 1988). La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, 1978-81) consignó dos dataciones K/Ar realizadas sobre la dacita Pan de Azúcar y la riolita que dieron  $5 \pm 0,5$  Ma.

Los depósitos del Cuaternario tienen poca participación, están representados por depósitos aterrazados de pie de monte, integrados por

At the west of the Aconquija, overlying El Morterito Formation, there is a group of volcanic rocks which were grouped by González Bonorino (1950) under the name of Complejo Volcánico. The vulcanism, of shoshonitic nature, was developed in the inner part of the central Andes Miocene-Recent volcanic arch, along Farallón Negro-Carachipampa chain (Viramonte et al., 1984), which also includes deposits such as Farallón Negro, La Alumbrera, Cerro Atajo, Mi Vida, and Filo Colorado. In the Mina Capillitas sector the rocks from the Complejo Volcánico form a principal body of oval section, remnant of an eroded eruptive centre, with a volcanic neck cutting the granitic basement. The most common intrusive rocks, with different proportion, are: rhyolites, breccial rhyolites, rhyolitic and granitic breccias, dacites, acid dikes of rhyolitic and trachytic

composition and basic dikes of basaltic composition (Márquez Zavalía, 1988). The Japan International Cooperation Agency (JICA, 1978-81) provided two K/Ar radiometric dating from the Pan de Azúcar dacite and the rhyolite ( $5 \pm 0.5$  Ma).

The Quaternary deposits are scarce and represented by terraces unconformably overlying the former described units. They include conglomerates with alternated friable sandstone layers. The alluvial deposits are located on modern river beds.

#### MAIN DEPOSIT FEATURES

Veins of this high sulfidation epithermal type deposit are hosted by rocks of the Complejo Volcánico or by granites, preferentially orientated ENE-WSW and WNW-ESE. The hydrothermal alteration mainly consists of advanced argillic and sericitic alterations and is widely developed nearby

Veta o Pertenencia Vein	Rumbo Strike	Buzamiento Dip	Longitud Length (m)	Potencia Thickness (cm)	Roca de caja Wall rock	Estructura Structure
V. Capillitas	N 70° W	60-80° S	800	50	Riolita, riolita brechosa y granito. Rhyolite, breccial rhyolite, granite. Massive, banded, breccial.	Maciza, bandeada y brechosa.
(centro E)	N 60° W	55-85° S			Riolita. Rhyolite.	Maciza, brechosa. Massive, breccial.
V. Nueve (centro W)	E-W	70-80° N	270	70	Riolita brechosa. Breccial rhyolite.	
(sector E)	N 70° W	70 S-70° N	30	90	Riolita. Rhyolite.	Bandeada, brechosa y drúsica.
V. 25 de Mayo (sector W)	N 70° E	60-80° S	80	90	Granito. Granite.	Banded, breccial and drusic.
V. La Rosario	N 70° E	50-75° S	245	90	Riolita, riolita brechosa y granito. Rhyolite, breccial rhyolite, granite.	Brechosa, en cocardas, drúsica y mamellar. Breccial, cockade, drusic, mammillar.
V. Ortiz	N 30° W	65-70° S	150	40	Granito. Granite.	Maciza, brechosa, drúsica, bandeada. Massive, breccial, drusic, banded.
V. San Francisco	N 70° E	65-80° S		10	Granito. Granite.	Maciza, brechosa. Massive, breccial
V. La Grande	N 60° E	75° N-90°	800	80	Granito. Granite.	
V. Restauradora	N 10° W	75° E-75° W	106		Granito. Granite.	
N 70° E	70 S					
V. Malaquita	N 30° W			10	Granito, riolita. Granite, rhyolite.	Brechosa. Breccial
V. La Argentina	N 70° E	75-85° S	400	55	Granito. Granite	Maciza con oquedades. Massive with vugs
V. Santa Luisa	N 80° E	60-85° S		70	Granito. Granite	Maciza, brechosa. Massive, breccial
V. Bordón			150	10-15	Granito. Granite	Drúsica. Drusic.
V. San Salvador	N 35° W		180		Granito. Granite	
V. Nva. Esperanza	N 80° E	45° S	100	30	Granito. Granite.	Maciza. Massive.
V. Luisita	N 60° E	65-75° S	100	40	Granito. Granite	
V. Isabel	N 80° W	75° S	120		Granito. Granite	
V. Balanza	N 70° E	70° NW		15	Granito. Granite	
V. Carranza	N 70° E	80° NW		15	Granito. Granite	
P. Cora	N 45° E			5	Granito. Granite	
P. Máximo	N 40° E	80° N		5	Granito. Granite	
P. Fe				5	Granito. Granite	
P. Constancia				5	Granito. Granite	

**Tabla 1.** Características generales de las vetas de Mina Capillitas.

**Tabla 1.** Main characteristics of the Mina Capillitas veins.

conglomerados con intercalaciones de capas arenosas friables y suprayacen en discordancia a las unidades descritas anteriormente. Los depósitos aluviales están situados en los cauces actuales y en ellos predominan los bloques y rodados de granitos que pasan gradualmente a la fracción arenosa gruesa en los tramos medios.

### **CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO**

Las numerosas vetas que integran este depósito epitermal de alta sulfidación se encuentran encajadas en las rocas del Complejo Volcánico o en granito y tienen dos orientaciones preferenciales: ENE-OSO y ONO-ESE. La alteración hidrotermal que acompaña a la mineralización consiste principalmente en alteración fílica y alteración argílica avanzada y se desarrolla ampliamente en las áreas próximas al yacimiento teniendo a las vetas como centros de irradiación.

Las vetas están formadas por cuerpos lenticulares a tabulares, rectilíneos o curvos y sinuosos de 50 a 70 cm de potencia media, y con frecuencia están conectados entre sí por delgadas guías piritosas; sus principales características se encuentran en la **Tabla 1**. La mineralización, fundamentalmente de Cu (cobre), Pb (plomo), Zn (zinc), con As (arsénico), Sb (antimonio), Au (oro) y Ag (plata) como elementos accesorios y W (wolframio), Sn (estaño), Bi (bismuto) y Ge (germanio) como elementos traza, en ganga de rodocrosita, cuarzo y alunita, fue polipulsatoria y siguió el rumbo general de las principales fracturas de la región. La zona de oxidación del depósito tiene reducido desarrollo (< 50 m) y la zona de enriquecimiento alcanza unos 150 metros.



### **TEXTURAS Y SUCESIÓN PARAGENÉTICA DE LA MINERALIZACIÓN**

El estudio mineralógico de detalle realizado en este depósito (Márquez Zavalía, 1988) evidenció la presencia de más de 100 minerales entre especies primarias y secundarias. Los minerales primarios más representados son: pirita, esfalerita, galena, calcopirita, marcasita, pirrotina, tennantita, enargita, bornita, estannita y oro. Entre los minerales secundarios predominan: calcosina, covellina, digenita, limonita, criptomelano, pirolusita y romanéchita. Los minerales de ganga son fundamentalmente: cuarzo, alunita y rodocrosita.

Las presentaciones texturales son muy variadas y en su mayoría sumamente atractivas (Márquez Zavalía, 1995). Se las reunió en cuatro grupos dentro de los cuales merecen especial mención: 1) texturas primarias: bandeada, de caries, en cocardas, coloiforme, en peine, cristalográfica, granular y esferulítica; 2) texturas secundarias: en celdillas, brechada, en atolón, microbrechada, reléctica, de borde, dentada, en escamas, en ojos de pájaro, reticulada, metacolooidal, en escarapela inversa, de reemplazo centrípeto, centrífugo y automórfico, de transformación por reducción y de sandía; 3) texturas de

the deposit with the veins as their irradiation centres.

*Veins are lenticular to tabular, straight or bent and sinuous, 50 to 70 cm wide. Occasionally, they are connected by narrow pyrite guides. Their principal characteristics are outlined in **Tabla 1**. The mineralization was polypulsatory and follows the general strike of the main fractures in the region. The main elements are Cu, Pb, Zn with As, Sb, Au and Ag as accessory elements, in a rhodochrosite, quartz, alunite gangue. The oxidation zone reduced (<50 m) and the supergenic enrichment zone is about 150 m.*

### **TEXTURES AND PARAGENESIS**

*A detailed mineralogical study made on this deposit (Márquez*

*Zavalía, 1988) showed more than 100 species of hypogenic and supergenic minerals. The most important primary minerals are: pyrite, sphalerite, galena, chalcopyrite, marcasite, pyrrhotite, tennantite, enargite, bornite, stannite, and gold. The secondary minerals are mainly represented by: chalcosite, covellite, digenite, limonite, cryptomelane, pyrolusite, and romanéchite, in a rhodochrosite, quartz and alunite gangue. There is a wide variety of textures and most of them are very attractive (Márquez Zavalía, 1995). They are grouped in four classes, and the most representative of each class are: 1) primary: banded, cockade, colloform, comb, crystallographic, granular and spheroidal textures; 2) secondary: centripetal, centrifugal and pseudomorphic replacement, brecciated, in atoll, microbrecciated, relictic, reaction rims, scale, bird's eye, metacolloform, and watermelon textures; 3) exsolution: emulsion and mirmequitic textures and 4) single crystals textures: cleavage, twinnings, zonation and kinkbanding.*

*Based on textural relationships, seven stages of hypogene mineralization were recognized. Different fracture events or multiple reopenings within the same fracture, show the limits between them. During the first stage prevails quartz and*



**Fig. 3.** Estalactitas de rodocrosita. Veta Nueve.

**Fig. 3.** Rhodochrosite stalactites. Nueve vein.



**Fig. 4.** Rodocrosita con textura bandeada coliforme, con esfalerita, galena y baritina. Veta Ortiz.



**Fig. 4.** Rodochrosite with colloform banded texture, with sphalerite, galena and barite. Ortiz vein.

mirmequítica y 4) texturas internas de los cristales: de clivaje, lamelar, zonada y de deformación (kinkbanding).

Se identificó el ascenso de siete pulsos mineralizantes, separados entre sí por etapas de fracturación que afectaron a paragénesis previas o habilitaron nuevas fisuras. Durante el primer estadio predominan cuarzo y piritita y se encuentran especialmente bien representados en las vetas Capillitas, Nueve, San Francisco, La Grande y Nueva Esperanza. En el segundo estadio (Vetas Nueve, 25 de Mayo, La Rosario, Ortiz, Santa Luisa, Bordón y San Salvador) comienzan a cristalizar además:

pirotina, arsenopirita, galena, esfalerita y marcasita, y en el tercer estadio los minerales de Cu (calcopirita, enargita, tennantita); el pH del medio hasta ese momento fue manifiestamente ácido y los minerales de ganga presentes son cuarzo y alunite. El cuarto estadio, al igual que el anterior, se encuentra muy bien representado en la mayoría de las vetas del depósito y se caracteriza porque a las paragénesis previas se suman oro y pequeñas cantidades de minerales con W, Sn, Bi y Ge; a partir de ese momento la ganga que comienza a prevalecer es rodocrosita. En el quinto estadio aparecen únicamente cuarzo, piritita, esfalerita, marcasita y wurtzita en ganga de rodocrosita (Vetas Nueve, La Grande y Malaquita), en el sexto sólo cristaliza calcopirita en ganga de rodocrosita (Vetas Capillitas, Nueve, 25 de Mayo, Ortiz, La Grande, La Argentina, Bordón,

La Tucumana y Carranza) y el séptimo y último estadio está caracterizado por el dominio absoluto del cuarzo (Vetas Nueve y La Rosario).

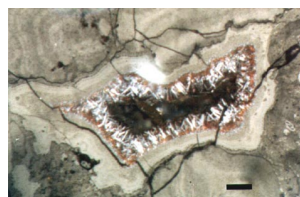
En la zona de oxidación de algunas vetas, la alteración de la mena primaria rica en Cu, favoreció el desarrollo de paragénesis de sulfatos y carbonatos de cobre; mientras que en la zona de enriquecimiento supergénico aparecieron fundamentalmente: covellina, calcosina y digenita. En la zona de oxidación, a partir de rodocrosita, se forman minerales secundarios de Mn entre los que predominan pirolusita, romanecita y criptomelano; todos los minerales ricos en Fe por su parte, pasan a limonita. En algunos sectores el ascenso del nivel freático provocó procesos de reducción en los niveles inferiores de la zona de oxidación.

No pudo realizarse un análisis de la zonación vertical de las vetas debido a que la mayor parte de los diversos niveles de las galerías se encontraban inaccesibles por anegamientos o derrumbes.

#### MODELO GENÉTICO

Teniendo en cuenta la información existente sobre el depósito (Angelelli y Rayces, 1946; Varese y Navarro, 1949 y González Bonorino, 1950) y las observaciones y conclusiones obtenidas (Márquez Zavalía, 1988), se elaboró un modelo genético que comprende las siguientes etapas:

1) Durante el Mioceno superior, en el extremo E de la cadena volcánica



**Fig. 6.** Pirolusita y romanecita con textura bandeada coliforme y en la cavidad, calcofanita con textura en peine (nicoles cruzados, escala 50 µm). Veta Ortiz.

**Fig. 6.** Pyrolusite and romanecite with colloform banded texture. In the vug: chalcophanite with comb texture (crossed nicols, scale 50 µm). Ortiz vein.

alunite and it is well represented in the Capillitas, Nueve, San Francisco, La Grande and Nueva Esperanza veins. During the second stage (Nueve, 25 de Mayo, La Rosario, Ortiz, Santa Luisa, Bordón y San Salvador veins) began to crystallize, in addition to quartz and alunite, pyrrhotite, arsenopyrite, galena, sphalerite and marcasite. Copper minerals (chalcopyrite, enargite and tennantite) crystallized during the third stage. These stages occurred at acid pH in a quartz and alunite gangue. The fourth stage, similarly to the third, is well represented in most of the veins and, in addition to the previous paragenesis, crystallized gold and small quantities of W, Sn,



Bi and Ge minerals; from that stage the prevailing gangue mineral is rodochrosite. The fifth stage is represented by quartz, pyrite, sphalerite, marcasite, wurtzite and rodochrosite (Nueve, La Grande and Malaquita veins). During the sixth, only chalcopyrite in a rodochrosite gangue crystallized (Capillitas, Nueve, 25 de Mayo, Ortiz, La Grande, La Argentina, Bordón, La Tucumana and Carranza veins), and the seventh stage marks the last pulse of the hydrothermal event. It is represented by quartz (Nueve and La Rosario veins). In the oxidation zone of the Cu-bearing ores paragenesis with copper sulfates and carbonates were developed. On the other hand, pyrolusite, romanecite and cryptomelane are the supergenic minerals in the

oxidation zones wherever rodochrosite prevails. In that zone, limonite replaced all the Fe-bearing minerals. In some parts of the oxidation zone, the ascent of the water table probably caused the reduction of the lower levels.

#### GENETIC MODEL

Based on the available information about the deposit (Angelelli and Rayces, 1946; Varese and Navarro, 1949 and González Bonorino, 1950) and my observations (Márquez Zavalía, 1988), the following genetic model was elaborated:

1) Due to its vinculation with an active continental border, a magma with basaltic composition was formed during the upper Miocene, in the easternmost part of the Carachipampa-Farallón Negro-Capillitas volcanic chain. The probable shoshonitic nature of this magma is supported by the distance to the subduction paleozone. Probably, this magma had produced crust partial melting which caused a stratified silicic magmatic chamber. After that, the eruption of the upper levels with rhyolitic composition took place through a subcircular duct. This eruption formed the rhyolitic breccias that go through the granitic substrate of the peneplanated basement and the thin overlying layers.

2) Following the stage I, the injection of an acidic magma, which formed many dykes and small rhyolitic bodies, occurred. Another injection of an hybridized product with an intermediate composition (Pan de Azúcar dacite) came after. Finally, it was produced the eruption of some trachytes and basalts which are represented by the acid and basic dykes intruded in fractures, which sometimes were also used by the hydrothermal fluids. Some basalts were formed through all

Carachipampa-Farallón Negro-Capillitas, debido a su vinculación con un margen continental activo, se genera magma de composición basáltica y probable naturaleza shoshonítica de acuerdo a la distancia a la paleozona de subducción a la que se encuentra Capillitas. Este magma, posiblemente, produjo fusión cortical y dio lugar a una cámara magmática sílicea estratificada. Posteriormente se produjo la erupción de los niveles superiores de composición riolítica a través de un conducto subcircular que dio origen a las brechas riolíticas que atraviesan el sustrato granítico del basamento peneplanizado y a la delgada capa de los estratos suprayacentes.

2) Luego se produjo la inyección del magma ácido que originó algunos diques y pequeños cuerpos riolíticos y, posteriormente, el ascenso de un producto hibridizado de composición intermedia (dacita Pan de Azúcar). Finalmente se produjo la erupción de algunas traquitas y basaltos que están representados por los diques ácidos y básicos intruidos en fracturas que a veces también fueron utilizadas por los fluidos hidrotermales. Parte de los basaltos acompañan todo el proceso y son anteriores a la dacita.

3) El próximo paso fue la intrusión somera de un cuerpo subvolcánico que no aflora con el nivel actual de erosión. Sin embargo, el foco térmico que generó, indujo un sistema geotérmico con participación de agua juvenil procedente de la cristalización del cuerpo subvolcánico y de agua meteórica. Su acción produjo una etapa inicial de alteración con desarrollo de silicificación y pirritización de las vulcanitas

en los sectores centrales y alteración filica y argílica avanzada en las periféricas.

4) El enfriamiento de las rocas produjo cierta contracción de las mismas, y por las fracturas resultantes, los fluidos primarios, remanentes de la cristalización producida en la cámara magmática, invadieron la zona de alteración formada delante de ellos por los volátiles magmáticos de circulación más veloz. Allí se depositaron los metales debido a la dilución de los fluidos con aguas subterráneas, al subsecuente enfriamiento y quizá a una menor  $f_{O_2}$  (fugacidad de oxígeno); este proceso sería coherente, ya que es característico de depósitos epitermales de alta sulfidación (White, 1991).

5) El basculamiento de un bloque del basamento condicionó la erosión de la superestructura volcánica hasta una altura próxima a su nivel actual, este proceso fue acompañado por la oxidación de los tramos superficiales del depósito. En algunos casos, el sector inferior de la zona de oxidación presenta procesos de reducción, quizá como consecuencia de un incremento de las precipitaciones durante el Plioceno.

#### REFERENCIAS REFERENCES

ANGELELLI, V. y E.C. RAYCES. 1946. Estudio geológico-minero del distrito cuprífero Capillitas, Departamento Andalgalá, Provincia de Catamarca. Informe Dirección General de Fabricaciones Militares, 42. Buenos Aires (inédito).

ACEÑOLAZA, F.G.; A.J. TOSELLI; F.R. DURAND y R. DIAZ TADDEI. 1982. Geología y estructura de la región norte de Andalgalá. Provincia de Catamarca. Acta Geológica Lilloana, 16(1): 121-139. Tucumán.

GONZÁLEZ BONORINO, F. 1950. Geología y petrología de las hojas 12-D (Capillitas) y 13-D (Andalgalá). Boletín Dirección General de Industria y Minería, 70. Buenos Aires.

JICA. 1978-81. Informe de estudios básicos sobre la explotación de recursos minerales en la zona norte de la República Argentina. Cuatro etapas. Informes Dirección General de Fabricaciones Militares, 697, 736, 761, 830 y 831. Buenos Aires (inédito).

MÁRQUEZ ZAVALÍA, M.F. 1988. Mineralogía y génesis del yacimiento Capillitas (Catamarca, República Argentina). Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (inédita).

MÁRQUEZ ZAVALÍA, M.F. 1995. Texturas y Sucesión paragenética de las asociaciones minerales del yacimiento Capillitas, provincia de Catamarca. V Congreso Nacional de Geología Económica. San Juan.

TURNER, J.C.M. 1962. Estratigrafía de la región al naciente de la Laguna Blanca (Catamarca). Asociación Geológica Argentina, 17(1-2): 11-46. Buenos Aires.

VARESE, F. y H.B. NAVARRO. 1949. Distrito minero Capillitas. Informe geológico-minero. Informe Dirección General de Fabricaciones Militares, Capillitas (inédito).

VIRAMONTE, J.G.; M.A. GALLISKI; V. ARANA SAAVEDRA; A. APARICIO; L. GARCÍA CACHO y O. ESCORZA. 1984. El finivulcanismo básico de la depresión de Arizaro, provincia de Salta. IX Congreso Geológico Argentino, 3: 234-251. S.C. de Bariloche.

WHITE, N.C. 1991. High sulfidation epithermal gold deposits: characteristics and a model for their origin. Geological Survey of Japan, Report 277: 9-20.

*the process and are older than the dacite.*

*3) The next step was the shallow intrusion of a subvolcanic body, which is not cropping out at the present erosion level. Nevertheless, the generated thermic focus induct a geothermal system with magmatic water, which came from the crystallization of the subvolcanic body, and meteoric water. Their actions yielded an initial alteration stage with silicification and pyritization of the vulcanites in the central parts and phyllic and advanced argillic alterations in the peripheral zones.*

*4) The primary fluids remanent from crystallization in the magmatic chamber invaded the alteration zone through the fractures, which resulted from the cooling of the rocks and their consequent contractions. Then, metals were deposited as a result of the magmatic fluid dilution with ground water which leaded to lowering [Cl<sup>-</sup>] an increasing pH, cooling of the fluids, and probably lowering of  $f_{O_2}$  (White, 1991).*

*5) The basement block was tilting and the volcanic structure was consequently eroded up to the present level. At the same time, the shallow levels from the deposit were oxidized. The lower part of the oxidation zone shows some evidences of reduction processes, as a consequence of probable ascent of water table during the Pliocene.*