

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA
(NUEVA SERIE)

TOMO XI

Geología n°

112

**ESFERAS DE VIDRIO EN SEDIMENTOS CUATERNARIOS
DE LA REGIÓN PAMPEANA,
PROVINCIA DE BUENOS AIRES. ARGENTINA.**

*Adriana M. Blasi
Nauris V. Dangavs*

ESFERAS DE VIDRIO EN SEDIMENTOS CUATERNARIOS DE LA REGIÓN PAMPEANA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES. ARGENTINA.

Adriana M. Blasi¹
Nauris V. Dangavs²

RESUMEN

La inusual aparición de esferas de vidrio en depósitos cuaternarios bonaerenses de Luján y San Vicente, motivó esta contribución tendiente a esclarecer la naturaleza, origen y presencia de las mismas en los materiales portadores.

Las esferas están constituidas por un silicato amorfo de calcio con baja participación de aluminio, de color verde amarillento a castaño oscuro, las que se presentan con formas esferoidales, ovoidales, de gota y de badajo, son macizas y con escasa vesiculación exterior.

Se plantearon tres hipótesis referidas a su origen. Una relacionada a la posible génesis volcánica y dos a fusión de materiales por acción de altas temperaturas de origen no volcánico.

Las características morfológicas y composicionales de las esferas, llevaron a descartar rápidamente la primera formulación. En tanto, la naturaleza y rasgos observados permiten vincularlas a una génesis no volcánica, producidas por fusión de materiales en estructuras de combustión a hueso así como por fusión de sedimentos carbonáticos por impacto de meteoritos.

Palabras Clave: Esferas de vidrio. Sedimentos cuaternarios. Vidrio de impacto meteorítico. Estructura de combustión a hueso

ABSTRACT

GLASS SPHERES IN QUATERNARY DEPOSITS OF THE PAMPEAN REGION. BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINA

The unusual occurrence of glass spheres in Quaternary deposits of Luján and San Vicente localities motivated this contribution to clarify their nature, origin and presence in fluvial sediments.

The spheres are constituted by amorphous calcium silicate, with low aluminum participation, green yellowish to dark brown in colour. The glass is generally spherical, although ellipsoidal or elongate, tear-drop, bar-bell forms are also present. They are massive and with scarce external vesiculation.

Three hypothesis about their possible origin are rised. One of them is related to volcanic genesis and the other to non-volcanic high temperature melting of different calcium rich materials.

Morphological and compositional characteristics of the spheres rule out the former possibility. Conversely the observable features are very similar to glass spheres produced by fusion of marl sediments due to meteor impact or by melting of silicoclastic sediments in bone combustion structures.

Key Words : Glass spheres - Quaternary sediments. Meteoritic impact-derived glass. Bone combustion structures

¹Investigador Adjunto. Comisión Investigaciones Científicas de la P.B.A. - Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. ²CISAUA- Instituto de Geomorfología y Suelos - Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Calle 3 N° 584 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina

INTRODUCCIÓN

La presencia inédita de clastos de vidrio bien redondeados desde esféricos a filamentosos en sedimentos "pampeanos" y su semejanza con piroclastos típicos de efusiones basálticas de baja viscosidad, ha motivado la presente investigación, tendiente a esclarecer el origen, la naturaleza e inusual aparición de los mismos en depósitos relativamente "jóvenes" y distales con respecto a centros efusivos basálticos.

Estas esferas de vidrio fueron reconocidas inicialmente en la fracción arenosa de sedimentos fluviales del Pleistoceno medio y tardío, aflorantes en las barrancas de la margen derecha del río Luján, inmediatamente aguas arriba del Paso de La Virgen en la ciudad de Luján (Fig.1). (Dangavs y Blasi, 1995.)

Posteriormente, también fueron halladas en los sedimentos superiores edafizados de la loma contigua a la costa noreste de la laguna San Vicente, al sudeste del cementerio de la localidad homónima. En este sitio las esferas se encuentran alojadas en sedimentos pelíticos de una antigua duna de arcilla del Holoceno (Fig. 1).

ANTECEDENTES

La formación de esferas de vidrio se encuentra ampliamente documentada en la bibliografía internacional en relación a mecanismos de fusión de silicatos. La más conocida es la de origen volcánico relacionada con erupciones basálticas de baja viscosidad.

Más escasos son los trabajos que refieren otros orígenes para estas esferas, i.e. por expansión explosiva de silicatos fundidos en el regolito lunar, por detonaciones de TNT, por producción experimental de cenizas freatomagmáticas y por impacto de meteoritos.

Esferas de vidrio de origen volcánico

Ampliamente conocida es la forma-

ción de *achnelitos* (Walker y Croasdale, 1972) y piroclastos de menor tamaño de formas esféricas y filamentosas originadas como productos piroclásticos en erupciones basálticas de baja viscosidad o fuentes de lava.

Estos piroclastos vítreos basálticos poseen diámetros que varían de 2 μ m varios milímetros de acuerdo a su forma. En general se presentan redondeados en tanto los angulosos son más escasos y corresponden a individuos rotos por vesículas exteriores antes o después de su solidificación (Heiken y Lofgren, 1971).

Presentan escasos microlitos y buen desarrollo de vesiculación (80 a 90 % del volumen total). La superficie está recubierta por una película más oscura que se forma rápidamente por enfriamiento e impide la aglutinación de las esferas (Heiken y Lofgren, 1971).

Esferas de vidrio de origen no volcánico

Isard (1971) y Heiken y Lofgren (1971) han descrito esferas provenientes de la superficie lunar, que consisten en granos de vidrio de color verde amarillento claro con formas esferoidales elipsoidales y de badajo, las que se habrían formado a partir de la expansión explosiva de silicatos fundidos emitidos en forma de aerosol y cuyas gotas se solidificaron al tocar la superficie del satélite. Se trata mayormente de individuos moderadamente a muy vesiculados, de vidrio limpio homogéneo y no homogéneo, con vesícula central sin película exterior.

Heiken y Lofgren (1971) describen también esferas formadas en depósitos aluviales luego de la detonación de 500 ton. de TNT en un establecimiento militar de Canadá. La explosión produjo esferas de 5 μ m a 5 mm de color castaño. Las mismas son prácticamente huecas ya que el 80 al 90 % de su volumen está constituido por vesículas. Presentan una película exterior pero sus formas son algo irregulares y existe toda una gradación entre fragmentos total a parcialmente fundidos. Se reco-

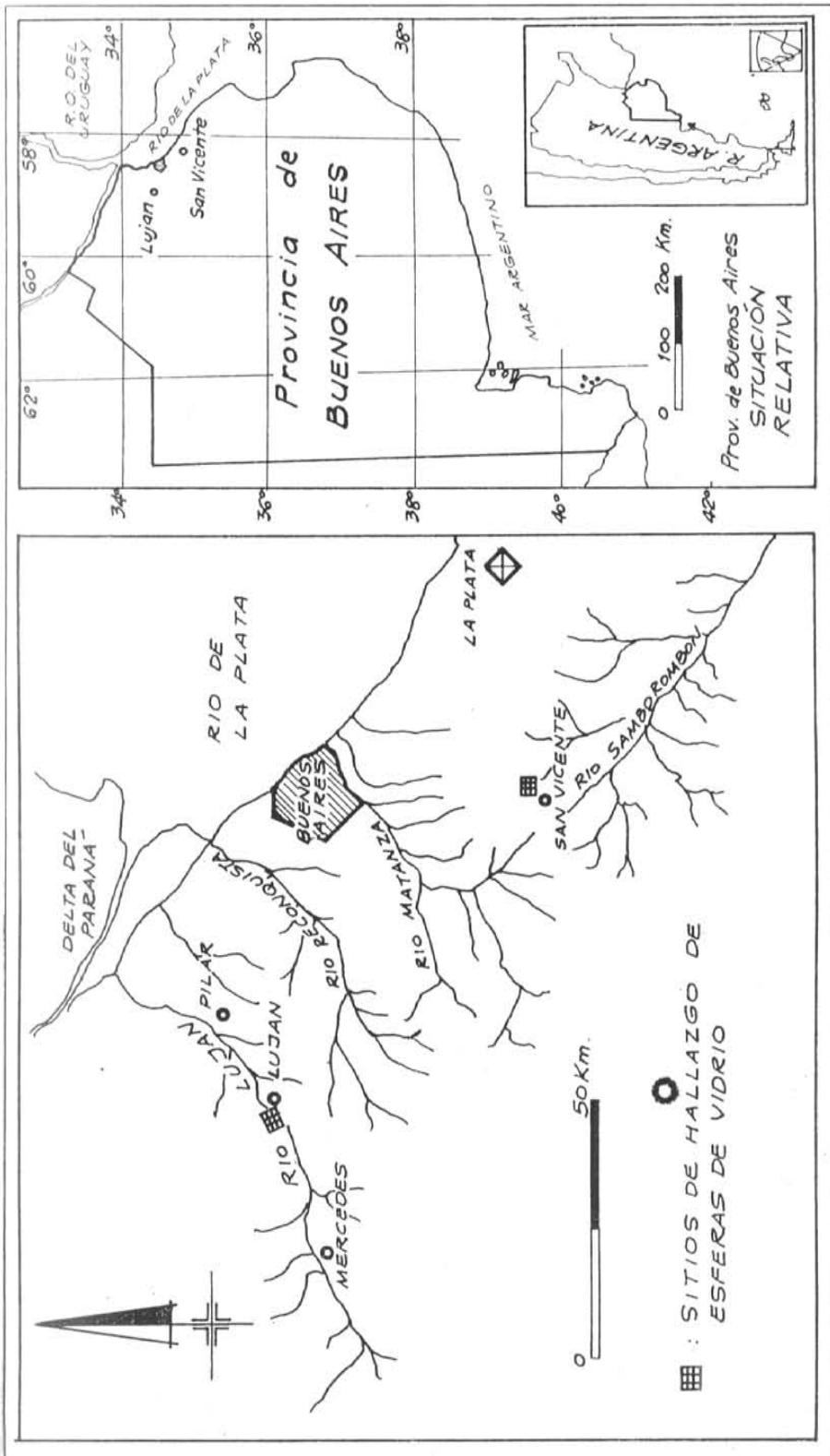


Fig 1: Mapa de Ubicación. Sitios de hallazgo de esferas de vidrio.

noce un bandeamiento claro-oscuro de vidrio de distinto origen.

Heiken y Wohletz (1985) citan la producción experimental de ceniza freato-magmática, donde se obtuvo, entre otras partículas vítreas, individuos de forma esférica y de gota. Estas esferas suelen ser huecas y recuerdan a dichos autores a las producidas en emisiones industriales ("fly ash").

En tanto, Sigurdsson et al. (1991) describen la formación de esférulas de vidrio similares a *tectitas*, generadas como producto de fusión de sedimentos margosos de edad Cretácico-Terciario por impacto de meteoritos, en la región costera de Beloc, Haití. Los individuos de vidrio, de tamaño entre 1 a 6 mm, son generalmente esféricos, elipsoidales, elongados, en forma de gota y de badajo, de color castaño claro y menor porcentaje de color ámbar a amarillento. Las esférulas son mayormente macizas y libres de microlitos. La presencia de vesículas es escasa (<5%) a abundante (30%) en las de vidrio amarillento.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESFERAS DE VIDRIO

Las esferas de vidrio, motivo de este trabajo, consisten en clastos entre 350 y 1250 μm que, si bien se encuentran en proporciones relativamente bajas, se destacan notoriamente respecto de las trizas vítreas, granos monominerales y líticos que conforman comúnmente los limos arenosos cuaternarios bonaerenses.

Aparecen con formas fluidales, como esférulas, gotas, ovoides semejantes a badajos y filamentos de color amarillo claro, verde amarillento a castaño oscuro (Figs. 2 y 3). En todos los casos son individuos macizos con escasas vesículas esféricas en la superficie e interior. Al microscopio de polarización se presentan como una sustancia isótropa, translúcida, incolora a verdosa según el espesor del fragmento, sin inclusiones cristalinas, con escasa vesiculación y de bajo índice de refracción.

Al microscopio electrónico se observan superficies curvas y cuerpos macizos con escasas vesículas esféricas. Es frecuen-

TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ESFERAS

Composición semicuantitativa expresada en óxidos (%)								
Esferas	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO
Color verde	0,30	12,11	49,59	2,33	32,12	0,90	2,64	--
	1,71	9,66	30,86	1,67	51,89	0,73	2,45	1,01
	1,27	8,41	36,36	1,38	48,95	0,61	2,25	0,74
Color castaño	0,11	12,96	55,22	2,04	25,28	0,82	3,28	0,29
	2,05	7,80	41,82	0,76	43,55	0,74	3,25	--
	1,34	8,16	40,68	1,54	42,92	--	5,35	--
	4,17	13,74	40,60	0,27	37,93	--	3,28	--
Experimentales	5,23	12,81	43,37	0,26	35,39	0,72	2,22	--
	4,66	12,47	37,94	0,78	42,50	--	--	---
De impacto (Sigurdsson, et al. 1991)	4,41	11,72	44,44	0,48	30,71	0,66	4,80	0,10

Fig. 3

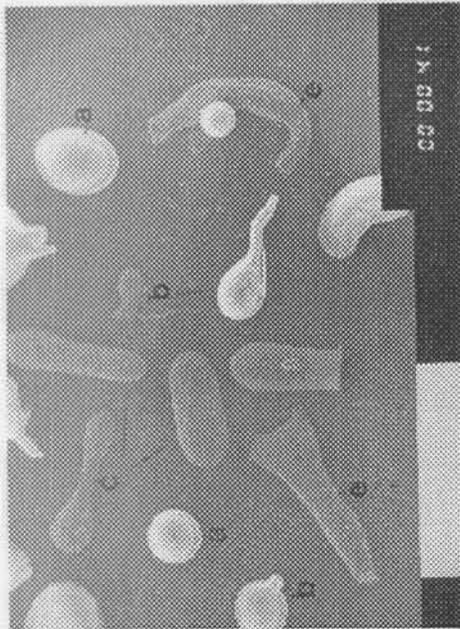


Fig. 5

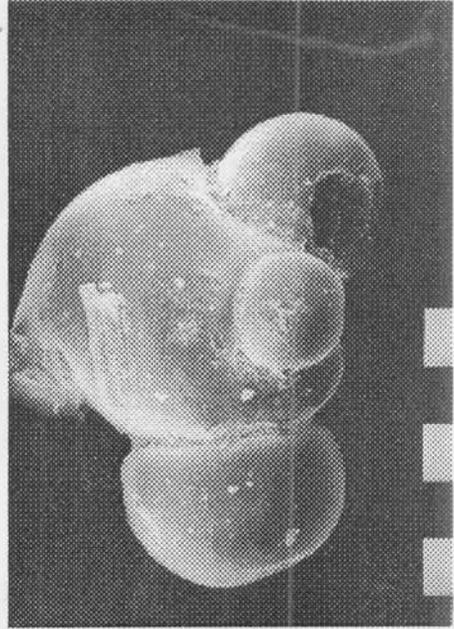


Fig. 2

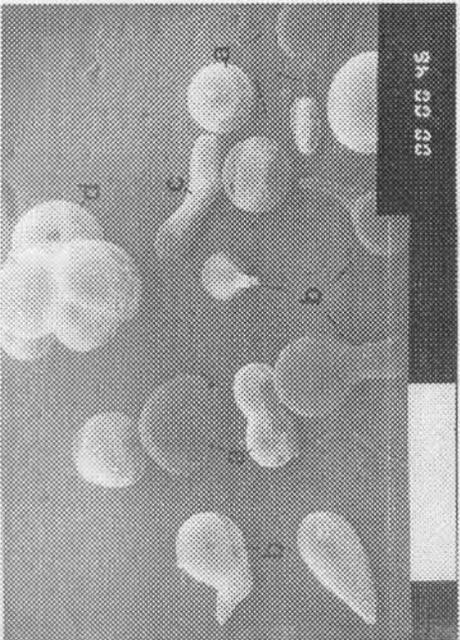


Fig. 4

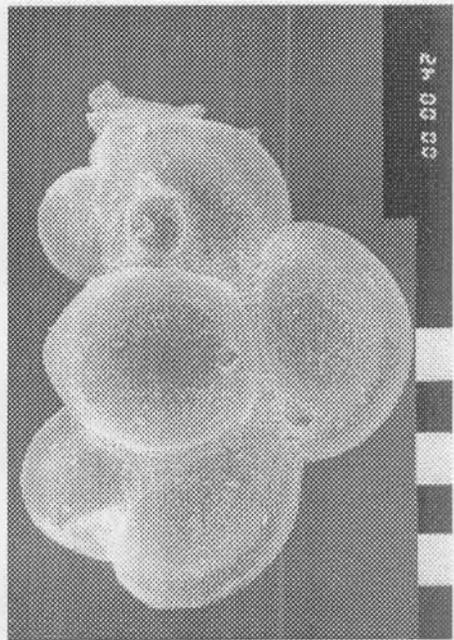


Fig 2 Aspecto general de las esférulas de vidrio. Formas esféricas (a), de gota (b), de ovoides semejantes a badajos (c), aglutinadas (d) y filamentosas (e). SEM x 40, c/div=1 mm.; Fig 3: Idem anterior. SEM x 44, c/div. 1 mm.; Fig 4: Forma aglutinada de varias esférulas. SEM x 100, c/div. 100 µm.; Fig 5: Idem anterior. SEM x 100, c/div. 100 µm.

Fig. 7

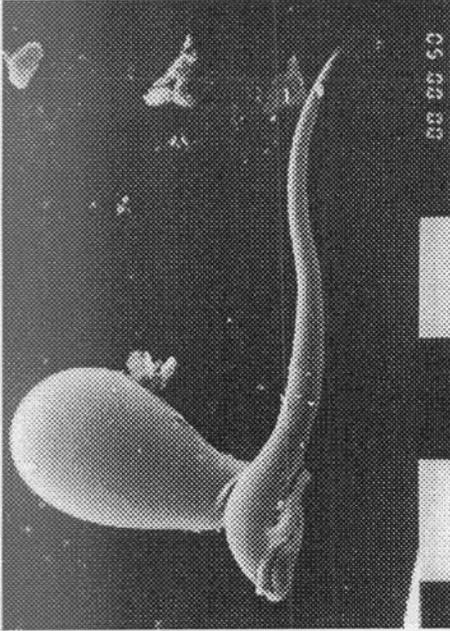


Fig. 9

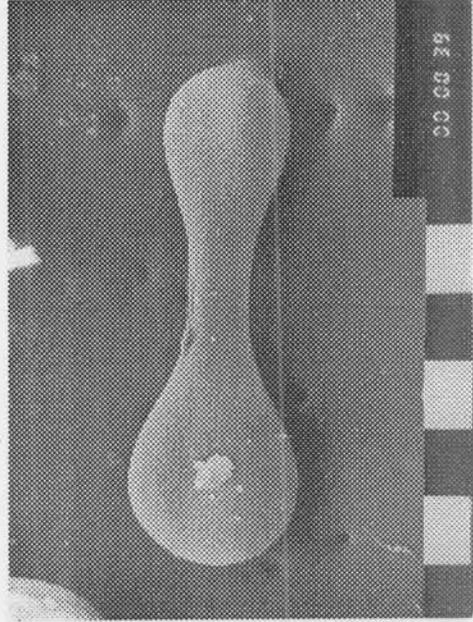
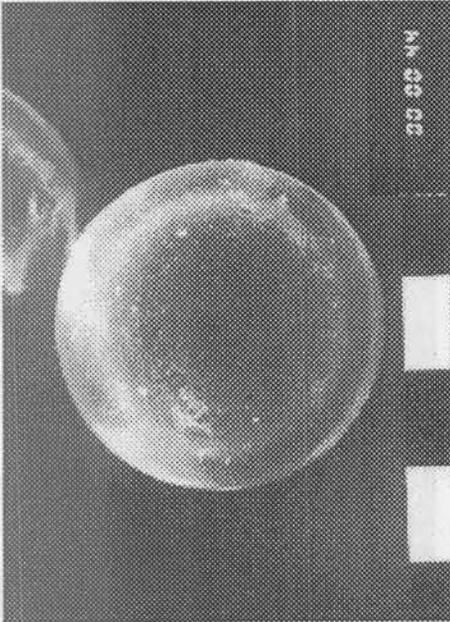
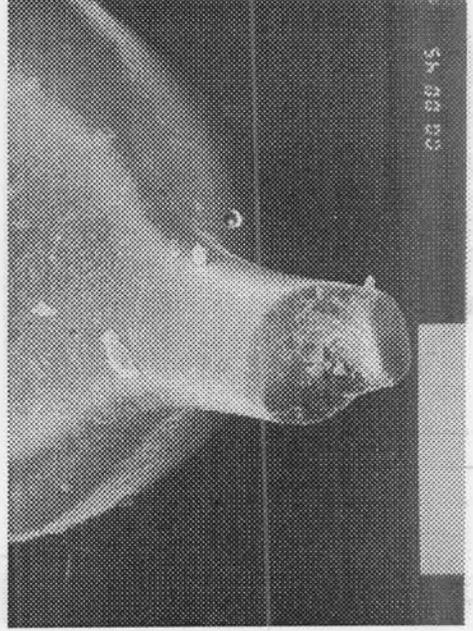


Fig. 6

Fig. 8

Fig 6: Esfera de vidrio con escasa vesiculaci3n, de cuerpo macizo. SEM x 194, c/div. 100 μ m.; Fig 7: Desarrollo de forma fluidal a manera de pelos. SEM x 241, c/div. 100 μ m.; Fig 8: Forma de badajo. SEM x 137, c/div. 100 μ m.; Fig 9: Detalle de forma esferoidal con cuello. SEM x 526, c/div. 100 μ m

te el desarrollo de cuellos (Figs. 2, 3, 8 y 9) y formas filamentosas fluidales a manera de pelos (Fig. 7), también se observan formas aglutinadas de varias esférulas (Figs. 4 y 5).

La composición semicuantitativa expresada en óxidos para las esferas y de acuerdo a su color, obtenida con microanalizador EDAX, se transcribe en la Tabla 1.

EXPERIMENTACIÓN Y DISCUSIÓN

Una primera hipótesis fue considerar un origen volcánico para las esferas, derivadas de material piroclástico, que por posterior movilización eólica o áeua alcanzaron la cuenca bonaerense.

Sin embargo, la composición química semicuantitativa de las mismas indican que la sílice y el aluminio se encuentran combinados con el calcio en forma de un alúmino silicato de calcio amorfo. Esta composición mineral, no se encuentra siquiera en las erupciones carbonáticas; en estas los porcentajes de óxido de calcio y de la sílice alcanzan apenas valores de 14-15 % y 25-30 % respectivamente.

Otras características que se contraponen al origen volcánico de las esferas, son la ausencia de microlitos y el aglutinamiento de algunas de ellas.

Se planteó entonces, considerar un posible mecanismo de formación a partir de fusión de silicatos, capaz de generar estas formas.

Se planteó, así, una segunda hipótesis ante la suposición de que su origen estuviera ligado a la actividad cultural de los pueblos aborígenes de la Pampa.

Se efectuó una nueva búsqueda bibliográfica, la que nos permitió hallar la siguiente e interesante cita de Ameghino (1880/1881) referida al paradero indígena de la Cañada de Rocha en Luján: "*algunas grandes astillas de huesos largos parece que sólo han sido expuestas a la acción del fuego el tiempo suficiente para derretir la médula, pero*

otras han sido sometidas a un calor tan fuerte que han sufrido un proceso de vitrificación presentando en su interior un gran número de granitos esféricos parecidos a municiones de caza muy fina y de color negro"...

Se intentó reproducir en forma experimental las condiciones en un "fogón" combustionado a hueso, debido a que la hidroxiapatita (principal constituyente de la sustancia ósea) se combina con la sílice dando un silicato de calcio con desprendimiento de pentóxido de fósforo (Pauling, 1955).

Se llevó así a cabo la experiencia, para la que se utilizó sedimento del sitio estudiado (representando al piso del fogón) médula ósea molida de fémur de vaca y carbón vegetal (ambos representando al material combustible), todo lo cual fue calentado a 1000 °C en mufla eléctrica (temperatura algo mayor a la que se logra en el centro de un fogón durante la quema).

El producto obtenido fue observado bajo lupa binocular y al microscopio electrónico. Se reconoció la presencia de formas fluidales y esferoidales macizas de color verde y verde amarillento, con desarrollo de cuellos en algunos casos y abundante vesiculación en la superficie (Figs. 11 y 12) Es de interés destacar que se han observado esférulas creciendo a partir de fragmentos óseos. (Fig. 10). La composición química semicuantitativa obtenida con microsonda EDAX se vuelca en la Tabla 1.

Si bien resulta imposible reproducir las condiciones exactas para la formación de esferas, la fusión de silicatos por acción de calor muy intenso (referido a fogones, incendios o descargas eléctricas) y en presencia de una asociación hueso-sedimentos silicoclásticos areno-limosos, podría ser considerada como otro origen para la formación de esferas aluminosilicáticas de calcio amorfo.

No se descarta tal posibilidad en el caso de las esferas halladas en San Vicente, las que se encontraron en sedimentos portadores de fragmentos de carbón, ves-

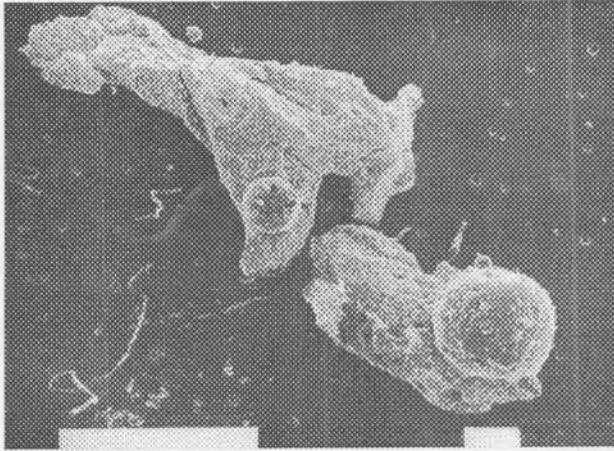


Fig. 10

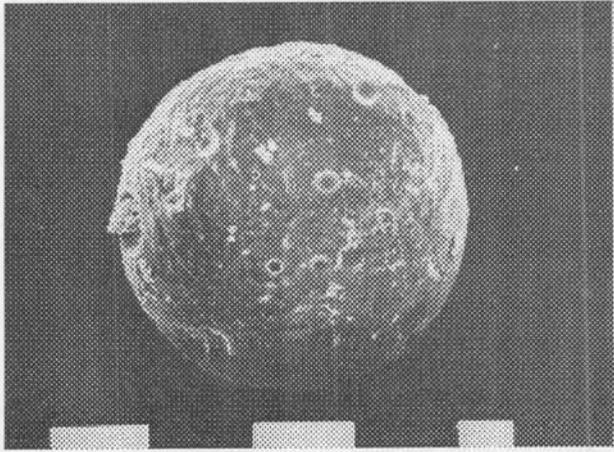


Fig. 11

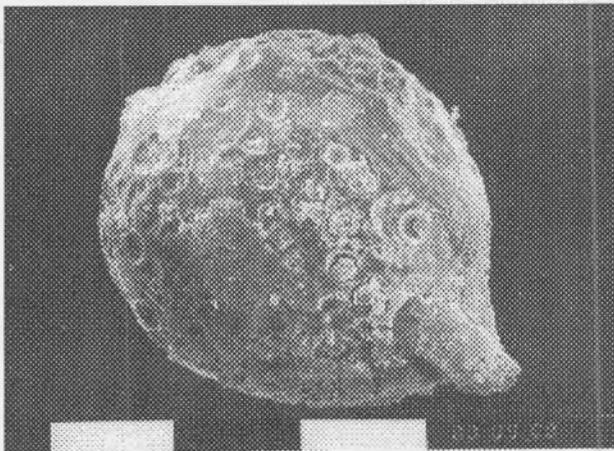


Fig. 12

Fig 10: Esferula experimental. Crecimiento a partir de fragmentos de hueso. SEM x 40, c/div 1 mm.; Fig 11: Esferula experimental con abundante vesiculaci3n. SEM x 200, c/div. 100 μ m.; Fig.12: Esferula experimental con desarrollo de cuello. El material alojado en las vesiculas es de igual composici3n que la esferula. SEM x 250, c/div. 100 μ m.

tigios de una estructura de combustión.

En tanto para las halladas en Luján, la edad relativa de los sedimentos que las alojan (Pleistoceno medio) y su origen fluvial, hacen casi imposible la aplicación de esta hipótesis de formación.

Una **tercera hipótesis**, ha sido la de plantear un origen asociado al impacto de meteoritos sobre una roca madre de composición carbonática, sea esta continental (calcreta, margas palustres, etc.) o marina (calizas). Debido a que el sedimento que contiene las esferas de vidrio es de origen fluvial, es imposible establecer la ubicación del impacto y por ende la litología de la roca fundida. Sin embargo, y como muestra la Tabla 1, la composición de las esferas de Luján es similar a la de las esferas "cálcicas" de Beloc, (Sigurdsson et al., 1991). Cabe destacar además que en ambos casos, son similares las características morfológicas y texturales

CONCLUSIONES

- De acuerdo a lo discutido anteriormente podemos vincular la formación de estas esferas de vidrio cálcicas a una génesis no volcánica.

- En el caso de las esferas halladas en San Vicente, las que se encontraron en sedimentos portadores de fragmentos de carbón y huesos, vestigios de un "fogón", permiten interpretarlas como producidas por fusión de materiales en estructuras de combustión a hueso, asociadas a la actividad cultural de pueblos aborígenes.

- En tanto, las halladas en Luján se relacionan con un origen ligado a la fusión de sedimentos carbonáticos por impacto de meteoritos, si bien la naturaleza fluvial del sedimento que los aloja impide establecer la ubicación del impacto y por ende la litología de la roca fundida.

REFERENCIAS

- AMEGHINO, F. 1880/1881. *La antigüedad del Hombre en el Plata*. París y Buenos Aires, 2 vol., 1177 p. 25 lam.
- DANGAVS, N. y BLASI, A. 1995. El Pampeano Rojo (Ameghino, 1884) del Paso de la Virgen, río Luján, Provincia de Buenos Aires. *IV Jorn. Geol y Geof. Bonaer. Actas* TI.
- HEIKEN, G. y LOFGREN, G. 1971. Terrestrial Glass Spheres. *Bull. Geol. Soc. Am* 82 (4): 1045-1050.
- HEIKEN, G. y WOHLETZ, F. 1985. *Volcanic Ash*. Univ. Calif. Press. 246 p.
- ISARD, J. 1971. The Formation of Spherical Glass Particles on Lunar Surface. *Geochim Cosmochim. Acta, Suppl.* 3, 3:2003-2008
- SIGURDSSON, H., D'HONDT, S., ARTHUR, M., BRALC' VER, T., ZACHOS, J., van FOSSEN, M. y C' NNELL, J. 1991. Glass from the Cretaceous/Tertiary boundary in Haiti. *Nature*. 349 (6319): 482-487
- PAULING, L. 1955. *Química General*. Edit. Aguilar. 694 p.
- WALKER, G. y CROASDALE, R.. 1972. Characteristics of Some Basaltic Pyroclastics. *Bull Volcanol.* 35 (2):303-318.