



EVALUACION DE UN CALCAREO ORGANOGENO PARA FABRICACION DE CEMENTO PORTLAND

Bassi, H.G.L.

ABSTRACT

Evaluation of an organogenic calcareous rock in the production of Portland cement. Sampling, analysis and application of iron, silica and lime modulus were carried out to evaluate the potencial of a calcareous sedimentary rock deposited in marine environment, for the production of Portland cement.

INTRODUCCION

La presente comunicación es parte de un trabajo realizado en la región de Comodoro Rivadavia (Chubut) orientado a la búsqueda de la materia prima necesaria para la fabricación de cemento tipo Portland. Como premisa, teniendo en cuenta los valores de comercialización de ese producto, el proceso de fabricación exige instalar su producción al pie o próximo a la fuente de las materias primas, en especial la cal. Tal fue la consigna del estudio. Este trabajo se refiere a la metodología utilizada para esa evaluación.

ANTECEDENTES

El cemento es una mezcla de compuestos artificiales, semejantes a minerales del tipo de los óxidos, similares en composición y probablemente en estructura a los silicatos naturales. Se fabrica tratando una mezcla de caliza y portadores naturales de sílice y alúmina, tales como arcillas o esquistos arcillosos a temperaturas próximas a la de 'clinkerización' (1.400°C). Normalmente se agrega óxido férrico en forma de hematita. Los principales componentes del cemento son: silicato tricálcico (3 Ca.SiO_2), aluminoferrato tetracálcico ($4 \text{ CaO.Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_3$) y aluminato tricálcico ($3\text{CaO.Al}_2\text{O}_3$). Para controlar las condiciones de fraguado se agrega yeso al final, durante la molienda del 'clinker' (7).

Rara vez se encuentran en la naturaleza calcáreos arcillosos en condiciones justas como para producir clinker; en general es necesario un ajuste del material en su composición química, previo al tratamiento en el horno. Para un cemento tipo Portland las proporciones son: 69% CaO y 31% $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3$. Contando con materiales que en conjunto contengan tal composición, para producir cemento es suficiente una fábrica de tipo común, compuesta por molinos, mezcladora y hornos. Cuando el aporte de CaO es menor al 69% la fábrica debe estar provista además de una planta de concentración que eleve ese tenor.

MATERIALES CALCAREOS EN LA ZONA DE COMODORO RIVADAVIA

Sólo hay dos fuentes de materiales calcáreos en la zona: acumulaciones subrecientes de playa y depósitos calcáreos terciarios. Los primeros son horizontes compuestos por valvas de moluscos (4-8 cm) en una matriz friable de arena y rodados. Forman acumulaciones distribuidas a lo largo de la costa actual, con espesores entre 0,30-1,50 m y longitudes y anchos variables. Se encuentran en Bahía Solano y al norte de Punta Marqués; constituyen tonelajes muy reducidos (4 y 5) como para ser destinados a la producción de cemento.

La fuente principal de los calcáreos terciarios es la Formación Chenque. Esta representa la segunda ingresión marina atlántica en la Cuenca del Golfo San Jorge; alcanza un máximo de espesor de 500 m en el centro deposicional (Lobería) extendiéndose desde el Oligoceno tardío hasta el Mioceno temprano (3). El perfil de esta formación en los alrededores de C. Rivadavia según Windhausen (8), con espesores de Barreda (2), es de abajo hacia arriba: Sección A.- arcillas y areniscas glauconíticas con ostras (10 m); banco con *Turritella* sp., braquiópodos, *Trophon*, *Pecten* sp., *Neocinoceras*, etc (2 m); complejo de arcillas fragmentosas con yeso, tobas amarillas con huesos de cetáceos, *Mytilus*, etc. (80 m); capa verdosa

¹ CIRGEO. Velasco 847. Buenos Aires (1414). Argentina.

glaucónica con: *Ostrea Hatcheri*, *Schizartes patagonicus* Lamb., *Trophon laciniatus*, etc (4 m); banco con *Turritella* con rodados de cuarzo. Sección B.- arcillas blandas de color gris claro con un horizonte de concreciones de calcedonia, hacia arriba arenisca ferruginosa, incluyendo banco de *Turritella* (90 m); banco calcáreo, sedimentado algo irregularmente con estratificación entrecruzada, formando a veces una brecha o conglomerado de ostras: *Banco de Mangrullo* (4-7 m). Sección C.- Arena y arcillas con intercalación irregular de bancos de ostras; pasaje paulatino a la formación Arenisca Araucana.

El horizonte calcáreo de mayor competencia, espesor y extensión es el Banco de Mangrullo, que es el objetivo para la búsqueda de materia prima caliza destinada a cemento. Este, de posición suhorizontal, aflora en toda la faja costera, donde la erosión ha estirpado la cubierta terciaria y cuaternaria la que alcanza hacia el oeste hasta 400 m de espesor. Su génesis se asocia a una depositación marina en transición a sedimentación terrestre; junto a la frecuencia variable de ostras, a veces con permanencia de ambas valvas 'in situ', el banco está constituido por caparazones de invertebrados marinos, a menudo muy triturados, mezclados con arena y arcilla, dispuestos en capas lenticulares superpuestas.

El sedimento está pobremente clasificado con marcados cambios en su composición tanto en sentido vertical como horizontal.

En Comodoro, el Banco de Mangrullo aflora en los cerros Chenque y Hermitte; hacia el norte se lo ve intermitentemente hasta el Cañadón Bauman; hacia el sur asoma claramente después del Cañadón Chara y aparece bien definido en el cerro El Mangrullo. Así, la búsqueda de cal para la fabricación de cemento, se reduce a un radio de 25 km a partir de Comodoro.

ELECCION DEL BANCO CALCAREO A PROSPECTAR

Fueron descartados los cerros Chenque y Hermitte debido a sus excesivas cubiertas estériles (30 m aproximadamente) y con sólo 185 y 260 hectáreas respectivamente. El cerrito Viteau, adosado al Chenque, aunque sin cubierta, tiene una extensión reducida (15 há). Los sectores próximos a Comodoro, con el Mangrullo aflorando y con reducida cubierta son Cañadón Chara, ubicado 25 km de la ciudad y el del KM 23 conectado a la ciudad con línea férrea habiéndose, en consecuencia, seleccionado este último.

BANCO KM 23.- El yacimiento, subhorizontal, con leves ondulaciones, corona una elevación mesetiforme. La erosión ha arrasado prácticamente la arenisca sobreyacente, encontrándose restos de sedimentos cuaternarios, humus y vegetación. Son bien visibles los bordes norte y noroeste del banco debido en parte a la acción del viento y también por la mayor competencia de su roca cementada por carbonato de calcio secundario.

El cuerpo está compuesto por cuatro horizontes que se han identificado, de arriba hacia abajo A, B, C y D (Fig.1). El horizonte A se lo ve en el borde norte de la meseta, entre las muestras 7 y 10 y aparentemente se extiende hacia el sur; su ley en carbonato de calcio oscila entre 25 y 67 %, existiendo una relación casi constante entre sílice, alúmina y óxidos de hierro.

Tabla 1. Banco KM 23. Valores analíticos (parcial, a manera de ejemplo) distribuidos por horizontes

Horizonte	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D
No. muestra	7	9	10	12	2	5	9	14	19	24	17	19	22	23	2	17	20
espesor m	5,0	3,2	0,7	1,4	0,9	4,8	0,6	1,4	0,3	0,4	0,33	0,26	0,9	0,7	0,7	1,3	0,2
pérd. Calcinac.	29,7	17,0	13,9	20,8	32,4	36,1	21,7	31,7	25,6	26,8	32,5	26,1	15,7	21,6	20,1	18,4	26,8
SiO ₂	20,9	39,4	44,1	16,6	17,6	12,1	32,5	17,8	26,2	26,1	17,4	25,4	31,1	33,1	36,9	40,4	44,6
Al ₂ O ₃	7,1	14,3	15,1	11,0	5,5	4,0	10,9	5,8	9,9	7,8	5,7	8,4	9,7	10,0	10,8	13,8	13,6
Fe ₂ O ₃	2,7	5,3	5,3	4,2	2,4	1,7	4,0	2,2	4,1	3,8	2,3	4,0	3,5	4,4	5,2	5,3	5,1
CaO	38,2	15,7	15,7	23,0	41,1	46,0	28,4	41,3	33,1	32,2	46,0	32,4	28,8	28,4	23,5	18,9	19,0
MgO	1,4	1,6	1,6	1,5	0,8	0,9	1,3	1,0	1,4	-	0,9	1,3	1,2	1,2	1,6	2,0	1,5
CO ₂	29,4	15,6	13,4	21,5	31,2	35,6	20,2	31,2	23,9	30,9	27,3	24,4	21,2	20,7	17,1	14,4	14,8
SO ₃	0,3	1,0	2,2	0,4	0,4	0,3	-	0,4	-	-	0,4	-	0,3	-	0,3	-	0,2
Alcalis	0,4	2,0	2,3	2,8	0,6	0,4	1,7	0,9	-	0,3	0,9	1,3	1,7	1,8	2,1	0,9	2,0
CO ₃ Ca	66,6	35,4	25,3	38,4	70,9	79,9	45,9	70,8	54,3	57,0	69,8	55,8	28,1	46,6	38,8	31,1	56,1
Módulo hierro	2,6	3,7	2,6	2,6	2,3	2,3	2,8	2,6	2,4	2,0	2,8	2,0	3,0	2,5	2,1	2,6	2,6
Módulo sílice	2,1	2,2	2,1	2,4	2,2	2,1	2,2	2,2	1,9	2,2	2,1	2,0	2,3	3,4	1,7	2,1	2,3
Módulo Cal	1,3	0,4	0,2	0,4	1,6	2,6	0,6	1,2	0,8	0,8	1,6	0,9	0,4	0,6	0,5	0,3	0,9
(1)	10,9	4,4	1,6	5,0	1,4	5,7	0,8	2,3	1,2	1,9	0,7	0,4	1,3	1,1	?	1,9	0,3

(1), influencia de la muestra en el total muestreado (%): Módulo de hierro Al₂O₃/Fe₂O₃; Módulo de sílice SiO₂/Al₂O₃+Fe₂O₃; Módulo de cal CaO/SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃.

El horizonte B es el más importante, tanto en extensión como en calidad; prácticamente aflora en toda la periferia; su superficie de deposición es irregular, con espesores variables (0,30-5,10 m), siendo más

homogéneo que el horizonte anterior y con menor hábito lenticular. Una sección delgada de su roca muestra fragmentos calcáreos fósiles y cristales angulosos de cuarzo y feldespato, a menudo cementados por calcita y arcilla; minerales pesados (1-2%): hornblenda, magnetita, granate y zircón.

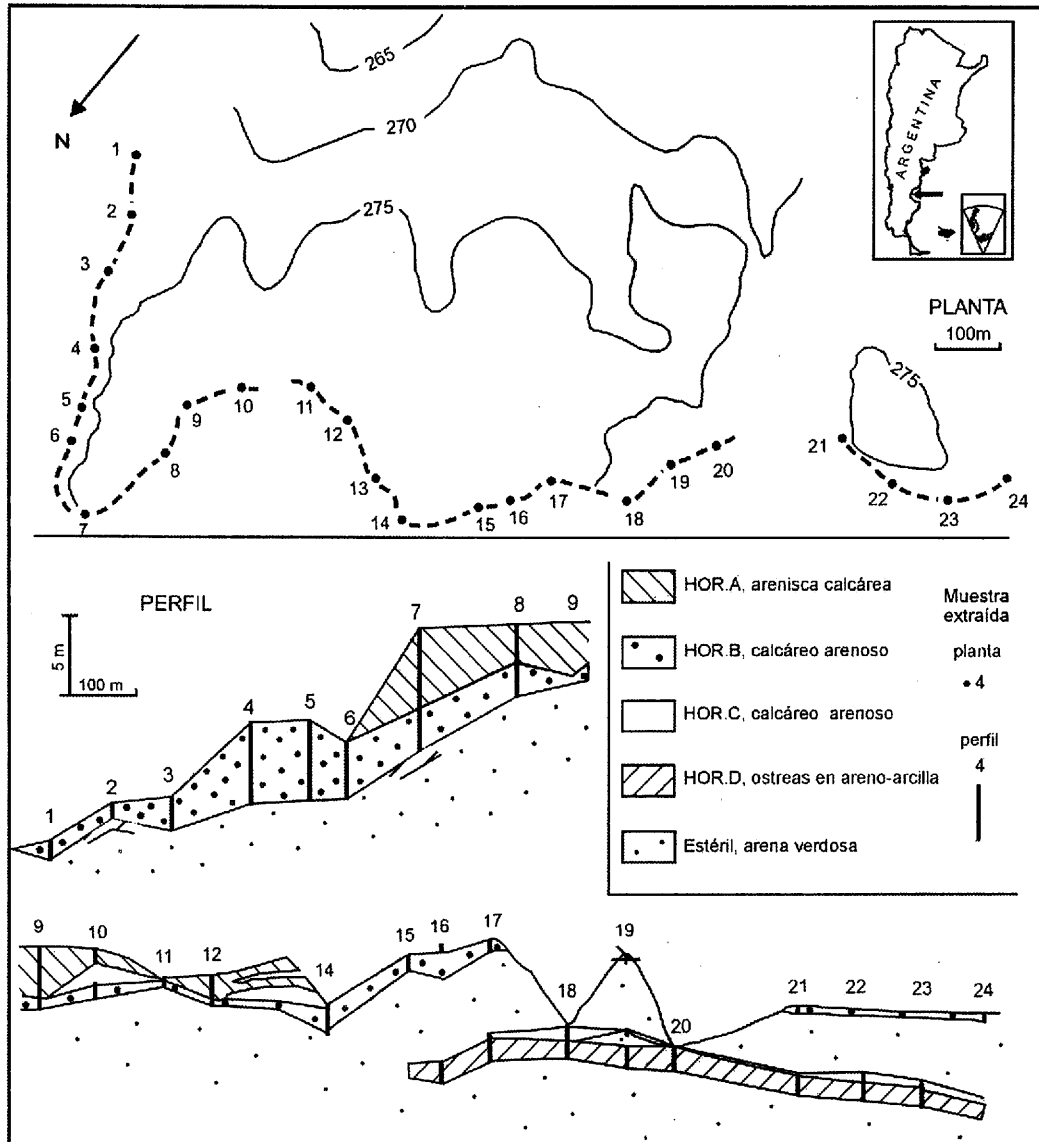


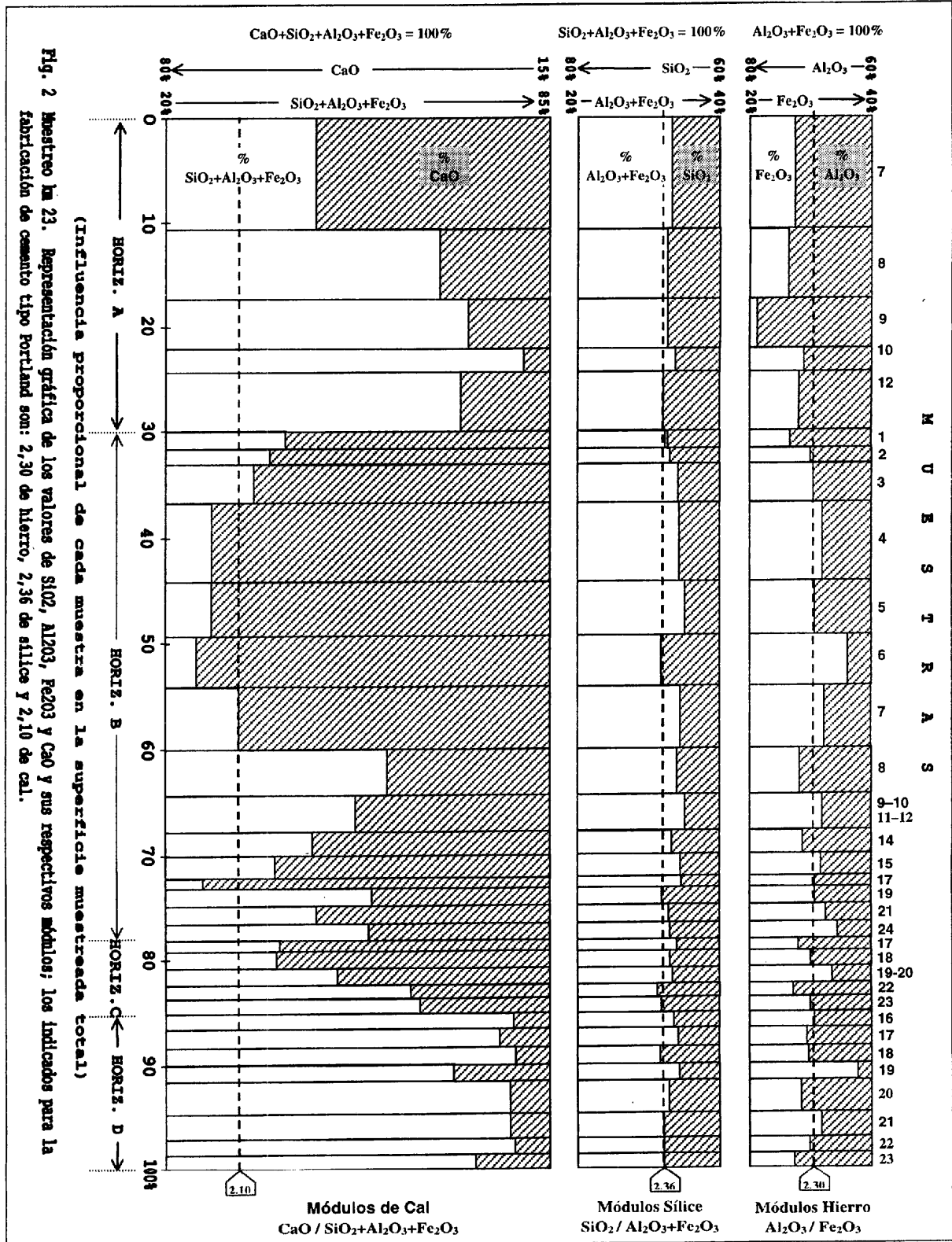
Fig. 1. Muestreo de los horizontes calcáreos del Banco Km 23.

El horizonte C, poco desarrollado, difiere del anterior por el mayor tamaño de los trozos calcáreos y la abundancia de restos y hasta valvas completas de *Ostrea* s.p., especialmente en la base.

El horizonte D es una entidad bien separada de las anteriores por su distribución y composición; está formado (30-35%) por valvas de 10 a 15 cm de diámetro de *Ostrea* s.p. distribuidas en una matriz de grano grueso de cuarzo y arcilla, friable. Si bien la ley del conjunto oscila en 30% CO_3Ca , para aumentar considerablemente su tenor bastaría un simple zarandeo en medio húmedo. La frecuencia de valvas en posición original y a menudo unidas (ventral con dorsal) indican sedimentación tranquila; presentándose en acumulaciones lenticulares, a menudo conectadas entre sí, constituyendo un útil horizonte guía.

MUESTREO Y RESULTADOS

Se intentó un muestreo sistemático del banco expuesto. La falta de equidistancia rigurosa entre las extracciones se debió a irregularidad de los afloramientos; se obtuvieron 40 muestras conservando la sección 10x4 cm.



La figura 1 muestra el perfil del afloramiento manteniendo las cotas relativas. La Tabla 1 presenta el análisis de algunas de las muestras, efectuados en el laboratorio de la Dirección de Minas y Geología de la Nación (1); constan, además, los módulos resultantes (Fig. 2) los que representan la capacidad o no de poder fabricar cemento con ese material.

Los módulos son: de hierro (Al_2O_3/Fe_2O_3); de sílice ($SiO_2/Al_2O_3+Fe_2O_3$) y de cal ($CaO/Si_2O_3+Al_2O_3+Fe_2O_3$). La producción de diferentes tipos de cemento exige, respectivamente, los siguientes módulos (7): cemento standard (2,30; 2,36; 2,10); de fraguado rápido (2,30;2,30;2,30), resistente a los sulfatos (1,05; 3,62; 1,99) .

CONCLUSIONES

- km 23 es el banco calcáreo más extenso , sin cubierta estéril, en el área de Comodoro Rivadavia. Para conocer su tonelaje debiera explorarse con un reticulado de sondeos.
- De acuerdo a la Fig. 2 el frente estudiado contiene un 20% de material apto directamente y un 15% susceptible de ser utilizado, previo zarandeo, para fabricar cemento Portland tipo 'standard'.
- Si se deseara fabricar cemento con el conjunto del Banco sería necesario tratar el material restante (65%) en una planta de concentración que disminuyese la proporción de $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ de manera de obtener un módulo de cal de 2,10.

REFERENCIAS

1. Bassi, H.G.L. 1948. Estudio sobre las posibilidades de fabricar cemento Portland con las materias primas existentes en la zona de Comodoro Rivadavia, Territorio Nacional del Chubut (Inédito). Dirección de Minas y Geología de la Nación, 40 p., 5 láminas. Buenos Aires.
2. Barreda, V.D. 1996. Bioestratigrafía del polen y espesores de la Formación Chenque, Oligoceno tardío ?-Mioceno de las provincias de Chubut y Santa Cruz, Patagonia, Argentina, Vol. 33, No. 1, p. 35-56, Buenos Aires.
3. Bellosi, E.S. 1990. Formación Chenque: Registro de la transgresión patagónica en la Cuenca San Jorge. *in* Congreso Geológico Argentino, No. 11, Actas, Vol. 2, p. 57-60, San Juan, Argentina.
4. Conci, I. 1933. Estudio preliminar sobre la existencia de depósitos de materiales que contienen cal (Inédito). Y.P.F., Departamento de Geología, 7 p., 3 planos, informe inédito, Comodoro Rivadavia.
5. Leidhold, C. 1933. Informe preliminar sobre materiales existentes en Comodoro Rivadavia para fabricación de cemento (Inédito). Y.P.F., Departamento de Geología, 5 p. Comodoro Rivadavia.
6. Piatnitzky, C. 1933. Apuntes sobre los materiales calcáreos en los alrededores de Comodoro Rivadavia y su aprovechamiento (Inédito). Y.P.F., Departamento de Geología, Comodoro Rivadavia.
7. Taggart, A.F. 1945. Handbook of mineral dressing. Wiley.
8. Windhausen, A. 1924. Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo San Jorge. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, 27, No. 167-320. Córdoba.