

C.39
I.99

**MINISTERIO DE HACIENDA, ECONOMÍA,
OBRAS PÚBLICAS Y PREVISIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINERÍA - JUJUY**

CALIZAS, CALCÁREOS Y DOLOMIAS

DE LA PROVINCIA DE JUJUY

(TRABAJO DE RECOPIACIÓN)

POR: ANTONIO IZA

PROVINCIA: JUJUY

1966

I N D I C E

INTRODUCCION:

I.- CALIZAS Y CALCÁREOS

- a).- Consideraciones Generales
- b).- Clasificación
- c).- Composición Química
- d).- Composición Mineralógica
- e).- Texturas y Estructuras
- f).- Clasificación Genética

II.- DOLOMIA

- a).- Consideraciones Generales
- b).- Clasificación
- c).- Texturas y Estructuras
- d).- Composición Química
- e).- Presentación y asociaciones
- f).- Origen

III.- NORMAS QUÍMICAS USUALES

PARA EL ABASTECIMIENTO INDUSTRIAL DE CALIZAS Y DOLOMIAS

(Tomado de "Tecnología Mineral por A. Gamkosian)

IV.- Sobre la presencia del calcáreo en la Provincia de Jujuy.

Breves consideraciones en relación a las calizas, dolomías y calcáreos de la Provincia de Jujuy.

INTRODUCCIÓN:

La aplicación que se hace en especial de la caliza en la siderurgia, industria azucarera, compuestos químicos y farmacéuticos, compuestos para tratamientos curativos en la agricultura, etc., determina que se intensifica su estudio a los fines de lograr un mejor conocimiento de los recursos con que cuenta la provincia ya que en la misma existen consumidores tales como fundiciones, ingenios azucareros, papelera, etc.

El presente trabajo de recopilación tiene el propósito de reseñar algunas consideraciones tendientes a conocer e ilustrar sobre estas rocas y el aprovechamiento que de ellas se hace en la provincia, para el logro de este fin se transcriben algunos resúmenes de estudios y/o trabajos realizados en la materia, a la par que consideraciones extraídas de la observación directa y las logradas merced a datos recabados de personas o entidades a él vinculadas.

I- CALIZAS Y CALCAREOS

a) Consideraciones Generales:

En general el término caliza se aplica únicamente a aquellas rocas en las cuales la fracción carbonática excede a los componentes no carbonáticos. Si, por ejemplo, el cuarzo clástico excede en ellas del 50% sería más apropiada la denominación arenisca calcárea aunque esta división 50-50% es solo arbitraria pudiéndose tomar como línea divisoria natural entre las areniscas y las calizas una mezcla de 82% de carbonato y 18% de cuarzo, esto para el caso de rocas carbonáticas arenosas.

Asimismo, las rocas en que la materia lutítica sobrepasa a la fracción carbonática, son más lutitas calcáreas que calizas.

Normalmente el término caliza se aplica a rocas en las que la fracción carbonática está integrada principalmente por calcita, y el término dolomia se reserva para las que están integradas principalmente por el mineral dolomita.

b) Clasificación:

Carbonato disuelto de la
HIDROSFERA

Calizas Autoctonas

o endogenas, tufas, coquina,
creta, klintita, etc.

Calizas Aloctonas

o exogenas, calcarenita,
calcilita, etc.

DIAGENESIS

Caliza Metasomática

o epigenica, dolomita,
etc.

A los fines de simplificar la clasificación, se optó en este trabajo por seguir la terminología moderna la que designa como "caliza" a la roca metamórfica, resultante del metamorfismo de sedimentos constituídos esencialmente por carbonato de calcio, estableciéndose así una clara diferencia entre "caliza" y "calcáreo", siendo esta última la designación para sedimentos no metamorfosados de carbonato de calcio.

e).- Composición Química:

La composición química de las calizas, como es natural, refleja bastante de cerca su composición mineralógica. Las calizas están constituídas principalmente por calcita; en consecuencia, su contenido tanto de CaO como de CO₂ es extremadamente alto (cuadro N° 1), y constituyen en algunos casos más del 95% del total. Otros componentes, que muchas veces se tornan importantes, incluyen en MgO, el cual si excede del 10%, probablemente indica la presencia del mineral dolomita. Calizas magnesianas son las que contienen de 1 a 2% de MgO.

El contenido de magnesio es una función tanto del contenido de magnesio del detrito esquelético en la caliza como de cambios químicos pos-sedimentarios. Normalmente se añade magnesio por los procesos de dolomitización, aunque algunos estudios sugieren que las rocas antiguas con menos magnesio del correspondiente al del detrito orgánico de que están integradas, pueden hasta haber perdido /

//...magnesio aunque la caliza promedio contiene 7,90% de MgO equivalente a 16,5% de $MgCO_3$, la mayoría de ellas contienen mucho menos óxido de magnesio o mucho más (fig. A); menos del 4% o más del 40% del $MgCO_3$ equivalente. Rocas de composición intermedia son menos comunes. Si la sílice es excesiva, indica la presencia de mucho detrito no carbonático o la presencia de ftanita (cuadro 1-C y D). Si la proporción de alumina es también elevada, probablemente la sílice es un componente de materia lutítica contaminada. Con el aporte de tales materiales arcillosos, el óxido de potasio y el agua combinada superan a lo normal (cuadro 1-F).

Por excepción, una caliza puede ser notablemente rica en un componente menor, tal como fósforo u óxido de hierro o sulfuro.

Dado que muchas calizas están integradas por estructuras esqueléticas o detritos derivados de éstas, la composición de estas rocas es una expresión de la composición en conjunto de sus componentes esqueléticos. La composición de conchas y de otras partes duras varía con la naturaleza del organismo y las condiciones en que ha vivido.

La composición química de los componentes inorgánicos de los invertebrados marinos ha sido investigada por Clarke y Wheeler (1922) como se puede deducir del cuadro N° 2, aunque es amplia la composición de cada grupo filogénico, existen diferencias entre los grupos. Por ejemplo, las algas calcáreas son notablemente más ricas que los moluscos en $MgCO_3$; los caparazones de los crustáceos son notablemente fosfáticos, etc. Chave (1952, 1954a, 1954b) ha llevado a cabo una investigación especial sobre el contenido de magnesio en los carbonatos de los invertebrados marinos. Encontré que el magnesio disminuía con el nivel de organización del organismo, siendo los de los tipos más perfeccionados los menos ricos en MgO. El contenido de magnesio también fué una función de la temperatura de formación, y por lo general acusó un nivel más alto en los animales que vivían en aguas más cálidas. El factor más importante ha sido la mineralogía de las conchas. Las conchas aragoníticas eran pobres en óxido de magnesio; las conchas calcíticas comúnmente eran ricas en este componente.

Surge del examen de los datos de Chave que la acumulación sencilla de materiales esqueléticos no explica la distribución del $MgCO_3$ en las calizas más antiguas. Las rocas portadoras de alta cantidad de magnesio han debido ser precipitados inorgánicos de dolomita o acumulaciones esqueléticas enriquecidas en esta sustancia. Los tipos más comunes de calizas, es decir, las que contienen menos del 4% de $MgCO_3$, deben ser precipitados inorgánicos de calcita (o de aragonita), o acumulaciones de detritos orgánicos procedentes solo de organismos que segregan esqueletos pobres en magnesio, o, si originarios de otros organismos, son materiales que han perdido su óxido de magnesio. Esta última posibilidad parece demostrada en esos casos en que en la actualidad el detrito orgánico pertenece a un tipo conocido como rico en magnesio, por ejemplo, la caliza de crinoideos (comparece C, cuadro N° 1, por ejemplo, con crinoideos, cuadro N° 2). La confrontación de las figuras A y

///.B.puede conducir a la conclusión de que el carbonato del detrito esquelético promedio, con $MgCO_3$ en solución sólida, se ha desmezclado y producido dos partes extremas, una calcítica y otra / delomítica. Sin embargo, si lo fuere, el óxido de magnesio ha si do retirado del depósito en el cual se formó y se halla segrega do en estratos separados.

CUADRO N° 1

Composición química de calizas representativas (en por ciento)

Componente	A	B	C	D	E	F	G	H
SiO ₂	5,19	0,70	7,41	2,55	1,15	13,80	2,38	0,09
TiO ₂	0,06	--	0,14	0,02	--	--	--	--
Al ₂ O ₃	0,81	0,68	1,55	0,23	0,45	7,00	1,57 á	
Fe ₂ O ₃		0,08	0,70	0,02	--	4,55	0,56	0,11
FeO	0,54	--	1,20	0,18	0,26	--	--	
MnO	0,05	--	0,15	0,04	--	0,29	--	--
MgO	7,90	0,59	2,70	7,07	0,56	1,32	0,59	0,35
CaO	42,61	54,54	45,44	45,65	53,80	38,35	52,48	55,37
Na ₂ O	0,05	0,16	0,15	0,01		2,61	--	--
K ₂ O	0,33	--	0,25	0,03	0,07	0,86	--	0,04
H ₂ O +	0,56	--	0,38	0,05	0,69	--	--	0,32
H ₂ O -	0,21	--	0,30	0,18	0,23	--	--	
P ₂ O ₅	0,04	--	0,16	0,04	--	0,25	--	--
CO ₂	41,58	42,90	39,27	43,60	42,69	31,31	41,85 ^c	43,11
SO ₃	0,05	0,06	0,02	0,03	--	--	--	0,44
Cl.	0,02	--	--	--	--	--	--	--
S	0,09	0,25	0,25	0,30	--	--	--	--
BaO	--	--	--	0,01	--	--	--	--
SrO	--	--	--	0,01	--	--	--	--
Li ₂ O	Vest.	--	--	--	--	--	--	--
Materia orgánica	--	Vest.	0,09	0,04	--	--	--	0,17
T O T A L	100,09	99,96	100,16	100,04	99,90	100,34	98,84	100,10

CUADRO N° 2

FOLIO
N° 5 (5)

Clase a	CaCO ₃ %	MgCO ₃ %	Ca ₃ P ₂ O ₈ %	SiO ₂ %	(Al-Fe) ₂ O ₃ %	OBSERVACIONES %
FORAMINIFEROS	77,0 a 90,1	1,8 a 11,2 prom. 8,2	Vest. b	Vest. a 15,3	Vest. a 4,0	---
ESPONJAS CALCAREAS	71,1 a 85,0	4,6 a 14,1	? a 10,0	Vest. a 7,8	a 5,7	---
COHALES MADREPORARIOS	97,6 a 99,7	0,1 a 0,8	0, a Vest.	0 a 1,2	0 a 0,6	---
ALCIONARIOS	73,0 a 98,9	0,3 a 15,7 prom. 11,1	Vest. a 8,3	0 a 1,7	Vest. a 1,0	0,5 a 5,4 CaSO ₄
EQUINODERMOS CRINOIDEOS	83,1 a 91,5	7,9 a 13,7 prom. 10,8	Vest. a 1,1	Vest. a 2,0	0,1 a 1,4	---
EQUINOIDEOS	77,9 a 91,7	6,0 a 13,8	Vest. a 1,8	Vest. a 9,9	0,1 a 5,2	Vest. a 2,6 CaSO ₄
BRIOZOOS	63,3 a 96,9	0,2 a 11,1	Vest. a 2,9	0,2 a 16,7	0,1 a 2,2	---
BRAQUIOPODOS CALCAREOS	88,6 a 98,6	0,5 a 8,6	Vest. a 0,6	0,1 a 0,5	Vest. a 0,5	---
FOSFATICOS	? a 8,3	1,7 a 6,7	74,7 a 91,7	0,5 a 0,9	0,3 a 1,2	? a 8,4 CaSO ₄
MOLUSCOS PELICIPEDOS	98,6 a 99,8	0 a 1,0	Vest. a 0,4	0 a 0,4	Vest. a 0,5	---
GASTROPODOS	96,6 a 99,9	0 a 1,8	Vest. a 0,8	0 a 2,2	Vest. a 1,9	---
CEFALOPODOS	93,8 a 99,5	0,2 a 6,0	Vest.	0 a 0,2	Vest. a 0,1	---
CRUSTACEOS	28,6 a 82,6	3,6 a 16,0	6,6 a 49,6	0 a 1,1	Vest. a 8,8	---
ALGAS CALCAREAS	73,6 a 88,1	10,9 a 25,2 Prom. 17,4	Vest. a 0,4	Vest. a 3,5	Vest. a 1,6	---

Fig. A

Fig. B

Precipitación de sub-
stancias disueltas bi-
carbonatadas.-

PISOLITA

TOBAS CALIZAS O TRAVERFINOS

CALIZA LITOGRAFICA

ESTALACTITAS Y ESTALAGMITAS

Sedimentos químicos

Doble descomposición
entre carbonatos alca-
linos y amoníacos y sul-
fato calcico.-

OOLITA

CALIZA ESPUMOSA

CALIZA FIBROSA

Sedimentos Orgáni-
cos.-

Calizas Marinas

CALIZA CORALIGENA

" NUMULITICA

" DE FUSULINAS

" FETIDA

CRETA

CALIZA MARGOSA

" GLAUCONIOSA

" FOSFATADA

" SILICATADA

Sedimentos meta-
somáticos.-

Carbonatos trans-
formados por diso-
lución de magnesis.-

DOLOMIAS

CARNOLAS

Rocas metamórfi-
cas.-

Procedentes de ca-
liza y dolomias.-

MARMOL CIPOLINO

" GRIOTO

" DOLOMITICO

C
A
R
B
O
N
A
T
O
S

///.d).- Composición Mineralógica:

Dado que las calizas son rocas carbonáticas, sus minerales esenciales son los carbonatos: calcita, aragonita y dolomita. Los organismos constructores de rocas emplean tanto la calcita como la aragonita para sus estructuras esqueléticas. Algunos materiales esqueléticos están constituidos exclusivamente por aragonita, otros por calcita y algunos en parte por aragonita y por calcita. Los factores causantes de estas diferencias han sido estudiados // por Lowenstam (1954).

La aragonita es una forma inestable de la calcita y / se encuentra, por consiguiente, sólo en materiales recientes. Aun / la aragonita de materiales de conchas recientes puede cambiar en calcita en el curso de pocos años. El efecto visible de esta transformación es una pérdida en los detalles de la estructura interna y la formación de un mosaico cristalino anhedral. Presumiblemente, la aragonita también precipita como agujas minúsculas, puesto que / se encuentra en muchos fangos calcáreos actuales. También precipita en forma de oolitas. Estas sufren recristalización como las // conchas aragoníticas, y se convierten en un mosaico de calcita con pérdida de toda o mucha parte de su estructura interna original. (Grinsburg, 1954).

La mayor parte de las dolomitas parecen producto de / pos-sedimentación y muestran relaciones de reemplazo con calcita. Aunque aparecen como rombos aislados cortando las estructuras primarias de la roca, más comúnmente se presentan en forma de mosaicos subhedrales o anhedrales distribuidos irregularmente. En las dolomías propiamente dichas, la roca entera es ese mosaico de cristales de dolomita. En parte la dolomita puede ser producto de la desmezcla de la solución sólida, calcita-dolomita, que se encuentra en las partes duras de muchos invertebrados marinos (Chave 1952) y en parte es producto de la reacción de aguas portadoras de magnesio con el carbonato original.

La siderita es un componente raro y generalmente mucho menor de algunas calizas. El hierro ferroso se presenta como en / la dolomita, pero en unos pocos casos se presenta como rombos dispersos de siderita. Una leve oxidación da como resultado la des-// composición de la siderita, que, entonces, es fácilmente observable por las grandes manchas de óxido de hierro a lo largo del clivaje y de los bordes de los cristales.

La sílice, generalmente como calcedonia, es un componente común de muchas calizas. Aunque puede estar diseminada en toda la roca, con mayor frecuencia se la observa segregada en módulos // grandes (los módulos de ftanita o pedernal, de muchas calizas y dolomías). La sílice calcedónica es de grano fino, y si está diseminada, es difícil de descubrir en corte delgado. También puede presentarse como pequeñas esferulitas o como relleno entre los rumbos de dolomita de algunas rocas dolomitizadas. En este último caso la disolución de la dolomita deja un residuo poroso esponjoso / de ftanita dolocástico. Tal material es muy notable en los residuos insolubles en ácido de tales rocas. La sílice también se pre

//..senta como pequeños euhedros de cuarzo que cortan estructuras primarias y, por consiguiente, son autógenos. Muchas calizas y dolomías, especialmente las calcarenitas, contienen granos de cuarzo detrítico.

El feldespató, como cristales euhedrales autógenos, es componente menor común de muchas calizas y dolomías, aunque en raras casos puede constituir el 40% del total de la roca.

La contaminación más común de las rocas carbonáticas está constituida por materiales arcillosos. La arcilla no se destaca en corte delgado a causa de su grano fino y de su diseminación, pero en muchas calizas es fácilmente observable en sus residuos insolubles en ácido. Solo con dificultad puede determinarse la naturaleza de los minerales arcillosos. En las calizas y las dolomías de Illinois, la illita es el mineral más común; la caolinita se encuentra en algunas; no hay datos sobre la montmorillonita.

Otros componentes menores de las calizas son la glaucónita, la colofana y la pirita. La glaucónita se presenta en forma de gránulos grandes redondeados y localmente puede ser un componente abundante. La colofana aparece principalmente como detrito esquelético fosfático: conchas de los braquiópodos lingúlidos, espinas de peces y materiales similares; aunque por lo general es un componente subordinado, localmente puede cobrar importancia, y en ese caso la caliza puede ser clasificada correctamente como fosfática. La pirita es casi ubicua en forma de pequeños granos dispersos, que al oxidarse la roca se convierte en limonita. Por excepción, una caliza puede llegar a ser suficientemente rica en pirita como para justificar su clasificación de pirítica. La pirita es observable principalmente a lo largo de los bordes de los detritos de fósiles.

La materia bituminosa es bastante abundante en algunas calizas como para transmitirles su color oscuro y hacerles exhalar un olor hediondo al partirlas.

e) Texturas y Estructuras.

En razón de su origen poligénico, las rocas carbonáticas, en parte detríticas, en parte químicas y bioquímicas, y en parte metasomáticas, presentan una variedad de texturas y estructuras inigualadas por cualquier otro grupo de rocas. Por esta razón, la descripción detallada de estos rasgos sólo se especifica en las secciones en que se trata las familias de rocas carbonáticas.

Las calizas sedimentadas mecánicamente, como es de esperar, muestran las mismas texturas y estructuras que los sedimentos clásticos no carbonáticos. En muchas calizas puede observarse bien la selección por corriente y estratificación, estratificación entre cruzada, en escala grande como pequeña, y aun estratificación gradada (Carozzi, 1952). Los faagos, limos y arenas de óxido de calcio se comportan de manera muy semejante a sus equivalentes no carbonáticos en un régimen hidrodinámico dado.

Los carbonatos formados bioquímicamente tienen un conjunto distintivo de texturas y estructuras. Notables son las estructuras biohémicas y de arrecife, y pueden ser de gran tamaño;

//..asimismo son notables el esqueleto de trabazón de sedimento que caracteriza las estructuras de arrecifes, y las numerosas modificaciones de la estratificación producidas por las algas segregativas de sedimentos y que ligan sedimentos, las denominadas "estructuras algáceas" y la estratificación algácea.

Algunas de las calizas depositadas químicamente tienen texturas distintivas, como las texturas pisolíticas y oolíticas, y / estructuras singulares, notablemente el bandeado de algunos travertinos y porosa de algunas tufas.

Sobre impuestos a estas texturas y estructuras primarias hay varios rasgos producidos por disolución y reemplazo. Las rocas carbonáticas son particularmente susceptibles a la disolución. Por eso, muestra innumerables rasgos de disolución, fisuras eptilolíticas, contactos microestilolíticos entre los elementos clásicos y en los contactos de las estructuras fósiles. Los carbonatos metamórficos, principalmente las dolomitas, tienen las texturas granoblásticas comunes de rocas recristalizadas en el estado sólido. Todavía pueden ser visibles las texturas y estructuras relicto de la roca reemplazada.

La fábrica de las calizas (y dolomitas) ha sido estudiada brevemente. Tanto las calizas como las dolomitas se dice que muestran, fábrica cristalográfica notablemente anisótropa (Hohlt, 1948). Investigaciones posteriores (Johnson, 1951) parecen no apoyar esta observación y solo admiten una distribución dispersa al azar de ejes de calcita o de dolomita. Las rocas carbonáticas detríticas pueden mostrar una fábrica dimensional (más bien que cristalográfica) como otros materiales depositados mecánicamente. Las fábricas cristalográficas, comunicadas por Sander (1951), parecen producirse en su mayor parte por sedimentación de cristales sobre superficies internas.

f).- Clasificación Genética:

La clasificación de las rocas carbonáticas, como la / de todas las otras rocas, tiene una base genética. Como se ha dicho en las partes precedentes, los carbonatos son en partes clásicos, gravas de óxido de calcio, arenas de óxido de calcio y fangos de óxido de calcio. A diferencia de sus equivalentes no carbonáticos, estos materiales, aunque caracterizados por texturas y / estructuras similares a las de los sedimentos clásticos usuales / no son los escombros resultantes de una masa terrestre sometida a erosión. En cambio, los detritos que los integran proceden de // dentro mismo de la cuenca en que se han ido acumulando. Por consiguiente, en un sentido son depósitos intraformacionales, y con toda seguridad intracuencales. Aunque la mayor parte del detrito es de origen clástico, fragmentos de roca de arrecifes, detritos de // conchas fragmentadas y gastadas, parte de él no es fragmentario y tiene origen bioquímico o químico. Muchas de las arenas de óxido de calcio contienen cónculas enteras de foraminíferos; otras son ricas en oolitas o las tienen en cantidad predominante. Todos estos materiales, como sus componentes fragmentarios, son seleccionados por las corrientes y sedimentados, y tienen las texturas y estructuras de una roca clástica normal. Por tal razón, estas calizas depositadas mecánicamente, son consideradas como un grupo a / parte, pese a que en sentido estricto no son enteramente clásticas.

CALIZA AUTÓCTONA

- 1.- Asociadas con Lutitas.
- 2.- Pasa gradualmente a lutitas calcáreas y fangolitas.
- 3.- Los intersticios entre los fósiles están rellenos con fangos calcáreos.
- 4.- Fósiles briozoos incrustados.
- 5.- Sin selección en cuanto al tamaño.
- 6.- Fósiles articulados.
- 7.- Estructuras de arrecifes.

CALIZA ALÓCTONA

- 1.- Asociada con ortocuarzitas.
- 2.- Pasa gradualmente a y está interestratificada con ortocuarzitas (areniscas calcáreas).
- 3.- Los intersticios rellenos con cemento de calcita clara.
- 4.- Contiene fósiles que han roído.
- 5.- Seleccionado en cuanto al tamaño.
- 6.- Fósiles no articulados.
- 7.- Estratificación entre cruzada.

II - DOLOMIAa).- Consideraciones Generales:

Las dolomias son variedades de caliza que contienen más del 50% de carbonato, y de éste más de la mitad está constituido por dolomita. El término dolomia fué aplicado por primera vez a ciertas rocas carbonáticas de los Alpes tiroleses: Dado que el término en inglés es dolomita, término que también se emplea para un mineral, se propugna su abandono como término para designar a una roca (Shrock, 1948), proponiéndose el término "dolestone" como sustituto. A pesar de la posible confusión que surge del empleo del mismo término para una roca y un mineral, el término a persistido y probablemente continuará en uso para ambos (Algunos autores (Groat, 1932) restringirían el término dolomita al mineral y emplearían el término caliza de dolomita para la roca. Esta última es tan similar a la caliza dolomítica usada por Cayeux (1935) para una roca que constara de una mezcla de dolomita y calcita, que se engendraría una confusión adicional con su uso.

b).- CLASIFICACIÓN:

Las rocas de composición intermedia entre caliza (sensu stricto) y dolomia se han denominado de diversas maneras. En general aquellas en que la calcita excede a la dolomita se denominan calizas dolomíticas y las otras en que la dolomita excede a la calcita se denominan dolomia calcárea, calcítica, calcífera o calcedolomia. La línea precisa de división entre estas rocas de mezcla y los extremos más homogéneos no ha sido procesada. Como se sugería precedentemente, la predominancia de calcita sobre dolomita, o viceversa, se tomó como base para la división entre caliza y dolomia. El extremo caliza es denominado caliza con alto contenido de calcio si contiene únicamente un poco de magnesio. Si contiene una cantidad apreciable de magnesio es caliza magnésica y si abunda la dolomita es caliza dolomítica. Si el contenido de magnesio es pequeño, este elemento está presente como $MgCO_3$ en solución sólida en la calcita y carece de dolomita. Sin embargo, la calcita ordinaria

//...mente contiene unicamente 1 ó 2% de $MgCO_3$ en solución sólida. Por consiguiente, la caliza magnésica contendrá una cantidad apreciable, aunque pequeña, de dolomita. Un examen de la fig. A y del cuadro N° 5 mostrará que las rocas carbonáticas con más del 10% pero menos del 90% de dolomita (menos del 90% pero más del 10% de calcita) son relativamente raras.

Clasificación de las mezclas de calcita-dolomita
% de calcita

Fig. C

Si el límite entre el extremo dolomia y la roca mezcla calcita-dolomita se sitúa en 90% de dolomita y el límite entre caliza y las rocas de mezcla en 10% de dolomita, la mayor parte de las rocas // carbonáticas son calizas o dolomias. La nomenclatura propuesta está resumida en el cuadro N° 6.

CUADRO N° 5

ABUNDANCIA RELATIVA DE CALIZAS Y DOLOMIAS
(Basado en datos de Scobey, 1940)

Por ciento de dolomia	Cantidad de Muestras
0 a 10	48
10 a 50	8
50 a 90	5
90 a 100	97
	158

Por su composición química, las dolomias se asemejan a las calizas excepto que (por definición) el MgO es un componente grande é importante (cuadro N° 7). El contenido de magnesio de // los carbonatos sedimentarios parece mostrar una tendencia secular. Las rocas carbonáticas más antiguas tienen mayor contenido de óxido de magnesio que las de tiempos geológicos más próximos. (Daly, 1909).

c).- Texturas y Estructuras:

///..... Las dolomias se asemejan estrechamente a las calizas en sus aspectos principales. Sin embargo, un examen más detenido // muestra muchas diferencias. La dolomitización general, como otros tipos de metamorfismo, tiende a destruir texturas y estructuras / anteriores. Por consiguiente, las texturas elásticas que se en-// cuentran en muchas calizas pueden haberse borrado en gran parte. En algunos casos solamente los granos dispersos de cuarzo detrítico testimonian la naturaleza elástica original de la roca. En otros casos el carácter elástico original está sugerido por vestigios de un diseño que débilmente esboza al detrito original.// Las colitas y fósiles dolomitizados también aparecen como son-// bras escasamente perceptibles que esbozan las formas originales, pero principalmente sin ningún detalle interno. Aunque las dolomias carecen característicamente de fósiles, en algunos ejemplares a simple vista pueden verse sus restos como moldes internos y externos. La conservación del detalle es pobre y tales cavidades tienden a estar revestidas con dolomitas en forma de drusas.

La dolomitización involucra recristalización en gran escala. El resultado final es una textura granoblástica. La recristalización completa produce un mosaico cristalino de mediano a / grueso, en el cual, sin embargo, muchos de los cristales de dolomita tienden a la forma euهدral.

En general las rocas dolomíticas son de grano más parejo que las calizas. También en general no son de grano tan fino. La dolomitización incompleta produce una dispersión de euهدras dolomíticas (porfido blastos) en una matriz calcítica, sin alterar, o una roca moteada con una distribución en manchones de la dolomita. El aspecto moteado de la roca aparece principalmente en la superficie meteorizada. La dolomia moteada ha sido mencionada de varias localidades (Van Tuyl, 1916; Griffin, 1942; Beales 1953; Sando, 1953) y probablemente es más bien común. Los sectores de dolomita en // tales rocas son de formas muy irregulares y constituyen una red anastomosada. Pocos manchones de dolomita se observan totalmente aislados. Se les interpreta como producto de dolomitización detenida, producida por la migración de soluciones magnesianas a través de la roca (Griffin, 1942, Beales, 1953). Sin embargo, es difícil de explicar la falta de dominio por la estratificación y / otras estructuras y la aislación de algunos manchones dolomíticos. Tal vez, el moteado es un producto de diferenciación diagénica que resulta de la desmezcla de una solución sólida de magnesio y carbonato de calcio. El carbonato de magnesio disuelto puede formar dolomita que tendería a ser reorganizada en segregaciones de dolomita relativamente pura. La cantidad de dolomita, 20 á 30 % en la Palliser (Devónico) en la caliza Platteville y 10 á 40 % en / la Palliser de Alberta, es aproximadamente la que debía esperarse por la reorganización de caliza algácea, notablemente rica en óxido de magnesio. El estado incompleto de la dolomitización y su / uniformidad en regiones amplias y de gran espesor, son pruebas adicionales de una fuente interna de magnesio.

d).- Composición química de las dolomias en por ciento:

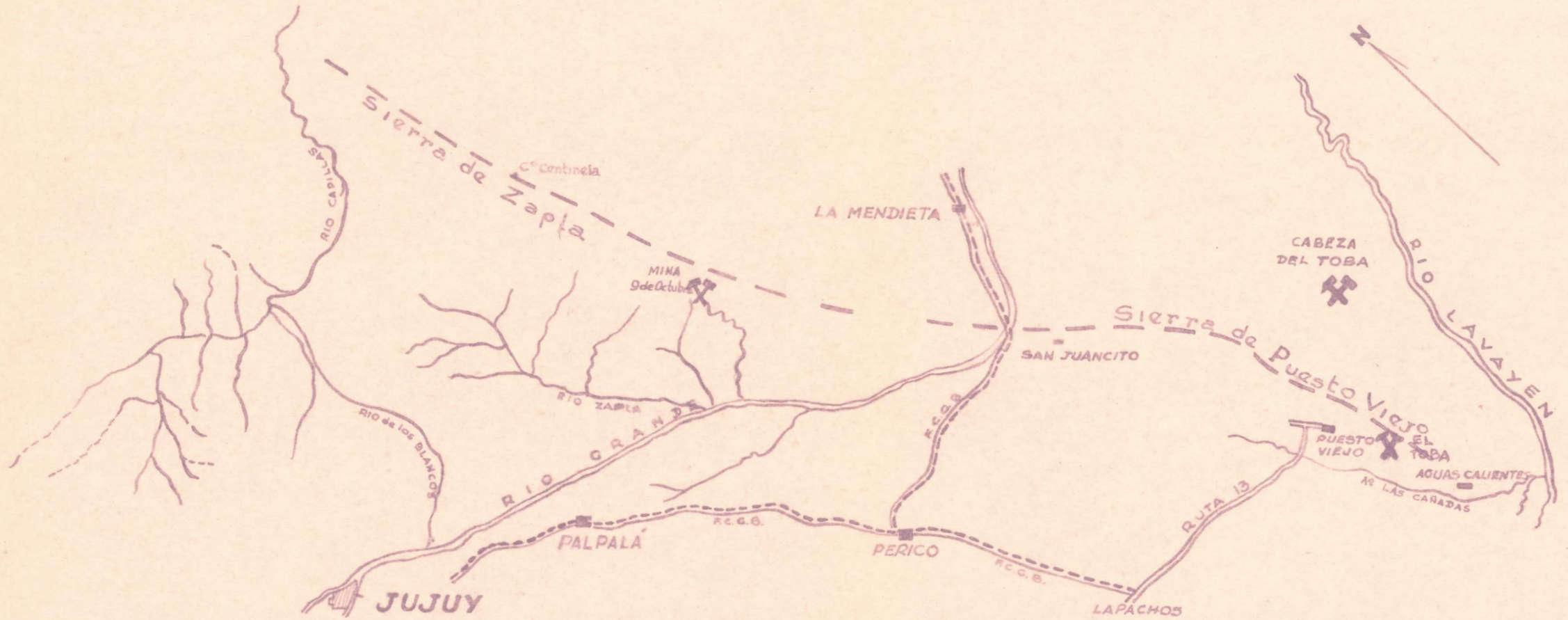
Componente	A	B	C	D	E	F
SiO ₂	----	2,55	7,96	3,24	24,92	0,73 ^a
TiO ₂	----	0,02	0,12	----	0,18	----
Al ₂ O ₃	----	0,23	1,97	0,17	1,82	0,20
Fe ₂ O ₃	----	0,02	0,14	0,17	0,16	----
FeO	----	0,18	0,56	0,06	0,40	1,03 ^b
MnO	----	0,04	0,07	----	0,11	----
MgO	21,9	7,07	19,46	20,84	14,70	20,48
CaO	30,4	45,65	26,72	29,58	22,32	30,97
Na ₂ O	----	0,01	0,42	----	0,03	----
K ₂ O	----	0,03	0,12	----	0,04	----
H ₂ O +	----	0,05	0,33		0,42	----
-				0,30		
H ₂ O -	----	0,18	0,30		0,36	----
P ₂ O ₅	----	0,04	0,91	----	0,01	0,05
CO ₂	47,7	43,60	41,13	45,54	33,82	47,51 ^c
SO ₃	----	0,03	----	----	----	----
S	----	0,30 ^e	0,19	----	0,16	----
BaO	----	0,01 ^d	----	----	----	----
SnO	----	0,01 ^d	----	----	----	----
Orgánico	----	0,04 ^f	----	----	0,08 ^f	----
Total	100,0	100,06	100,40	99,90	100,04	100,97

Los rombos de dolomita que se observan en calizas alteradas parcialmente y en muchas dolomias son comunmente zonales. La porción central puede estar enturbiada con inclusiones, mientras que la parte periférica aparece relativamente clara. En pocos casos los cristales muestran alternancias de zonas claras y turbias. En otros rombos la parte central es calcita y su exterior dolomita. Los rombos de dolomita en algunas dolomias arenosas pueden encerrar pequeños granos de cuarzo detrítico.

La dolomita es automórfica comparada con la calcita. Sus rombos cortan estructuras primarias tales como fósiles, colinitas y granos de glauconita; por consiguiente, es un producto de reemplazo.

Las relaciones entre carbonato dolomítico y sílice precipitada (ftanita) son contradictorias. En algunas rocas la dolomita parece ser la más primitiva y haber sido reemplazada por sílice posterior, como pseudomorfos de dolomita. Las pruebas para el caso inverso son menos claras. La ftanita dolocalco es un componente común de los residuos insolubles de muchas calizas. Es //

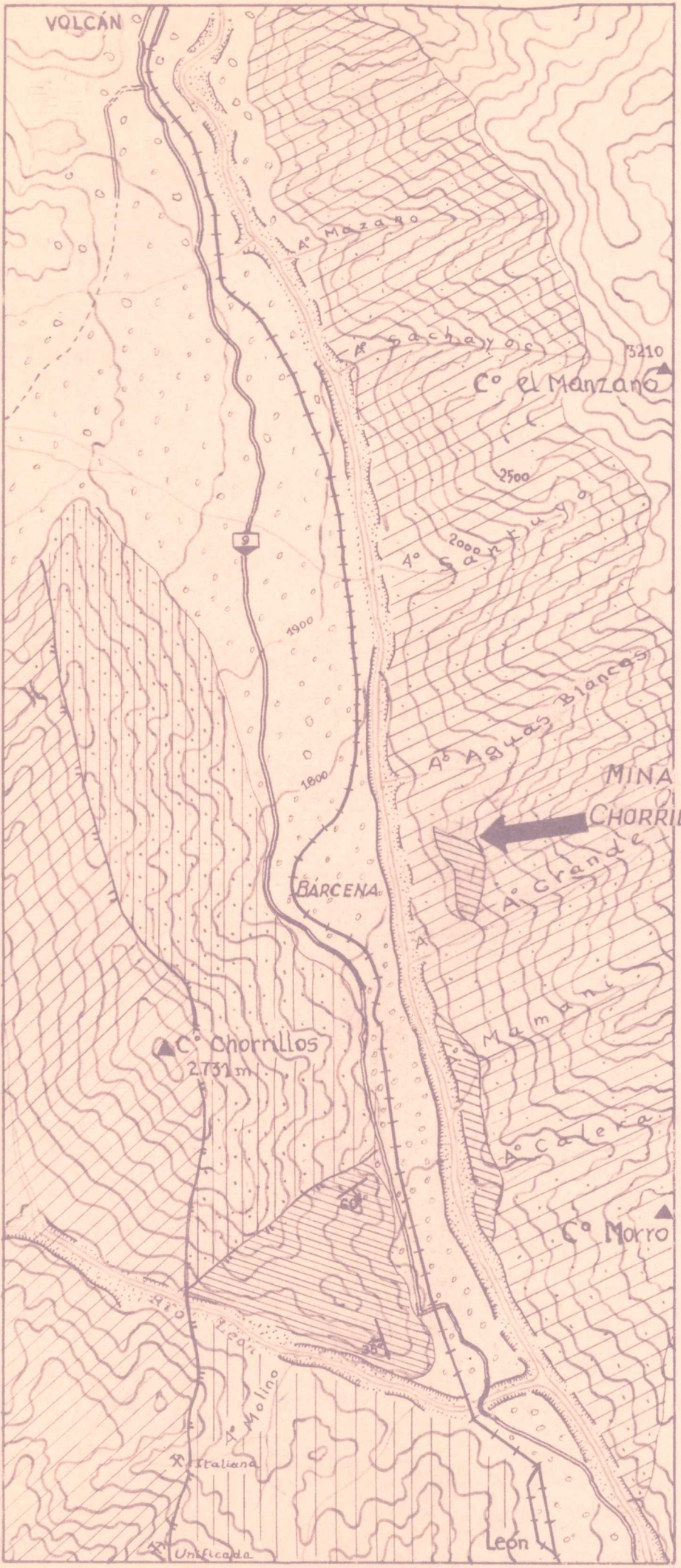
CROQUIS DE UBICACION CANTERAS: CABEZA DEL TOBA Y EL TOBA








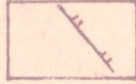
Desarrollo de la
formación calcárea entre

León y Volcán

Por : E. C. Rayces
y R. Robert



leyenda

-  Areniscas rojas (Mesozoico?)
-  Ordovícico
-  Formación calcarea (Ordovícico?)
-  Cámbrico
-  Precámbrico
-  Falla

escala 1:50000
equidistancia : 100 m

Fig. 3

//...una ftaanita en la cual hay muchas cavidades con forma de rombo que quedaron por disolución de la dolomita. Los rombos originales de dolomita eran metacristales en la ftaanita? Si así fuera, deben haber reemplazado a la ftaanita. También pueden haber sido cristales de dolomita atrapados en un gel primario de sílice, o haberse formado por reemplazo selectivo de la matriz // calcítica en la que había numerosos cristales de dolomita.

e).- Presentación y asociaciones:

La dolomia se presenta en rocas de todas las edades, aunque como se ha dicho precedentemente, es más común en las más antiguas. Está asociada estrechamente con caliza, con la cual puede hallarse interestratificada. Estratos de dolomia, con un espesor de uno o dos centímetros o varias decenas de decímetros, pueden estar interestratificados con calizas de potencia / similar. Sin embargo, en algunos lugares el contacto dolomita-calcita corta los planos estratigráficos. En algunos de esos casos la distribución de la dolomita parece estar regida por la estructura tales como fallas (Ham, 1951) o pliegues (Landes, 1946).

No es raro que una dolomia pase gradual y lateralmente a caliza. Tales cambios de facies pueden ser bruscos. Aunque todavía no es mucho lo que se conoce sobre la paleogeografía de la dolomia, parece que más comúnmente corresponde a // una facie cercana a la ribera, siendo en cambio la caliza un producto de sedimentación de mar adentro y de aguas profundas. La dolomia puede caracterizar los sectores traseros de los arrecifes, mientras que la caliza se forma en el arrecife o hacia el // mar. Las dolomias del Silúrico inferior parecen ser geográficamente distintas de las calizas coexistentes (Amsden, 1955).

En el campo, la dolomia, comúnmente, es una roca / de color de ante por meteorización. Esta característica, que sirve en algunos casos para distinguir entre caliza y dolomia, es el resultado de la oxidación del carbonato de hierro. El carbonato ferroso se presenta en solución sólida en las dolomitas pero no en las calcitas.

f).- Origen:

El origen de la dolomia ha sido muy discutido, y la bibliografía sobre el tema es extensa (fig. 2). La mayoría de las dolomias claramente son calizas reemplazadas. La prueba del reemplazo incluye los contactos automórficos de dolomita en contraste con la calcita, aun comparando con cuarzo elástico y / glauconita, la inclusión de cuarzo elástico en cristales euédricos de dolomita, el corte de colitas, estructuras fósiles y análogos por los cristales euédricos de dolomita, los diseños palimpsestos indefinidos del elástico original, texturas bioclásticas u colíticas y la regulación estructural de la distribución de / dolomita y la transgresión de los planes estratigráficos por el contacto calcita-dolomita.

///...

Fig. D - Procedencia de las dolomias.

La prueba mas precisa de su origen por reemplazo es que ningún organismo segrega dolomita; hay ahora estratos de coquinas o coquinoides que son completamente de dolomita.

El reemplazo de dolomita parece haber sido casi volumen por volumen más que molécula por molécula. Esta última requiere una reducción total en volumen en la relación de 100 á 88, con el consiguiente aumento de porosidad entre calizas y dolomias, aunque Landés (1946) ha descripto un caso en el cual únicamente la porción dolomitizada de una Formación es porosa (y productiva de petróleo). La porosidad de las dolomias se atribuye a la eliminación selectiva de los componentes calcíticos (Hall y Sardeson, 1895).

Aunque claramente establecido el origen por reemplazo de muchas dolomias, tal vez la mayoría, no está aclarado el tiempo o data de reemplazo de ninguna. Puede tener lugar en el ambiente de sedimentación y antes de ser sepultada. Sin embargo el reemplazo puede tener lugar después de ser sepultada y antes del ascenso, o producirse después de ser sepultada y ascendida. Presumiblemente una dolomitización anterior resulta de la reacción del sedimento del carbonato de calcio y el agua de mar portadora de magnesio. Reemplazo posterior sería el producto de la reacción de la caliza y otras salmueras singenéticas portadoras de magnesio o aguas meteóricas circulantes. La demostración principal para el reemplazo primitivo es la persistencia estratigráfica de muchos estratos de dolomias. Es difícil creer que un estrato delgado, de varios kilómetros cuadrados de extensión, pudiera ser dolomitizado por aguas circulantes, mientras los estratos supra é infrayacentes permaneciesen sin ser afectados. Por otro lado, la dolomitización posterior puede ser demostrada si la distribución de la dolomia está limitada a la vecindad de fallas o regida estructuralmente de otra manera. Un argumento adicional para la dolomitización posterior es la observación de Daly de que cuando más antigua la re-

///...ca, parece tanto más rica en magnesio (Daly, 1909). Cuanto más antigua la roca, tanto mayor la probabilidad de que pudiera haber / entrado en contacto con aguas portadoras de magnesio y haberse / dolomitizado. Sin duda las dolomias se forman tanto por reemplazo primitivo como por reemplazo posterior.

Las dolomias están asociadas tan comunmente con estratos de sal de yeso, que la alta calinidad y tal vez temperaturas más altas que las normales promueven la formación de dolomias. Puede ser que aguas de cuencas aisladas parcialmente y en condiciones de aridez, se enriquezcan en magnesio por la afluen- / cia continua de agua normal de mar y por la precipitación de car- / bonato de calcio y sulfato de calcio. El enriquecimiento de esta manera favorecería la formación de carbonato de magnesio o dolo- / mita. Puede aun ser que la dolomita misma sea precipitada en es- / tas condiciones y que parte de la dolomia en realidad sea una ro- / ca primaria. Que tal es el caso, es la opinión de Sloss (1953). // quién atribuye el origen de evaporita a ciertas dolomias delgada- / mente laminadas, totalmente sin fósiles, estrechamente asociadas / con anhidrita estratificada. Sando (1953) llegó a conclusión si- / milar respecto de unas dolomias en láminas muy delgadas interes- / tratificadas con calizas del Beekmantown, se encontró que la dolo- / mia contenía pequeños cantos rodados de la caliza subyacente. Es / difícil de evitar la conclusión de que esta dolomia es un preci- / pitado primario. La interestratificación de dolomia y caliza en / escala micrométrica, con laminaciones de una fracción de milíme- / tro de espesor, ha sido citada como prueba de que alguna dolomia / es un componente primario (Sander, 1936).

Las dolomias moteadas, mencionadas precedentemen- / te, no necesitan ser ni precipitados primarios ni constituir reem- / plazos pos-sedimentarios. Pueden ser, como se ha sugerido en pá- / rrafos anteriores, producto de diferenciación diagénica. Algunas / calizas algáceas confieren suficiente $MgCO_3$ (hasta 24%) en solu- / ción sólida en calcita para producir una roca moteada al disol- / verse. Tal disolución no sería por sí misma suficiente para con- / vertir una caliza en dolomia. Por consiguiente, los casos en que / las dolomias moteadas se transforman en dolomia sólida, denotan / dos generaciones de dolomias.

III- NORMAS QUÍMICAS USUALES PARA EL ABASTECIMIENTO INDUSTRIAL / DE CALIZAS Y DOLOMIAS (Tomado de "Tecnología Mineral" por / A. Grankosián).

Además de las condiciones geológico-económico-mi- / neras favorables, la aptitud tecnológica de las calizas y dolo- // / mias está reglada por ciertas normas químicas dictadas por las / distintas industrias que consumen dichos materiales.

Se consignan seguidamente algunas especificacio- / nes más usuales, haciendo la salvedad de que las tolerancias en / más o en menos están regidas por el estado de evolución técnico- / científica alcanzado por cada industria en particular:

///...Para cales:

	Grasas	Magras	Hidráulicas
CaCO ₃	95 %	82 %	50 %
MgCO ₃	2,5 %	10 %	40 %
SiO ₂ + (Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃)	2,0 %	8 %	8 %

Para cemento Portland Gris:

	A	B	C
CaO	50-60 %	47 %	43,5 %
MgO	0,2-0,8 %	2,30 %	3,4 %
Fe ₂ O ₃	0,5-2,0 %	1,19 %	
Al ₂ O ₃	1-3 %	1,50 %	1,0 %
SiO ₂	1-3 %	3,00 %	3,0 %

Para Metalurgia:

	Alto Horno		Horno Siemens		Metales no Ferrosos
CaCO ₃	mínimo	86 %	mínimo	96 %	85 - 94 %
MgCO ₃		14 %	máximo	0,5 %	-----
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃		3,7 %	aprox.	0,5 %	-----
SiO ₂		5,0 %	máximo	1,75%	1,5%

Para industria química:

	Carburo de Calcio		Soda Solvay	
CaCO ₃		94,34 %	mínimo	94 %
MgCO ₃	máximo	2,09 %		2 %
SiO ₂		1,5 %		3,60 %
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃		1,0 %		1,0 %

////...

///**Para Fertilizantes:

CaCO ₃	mínimo	97 %
MgCO ₃	máximo	1,67 %
Fe ₂ O ₃	máximo	1,00 %

Para industria azucarera:

CaCO ₃	96,00 %
MgCO ₃	1,00 %
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	0,25 %
SiO ₂	2,00 %

Para vidrio y cerámica:

CaCO ₃	94 - 97 %
Fe ₂ O ₃	máximo 0,2-0,3 %

Para Papelería:

CaCO ₃ + MgCO ₃	mínimo 95-98 %
Residuo Insoluble	máximo 1-2 %
Fe ₂ O ₃	máximo 0,2 %

IV.- Sobre la presencia del calcáreo en la Provincia de Jujuy.

En lo que respecta al calcáreo dolomítico, calcáreo y areniscas calcáreas en la Provincia de Jujuy se transcribe un resumen de un trabajo realizado por el Dr. OTTO SCHLAGINTWEIT.

En este resumen podemos apreciar la forma de presentación del calcáreo, su discontinuidad y su variabilidad litológica en algunas zonas.

"Siempre es difícil separar la parte inferior del Horizonte Calcáreo-Dolomítico, las Areniscas calcáreas, de las Areniscas Inferiores. No hay hiato entre los dos. Bancos con rodados no significan nada en estos depósitos terrestres y de clima árido.

La parte superior del calcáreo propiamente dicho, no es en absoluto una serie uniforme de calizas más o menos puras, pues se reparten en su composición areniscas calcáreas, calcáreo, calcáreo oolítico, margas, arcillas y hasta conglomerados. Para más, referirse al trabajo de Hagerman. Por primera vez aparece en el calcáreo el // "PUCALITUS" de Steinmann o "FOSIL PROBLEMATICO" de Bonarelli. Frecuentes son pseudo conglomerados o brechas endógenas.

En toda la zona sub-andina, el Calcáreo tiene el carácter de depósitos lacustres. Solamente en el extremo Norte Argentino en Yavi, tiene restos de fósiles que pueden tomarse como de agua salobre

////...y que pueden significar una vinculación con las calizas de Miraflores, cerca de Potosí, en Bolivia, con fósiles indudablemente marinos. La fauna de gasterópodos de nuestro calcáreo no es de ninguna manera marina.

Ya Hagerman ha llamado la atención sobre la variación del espesor del Calcáreo. Agregamos que puede faltar también completamente en medio de su extensión general. En el cerro Calilegua, el calcáreo propiamente dicho, excluyendo las Areniscas Calcáreas, tiene 200 m. de espesor. Desde allí observase una continua disminución en dirección Sur. En la parte Norte de la Sierra de Zapla, en el arroyo de la Brea del Aibal, el espesor no puede ser indicado con exactitud, pero no puede ser más de 20-30 m.. Desde allí, en el flanco oriental de la sierra de Zapla, sigue disminuyendo gradualmente hacia el Sur; en el arroyo del Naranja 30-40 m.; en El Garrapatal 10-25 m.; en el arroyo Moralite unos 10 m.; en el arroyo del León Muerto hay sobre el Devónico solamente 3 m.; de una parte basal conglomerádica y arenosa, y 4 m. de Calcáreo propiamente dicho, con arcillas coloradas encima. Un banco de caliza densa, lentiforme, está llena de moldes de gasterópodos. Tal banco o bancos se conocen en Jujuy y partes de Salta sobre grandes áreas siempre en la parte más alta del Calcáreo.

En la parte Sur de las lomas de la Cañada, reaparece el Calcáreo en forma reducida. Son malos los afloramientos y para estudiar el asunto es necesario dedicarle bastante tiempo. Presumiblemente el calcáreo ha sido depositado en cuencas chatas y aisladas y parte de su depósito ha sido removido en estado semiduro. Eso demuestran los bloques que se encuentran sueltos en el monte sin poder conseguir verdaderos afloramientos coherentes y claros. Las muestras hacen ver pedazos de Calcáreo envueltos en areniscas coloradas.

Otro ejemplo de como el Calcáreo cambia su carácter, lo tenemos en la quebrada de humahuaca. En los siete Hermanos, entre Yavi y la Quiaca, el Calcáreo es potente; tiene muchos bancos de calizas relativamente puras, con rastros de conchas. En general tiene más el carácter de depósito de agua salobre que en los restantes lugares de la República Argentina. En la zona de Tres Cruces, el Calcáreo es todavía parecido, pero en general es ya más arenoso. En Tilcara y Maimará el Calcáreo es reducido, muy arenoso, hasta bancos de areniscas calcáreas conglomerádicas, no solamente en la base, sino en el medio del complejo (Los numerosos gasterópodos relativamente bien conservados se encontraron en bancos de areniscas calcáreas parcialmente de grano grueso). No faltan bancos de calcáreos oolíticos y del Fossil Problemático. En Tilcara y Maimará el calcáreo se adosa directamente sobre el Paleozoico, con base conglomerádica, con componentes locales en partes muy angulosos; la intensidad del acarreo varía de paso a paso. Todo indica la cercanía de un paisaje con relieve acentuado, de donde vino el acarreo.

Para completar el cuadro, mencionaremos que cerca de San Francisco al S.E. de Salta hay un punto donde el calcáreo, principia con calizas oolíticas que yacen sin ninguna intercalación arenosa sobre cuarcitas paleozoicas. De manera semejante descansa directamente sobre el Paleozoico el calcáreo de Los Cerritos, que se explota en varias canteras.

///..Todo esto indica que en la gran cuenca en que fue depositado el calcáreo había partes más altas y partes más bajas, islas y penínsulas o lagunas separadas con condiciones de sedimentación / algo variadas, es decir, que existía un relieve acentuado algo parecido al existente durante el tiempo de la deposición de las areniscas inferiores. La única fauna de gasterópodos, demuestra que se trata de sedimentos de agua dulce o apenas salobre. Las algas del fósil probablemente pueden ser muy bien de agua dulce.

Las rocas sapropelíticas indican aguas estancadas en ciertas zonas. El "centro de la cuenca del Calcáreo", si se // permite hablar de manera tan esquemática, o la comunicación con un golfo grande de agua salobre-marina, la debemos buscar en dirección NNW, en el altiplano de Bolivia.

Hagerman nos ha hecho conocer que en el flanco oriental de la Sierra del Maíz Gordo, el calcáreo se adelgaza en / dirección hacia el Chaco.

En todo Jujuy y partes de Salta, el calcáreo pasa / hacia arriba a un complejo en su mayor parte arcilloso-margoso".

V.- OBSERVACIONES DEL PROTEROZOICO DE JUJUY
La Formación Calcáreo-Carbonosa de León-Volcán.

"Los materiales proterozoicos que constituyen con absoluta prevalencia un gran bloque montañoso con dirección Norte-Sud y que hacia el N. van topográficamente elevándose siempre más, y constituyen a partir de su terminación meridional, al E. de León, las siguientes cumbres a lo largo de la cresta: Morro del Abra Morada / 2296 m., cerro Aguas Blancas 2848 m., cerro Santuyo 3027 m., cerro / el Manzano 3210 m., alcanzando al noroeste de Volcán cotas de 3500 m., para proseguir con mayores alturas hacia el N.

Nuestro conocimiento sobre tal serie de materiales // precámbricos del Norte Argentino (ver Keidel 1910) el primero que los reconoce así, son más bien escasos, hecho este que se liga, de / una parte, a la dificultad de separar estratigráficamente elementos de una serie tan potente y fuertemente replegada en tiempos precámbricos y por la otra, el carácter monótono y uniforme de la misma, / tratándose de sedimentos prevalentemente terrígenos, en los cuales (ver Keidel 1947) recalca como digno de notarse, el hecho de que no se hayan descubierto todavía calcáreos y dolomias. Uno de los motivos de esta nota es precisamente aquel de rectificar esta observación.

LA FORMACIÓN CALCÁREO-ESQUISTO-CARBONOSA DE LEÓN-VOLCÁN.-

La serie de los afloramientos meridionales (quebradas Calera-Mamaní y Grande). Con la indicación de calcáreo-esquistocarbonosa, definimos un complejo de materiales gris oscuros a negros más o menos visibles en afloramientos constituyentes de una faja que bordea el flanco izquierdo del Río Grande de Jujuy, desde el Morro del Abra Morada a NE. de León hasta las primeras laderas al NE. de Volcán, con una extensión total de 14 Km., y una dirección NNO-SSE. Esta masa calcárea fuertemente incisa de quebradas transversales, respecto a la dirección de la quebrada principal (Río /// Grande); se va desplazando en dirección Norte, hacia el río y topográficamente presenta sus afloramientos entre estas comprendidas / entre 1900 m., y 2500 m., al S. y 2100 en Volcán indicando esto un / cierto descanso general. Al NE. de León, en su terminación meridional, se presenta en forma de crestas movidas y aisladas, probable-// mente correspondientes a cinclinales cerradas y muy comprimidos / que asoman hacia la cima de la cresta montañosa. Delante de Volcán donde desaparece completamente, afloran las crestas anticlinales // igualmente achatadas y cerradas, precisamente en la proximidad del río. De manera que la masa calcárea asume su máxima potencia en el tramo intermedio entre las dos localidades, constituyendo un cuer-// po de pliegues agudos, con inclinación axial general hacia el Nor-// te y con valores aun mas bien elevados. En relación a esta posi-// ción espacial general de la masa calcárea y el reconocimiento de / visibles pliegues de la misma; se ha pedido diferenciar y seguir / estratigráficamente en la serie, algunos términos muy importantes y sobre todo hacer observaciones sobre las relaciones que pueden o-// currir entre la masa calcárea y los materiales esquistos-areno-ar-// cillosos, que como elementos generales desde hace tiempo reconoci-// dos constituyen el elemento preponderante del bloque proterozoico estudiado y del proterozoico de Jujuy en general. Por consiguiente

///...se puede pensar probable por lo menos, esta posibilidad: en seguida al E. de Volcán, donde la formación calcárea desaparece hundiéndose y estrechándose en su potencia absoluta, es posible ver los materiales de la serie superior, que cubren o cubrían los vértices anticlinales calcáreos y se pueden encontrar en los núcleos sinclinales. En seguida al E. de León son observables los materiales de la serie inferior, si bien en cierto sentido sea algo difícil seguir en el terreno las estructuras que puedan indicarlos. Pero, las varias inscripciones naturales que en varios puntos son verdaderas gargantas torrenciales, permiten hacer otra observación que en cierto modo corrobora el esquema estructural dado precedentemente; mientras en el tramo medio de la faja, mas o menos al NE. de la estación ferroviaria Bárcena, el piso de las incisiones está por encima de la masa calcárea, en las quebradas // más próximas a León además de ser notablemente altos en la topografía, no afloran más en el fondo de las quebradas, pero se encuentran en vez en afloramientos restringidos sub-verticales, sobre los filos o crestas divisorias entre quebrada y quebrada, esto también por un hecho erosivo o de mayor madurez de la incisión meridional. A un adelgazamiento de la masa calcárea hacia // el Sud, se acompaña también una probable repetición de la misma, // debida verosimilmente a lenticulación marginal o dentellado de // la placa calcárea original. Dejando de lado los pequeños afloramientos de los materiales cámbricos de la cobertura transgresiva en el macizo proterozoico, representados por areniscas cuarcíticas // claras o rojas o rojo-vinosas más o menos gruesas (K1 de Keidel) visibles en las quebradas de la Calera y Mamani al NE. de // León y de areniscas silíceas con scolithus, rojo, obscuras o verdosas (K2 de Keidel), la serie de materiales que se pueden observar en esta terminación meridional en una tentativa de ordenamiento de abajo hacia arriba, resulta la siguiente:

a).-Esquistos arcilloso cloríticos, amarillo-verdosos o gris claro, que pasan a miembros arenosos cuarzosos, por contenido de gránulos de cuarzo de grano fino, micáceos, localmente también violáceos. En la porción baja de las quebradas Calera y Mamani, se presentan tectonicamente muy laminados y con evidente carácter de // amontonamiento y "boudinage" representado por lenticulación de // pequeñas masas silíceo-arenosas, tales que localmente el conjunto asume un aspecto caótico de esquistos nodulosos. El tectonismo // múltiple de tales materiales es evidente, ya que además del plegamiento de edad precámbrica, los movimientos de edad andina han // complicado o cerrado mayormente los pliegues viejos, estrujándolos y dando al conjunto un carácter diapírico que podría ser la causa por la cual tal arcillo-esquistos-cloríticos han sido traídos en bloques de las areniscas cuarcíticas rojas de la cobertura precámbrica deformada y rota. El pasaje lateral más alto y // próximo a las intercalaciones calcáreas que aparecen sumergidas en sinclinales cerrados o complejos, en la porción mas occidental de los afloramientos meridionales está dada por:

b).-Arcillo-esquistos o esquistos pizarrosos rojo violados más o menos oscuros, también ellos laminados y fracturados con patina ocracea, y:

////...

///...c).-Esquistos silíceos de sutil estratificación mas o menos verdosos o grises, reticulados, duros. Se caracterizan además de su sutil estratificación, por superficies con reticulados en relieves, debido a la presencia de una gran cantidad de fracturas rellenas. No se deben confundir con materiales similares que aparecen en el techo de las estructuras anticlinales o calcáreas más al N. Su coloración frecuentemente amarillo ocracea o rojiza es probablemente un fenómeno secundario de alteración de la piritita presente. Estos esquistos silíceos son de escasa potencia y mientras aquí aparecen intercalados entre el calcáreo y los arcillo-esquistos violáceos o rojo-violáceos, mas al Norte se encuentran en el lecho de una interesante faja local de la masa calcárea, especie de coquistos calcáreos carbonosos, como también en el techo de la misma, que en tal caso aparece intercalada en la parte baja de la serie calcárea. Estos esquistos silíceos verdosos compactos, también de apariencia arcillosa gris clara, endurecidos o laminados o de aspecto filadico, verdes, se presentan recorridos de numerosos sistemas de fracturas y son piritizados. Esta piritización está representada de pequeños cristales cúbicos mas o menos densamente diseminados y completamente limonitizados y de gruesos cristales (metacristales) también solo parcialmente limonitizados, los cuales muestran al romperse, las fracturas del efecto dinámico cataclástico del material, posteriormente a la formación de estos cristales.

Es oportuno observar, como en la porción meridional del bloque proterozoico que contiene la faja calcárea carbonosa una repetición del afloramiento de tales esquistos silíceos delgados generalmente rojo amarillentos, es acompañada por una repetición de las intercalaciones calcáreas ligadas a la masa predominante de los esquistos arcillosos rojo violáceos que la separa. Por otra parte, mientras hacia el N. la masa calcárea va asumiendo un neta carácter de constricción y compresión en una masa restringida de pliegues agudos hacia su terminación en León aparece como ramificada en muñones aflorantes o como dividida en tres elementos separados, de los cuales es difícil interpretar la función estructural y por ello su posición respecto a los esquistos rojos de intercalación. Debe notarse sin embargo que éstos últimos van disminuyendo hacia el Norte y están bien poco representados, si bien presentes también ellos en el techo de muy claras estructuras anticlinales calcáreas. En fin, es posible que en la parte Sud de mayor dispersión del calcáreo, se asista no solo a una repetición de este último dentro de los esquistos rojos, sino todavía a una mayor extensión vertical de estos últimos respecto a la porción mas al Norte. De modo que dando a tales espun- tanos calcáreos de S. preferiblemente función sinclinal, vemos ligarse superiormente a los esquistos silíceos sutiles reticulares verdosos o amarillentos al:

d).- Complejo calcáreo y calcáreo esquisto carbonoso. Es este un conjunto de materiales calcáreos muy variables en sus términos, que deja ver su mayor exposición y potencia en la porción media del afloramiento general (pendientes y valles al NE y E. de estación Bárcena). El término medio es mas frecuente en un cal-
//////...

////. cáreo negro o gris obscuro compacto, mas o menos veteado de calcita y en menor grado cuarzo. La coloración que en ciertos casos / puede ser decisivamente negra, es debida a una pigmentación difusa de origen orgánico. El carácter del veteado es variable y en ciertos casos, particularmente intenso, reticulando totalmente la masa, en otros casos está casi ausente. Esta es de origen tectónico, correspondiendo a una cataclasis del calcáreo y soldadura por parte de soluciones prevalentemente calcíticas, cuya estructura / espática puede ser también vistosa. Como veremos existen términos compactos de estructura menudamente cristalina, otros que son claramente arenosos cuarzosos, otros que son de carácter más esquistoso, acentuándose este último en relación a la face particular que puede dar lugar a dicha formación. Limitándonos por ahora (a la porción mas al Sud), donde la face esquiste carbonosa no está presente o no ha sido conservada, se pueden observar términos calcáreos, recordamos que un tipo de transición mas baja (La Peña) dado por una masa calcárea gris clara esencialmente arenosa, este último carácter es mas bien disperso por cuanto conservan menudos granos de cuarzo incluido en la masa calcárea. Esta es mas bien compacta y asume un aspecto a textura lentiforme en pequeña escala, por delgados velos minuscualmente arenosos morenos intercalados en la masa mas homogénea gris clara y por delgadas venas de calcita blanca. La textura lenticular de naturaleza dinámica de este material y del resto asegurado por la presencia de lentejuelas de calcáreo mas obscuro que salpican aisladas la / masa del conjunto, mientras de otra parte se liga al tipo de subestratillos esquistosos en bandas marrones arenosas y bandas // calcáreo cristalinas gris oscuras, permitiendo tal conjunto reconocer una intensa deformación en plegamientos calcáreos y estranguladas. El afloramiento mas bajo y mas meridional del calcáreo y probablemente "In situ" se ve exactamente al E. de la desembocadura del rio León, también aquí después de una masa externa de arcillo-esquistos arenosos micáceos grises y rojo-violados, en este afloramiento el calcáreo tiene estructura también lamina da, lenticular, granulosa cristalina fina negra. El original carácter arenoso de estos materiales calcáreos, es evidente y es oportuno llamar la atención sobre los gránulos cuarzosos dispersos / en la masa, pues es esto un carácter que como veremos, puede asumir un aspecto petrográficamente bien definido en ciertos miembros de la serie esencialmente calcárea. Está presente también el calcáreo negro normal cataclástico, el cual retorna a aparecer hacia la cumbre de la montaña como se puede observar saliendo hacia la vertiente izquierda de la quebrada Calera, sin que // sea dado observar la face carbonosa que como decimos es visible al Norte. En estos afloramientos topográficamente mas elevados y que constituyen las caídas sudorientales del bloque montañoso // tienen una morfología general mamelonar (Morro de Abra Morada) se lo ve ligarse a una estructura anticlinal, donde en el núcleo de la charnela se ve el calcáreo obscuro común con una inclinación axial cerca de 30° N. cubierto de la siguiente sucesión ascendente:

e).- El horizonte arcilloso arenoso conglomerado, con el cual in-

///...dicamos por ahora un notable término de la serie, que por su contenido disperso é irregular de guijarros generalmente pequeños / en la masa arenosa arcillosa mas o menos esquistosa y que por su posición constante en el techo de las estructuras calcáreas de / León-Volcán y por último por su contenido de pirita en cubitos, a cuya alteración se debe el color amarillento o marrón que lo caracteriza, constituye un elemento muy interesante y nuevo entre / los materiales proterozoicos de la zona. En este punto de la sección, éste termino se presenta con un espesor aproximado de 3 á 4 metros de color marrón rojizo. Ofrece una cierta esquistosidad, / que se acompaña a una pronunciada lenticulación de los incluidos mayores, representados de lentejuelas netamente arenosas con gránulos de cuarzo y de otras materiales prevalentemente silíceos, / pero también ellos con los acostumbrados gránulos de cuarzo, que podrían ser viejos guijarros laminados, que si no fuera por su coloración y su homogeneidad, no se diferenciarían del resto del material. Los incluidos menores están representados por dispersos / guijarrillos de areniscas cuarcíticas blancas, cuarcitas y finalmente gránulos de cuarzo y menudos cristales de pirita mas o menos limonitizados en algunos, pero todavía bastante frescos. En / la masa se reconoce una textura laminar arenosa fina con menudas lentejuelas arcilloso limoníticas. Diremos mas adelante que estos caracteres puede presentar este material en el cual parece se puede reconocer un depósito de transporte de aguas poco fuertes, o un depósito de naturaleza marino-glacial o filitico de dispersión o deposición en ambiente acuoso, siguen:

f).- Esquistos arcillosos rojo violáceos con una potencia sumaria a los veinte metros; son análogos en todo é indiferenciables petrograficamente de aquellos que aparecen más abajo, se pueden / observar bien en el Abra Morada.

g).- Otro calcáreo gris negruzco con una potencia de pocos metros, que sobreponiéndose a los esquistos rojos, forma actualmente el techo del amplio anticlinal, el mamelón topográfico del Morro del Abra Morada.

h).- Arcille esquistos de aspecto pizarroso en algún punto con / bandas pizarrosas finas, rojo violáceos o gris rosadas, y.

i).- Areniscas cuarzosas gruesas, gris blanquecinas o azuladas // con intercalaciones superiores de arcillas esquistos violáceos, / algo arenosos también tendientes a color chocolate. Estas areniscas mas o menos claras, cuarzosas de grano visible, generalmente / bien cementadas y de aspecto localmente vítreo, forman bancos de 30 á 40 cms. con inclinación NE, de 45° y con las mismas intercalaciones, mas o menos esquistosas, son aquellas que constituyen la superficie trunca topográficamente más elevada del bloque montañoso al N. del Morro de Abra Morada. Se puede observar como el // plano oriental de contacto entre los espuntones calcáreos y los esquistos rojos, son de una manera clara, paralelos a la inclinación antes dada para estas areniscas cuarzosas.

Consideraciones y conclusiones:

1) El encerrarse en pliegues agudos y constreñidos de la placa

///...calcárea original y según testimonio general que participa claramente de los caracteres estructurales del resto de la masa proterozoica de la quebrada de Humahuaca nos quita la posibilidad de calcular el espesor con veracidad (probablemente del orden de espesor de los 100 m. en el punto de máximo espesor, frecuentemente mucho menos).

2) Comúnmente el hecho más notable de la sedimentación proterozoica, resulta en cierto momento, aquel del aporte de sustancias calcáreas más o menos acompañadas de sustancias carbonosas, cuyo origen orgánico, sea como pigmentación general de la serie calcárea, sea como sedimento propio intercalado sutilmente a aquel calcáreo, quede como única posibilidad, la evidente naturaleza terrígena del depósito y su escasísimo metamorfismo, que aparte de los efectos de múltiples cataclasis, aquel de la esquistosidad dinámica de deformación y una no siempre visible cristalización.

3) La fase más esquistosa es aquella cataclástica de la formación calcárea carbonosa de León-Volcán, en la cual son reconocibles por lo menos dos tiempos de deformación (Cataclasis antigua) precámbrica y (cataclasis reciente) o de edad andina, participan en otras palabras de aquel aspecto submetamórfico de todo el complejo de los materiales proterozoicos de Jujuy, que después de las deformaciones precámbricas, aquellas andinas han retomado con fenómenos de prevalentes fracturas en bloques y probable acentuación de los viejos replegamientos y después consiguientes roturas de tipo cuneiforme de aquellos materiales que como los calcáreos han respondido rígidamente.

4) La sedimentación calcárea de la formación proterozoica de León-Volcán parece iniciarse con prevalente aporte de material arenoso cuarcítico, además de la deposición de la sustancia carbonosa. En varios puntos del afloramiento (Aguas Blancas, Sachayo) la parte inferior de la formación calcárea más o menos próxima a la fase esquistosa y dentro de ella misma ofrece elementos distintamente arenosos cuarcosos. Esta deposición claramente terrígena y algo gruesa que además se repite en otros miembros sea de la serie calcárea misma o sea de aquella no calcárea arriba o subyacente, podría ser considerada como una prueba eolítica de oscilaciones generales del conjunto y en cierto sentido un motivo que destaca con cierta disconformidad dicha serie de aquella arcillosa pelítica de los esquistos rojos.

5) Un hecho de notable importancia es aquel que la formación calcárea carbonosa de León-Volcán venga a encontrarse poco más o menos sobre el mismo meridiano de aquellas formaciones calcáreas cristalinas, que, respectivamente, en las sierras de Córdoba y de Guasayán y Ancaján (S. del Estero) son conocidos en base al trabajo de diversos investigadores (Bondembender, 1922); Beder (1928); Pastore (1932). Los afloramientos de Córdoba y S. del Estero se encuentran cerca a lo largo del meridiano 65° aquellos de León-Volcán $65^{\circ}30'$, vale decir se presentan ligeramente trasladados al O. como si fuera este un efecto de alineamiento general meridiano de esta faja proterozoica calcárea. Con este propósito recordamos que según Beder los calcáreos granulosos cristalinos de Gua-

///..sayán y Ancaján ofrecen una dirección NS 13° E. que puede llegar a NS 18° O. con predominio de la desviación hacia el O. hasta direcciones NO-SE, condiciones estas que son del tipo de aquellas / notadas en los calcáreos de León-Volcán. Pero si por su posición los calcáreos de León-Volcán se relacionan en forma sugestiva a aquellos de Córdoba y S. del Estero, hay diferencias que los separan. Ante todo falta en la formación León-Volcán, aquel vehículo a rocas graníticas y aquellas concomitantes condiciones de metamorfismo por las cuales los calcáreos granulados cristalinos de la serie de Córdoba asumen un aspecto bien distinto que los relaciona a aquellos de Guasayán, Ancaján. Mientras en los ahora dichos afloramientos, el carácter de la cristalinidad, aunque tosca, es el mas general y las coloraciones son generalmente rosadas, // blancas o gris amarillentas, siendo los tipos gris-moreno y gris negruzco por pigmentación orgánica raros en la serie cordobesa y prevalentes aquellos amarillentos o grises de Guasayán y Ancaján, donde por otra parte son raros los tipos blancos marmoreos, en la serie de León-Volcán el carácter de la cristalinidad generalmente aparece poco y siendo mas bien substituído por cataclasis y la // pigmentación carbonosa es dominante pudiendo originar una fase esquistosa carbonosa verdadera y propia. Por otra parte todavía existe una gradación diferencial también en la mineralización metamórfica.

En realidad los calcáreos cristalinos de Córdoba están caracterizados por una numerosa serie de minerales metamórficos /// (para ciertos calcáreos biotíticos, también grafito escamoso) en relación según Pastore (1932) a una difusión ascendente de sílice y silicatos y aparte de contacto con rocas intrusivas graníticas (metamorfismo de contacto). En las sierras de Guasayán y Ancaján según Beder, el zócalo cristalino está formado de sedimentos metamórficos esquistoso-cristalinos y submetamórficos, en los cuales según los casos, se puede todavía reconocer su carácter original sedimentario, a pesar de los efectos metamórficos de contacto con // granitos y también de naturaleza magnética ha actuado sobre los / viejos sedimentos que están representados de depósitos clásticos finos, arenosos, arcillosos y calcáreos, de aspecto mas o menos esquistoso por dinamometamorfismo tectónico precámbrico originando aquella serie de materiales que Beder distingue como filitas /// cuarcíferas y cuarcíficas filíticas macroscópicamente compactas, pero que por la prevalencia de abundantes gránulos de cuarzo /// elástico, mica y sustancia arenosa y arcillosa acusan un origen / arenoso mas o menos fino. En la zona de contacto con los macizos intrusivos, tales rocas pasan a cuarcitas biotíticas y paragneis plagioclástico biotítico. Los depósitos originales calcáreos pasaron a calcáreos cristalinos granulados bajo la forma de intercalaciones concordantes con los esquistos mas o menos metamórficos. Es notable recordar con Beder, que los calcáreos de Ancaján están generalmente escasos de minerales accesorios si bien en su mayoría contienen mica blanca y aislados gránulos de cuarzo, caso este último común en la serie de los calcáreos de León-Volcán. Beder mismo observa que la formación de los silicatos cálcicos es escasa en los calcáreos de Ancaján. En conclusión toda la fase / actual de la serie Ancaján-Guasayán está en relación a los apor-

///...tes mas o menos probados de naturaleza magnética. También los filones de cuarzo según Beder no alcanzan nunca las dimensiones de aquellos de la misma clase de la serie Cordobesa y se presentan, en vez de cuarzo lechoso cavernoso a rellenamiento ceráceo de alteración de pirita. Hay aquí un motivo de mas para alejar verticalmente los calcáreos proterozoicos de S. del Estero de aquellas acciones minero geneas que son propias de la sierra de Córdoba, / avicinándolos en cambio a los calcáreos de León-Volcán, donde por otra parte no existen enteramente las acciones de cuerpos magnéticos y la reticulación teletermal del cuarzo lechoso solo raramente y muy esporádicamente, contiene además de calcita y siderita algún sulfuro metálico y en un caso escasísimo feldespatos rojo encarnado.

Las consideraciones que se han hecho tienden en otras palabras a diferenciar siempre mas del S. al N. los varios grupos de calcáreos proterozoicos, en el sentido de una gradación de un máximo a cero de aquellas acciones, sean de metamorfismo regional, más bien profundo, sea de metamorfismo directo de contacto magnético y fenómenos migmatíticos que asumen su mayor desarrollo para la serie de Córdoba, menores para Guasayán, Acajón y nulas para la serie León-Volcán. Aquí el calcáreo tiene un aspecto cristalino menudo, no siempre presente y la mas o menos evidente difusión de la sustancia carbonosa, sin poder decir naturalmente, si en origen se trató de depósitos o bituminosos o de restos de plantas, asume una fase del todo especial que habría tenido un rol muy interesante / si hubieran intervenido aquellos hechos magnéticos así predominantes en los afloramientos de S. del Estero y Córdoba.

El mayor grado de metamorfismo de los materiales con calcáreos proterozoicos de Córdoba y Acajón, nos significaría entonces una posición estratigráfica mas baja que aquella de los calcáreos y esquistos de León-Volcán. Este concepto ha sido tratado recientemente por G. Bonorino (1950) a propósito de la estratigrafía del precámbrico de las sierras pampeanas, en las cuales pasa / por medio de un desmenbramiento del zócalo infraestructural en bloques individualizados, el complejo de la puna. También en el / pensamiento de este autor, el metamorfismo de las rocas precámbricas de las varias unidades morfológico estructurales como las /// sierras pampeanas y aquellas subandinas y la puna, disminuye del / N. al S. en relación precisamente al hecho de la estrecha dependencia entre metamorfismo e invasión magnética (intrusión de tipo batolítico) que acusan los esquistos de la sierra pampeana. A los sedimentos con solo metamorfismo dinámico de los materiales / infraestructurales de los bloques de montañas de Jujuy y los semi polípticos metamórficos prepaleozoicos de los núcleos anticlinales de las sierras subandinas australes, siguen pizarras esquistosas / mas o menos arenosas del W. y NE. de Tucumán.

6).- (Por el Dr. Enrique C. Rayces) Origen:

El yacimiento calcáreo que nos ocupa es indudablemente de origen sedimentario marino. Los estudiosos de la materia admiten que en pasado remoto, por ejemplo con el advenimiento de los vegetales y la consiguiente extracción de bióxido de carbono del que

///..estaban cargadas las aguas del mar en forma de soluciones o suspensiones, se habría producido una rápida precipitación de los // carbonatos de calcio, etc., dando origen por este proceso a los // grandes yacimientos de precámbrico. Ahora bien, nuestro yacimiento según Less-Giordana, (1952), sería de Precámbrico y es nuestra opinión que su formación tiene el origen que hemos indicado mas arriba; podemos clasificarlo siguiendo a Twenhofel-(1932), como / un "yacimiento calcáreo resultante en forma directa o indirecta de los procesos orgánicos desarrollados a través de la acumula- / ción y cementación de las estructuras de soporte o protección de los organismos" y dado el poco contenido en magnesio podemos pensar que dichos organismos serían similares a foraminíferos o madreporarios.

En nuestro yacimiento, como ocurre en los del mismo origen, notamos variaciones en la composición de las rocas que van desde un calcáreo a una caliza, estos cambios se explican por variaciones de las condiciones en el proceso de sedimentación y ellos son verticales y horizontales es decir debido a cambios de facies o / sea aportes de diferentes materiales en diferentes lugares pero a un mismo tiempo, que dan origen a diferentes concentraciones en un mismo horizonte o a cambios en el mismo lugar en diferentes tiempos lo que dio origen a bancos o estratos superpuestos de diferente concentración. Determinar esto es indudablemente importante desde el punto de vista económico, pero afortunadamente como veremos al describir la roca calcárea en nuestro yacimiento, estos cambios no fueron muy marcados.

Roca calcárea-caliza:

Dentro de la formación de los calcáreos de León-Volcán se encuentran diversas clases de rocas a saber:

- a) Areniscas con cemento calcáreo- b) esquistos calcáreos carbonosos;
- c) calizas.

a) Las areniscas con cemento calcáreo:

Son de grano mediano a grueso, se puede observar en ellas granos de sílice cementados por material calcáreo pudiendo alcanzar los granos de cuarzo hasta lm.m., en la de algunos bancos se puede observar bandas de estratificación, su coloración puede ser negra o gris, el cemento no solo es calcáreo sino que también se puede observar material carbonoso en estos sedimentos, el tenor de sílice es alto y el de calcio relativamente bajo, el análisis de una muestra de esta arenisca arrojó los siguientes tenores:

SiO ₂	54,13 %
CaO	23,60 %
MgO	0,49 %
Pér.fuego	19,12 %

b) Los esquistos calcáreos carbonosos:

Están constituidos por una interestratificación de delgadas capas de caliza y de arenisca calcárea a veces hasta de 30cms. de

///..espesor, cuyos planos de estratificación están recubiertos por una delgada patina de substancia carbonosa opaca y pastosa o bien brillante untuosa, la roca tiene aspecto esquistoso y por lo general forma bancos de 4 á 5 m. de potencia. En algunos lugares estos // esquistos calcáreo-carbonosos han sido tectonizados al punto de / formar una microbrecha, en general contienen cubitos de pirita.

c) La caliza:

Es de color negro o gris obscuro, pigmentación dada // por la materia orgánica que contiene, su grano es muy fino, micro- / cristalina a veces, algunos términos son muy compactos y homogé- / neos y de delgada estratificación paralela, otros tienen textura lenticular y se encuentran atravezados por venillas de calcita / que pueden formar un reticulado, en otros en fin las venillas de calcita son escasas y se presentan en estratos bien diferenciados de 9 á 10 centímetros.

En general podemos decir que los términos más ricos en calcio son los compactos microcristalinos, de color negro y es / tratificación muy fina, así dos muestras de este tipo arrojaron / respectivamente: 53,13% de CaO y 53,27%. Otra muestra calcáreo / arenosa con venas de calcita arrojó un tenor de 50,50% y final- / mente una muestra calcáreo-arenosa color gris obscuro con esca- / sas venas de calcita arrojó 42,85%, una caliza marrón claro dió / 43,3% y 39,9%.

Las reservas del yacimiento se han estimado en más / de mil millones de toneladas.

VI- Yacimiento dolomítico de Tumbaya (por: Dr. Rodolfo González Amorín)

Ubicación, vías de Acceso y recursos naturales:

La zona está ubicada unos 2 Kms. al oeste de la quebrada de Humahuaca e inmediatamente al sureste de la población de Purmamarca, distando de esta última unos 5 Km. en línea recta, y con rumbo noroeste del pueblo de Tumbaya unos 12 Km.

El depósito dolomítico yace sobre el faldeo sureste de una serranía orientada de N.NW. a S.SE., encontrándose limitada al N. por el abra de Purmamarca y al S. por el lugar denominado "Aguada Chica", alcanzando un desarrollo de aproximadamente un kilómetro y medio.

El acceso por camino es factible solamente a partir de la ruta nacional N° 9 entrando por la quebrada de Tumbaya Grande que se une con otra procedente del oeste a unos 1.500 m. del recorrido, prosiguiéndose por esta hasta el yacimiento estando parte del trayecto de este camino en faldeo en subida, mas exactamente el último tramo.

Fisiografía:

El relieve es irregular, estando constituido por altas sierras con laderas de fuertes pendientes y profundas quebradas. En las partes bajas existen grandes acumulaciones de material detrítico donde puede apreciarse que no ha existido una selección natural por acarreo, pues las lluvias estivales si bien son frecuentes, no son lo suficientemente intensas como para producir grandes correntadas. Es notorio que la erosión cólica es la mas importante, su efecto puede apreciarse en el relieve de altura que afecta formas suaves y redondeadas. Los vientos generalmente intensos, provienen de los cuadrantes Norte y sur durante todo el año.

La vegetación en las laderas está representada por matas y pastos duros del tipo xerófilo, de distribución punteada. En las partes bajas son frecuentes las formas arbústicas también xerófilas, espinosas y de poca altura. Las matas mas pequeñas llamadas "Tolas" son las que tienen mayor distribución. En cuanto a las formas arborecentes se encuentran solamente en la quebrada de Tumbaya grande en grupos aislados en las partes más bajas. El clima es de tipo continental con inviernos secos y fríos y los veranos son apacibles, mas bien frescos, las lluvias comienzan en diciembre y finalizan en abril, de poca intensidad.

Geología:

El depósito dolomítico está ubicado en un ambiente metamórfico sedimentario constituido por esquistos, cuarcitas y areniscas. Más al oeste y noroeste aparecen grandes masas de dacita intrusiva en las acumulaciones citadas y que hacia el noroeste de la provincia alcanzan gran difusión.

En la zona estudiada y hacia el este predominan los esquistos, constituyendo las principales elevaciones que, con una e-

////orientación submeridional, se extienden a ambos lados de la quebrada de Humahuaca.

Se trata de una roca precámbrica, generalmente de color verdoso a pardo verdoso, dura, bien diacclasada, de grano fino o muy / fino, generalmente muy perturbada por la tectónica regional. Con / frecuencia se la ve plegada en cerrados anticlinales y sinclinales irregulares, también en braquianticlinales; las líneas tectónicas / han cortado la roca en varias direcciones, provocando el levantamiento de algunos bloques y el hundimiento de otros. Son estos bloques elevados con formas suaves que demuestran el efecto intenso de la / erosión, los que permiten actualmente la observación directa.

Hay variaciones de estructura en los esquistos que dependen, conforme a la observación directa, de un predominio local en el contenido de sílice o arcilla en su composición. Así, en algunos lugares se lo encuentra pizarroso, hasta llegar a una pizarra oscura y hojosa; también aparece filítico, afectando coloraciones rojizas hasta castaño-rojizas. En general, y en muestras frescas, es de un color gris azulino oscuro, duro, a la vista con mucho contenido / de sílice en partículas finas que se distribuyen regularmente en / una masa de grano fino a muy fino.

Las principales fracturas de la zona corren sub-paralelas entre sí; una de ellas está limitando el depósito dolomítico / por el Sur con rumbo NW-SE., estando acompañada de otra menor que / también delimita este bloque (cuerpo N° 10). La otra falla visible y de gran recorrido pasa por el límite norte del depósito dolomítico con un rumbo N. NW.-S.SE., poniéndose de manifiesto sobre el / terreno por haber provocado la dislocación y arrastre vertical de las areniscas rojas, que en algunas partes se observan plegadas.

Los calcáreos dolomíticos, como ya se mencionara, están apoyados en discordancia sobre los esquistos plegados a partir del abra de Purmamarca hacia el Sur, durante una extensión de 1 kilómetro y medio, cubriendo irregularmente la roca que le sirve de basamento sobre un ancho máximo de unos 500 m. La distribución de los / cuerpos de calizas es irregular y discontinua, estando muy erosionados y cubiertos parcialmente por el detrito de falda que impide en la mayoría de los casos la observación directa tendiente a determinar espesores y límites en cada cuerpo.

Observando los cortes naturales del terreno, puede verse que los esquistos están muy próximos a los afloramientos de esta roca, por cuya causa se puede suponer que el espesor de estos // últimos no ha de ser considerable en ningún caso.

Superficialmente la roca dolomítica afecta una tonalidad gris clara, blanquecina a amarillenta, (conforme su distinto grado de alteración), pero en los cortes de la roca fresca aparece azulina, gris y hasta rosada, de grano fino a muy fino, con delgadas bandas de sílice (cuarzo amorfo blanco), de unos pocos milímetros de // espesor. También en ciertos casos presenta unas lástas delgadas de biotita con espesores de 2 á 3 m.m.

En la parte alta de la sierra, en el límite suroeste de los afloramientos, puede observarse que en sus contactos con el es-

///...quisto presenta una débil mineralización por manganeso, y solo en uno o dos lugares se ha formado una concentración que aunque pequeña ha sido objeto de trabajos de extracción. Hacia el N. de este punto y en las inmediaciones del Abra de Pumamarca, han sido puestos en evidencia, mediante escarpes, dos pequeñas impregnaciones de mineral de cobre en la caliza. Se trata de malaquita que proviene de la oxidación de calcopirita, la que se encuentra finamente diseminada en pequeñas fisuras de recorrido sinuoso. También se han encontrado nódulos de calcosina, de tamaños reducidos. Estas impregnaciones de minerales son locales y reducidas en ambos casos, y su origen debe ser atribuido al ascenso de soluciones por las fisuras de los esquistos en el momento de plegamientos y esfuerzos que determinaron las fracturas, por cuya causa se está ante un caso de mineralización termodinámica.

El hecho de no haberse encontrado fósiles en la caliza impide determinar su edad, pero para tal fin puede tenerse en cuenta su actual posición en el terreno, es decir, su yacencia sobre los esquistos, en cuyo caso la edad correspondería al paleozoico inferior.

Las cuarcitas que se han observado están ubicadas fuera de la zona de estudio, al norte del Abra de Pumamarca; son claras (beige claro) de grano muy fino, constituyendo una masa que a veces afecta la coloración azul o violacea. Están dispuestas en bancos sub-verticales con leve buzamiento al SE., siempre intercaladas en los esquistos, con los que son concordantes. El espesor de los bancos es variable en cada caso, pudiéndose anotar entre 2 y 5 m., como término medio observado.

Las areniscas afloran en forma discontinua sobre un rumbo submeridional, cuya prolongación pasaría por el Abra de Pumamarca. Son de color rojo ladrillo brillante con tonalidades que varían entre el gris y el pardo amarillento, estando constituida por granos finos, donde el componente silíceo se aprecia a simple vista en medio de una masa de naturaleza arcillosa. El buzamiento del conjunto hacia el suroeste, término medio con 30° y 40° y por su disposición longitudinal en el terreno puede suponerse que han sido elevadas sobre la cubierta moderna mediante una línea de /// fracturas, cuyo recorrido se aprecia a ambos lados del Abra citada precedentemente.

La cubierta sedimentaria moderna está formada por arenas gruesas y ripiosas en los lechos de las quebradas y causes secos, por pedregales al pie de las elevaciones y tierra arenosa en la falda de los cerros y partes bajas. Es frecuente la acumulación de bloques y trozos de gran tamaño en las partes más bajas, formando conos de acumulación de gran extensión, que son producto de la destrucción mecánica de las formaciones rocosas.

El Depósito:

Observando el plano fotográfico geológico se aprecia que la distribución del calcáreo sobre los esquistos es completamente irregular, formando cuerpos desconectados entre sí y en partes cubiertos por el detrito moderno, cuyo espesor llega a ser con

///..siderable en algunos lugares, imposibilitando la determinación de los verdaderos límites como así de los espesores que, por efecto de la destrucción mecánica de la roca, se encuentran enmascarados por tales escombreras.

Los cortes naturales han permitido conocer que en general los espesores son reducidos, al extremo que a los fines de una cubicación para ciertos cuerpos no puede estimarse en más de un metro; en los de cierta extensión, sin embargo (caso del cuerpo N° 1) existe una evidente variación del mismo, aumentando hacia el E. y SE., como se puede apreciar en los cortes del camino, aunque tal situación no es regular sobre el área del mismo. Para casos de este tipo puede considerarse una potencia media de solo 1 m., dejando al margen de un metro más para el cálculo del probable, como medida prudente de seguridad.

Estimación de reservas:

Los cálculos realizados permiten aceptar un total de 1.625.500 Tn. de mineral asegurado y 1.177.260 Tn. de probable, en conjunto, el monto total calculado alcanza a 2.802.750 Tn., (la densidad media tomada es de 2,5). Se deja constancia que tal estimación ha sido realizada sobre un cálculo aproximado de límites y espesores, ya que, como se explica en otro lugar, los mismos no han llegado a conocerse.

Sobre un total de 2a. muestras analizadas se obtuvo un promedio de: $\text{SiO}_2 = 7,3\%$ - $\text{CaO} = 30\%$ - $\text{MgO} = 18,79$ Pérdida al rojo = 42,3 %; eliminando algunas muestras que se tomaron en sectores límites y que son las que dan el mayor porcentaje en SiO_2 el resto es perfectamente aceptable.

DATOS DE:

L'Atelier Dolomitique - per A. Richard

SiO_2	0,5	a	3 %
Fe_2O_3 - Al_2O_3	0,8	a	2,5 %
CaO	29	a	32 %
MgO	Superior	a	19,5 %

Si bien los resultados de los ensayos físicos en escala de laboratorio realizados en Alemania con el objeto de controlar el comportamiento que cabría a este material entre una sinterización en el horno de cuba no son los ideales (se lo coloca como más apto que los provenientes de Córdoba y Santiago del Estero é inferior al proveniente de Sierras Bayas - Pcia. de Bs. Aires).-

VII.- Depósito de mármol ónix de "CABEZA DE TOBA"

Ubicación y acceso:

El yacimiento de mármol denominado "cabeza del Toba" dista 64 Km. de la ciudad de San Salvador de Jujuy, y se encuentra ubicado en el departamento de El Carmen con rumbo SE., de la ciudad Capital, el acceso se efectúa por la ruta provincial N° 10 hasta Palpalá, prosiguiendo por ruta provincial N° 1, pasando por El Pongo, San / Juancito, Santa Rita y Lavayén. A una distancia de 12 Km. de San Juan / cito se desvía hacia la derecha un ramal de camino de unos 8 Km. que conduce a la cantera, distando del río Lavayén unos 4 Km., la altura / sobre el nivel del mar es de 900 m., y se encuentra en una región de clima sub-tropical, al pie SE. de la serranía de Puesto Viejo, en la finca "Toba" de Leach.

Geología:

Según Federico Ahlfeld, sobre los esquistos paleozoicos // descansan, en esta región, el Horizonte calcáreo y las Margas Multi- / colores, ambas series de reducido desarrollo. El calcáreo aflora en varios lugares, en los alrededores de la cantera. En el pie oriental de la serranía de Puesto Viejo, cerca de las orillas del río Lava- / yén, existen varios manantiales de aguas minerales frías o tibias, / como sucede en Aguas Calientes también en las márgenes del río La- / vayén. Esas aguas son fuertemente saladas y desprenden olor débil / de H₂S, depositando travertino. Los depósitos de travertino y már- / mol "ónix", de la región indican los puntos donde antes hubieron ma- / nantiales de aguas minerales.

El material calcáreo que sedimentan procede del Horizon- / te calcáreo; ese calcáreo fué disuelto por las aguas y depositado en la superficie en épocas recientes (Pleistoceno).

El depósito importante de travertino y aragonita fibrosa se halla ubicado en la falda occidental de la serranía de Puesto / Viejo, siendo explotado por la Cía. Leach. Otro depósito (Agua Dul- / ce), explotado por la compañía Azucarera "La Mendieta", se encuentra al NE. de la serranía; estos depósitos producen cal únicamente.

Marmolera Lavayen:

Este depósito consiste en una pequeña elevación aislada, de relieve acentuado, de 40 m. de altura. Su parte más elevada está constituida por una plataforma de 90 m. de largo por 70 m. de an- / cho, en cuya parte septentrional se encuentra la cantera, de arriba abajo se observa aquí el siguiente perfil:

- 1.- Capa de travertino de 2 á 3 m. de potencia, que forma la superficie de la plataforma.
- 2.- Capas de mármol "ónix" cavernoso y sucio, de color verde claro o amarillo oscuro, de 1 á 2 m. de espesor.
- 3.- Banco de mármol "ónix" blanco, de 40 á 60 cm. de espesor, (explotado).

////...4.- Al pie del banco N° 3 se observa una capa de mármol "onix" de color verde más intenso, de 25 cm. de espesor, que yace / sobre una capa de aragonita fibrosa, de fibra larga, de co- / loración blanca a gris y de un espesor de 10 a 30 cm.

5.- Capa de mármol "onix" verde sucio (color verde botella), / que pasa hacia abajo a mármol "onix" blanco o verde cla- / ro, de 40 á 70 cm. de espesor, capa que se explota actual- / mente.

No todas las capas de mármol "onix" son continuas y del / mismo espesor, sino que forman cuerpos lenticulares de espesores muy variables.

Como el faldeo del cerro está completamente cubierto por los escombros de las canteras, no se puede observar la constitución material del cerro en sus partes basales. Al parecer, constituye el cono formado por un manantial de agua. Si así fuera, habría que creer en la existencia de otras capas de travertino y de mármol onix ex- / plotable aún debajo de la capa actualmente en explotación. En cuyo caso sería recomendable hacer un reconocimiento en forma de trinche- / ra desde la base de la cantera hasta el pie del cerro.

No se han hecho ensayos químicos (a la época del informe, año 1948) para averiguar si el carbonato de calcio está presente en su moda- / lidad romboédrica (calcita) o rómbica (aragonita), o si se encuen- / tran allí ambas modalidades. Los depósitos de esta clase se han // producido, generalmente, en forma de aragonita la que, luego, se trans- / formó parcialmente, en calcita; mientras que las partes fibrosas de las capas pueden consistir en calcita o, más frecuentemente, en ara- / gonita.

El material que se explota es compacto, sin fisuras, de color verde / claro o blanco. Acepta bien el pulimiento y se presta para toda // clase de usos industriales.

RESERVAS:

Por falta de reconocimientos resulta imposible hacer un cálcu- / lo de las reservas todavía explotables. Los bancos son lenticulares, variando, además, el espesor y la calidad de los mismos. Como fué ex- / plicado más arriba, existe la posibilidad de encontrar capas explo- / tables debajo de las labores actuales.

I - INTRODUCCION:

El objeto de la presente es el de exponer brevemente los trabajos y observaciones realizadas y las conclusiones / a que se arriban luego del estudio geo-minero practicado en la esquina sudoeste de la cantera de piedra caliza propiedad de la firma Calera Volcán S.A., ubicada en las inmediaciones de la localidad de Volcán, Dpto. Tumbaya - Peia, de Jujuy, que corresponde aproximadamente al extremo norte del depósito de este mate-// rial que se extiende entre León y Volcán sobre la margen izquierda del río Grande de Jujuy.

II - UBICACION Y VIAS DE ACCESO:

La cantera estudiada se ubica a unos 2.500 m al SE de la localidad de Volcán y a sólo 800 m en línea recta de la / línea férrea del F.C.G.M.B. y ruta nacional N° 9, en el departamento Tumbaya provincia de Jujuy (ver lámina 1) a una altura aproximada de 2.000 m s.n.m. en su base, pudiendo desarrollarse los trabajos de explotación hasta los 2.200 m aproximadamente.

La piedra caliza se envía a los centros de consumo por ferrocarril desde estación Volcán, adonde se transporta por camiones. La estación Volcán dista de San Salvador de Jujuy, 40 km y del Centro Siderúrgico de Altos Hornos Zapla, 54 km.

El río Grande de Jujuy separa al yacimiento y por / ende a esta cantera de la línea férrea y de la ruta nacional N° 9, ambas vías de comunicación están construídas en este sector sobre el gran cono de deyección de "El Volcán".

La Empresa mantiene un camino de acceso enripiado / que corre desde la ruta N° 9 hasta la cantera (1.000 m aprox.) pasando por el cauce del río Grande, dicho paso se ve dificultado en los meses de verano (Diciembre a Marzo), época de grandes crecientes de este río, que en este sector tiene régimen torrencial; ello destruye los accesos a los diferentes frentes de explotación ubicados en la margen izquierda, paralizando la ex-// tracción.

Se observó que sólo se mantiene en buen estado el / acceso construído sobre el cono de deyección de la quebrada Manzano, pudiéndose trabajar en los frentes de explotación ubicados en su margen norte (frentes P.Vargas y Moreira).

Un problema más que debe mencionarse, lo constituyen los aludes de barro del "Volcán" que en algunos días del // verano llegan a cortar la ruta y a veces la vía férrea.

III - FISIOGRAFIA Y RECURSOS:

La cantera estudiada corresponde al faldeo occiden-

///...tal de la continuación sur de la Sierra de Tilcara, que para este sector culmina con alturas comprendidas entre 3.200 y 3.300 m s.n.m. (Cerro Manzano 3.210 m s.n.m.).

Al pie de esta sierra, como ya se mencionara // anteriormente, corre el río Grande de Jujuy el que ha socavado una angosta quebrada que la separa del cono de deyección de "El Volcán", la pendiente del río en este tramo es de 2,8 a 3 % aproximadamente.

La fracción del faldeo con piedra caliza, que se inclina al río Grande es abrupta, incrementada por la explotación, adquiere pendientes que oscilan entre 45 y 50°. La pendiente del faldeo norte de la quebrada Manzano es // también abrupta casi a pique. Estos relieves escarpados se suavizan al pie de la cantera como consecuencia de los conos de falda formados por la caliza fragmentada que cae de los frentes.

Tanto el río Grande como la quebrada Manzano // (esta última en su curso superior), llevan agua todo el año, siendo la de esta última más apreciada para beber.

El torrente de la quebrada Manzano, poco antes de su desembocadura en el río Grande forma una cascada de unos 15 m de altura, en el contacto caliza-esquisto, luego de esta cascada el torrente corre por su cauce unos 80 m / más o menos, insumiéndose luego en su cono de deyección.

IV - FORMACIÓN CALCÁREA:

No pueden establecerse diferencias litológicas apreciables a simple vista entre los diversos términos del conjunto de materiales calcáreos, ya que el color gris negruzco o el veteado calcítico característico de la piedra es común en general a todos ellos con intensidades variables.

No obstante, sin entrar a hacer un examen detenido de cada tipo, podemos distinguir cuatro clases de materiales predominantes, aprovechando su aspecto y propiedades físicas más resaltantes.

1) El más notable, una arenisca calcárea dura, de color // gris blanquecino, de grano grueso bien visible en cortes / frescos, áspera al tacto; que forma un banco de 0,80 m a 1 m de espesor, potencia a veces duplicada en los pliegues / isoclinales locales en los que a veces forma el núcleo. // Las características anotadas sirven para localizarlo rápidamente en los afloramientos (horizonte-guía) es así que / puede apreciarse su trazo en el plano geológico.

Hay otras areniscas calcáreas de color gris negruzco, de grano más fino, éstos bancos sólo son aprecia-// bles en cortes frescos o al tacto.

2) Bancos calcáreos color gris negruzco, de aspecto lajitoso en espesores de 10 a 40 cm, con intercalaciones de /

///..esquistos friables estratificación notable, ubicado al piso del banco de arenisca calcárea y en alas de pliegues locales.

- 3) Calcáreo masivo de color gris ligeramente más claro, más / duro, de fractura aproximadamente concorde, no tiene estratificación definida, confundiendo con planos de diaclasas en lugares no explotados forma peñascos o cuerpos cu- / biertos por patina limonítica.
- 4) Caliza sumamente diaclasada con abundantes vetas calcíti- / cas que rellenan esos espacios, de color gris oscuro a negro, a veces friable y otras de aspecto apretado coherente con estratificación poco notable.

V - FORMACION ARCILLO-ESQUISTOSA:

Este material consistente en una lutita fria- / ble de color verdoso amarillento claro, a veces limonitiza- / do, aparece muy frecuentemente, ora formando cuerpos aisla- / dos y ora intercalaciones desde milímetros hasta 3 y 4 m. / entre los diferentes bancos calizos; a veces finamente es- / tratificados denotando claramente su posición geológica, y / otras más frecuentemente, en relictos de tamaño variable / sin estratificación definida, plegado, escurrido y acuñado / en los núcleos de estructuras locales (pliegues) o en pla- / nos de deslizamiento (diaclasas ?), entre bancos calcáreos.

El carácter plástico de este material, sometido a los esfuerzos tectónicos, no le ha permitido formar, dentro de la serie calcárea horizontes uniformes en potencia / y corrida, es así, que por lo general lo encontramos for- / mando cuñas, interestratificados en delgadas capitas, con / bancos calcáreos, etc.

VI - RASCOS ESTRUCTURALES:

Loss da función anticlinal al faldeo calcáreo más externo desde el rio Grande hacia el este y desde la / desembocadura de la quebrada Sachayo o Mula Potrero, hasta casi la altura de Volcán de modo que el lugar de la cantera, estaría afectado a dicha posición.

IX. REFERENCIAS SOBRE OTRAS CANTERAS

1.- Cantera San Francisco:

La cantera San Francisco se encuentra ubicada en una de las formaciones de // la Serranía de los "Siete hermanos" (Dpto. Yavi-Prov. de Jujuy) al S.E. de La // Quiaca a 3.500 metros sobre el nivel del mar y a unos 9 Km. de la ciudad de La // Quiaca.

El acceso es posible partiendo desde La Quiaca por la ruta provincial N° 5, a la altura del Km. 4 deriva un camino al S.E. que conduce a la cantera en un re corrido de 5 Km.

Por su ubicación geográfica integra la región de la Puna, con el clima típico de esta zona frío y seco, árido y desprovisto de vegetación a excepción de un arbusto denominado tola y otros típicos de estas latitudes, escasas precipitaciones.

GEOLOGIA:

La formación calcárea corresponde al denominado Horizonte Calcáreo Dolomítico, el rumbo general de las capas es N 25° E. con inclinación 20°W., en la base de la formación se observan las areniscas coloradas inferiores, en las cercanías se presenta el ordovícico con las sedimentitas que lo constituyen (Limolitas, lutitas, etc.)

EXPLOTACIÓN:

Esta cantera se ha trabajado en poca escala, debido principalmente a la gran distancia de los principales centros de consumo, además el material no reúne las condiciones exigidas por Altos Hornos Zapla (acería) por lo que la explotación // de la misma, se orientó a cubrir los requerimientos de empresas constructivas de la zona, como cal para construcción.

Prácticamente el factor principal que hace desfavorable esta caliza para ace ría es su tenor en OMg. que en algunos sectores sobrepasa el 4%.

2.- CANTERA "ESQUINAS BLANCAS"

Ubicada en la margen izquierda del Rio Grande, a la altura de la Estación desvío kilometro N° 1321 de F.C.N.G.B. y practicamente sobre la Ruta Nacional N° 9. a La Quiaca, a 17 Km. de la localidad de Iturbe y a 14 Km. de Tres Cruces.

GEOLOGÍA:

La cantera tiene una extensión de aproximadamente 2 Km., ubicada del lado de la margen izquierda del Rio Grande. Corresponde a la formación geológica // del Horizonte Calcáreo Dolomítico. En cuanto al tipo yacimiento es de origen sedimentario posiblemente lagunar costero de Edad Cretácico (Neocomiano) según SCHLAGINTWEIT, es un calcáreo con algo de magnesio de ahí su nombre de Horizonte Calcáreo Dolomítico. Son capas con un espesor que varía entre 0,20 m. a 1 m. y alternan en forma sucesiva formando un paquete de un ancho de 700 m. o algo mas.

En lo que respecta a la parte estructural es un anticlinal fracturado en su eje. De ahí que las capas del Km. 1321 son similares a las que se ven frente a Km. 1319.

EXPLOTACIÓN:

Esta cantera fue escasamente explotada debido principalmente a que no reune las especificaciones exigidas por Altos Hornos Zapla, pero su aprovechamiento puede ser nuevamente activado realizando un estudio geo-económico ya que // dada su proximidad al ferrocarril y ruta nacional N° 9 la ubica en una posición ventajosa con respecto a otras canteras situadas en la zona.

3- CANTERA CHICAPA o MAIMARA

Ubicada en el Distrito Maimara (Dpto. Tilcara) a 74 Kms. de la ciudad de San Salvador de Jujuy, sobre la margen izquierda del Rio Grande con vistas al lugar denominado Bella Vista, frente al pueblo de Maimará y muy próxima a la estación ferroviaria y ruta Nacional N° 9. el acceso es posible desde el pueblo de Maimará mediante un camino provisorio que atravieza el rio grande, pero durante los / meses estivales se corta la comunicación debido a las crecientes del rio.

GEOLOGÍA

La cantera se encuentra enclavada en la formación geologica denominada Calcareo Dolomítico correspondiente al Cretacico de acuerdo con SCHLAGINTWEIT, y tiene un desarrollo de aproximadamente 7 Km. la caliza se presenta en bancos de espesores variables con intercalaciones de areniscas calcáreas, se presentan tambien bancos de calcáreo oolítico y del fósil problemático Pucalipthus.

EXPLOTACION:

Debido al porcentaje en MgO y SiO_2 que es bastante significativo no es aceptada por Altos Hornos Zapla, que es el principal consumidor en la provincia, por lo que su explotación es exigua, utilizandose principalmente como cal para construcción.

4.- CANTERA EL TOBA

Se encuentra ubicada en el Departamento El Carmen, a unos 2,5 Km. al S. de Puesto Viejo, su propietario es la Cía. Juan Minetti e Hijos Ltda. S.A., el acceso se realiza mediante un camino carretero en buenas condiciones transitable todo el año que parte de la estación Maquinista Verón, del F.N.C.B.

GEOLOGÍA:

Se trata de un travertino con intercalaciones de bancos aragoníticos (sedimentos Pleistocenos) que procede de la lixiviación del calcáreo que constituye el / Horizonte Calcáreo Dolomítico.

Las leyes en CaCO_3 oscilan entre 97,2 % como máximo y un mínimo de 71,5% encontrándose las leyes mayores hacia el N. de la cantera.

EXPLOTACIÓN:

Esta cantera se encuentra actualmente en explotación por la firma Juan Minetti e Hijos S.A. que transporta el material en camiones hasta la cantera "El Sauce" en la provincia de Salta en donde es triturado y mediante cablecarril transportado a la fábrica de cemento Portland de El Bordo.

En el año 1966 se produjeron 55.000 Tns. habiéndose incrementado en el año 1967 a raíz de la puesta en marcha de un nuevo horno por lo que alcanzo en el mes de marzo del año 1967 a 14.143 Tns. su producción.

Como término medio se estima la producción en 500 Tn. diarias, estando supeditada a los requerimientos de la fábrica de Cemento Portland de El Bordo.

Se destaca que la explotación se encuentra mecanizada.

X.- CONCLUSION:

De acuerdo a lo expuesto podemos deducir que si // bien el calcáreo se presenta bastante difundido en el territorio de la provincia, no es aprovechable en toda su magnitud, circunscribiéndose su explotación a zonas que ofrecen las mejores posibilidades económicas, anteponiendo en muchas de ellas el factor de proximidad a vías de comunicación y fuentes de consumo, por lo que su aprovechamiento se encuentra bastante marginado pudiéndose destacar unas pocas canteras como las más importantes, las cuales se // describieron brevemente.

Cabe señalar que aún en las zonas en las que el // calcáreo o las calizas responden satisfactoriamente los requerimientos de la industria por su composición química, existen factores de orden geológico (sedimentológicos) que dificultan la explotación del Touvenan requiriéndose en algunos casos una selección del material o bien durante la explotación o bien sobre el material extraído.

Lamentablemente existe un gran desconocimiento sobre las posibilidades y beneficios que puede ofrecer el calcáreo / distribuido en el territorio jujeño, debido en gran parte a la falta de un estudio sistemático del mismo.

En los últimos años se ha incrementado notablemente la explotación por canteras de las calizas, calcáreos y dolomias en la provincia, debido a las nuevas fuentes de consumo que surgieron (Altos hornos, papeleras, etc.), lo que vendría a justificar la elaboración de un programa que contemple un estudio completo de // estos materiales.

