

# 1972

ESTADISTICA Y DIVULGACION

# REVISTA MINERA

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1972



D.P.M

MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA  
DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA

CORDOBA..

5

TRADUCCION DE UN ESTUDIO  
GEOLOGICO DE PEGMATITAS

ANALISIS:  
ESTADISTICO  
ECONOMICO

PUBLICACION DE LA  
SECCION: ESTADISTICA Y DIVULGACION

A U T O R I D A D E S

PRESIDENTE: Dr. Pablo Martínez Carranza

VICE-PRESIDENTE: Ing. Alberto A. Luna

VOCAL: Dr. Lisandro A. Redín

DPTO.: FOMENTO MINERO

Dr. Marcelo Ferrer

SECCION ESTADISTICA

Sr. Luis H. Colazo

Publicación editada por la Sección Estadística y  
Divulgación-Dpto.: Fomento Minero-Distribución gra  
tuita-se prohíbe la reproducción total o parcial  
del material salvo expresa mención de su fuente de  
origen: DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA-CORDOBA.-

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR,

GEOLOGICAL SURVEY  
c/o American Embassy  
APC New York 09697

June 30, 1970

Dr. Hugo Nestor Lucero  
Jefe de la División Centro  
CNEA  
Rodriguez Peña 3200  
Cordoba  
Republica Argentina

Dear Dr. Lucero:-

John Beall's letter of May 26 has just reached me here in Jiddah, Saudi Arabia. I of course give the permission requested. It is flattering to discover that you have translated the article on determining grade and reserves of pegmatites and that you regard it as still useful enough to be published in Spanish.

Please give my regards to Carlos Rinaldi.

Sincerely yours,

James J. Norton  
Geologist-in-Charge

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1972

05.72.07

TECNICAS QUE PERMITEN DETERMINAR CONTENIDOS  
Y RESERVAS EN YACIMIENTOS PEGMATITICOS

Traducción completa de:

"METHODS USED TO DETERMINE GRADE AND  
RESERVAS OF PEGMATITES"

by J.J. Norton y L.R. Page

(Reprinted From Mining Engineering, April 1956)

por

Hugo Néstor Lucero y Carlos Alberto Rinaldi

TECNICAS QUE PERMITEN DETERMINAR CONTENIDOS Y RESERVAS EN

YACIMIENTOS PEGMATITICOS.

Recientes trabajos sobre pegmatitas, efectuados especialmente en las "Black Hills" (Dakota del Sur-) han demostrado que las reservas a explotar pueden ser calculadas mediante proyecciones de sus estructuras en profundidad. El contenido de un depósito pegmatítico puede determinarse satisfactoriamente, por mediciones granulares efectuadas sobre frentes representativos, por registros de producción, o bien en base a análisis.-

Por James J. Norton y Lincoln R. Page (1).

Ligado a los progresos de las técnicas mineras, se ha desarrollado en los últimos años una serie de fecundos métodos para la determinación de contenidos y reservas en yacimientos pegmatíticos.-

Durante los primeros años de la II Guerra Mundial, época en que se iniciaron intensivos trabajos sobre la geología económica de las pegmatitas, era opinión general que tanto el contenido como las reservas de / estos depósitos solo podían ser objeto de estimaciones muy generales. Si / bien en la literatura correspondiente se encontraban referencias sobre el hecho de que no todos los depósitos de este tipo eran refractarios a tales estimaciones, evidentemente el peso de la opinión general, basada en la // irregularidad de los cuerpos, se volcaba en el sentido de la imposibilidad de un conocimiento cabal sobre contenido y reservas, previo a la explota--ción.-

La mayor parte de las referencias sobre el particular, se / hacían eco del concepto en boga, de una absoluta falta de sistemática en / cuanto a la distribución de los diversos minerales dentro de los cuerpos / pegmatíticos. Se hallan, por ejemplo, descripciones de pegmatitas en las / que se hacen resaltar frases tales como: "caracterizadas por lo irregular / de su estructura", "diseminación irregular", "distribución errática", 'carac

terizadas tanto por su extrema irregularidad en....tamaño y distribución de los minerales esenciales como por la variedad y proporciones de los accesorios", "confusas", etc. (Bibliografías 1-6).-

Pese a ello, se ha aplicado ultimamente y con creciente éxito, una serie de técnicas geológicas al análisis económico de las pegmatitas.-

---

(1) J.J. Norton, Member AIME, is a Geologist with the U.S. Geological Survey in Denver. L.R. Page is Assistant Chief Geologist, U.S. Geological Survey, Washington, D.C.

TP 4251. Manuscript. Feb. 1/1955. New York Meeting, February 1950.-

---

Las investigaciones efectuadas, especialmente a partir de 1939, han demostrado que tanto la distribución mineral como la estructura de estos depósitos, son en realidad bastante sistemática y que un estudio geológico lo suficientemente detallado puede llevar a un conocimiento cabal sobre el volumen y la forma de los mismos.-

Todos los depósitos pegmatíticos citados en este trabajo, corresponden a la zona de las "Black Hills"-Dakota del Sur-, en razón de que los autores están más familiarizados con ellos que con los de otras / regiones (1).-

Muchas de las pegmatitas explotadas en otros Distritos son muy similares a las de la zona nombrada (Bibliog. N° 8) y las mismas técnicas aquí descritas han sido también aplicadas por los Geólogos e Ingenieros que trabajaron en ellas.-

Actualmente, pocos son los mineros que se interesan en estimar cuidadosamente las reservas y contenidos de los depósitos que explotan. Muchas minas pegmatíticas son en realidad demasiado pequeñas como ~~ser~~ para ser explotadas en gran escala y pocas de ellas han necesitado del curso de más de una decena de obreros. En estos casos la explotación suele llevarse a cabo con técnicas rudimentarias, y la escasa significación de los capitales invertidos no justifica una tarea de estimaciones de reservas muy exactas; por otra parte, los mineros raramente suelen contratar los servicios de personal técnico que pueda hacerse cargo de dichos / estudios. Sin embargo, a medida que una empresa minera acrecienta su capital, puede abocarse progresivamente a las tareas conducentes a una adecuada estimación de contenidos y reservas del depósito explotado.-

#### ASPECTOS GEOLOGICOS DE LA DETERMINACION DEL CONTENIDO Y RESERVAS.

Para efectuar una estimación de contenido y reservas, es necesario conocer previamente, mediante detallados relevamientos geológicos y minuciosos estudios mineralógicos, tanto el tipo <sup>de</sup> pegmatita como su tamaño, forma y estructura interna.-

---

(1) Para mayores detalles puede recurrirse a la Bibliografía N° 7.-

La amplitud de las variaciones en la textura y distribución de los minerales dentro de muchos depósitos pegmatíticos, hacen en efecto necesaria la realización de cabales estudios geológicos, antes de que sea posible decidir qué métodos de muestreo deberán emplearse para la determinación del contenido.-

#### TIPOS DE PEGMATITAS.

La primera etapa en la valoración económica de una pegmatita, es la de determinar a que tipo mineralógico y estructural pertenece.-

En general las pegmatitas pueden ser clasificadas en dos // grupos: 1) aquellas en las cuales los componentes minerales se encuentran más o menos irregularmente distribuidos en toda su masa y evidencian variaciones relativamente pequeñas en la textura, y 2) aquellas en las cuales / los componentes minerales han sido segregados como unidades que presentan apreciables diferencias en cuanto a textura, mineralogía, o ambas cosas a la vez.-

Johnston (Bibliogr. N° 9) ha clasificado a estos dos tipos como pegmatitas "homogéneas" y "heterogéneas" respectivamente, a la par / que Cameron y otros (Bibliogr. N° 10) han empleado los términos "azonales" y "zonales" para tipos similares.-

La diferenciación entre tipos "homogéneos" y "heterogéneos" es de la mayor importancia desde el punto de vista comercial. Las pegmatitas homogéneas raramente pueden ser explotadas si sus productos tienen que ser concentrados por los métodos manuales de uso común, pero lo han sido, y con éxito, en determinados casos en los que los métodos de molienda empleados han podido perfeccionarse convenientemente tendiendo a una mayor recuperación de los minerales aprovechables; probablemente muchos otros depósitos de este tipo podrán ser explotados en el futuro mediante tratamientos en gran escala.-

En Carolina del Norte y en Maine se recupera el feldespa--to a partir de pegmatitas homogéneas frescas, explotándose otros cuerpos del mismo tipo, muy meteorizados, por caolín, y mica de calidad inferior

en el S.E de los Estados Unidos y por casiterita y tantalita en Africa (Bibliografía N° 11).-

Las pegmatitas heterogéneas constituyen la principal fuente de minerales pegmatíticos de los Estados Unidos; muchas pegmatitas de este tipo han sido explotadas en forma rentable, por contener unidades enriquecidas en minerales susceptibles de una extracción de tipo selectivo (mica, espodumeno, ambligonita, lepidolita, feldespatos, berilo y minerales de niobio y tantalio).-

Una concentración de minerales industrializables que justifique una explotación, puede consistir: 1) en una pegmatita homogénea / considerada en la totalidad de su volumen, o bien, 2) constituir una determinada sección de una del tipo heterogéneo. En ambos casos se impone la ejecución de detallados relevamientos geológicos para la determinación de magnitudes y formas de las masas portadoras.-

En el caso de las homogéneas, el tonelaje de roca portadora de un determinado mineral, se identifica con el tonelaje total del // cuerpo; puede determinarse mediante la proyección en profundidad de todas las variaciones locales (rumbos, buzamientos y plunjes). En las pegmatitas heterogéneas, la ubicación y posición de los contactos de las unidades estructurales internas, deberán ser objeto de relevamientos especiales a los efectos de posibilitar la determinación de magnitudes y formas de cada unidad portadora de minerales industrializables.-

#### MAGNITUD Y FORMA DE LOS CUERPOS PEGMATITICOS.-

Las relaciones estructurales entre pegmatita y roca encajante son de mucha importancia en la estimación de la magnitud y formas de estos cuerpos en profundidad. Muchas pegmatitas son generalmente concordantes con la foliación de las cajas, aunque localmente suelen darse también casos de relaciones discordantes; en aquellas, el plunje suele ser en rasgos generales, paralelo al plunje promedio de las estructuras lineales de los esquistos, como también al de las principales irregularidades existentes en los contactos. El plunje de estas anomalías locales suele paralelizarse ~~era~~ a la arista crestal, ya a la carenal del cuerpo

dependiendo tal disyuntiva unicamente de la proximidad relativa de aquellas a uno u otro de los extremos terminales del lente pegmatítico. No obstante, en algunos casos, las referidas irregularidades obedecen a sim ples variaciones locales de conformación.-

Las pegmatitas concordantes, aunque pueden adoptar las más variadas formas, tienden en general a conformaciones de carácter lenticu lar. Los sectores de mayor potencia se encuentran generalmente en las // proximidades de la cresta, observándose hacia abajo de aquellos un paulatino adelgazamiento según el buzamiento.-

El mapa de isopacas de dos pegmatitas trabajadas en la mi na "Victory" (Cond. de Custer. Dakota del S) expuesto en figura 1, evidencia gráficamente la variación de las potencias conforme a las profundida des representadas. Algunas pegmatitas concordantes, tales como la nombrada (figura 1, 3 y 4) y la "Edison" (Fig.5) corresponden a cuerpos intru sivos múltiples consistentes en dos o más lentes individuales separados por interposiciones discontinuas de rocas de caja. Otras pegmatitas concordantes pueden adoptar conformaciones facoidales, sinuosas, o bién ta bulares.-

Para que las reservas de un depósito puedan ser estimadas convenientemente, es necesario, en consecuencia, un previo y cabal conocimiento de la significación de las referidas irregularidades, amén de la confección de las adecuadas proyecciones según los "plunges" calculados.-

La determinación del tamaño y forma en pegmatitas discordantes constituye un problema menos facilmente soluble que el de las con cordantes, por cuanto su carácter suele estar controlado por planos de / fallas, diaclasas u otros factores estructurales que no siempre pueden / ser satisfactoriamente interpretados. Los cuerpos discordantes, si bien muestran tendencia hacia las formas tabulares, presentan con mucha frecuencia estructuras ramificadas, pegmatitas de este tipo, encajan comunmente en granitos, cuarcitas, gneisis y otras rocas que se comportaron como competentes al producirse la intrusión que las generó.-

En cuanto a la continuidad de estos depósitos fuera de las

áreas reconocidas, puede ser determinada mediante los mismos criterios / que se emplean comunmente para las vetas metalíferas controladas por análogos factores estructurales. Las proyecciones en profundidad deberán basarse en el rumbo y buzamiento de las fallas ocupadas por los cuerpos, y en el plunge determinado por la intersección de los planos de fractura

#### MAGNITUD Y FORMA DE LAS UNIDADES INTERNAS DE LAS PEGMATITAS HETEROGÉNEAS.

Para que sea posible dictaminar sobre la conveniencia de una operación minera de carácter selectivo en una pegmatita heterogénea destinada a la recuperación de un determinado mineral, es necesario un / previo y cabal conocimiento de su estructura interna en todas las dimensiones.-

En trabajos recientes, las unidades internas han sido clasificadas como "zonas", "unidades de relleno de fracturas" y "unidades / de reemplazo" (Bibliografía N° 12).-

Los contactos de las unidades pegmatíticas entre sí suelen ser de carácter gradual; cuando estas fajas de transición se presentan / con potencias relativamente grandes (del orden del metro), por ejemplo) puede definirse la línea de contacto por la presencia de un mineral característico o la de un grupo de ellos, por el porcentaje de un mineral individualmente considerado, o bien por diferencias de texturas.-

En general, las zonas suelen ser continuas a través de  toda la masa pegmatítica, reflejando en algún grado la forma del cuerpo // mismo que las contiene. Las zonas externas respetan en mayor grado que / //// las internas la conformación del cuerpo pegmatítico tomado en conjunto, mostrando por otra parte, una mayor regularidad en cuanto a potencias. Los espesores de las zonas suelen ser bastantes uniformes, siendo sus variaciones más bien graduales y progresivas que abruptas y/o irregulares. Algunas zonas presentan ensanchamientos o adelgazamientos llegando a formar sucesiones de lentes discontinuos cuyos ejes mayores mantienen cierto paralelismo con el plunge de las irregularidades de los contactos externos del cuerpo pegmatítico.-

En determinados casos, algunas zonas pueden adoptar formas tanto "capelares" como de "artesa", que muestran algún paralelismo ora / a la cresta, ya a la carena de la pegmatita. En una pegmatita de forma / definida, los plunjes de las zonas incompletas o irregulares suelen ser paralelos a la cresta o bién a la carena (según sus relaciones de proximi- dad con esta o aquella), a la par que en una de estructura ramificada, lo son a la intersección de las diferentes digitaciones. En las figuras 2, 3, 4 y 5 pueden apreciarse las diferentes formas que pueden adoptar / las zonas dentro de una pegmatita.-

Las "zonas" son más frecuentes y de mayor magnitud que las nombradas unidades de "relleno de fractura" y de "reemplazo", y economi- camente constituyen las unidades de mayor significación dentro de una // pegmatita; <sup>es</sup> por ello de la mayor importancia que se las localice y determi- ne acabadamente, y tanto su forma como su posición, para que puedan elab- orarse cálculos de tonelajes destinados a la estimación de reservas.-

Las unidades de reemplazo y de relleno de fractura raramen- te se presentan en volúmenes explotables. En algunas unidades de relleno de fractura, es factible proyectar continuidades a gran profundidad / en base a la posición espacial del plano de falla que las controla, pero se tropieza con el inconveniente de que muchos de estos cuerpos pueden / haber sido desviados por la intersección de otros planos de fractura, a veces de superficies muy irregulares; también estas unidades pueden ser zonales. Cuando lo son, la disposición de las diferentes zonas es un reflejo de la conformación general del cuerpo intruido.-

Por su parte, las unidades de reemplazo suelen adoptar // formas extremadamente irregulares y difíciles de interpretar, salvo los casos en que posean determinado control estructural, ligado a fracturas o a planos de esquistosidad. El volumen de una unidad de reemplazo puede ser satisfactoriamente calculado, solo en el caso de haberse logrado una acabada interpretación de las circunstancias estructurales que la controlan; de todos modos, los cálculos que pueden efectuarse en este tipo de unidades, ofrecen siempre menores garantías que los elaborables para // las restantes (zonas y unidades de relleno).-

En general, las estimaciones de forma y tamaño de las unidades de reemplazo en pegmatitas, poseen caracteres muy similares a las que se efectúan para la determinación de las mismas incognitas en depósitos de metamorfismo de contacto.-

Pocas unidades de reemplazo suelen ser lo suficientemente voluminosas como para sostener un explotación rentable; los yacimientos espoduménicos de Tinton-Dakota del Sur- (Bibliografía 13 y 14) constituyen los mejores ejemplos de grandes depósitos de este tipo en los Estados Unidos de Norte América.-

#### MINERALOGIA Y TEXTURA DE LOS DEPOSITOS.-

Los minerales industrializables producidos por las pegmatitas heterogéneas, se encuentran en la naturaleza, concentrados dentro de "zonas" bien caracterizadas, dentro de enclaves o "bolsones", o bien en ciertos sectores bien definidos dentro de dichas zonas.-

Los contenidos de un determinado bloque de moderada magnitud (de algunos cientos de toneladas por lo menos) no difieren sensiblemente de los que corresponderían a la totalidad del depósito; no obstante, tanto la existencia de irregularidades en la distribución del mineral como la de variaciones en el tamaño de los cristales o agregados de ellos, puede dar lugar a que reducidos sectores de una zona manifiesten señalados enriquecimientos locales con respecto a la misma zona considerada en su totalidad.-

En general, la textura de una pegmatita es más bien porfirica que equigranular, y las relaciones en cuanto a la dimensión del grano suelen variar dentro de muy amplios límites, de un depósito a otro.-

En algunos depósitos, todos los minerales o agregados de minerales se presentan en masas de diámetros más o menos uniformes, a la par que en otros, los de los cristales individuales oscilan entre algunos milímetros y más de 10 metros; en el último caso la matriz suele componerse de granos del orden de unas pocas pulgadas.-

La distribución de los minerales dentro de la mayor parte de las zonas suele ser bastante uniforme, no obstante el hecho de // que en ciertos casos, reducidos sectores de la roca portadora pueden llegar a ser muy ricos o muy pobres en un determinado mineral.-

Contrariamente, las proporciones de los minerales existentes dentro de una misma zona, pueden variar en forma gradual a lo largo de las estructuras; tal el caso de la pegmatita "Hugo" Fig. N° 2) en la que el feldespató potásico, abundante en los sectores cuspidales de la unidad pegmatítica pertito-cuarzo-albítica, llega a desaparecer prácticamente en profundidad; tales zonas pueden ser objeto de subdivisiones, en base a los porcentajes de pertita, con lo que puede llegarse a determinarse satisfactoriamente los contenidos de cada subzona. Este tipo de / gradación en cuanto al contenido en feldespató potásico, es característico de aquellas pegmatitas portadoras de unidades capeliformes enriquecidas en asociaciones pertíticas.-

Análogamente, la proporción de muscovita dentro de las / zonas marginales (integradas fundamentalmente por cuarzo, albíta y mica potásica) puede también evidenciar graduales variaciones conforme a la profundidad.-

Las zonas de este tipo, portadoras de muscovita, son comúnmente pobres en mica en las adyacencias de estos "capelos" pertíticos pero evidencian graduales enriquecimientos en el mismo mineral en la medida del alejamiento hacia abajo, del contacto con aquellos.-

Algunas de las minas más ricas en mica, de las Black /// Hills, tales como la "White Spar" y la "Buster Dike" fueron descubiertas debajo de una de estas concentraciones pertíticas.-

Sin embargo, en profundidad, algunas pegmatitas pueden / empobrecer en muscovita bien desarrollada, y posiblemente también en la cantidad total de mica.-

En uno de los extremos del afloramiento de la pegmatita "New York" puede verse una diferenciación que probablemente represente un relicto de una de estas ricas concentraciones pertíticas, circundada

por una estrecha zona cuarzo-albitomuscovítica que contiene, además de mica pequeña, una cantidad de muscovita bien desarrollada, que la hace susceptible de explotación por este mineral.-

En niveles superiores de la misma mina, la zona cuarzo-albitomuscovítica contenía, según Sterrett (Bibliografía N° 15) un 6,6 % de mica en bruto recuperable, dentro del material que se explotó en oportunidad de su visita en 1908; sin embargo, durante la explotación efectuada en el nivel -90 mts. en 1943, solo se recuperó un 1,6 % de mica.-

Las partes más ricas de algunas zonas constituyen verdaderos "Schlieren" orientados en la misma dirección que la pegmatita que los contiene. La zona marginal (cuarzo-albitomuscovítica) de la mina "New York", por ejemplo, contiene "bolsones" que son más ricos en mica total y contienen mayor número de grandes cristales del mismo mineral, que todo el resto de la zona.-

Mucha de la mica producida en Carolina del Norte ha provenido de concentraciones locales de este tipo, dentro de pegmatitas que consideradas en la totalidad de su volumen, eran demasiado pobres para ser explotadas.-

Otro tipo de variación en las proporciones de los minerales existentes en diferentes sectores de una misma pegmatita, está constituido por ciertos depósitos espoduménicos, tales como los de las minas "Mateen" y "Edison" (condado de Pennington-Dakota S.); el espodumeno se encuentra en ellos, alterado pseudomórficamente, parcial o totalmente, en minerales micáceos y arcillosos.-

Allí donde la alteración es completa, tanto la forma como el clivaje de los cristales de espodumeno pueden //

ser aún reconocidos, pese a que virtualmente ese mineral ya no existe / como tal. El grado de alteración aumenta desde los sectores internos hacia los externos, y desde arriba hacia abajo. La proporción de cristales de espodumeno, incluyendo el material alterado bajo conservación de las formas originales, puede mantenerse practicamente constante en los diferentes sectores de la unidad portadora de ese mineral, cosa que no sucede con la proporción de litio y espodumeno fresco, que cambian gradualmente de un sitio a otro de aquella; estas variaciones pueden adquirir caracteres tan sistemáticos, que a veces es posible representar mediante curvas los contenidos de litio, sobre plantas o perfiles (Bibliografía N° 16).-

Dentro de una determinada zona, la variación en los contenidos suele ser generalmente más acentuada en sentido transversal a / la estructura de la misma; así, muchas zonas marginales portadoras de / mica, son más ricas hacia el exterior, decreciendo los contenidos gradualmente en sentido inverso.-

Los contenidos en mica y berilo de las zonas intermedias aumentan comunmente desde el límite zonal externo hacia el centro y decrecen entre este punto y el contacto zonal interno.-

Variaciones similares suelen también tener lugar en zonas portadoras de otros minerales industriales, y como consecuencia de ello, las potencias susceptibles de explotarse se encontrarán sujetas a los / cambios en las condiciones económicas.-

La distribución de los minerales en las unidades de reemplazo es menos constante y más difícil de interpretar, que en las zonas y unidades de relleno de fractura.-

La proporción de minerales originarios y aportados en la unidad de reemplazo de la pegmatita "Hugo", varía dentro de límites tan amplios como difíciles de estimar. (Fig.2).-

#### FACTORES OPERATIVOS Y COMERCIALES QUE AFECTAN A LA ESTIMACION DE RESERVAS.

La magnitud de la minería en pegmatitas puede oscilar en tre el trabajo humano meramente individual y el de compañías respaldadas

por muchos millones de dólares, Sin embargo y en general, estas empresas suelen ser de menor importancia que las dedicadas a otras ramas de la / industria minera.-

La competencia del concesionario puede alcanzar las más variadas gradaciones, de modo tal que un depósito que para uno es perfectamente explotable, para otro puede llegar a no serlo. Algunas empresas mineras relativamente considerables, por el tipo de minería propio de los depósitos pegmatíticos, suelen prescindir de personal técnico en la explotación.-

Una mina pegmatítica pequeña puede ser trabajada por uno o dos operarios y mediante reducido equipo mecánico, pudiendo consistir toda la técnica minera empleada, en el simple proceso de perseguir los sectores mineralizados en un depósito de pequeña dimensión y estructuras poco complicadas; el método de concentración empleado suele ser la selección manual, generalmente el único proceso que un pequeño minero debe realizar antes de comercializar su producto ante un comprador local. En mineros de este tipo son frecuentes las migraciones desde un depósito a otro que aparente características más favorables; paralelamente no es raro que cambie también la explotación de un mineral por la de otro, acorde con las variaciones operadas en el mercado. Como minas de este / tipo suelen ser trabajadas durante lapsos del orden de semanas a lo sumo, no se impone en ellas la necesidad de emplear técnica alguna en la estimación de sus reservas.-

Las grandes empresas, por el contrario, pueden trabajar en varios yacimientos a la vez y operar en gran escala mediante el uso de equipos mecánicos, intercalando incluso procesos de molienda, todo lo que incremente considerablemente al monto de los capitales a invertir; naturalmente no pueden hacerse erogaciones de esa naturaleza, sin una previa estimación de reservas.-

Para la evaluación de las probables compensaciones económicas derivables de una empresa de gran aliento, es necesario un //

perfecto conocimiento de muchos problemas relativos a los procesos y comercialización inherentes a los minerales pegmatíticos. La dirección de la empresa deberá estar íntimamente compenetrada de las condiciones del mercado minero, especialmente del feldespató, mica y litio.-

Una compañía dedicada al feldespató, concentrará sus es fuerzos mineros en la extracción de este mineral, sin perjuicio de que algunos otros puedan ser recuperados y comercializados como subproductos; en caso de que una determinada pegmatita sea muy pobre en feldespató pero rica en otras especies comercializables, la nombrada compañía probablemente no la explote.-

Una mina pegmatítica puede ser explotada sucesivamente por parte de diferentes compañías, como depósito lítico, micáceo, feldespatítico, etc.-

Una compañía que explota feldespató, puede colocar sus productos pulverizados a un precio doble que el del feldespató manualmente seleccionado por el pequeño minero, quién generalmente tiene que venderlo a alguna de estas compañías, para que previa molienda entre / por los cauces de la comercialización normal.-

La evolución de las operaciones mineras de una compañía de esta naturaleza, puede expresarse en términos de su capacidad de / producción y venta del feldespató pulverizado, a menos que las condiciones económicas de explotación se encuentren completamente desvinculadas de las relativas a la molienda del mineral.-

Análogamente, aquellas compañías fundamentalmente dedicadas a la minería de la mica, pueden encarar la molienda de sus propios desechos y el recorte de las láminas muscovíticas de su propia / producción. El valor de la mica laminar, recuperada de la obtenida en bruto, varía dentro de amplios límites, siempre en dependencia de la / eficacia de la labor de apertura y recorte de los paquetes aprovechables.-

Hacia comienzos de la II Guerra Mundial, había muy pocos mineros idóneos en esta especialidad en las "Black Hills", siendo por esta razón muy bajas las recuperaciones que se obtenían a partir

de la mica en bruto; a medida que los mismos adquirieron mayor experiencia, las recuperaciones fueron acrecentándose convenientemente, con lo que el valor en dólares de la mica producida, aumentó en todas las minas en explotación.-

Las compañías que explotan minerales de litio, generalmente tratan también a los mismos, comercializando el material resultante, eventualmente como productos químicos. Solo muy pocas y pequeñas minas venden sus minerales líticos sin tratamiento previo, variando sus precios continuamente en la misma forma <sup>en</sup> que sucedería, si todos los minerales de litio tuvieran obligadamente que pasar de unas manos a otras en el mercado libre antes de llegar a las plantas químicas.-

La valoración adecuada de un depósito puede incluir / consideraciones sobre todos los productos posibles. Una recuperación de 2,5 Kg/Toneladas, de berilo como subproducto incrementaría el valor de la roca arrancada (al precio de 660 dólares/toneladas) en // 1,65 dólares por tonelada, y la de 0,5 Kg/Tonelada, de tantalita, duplicaría este valor.-

La valoración de un depósito pegmatítico puede ser / efectuada no solamente en términos del contenido en mineral, sino / también según la recuperación obtenida en el proceso puesto en práctica, ya sea el de selección manual o cualquiera de los de molienda, de variado grado de eficacia, que suelen emplearse para minerales / pegmatíticos.-

La mayor parte de la muscovita existente en las zonas portadoras suele ser demasiado pequeña para una recuperación de orden manual, que por otra parte deberá complementarse con posteriores tareas de recorte de las láminas obtenidas.-

En la zona productiva de la pegmatita "Victory", por ejemplo, se estimó un contenido de alrededor del 24 % de muscovita, pero solo una tercera parte logró ser recuperada como mica en bruto susceptible de ser llevada a láminas comercializables por medio de

trabajos manuales complementarios. Como puede verse, ese 24 % de / muscovita contenido por la zona micácea, carece de interés para el explotador, dado que solamente una parte del mineral es recupera-- ble.-

Algunos de los minerales pegmatíticos industrializa- bles pueden mostrar intercrecimientos con compuestos perjudiciales que afecten seriamente el valor del depósito.-

Un feldespató potásico que contenga más de una insig- nificante proporción de túrmalina, granate o biotita intercrecidos, carece ya de valor para su uso en cerámica. En muchos depósitos, / este feldespató evidencia intercrecimientos con el cuarzo, constitu- yendo los granitos gráficos; el cuarzo no puede ser separado del // feldespató en aquellas minas en las que se emplean métodos de selec- ción manual, y como consecuencia de ello, los agregados de estos // dos minerales deberán ser comercializados como productos de baja ley con la consiguiente disminución del precio.-

Los intercrecimientos de plagioclasa con feldespató potásico, pueden asimismo hacer bajar el precio del producto; los / productos obtenidos en las plantas que tratan estos agregados por / flotación, suelen contener normalmente apreciables cantidades de / feldespató sódico, por lo que nunca alcanzan precios tan altos como lo del potásico puro.-

Análogamente, los intercrecimientos de amblygonita / con cuarzo, de plagioclasa y muscovita con cuarzo, de berilo con // cuarzo y plagioclasa y de columbita-tantalita con cuarzo o plagio-- clasa, invalidan la eficacia de los métodos manuales de recuperación de los minerales que se pretende obtener.-

La mayor parte de las plagioclasas pegmatíticas se encuentran constituyendo intercrecimientos en el cuarzo ///

por lo que no puede ser comercializado como feldespató sódico.-

La principal razón por la que muchos depósitos // pegmatíticos no se explotan en la actualidad, estriba en que los minerales intercrecidos no pueden ser separados a precios que comuniquen rentabilidad a las operaciones.-

Dado que cada mineral puede presentar amplias variaciones en su composición química, se impone la necesidad del conocimiento de la misma para las asociaciones naturales de interés industrial; así, el valor del espodumeno, la ambligonita ó la lepidolita depende directamente de sus contenidos en litio. La fórmula teórica del espodumeno señala una ley en litio del 8 %, no obstante lo cual, casi todos los concentrados de este mineral contienen solo entre 4 y 7 % del nombrado metal; ello se debe a que elementos como el sodio, amén de otros, suelen reemplazar a aquel dentro de la red cristalina.-

Del mismo modo, el contenido en BeO del berilo, de lo que depende su precio, puede variar entre 10 y 14 %. El hierro dentro del feldespató potásico puede estar también sujeto a "castigos"; contrariamente, un elevado contenido en aluminio, beneficia manifiestamente a la comercialización del feldespató potásico.-

Las variaciones en las propiedades de la muscovi--ta, que afectan su valor comercial, han sido objeto de diversas / interpretaciones, especialmente por parte de Jahns y Lancaster / (Bibliografía N° 17 ) en los últimos tiempos. Las propiedades fisicas determinan si este mineral puede ser comercializado en forma de láminas o como punch. El valor de la mica recortada en láminas, depende aparte del factor cualitativo, del tamaño de las / placas obtenidas. Inconvenientes físicos tales como la existencia de ondulaciones o de inclusiones afectan también su valor. Durante la II Guerra Mundial, cuando el gobierno federal compró la producción total de todas las minas de mica a excepción de aquellas

que producían principalmente mina "manchadas" la mayor parte de la mica en láminas producida en todo el país fué pagada a un precio <sup>fijo</sup> determinado unicamente en base al peso, y prescindiendo de las / circunstancias ligadas al tamaño o a la calidad.-

Sin embargo, en épocas normales, los precios dependen exclusivamente de la calidad y del grado (tamaño de las láminas).-

#### DETERMINACION DE CONTENIDOS.-

Dado que el término "grade" ha sido empleado en / muy diversos sentidos en la minería de las pegmatitas, su uso tan corriente en referencia al contenido en metal de los depósitos, / ha tornado un tanto confusa su verdadera significación.-

El término "grade" (grado) suele emplearse comercialmente tanto para indicar el tamaño de las láminas de mica como para especificar la calidad del feldespató potásico. por todo ello es que las planillas que expresan numerales, en minería, deben ser objeto de interpretaciones muy cuidadosas.-

Por ejemplo, una determinada referencia al contenido en el metal predominante puede ser engañosa si el mismo está presente en dos minerales y solo uno de ellos es susceptible de / comercialización. Análogamente, una planilla que exprese la cantidad total de un mineral dentro de un depósito, puede brindar una información incompleta sobre el mismo; tal el caso que puede presentarse en un yacimiento muscovítico en el que los cristales recuperados deban exceder un determinado tamaño para que puedan ser comercializados.-

El contenido en minerales de un depósito pegmatítico puede ser determinado mediante análisis, por mediciones de granos efectuadas sobre frentes representativos, o bien por regis--tros de producción, pudiendo ser expresado en las siguientes formas: 1)% de mineral, 2)% de mineral recuperable, 3)% del óxido o del elemento, 4) valor en dólares en los minerales industriales /

por tonelada de roca, y 5) valor en dólares de los minerales recuperables por tonelada de roca; la elección de la forma de expresión dependerá del fin para el que se desee efectuar la estimación del contenido.-

El contenido expresado en términos de porcentajes de mineral, puede carecer de importancia en aquellas minas pegmatíticas en las que se practica la selección manual; en cambio, // allí donde pueden aplicarse métodos mecánicos de recuperación, se hace necesario conocer el porcentaje total del mineral a explotar. También este porcentaje total constituye un medio adecuado para / la representación del contenido de las reservas potenciales.-

La forma de expresión del contenido, en términos de % recuperable, desgraciadamente hace depender los resultados, y en grado considerable, de la eficacia de las operaciones mineras. Puede lograrse la consecución de un cuadro más acorde con la realidad, aceptando, por ejemplo, que todos los granos que superan / en tamaño a una cierta dimensión mínima, sean susceptibles de ser recuperados; se señala al respecto que el tamaño mínimo para los paquetes micáceos de los que podrá obtenerse o láminas o punch, / es de 3,8 cm.x 3,8,cm.x0,32 cm. Por otra parte se sabe que minerales tales como feldespatos, berilo, espodumeno, ambligonita o lepidolita, difícilmente pueden ser seleccionados en forma rentable / cuando el diámetro promedio de los individuos es menor de 3,8 cm.-

En los casos de depósitos que producen más de un / mineral, se aconseja representar los contenidos en términos del / valor en dólares por tonelada de roca. Esta forma de expresión / puede ser empleada conjuntamente con datos de porcentajes, casos en que mientras estos se mantienen forzosamente constantes, los / contenidos expresados en términos de valor en moneda variarán con / secuentemente con las fluctuaciones de los precios.-

ANÁLISIS DE MUESTRAS OBTENIDAS EN CANALETA EN GRANDES MASAS O MEDIANTE PERFORACIONES.-

Los análisis químicos y espectrográficos de muestras obtenidas en cualquiera de estas tres formas, poseen una significación muy relativa a menos que se conozca muy bien el aspecto mineralógico del depósito; en minerales pegmatíticos se los ha empleado principalmente en la determinación del contenido en BeO, Li<sub>2</sub>O, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y Sn. En general, la experiencia indica que los resultados obtenidos por estas cuerdas pueden ser engañosos.-

Un análisis por BeO incluye no solamente el BeO recuperable, sino también el existente en minerales no comercializables al presente o de grano demasiado fino para ser recuperado manualmente.-

El espodumeno constituye el mineral pegmatítico más comunmente empleado en los Estados Unidos para la obtención de metal y sales de Li, pero se ha tropezado siempre con el inconveniente de que un análisis efectuado en él por el nombrado elemento, incluirá también el litio de la ambligonita, trifilita-litiofilita / y el de las micas líticas, Derry ha demostrado, por otra parte, // que los feldespatos de las pegmatitas espoduménicas de "Quebec" / pueden llevar incluso, apreciables cantidades de litio.-

Igualmente, el Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el Sn. pueden encontrarse a veces representados en más de un mineral.-

A los efectos de determinar en que grado una muestra puede ser representativa, es necesario considerar: 1) promedio del tamaño del grano, 2) tamaño límite del grano, y 3), uniformidad o falta de ella en la distribución de los minerales buscados.-

Evidentemente un mineral de grano fino y uniformemente distribuido puede ser bien muestreado mediante canaletas / bien espaciadas entre sí o por extracción de testigos (perforaciones ).-

Un mineral que muestre grandes variaciones en el ta

maño del grano o irregular distribución, puede ser muestreado satisfactoriamente tomando como muestra una gran cantidad de roca.-

Los depósitos de berilo de las pegmatitas N° 1 2 de la "Bob Irgensoll" (Keystone-Dakota S) necesitarían de la extracción de masas tan grandes para efectuar una determinación, / que serían comparables a las que se arrancan en la actual explotación minera. De las 136 toneladas de berilo producidas por la / Bob Irgensoll N° 1, unas 90,7 Tn. fueron de cristales y agregados de ellos, del orden de entre 10 y 55 toneladas. Similarmente, // 106 Tn. de la producción total (unas 272 Tn) de berilo de la B. Irgensoll N° 2 fué también de cristales y agregados de cristales de entre 5,4 y 31 Tn. El contenido promedio en berilo de estos / dos depósitos es probablemente de algo menos del 1%. Es evidente que un muestreo en masa habría sido demasiado grande, y que podrían haberse aplicado otros métodos más adecuados.-

Hay muchos otros depósitos berilíferos susceptibles de ser muestreados por los procedimientos normales, dado que el mineral se encuentra en ellos más o menos uniformemente desarrollado y distribuido.-

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO POR MEDICIONES DE GRANOS.-

La medición del área ocupada por un mineral en un frente representativo, puede servir de base a una acertada determinación de su contenido, salvo en los casos en que el grano sea demasiado fino.-

En esencia, este método es una modificación de las técnicas de integración de superficies empleadas en la determinación de la composición mineralógica de las rocas, remontable a la época de Delesse (1847) (Bibliografía N° 20). Una relación entre el área total del frente examinado y la ocupada por el mineral / brindará el porcentaje en superficie o lo que es lo mismo en este caso, en volúmen, del mineral con respecto a la roca portadora;

para llevar estas relaciones a porcentajes ponderables, bastará / con hacer intervenir los pesos específicos de los minerales, en caso de existir diferencias entre mineral y mena en este particular.-

Al igual que en los muestreos ordinarios, será necesario considerar tanto el tamaño del grano como la uniformidad en la distribución, para determinar recién, en base a ello, la / magnitud de las superficies que deberán ser estudiadas.-

Al respecto, la experiencia ha demostrado que para rocas cuyos granos tengan un diámetro medio de 5 cm. o algo / menos, bastarán el examen de 9,3 metros cuadrados de mena, que / para granos del orden de los 15 cm. se necesitarán 93 m<sup>2</sup>, y que para cristales de 30 cm. sería necesario examinar 460 m<sup>2</sup>.-

Debe ponerse especial cuidado en la elección de // los frentes, que deberán ser lo más representativos posibles.-

En minas abandonadas es frecuente encontrar frentes completamente estériles en razón de haberseles extraído ya todo mineral valioso a la vista; en ~~o~~ la elección de un frente ~~apto~~ apto para un ~~examen~~ de este tipo se torna dificultosa cuando no imposible.

En planilla I puede compararse el contenido en berilo, determinado por mediciones granulares sobre las paredes de seis canaletas de muestreo de la pegmatita "Helen" ( Condado de Custer-Dakota S), con el resultado de los análisis espectrográfi- / cos y químicos efectuados. Los espectrográficos fueron efectuados / paralelamente por dos analistas, y los químicos, por cuatro.-

Los análisis espectrográficos y las mediciones de / granos indican un contenido de 0,05 % en BeO, que no condice con / el de 0,11 % en BeO brindado por los ensayos químicos.-

En la mina "Wood Tin"-Pennington-Dakota S.) (Bibliog. N° 21), en etapas previas a la explotación, se pusieron en prác- / tica, con éxito, las técnicas de medición de granos para la de-

terminación del contenido en berilo de un bloque pegmatítico mineralizado.-

Los detallados relevamientos de plantas y perfiles efectuados en 1943 para mostrar el tamaño y la distribución de los grandes paquetes muscovíticos existentes en las labores subterráneas de la pegmatita "White Bear"-Condado de Custer-Dakota S.- evidenciaron que dentro de los 144 m<sup>2</sup> de frentes pegmatíticos reconocidos, 6,1 m<sup>2</sup> correspondían a mica recuperable, lo que significa un contenido del 4,2 %. En realidad, de las 815 toneladas extraídas, aproximadamente unas 33,6 correspondieron a mica recuperada, lo que hace un contenido real del 4,1 %.-

También mediante mediciones granulares se determinó que el contenido promedio en berilo de los testigos de las perforaciones efectuadas en la pegmatita "Helen", era del 0,19 %; los análisis espectrográficos de las mismas muestras, llevando estequiométricamente el BeO a berilo, dieron un 0,21 % en este mineral. Bibliografía N° 23) de este modo y para los fines prácticos perseguidos, las mediciones granulares dieron tan buenos resultados como los análisis espectrográficos y fueron menos onerosos; el Geólogo M.H.Staatz, a cargo del control de los testigos, mediante la breve tarea adicional de medir cada cristal de berilo que apareciese en aquellos, llegó así a una satisfactoria determinación de contenidos, empleando una técnica que difícilmente significó un costo adicional de más de 100 dólares (el costo de partir los testigos, transporte y preparación de muestras para análisis, superaba holgadamente los 1000 dólares).-

El contenido en muscovita de la zona marginal plagioclaso-cuarzo-muscovítica de la pegmatita "Hot Shot", se determinó, como puede verse en Planilla II, por estimaciones

visuales del contenido en mica de tres testigos de perforaciones, por apreciación, también visual, sobre la cantidad de muscovita a la vista existente en las labores subterráneas que afectan a la misma zona, y por mediciones de granos efectuadas en estas mismas labores. Las diferencias observables en cuanto al contenido en mica para los testigos de las perforaciones, son las de orden común que se dan cuando se opera sobre muestras pequeñas. El valor promedio de estos datos, ponderados de acuerdo a la longitud de los testigos, muestra que el depósito contiene alrededor del 16 % en mica.-

Todos los valores obtenidos para los contenidos en mica, ya sean muy altos o muy bajos, deberán ser igualmente considerados para la obtención del promedio en peso. La costumbre tan difundida de descartar arbitrariamente todos los valores muy altos, no se justifica en estos casos.-

En las pegmatitas de grano muy grueso, siempre es de esperar el hallazgo de algunas muestras muy ricas en muscovita, correspondientes a aquellos sitios en que las perforaciones pueden haber atravesado grandes paquetes de este mineral; estos valores anómalos siempre se hallarán compensados por los correspondientes a las perforaciones que no encontraron mineral en su trayecto.-

Los valores más altos expuestos en Planilla II corresponden a aquellas áreas de los trabajos subterráneos, en las que los contenidos en muscovita se estimaron visualmente en: 16 % para la "pendiente" de la zona, y 8 % para la "yacente" y 14 % para ambas en conjunto.-

Este panorama difiere en cierto grado del correspondiente al de la perforación N° 1, que cortó a la pegmatita en las proximidades de las labores subterráneas citadas, donde se efectuaron mediciones de cristales de mica sobre reducidas áreas.

don todo, las muestras obtenidas por perforaciones, contribuyen a / la estimación del contenido en mica en forma adecuada a los propósitos perseguidos. Este tipo de muestreo puede llevar a determinaciones muy satisfactorias desde el punto de vista práctico, en cuanto a los contenidos de mica.-

Pueden usarse métodos similares a los de la técnica de Rosiwal en la determinación de contenidos, mediante mediciones de las intersecciones de los contornos de cada grano con una serie de líneas paralelas colocadas a intervalos regulares sobre un frente de observación; este método es muy útil en pegmatitas de grano / grueso. Jahns (24) ha efectuado determinaciones de este tipo mediante un artefacto mecánico consistente en una rueda a la que se le acopló un registrador de revoluciones.-

Los recuentos microscópicos de granos de muestras / trituradas han sido también empleados con éxito por la "U.S. Bureau of Mines" en la determinación de contenidos. (Bibliog. N° 25). Este método proporcionará resultados más ajustados a la realidad, si se determina previamente la distribución de tamaños de fragmentos de / los diversos minerales. En la muestra triturada de una pegmatita // cuarzo-espoduménica, por ejemplo, el tamaño medio de los fragmentos de espodumeno puede ser menor que el de los de cuarzo, en cuyo // caso el recuento de los granos indicaría un contenido en espodumeno mayor que el real. Si, en cambio, se procede a una previa tamización del material, y se efectúa el recuento de los granos de / espodumeno de cada fracción granométrica por separado, podría determinarse con mucha mayor exactitud los porcentajes volumétricos del mineral dentro del conjunto, susceptibles de ser transformados por porcentajes en peso mediante un sencillo cálculo complementario basado en las relaciones de los pesos específicos respectivos.-

Estas técnicas de recuentos granulares microscópi--cos son muchas veces inaplicables a depósitos de baja ley, especial

mente si los minerales de interés ofrecen dificultades a los reconocimientos ópticos.-

Una mena que contenga un 0,05 de berilo, tendrá / solamente 5 granos de este mineral por cada 1.000, ello aparte de que un recuento mineralógico minucioso de la misma sería muy largo y tedioso en razón de que las propiedades ópticas del berilo son algo similares a las del cuarzo, plagioclasa y muscovita.-

Stevens (Bibliog. N° 26) ha empleado con éxito estos métodos de recuentos microscópicos de granos en la determinación del contenido en berilo de los productos tratados por una planta piloto instalada en "Rapid City" (Dakota del Sur) por la "U.S. Bureau of Mines".-

Algunos minerales de elevado peso específico, tales como la microlita, pueden ser concentrados mediante la intervención de líquidos pesados antes de proceder a los recuentos de granos.-

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO EN BASE A LOS REGISTROS DE PRODUCCION

Los registros de producción ponen en evidencia el grado en que un determinado mineral puede ser recuperado, según el método de concentración empleado.-

En caso de no contarse con tales registros, puede procederse a la extracción de grandes muestras de las que se obtendrán concentrados, remedando en pequeña escala las condiciones de una verdadera explotación minera.-

Durante la II Guerra Mundial, los registros de producción se han empleado con éxito en la determinación del tenor / de mica (en láminas comercializables) de muchos depósitos pegmatíticos.-

El contenido de un depósito de este tipo puede ser determinado mediante mediciones granulares de todos los paquetes micáceos que excedan las dimensiones mínimas comerciales.-

Los porcentajes de mica recuperable del depósito / de la mina "New York", explotada en 1943, fueron determinados en / tras distintas oportunidades mientras estuvo en producción. La / Planilla III muestra que ese porcentaje, durante el lapso 1º/Ju- / nio- 22 / Julio, fué del 1,8 %, y que en el transcurrido hasta el / 17/septiembre fué de alrededor de 1,6 %, cifra que se mantuvo / hasta el 17/noviembre del mismo año, fecha en que la mina se aban- / donó.-

La homogeneidad de las recuperaciones parece indi- / car que los tenores en mica no variaban sensiblemente en los di- / versos sectores de la zona micácea que fueron sucesivamente explo- / tados.-

Con fines de control, se han comparado los resulta- / dos de las cuidadosas estimaciones y mediciones que sobre la dis- / tribución de algunos minerales se realizaron en algunos frentes / del nivel-12,8 m del pique vertical y de los cortavetas de la peg- / matita "Hot Shot", con los obtenidos por la U.S.Bureau of Mines / (Bibliog. N° 27) en la selección manual de la pertita, muscovita / y fosfatos que se concentraron a partir del material arrancado // de esas mismas labores. La Planilla IV muestra para cada lugar / de esta mina, tanto las cifras ponderales estimadas para cada uno / de estos minerales, como las realmente recuperadas. De este // modo la tabla I.V muestra también el grado de las pérdidas pro- / ducidas por la concentración manual en la recuperación de los / nombrados minerales pegmatíticos. Aquellos sitios, que según lo / estimado en base a observaciones, debían ser muy pobres en musco- / vita, fueron precisamente los que produjeron las recuperaciones / más bajas, que llegaron a representar incluso, una pequeña por- / ción de los valores calculados. Solo en muy pocos de los secto- / res que según las determinaciones, debían ser portadoras de me- / nos de 230 kgrs. de muscovita, se registraron recuperaciones in- / feriores al 10 % de lo estimado. Por otra parte, cabe señalar que

los sectores portadores de mas de 230 kgrs. de muscovita (según cálculos), mucha de ella en grandes paquetes, produjeron recuperaciones algo mayores. En general la recuperación de la pegmatita evidencia análogos comportamientos.-

#### DETERMINACION DE RESERVAS

Una reserva de minerales pegmatíticos, no puede ser calculada sin previos relevamientos geológicos de plantas y perfiles del cuerpo portador y la determinación del contenido en los minerales de interés económico. Para un cómputo de reservas de cualquier orden, una determinada pegmatita puede ser dividida en el número de bloques individuales de mena que se crea conveniente, en base a los contenidos previamente determinados.-

Un buen relevamiento topográfico-geológico proveerá naturalmente los datos conducentes a la determinación de los volúmenes de la mena, que podrá calcularse según las reglas de rutina para cuerpos irregulares. Puede hacerse otro tanto en base a las plantas como a los perfiles, convenientemente distanciados entre sí, y los resultados obtenidos por ambas cuerdas no deberán discrepar en forma muy notable. Por ejemplo; en la mina "EDISON" todos los volúmenes han sido calculados en base a la confección de plantas geológicas separadas entre sí por intervalos verticales regulares (fig. n° 5). Para la obtención de tonelajes conviene determinar previamente el peso específico medio de la unidad afectada; normalmente, el peso específico medio de la roca pegmatítica in-situ, es de 2,67 .-

En la determinación del tonelaje de un depósito pegmatítico, no puede influir en el peso específico del mineral a explotar (dado la reducida proporción de éste con respecto al primero), no sucediendo ciertamente lo mismo en el problema de la determinación de contenidos.-

MICA:

La valoración de un depósito de mica involucra la de terminación de : (1) contenido total de mica, (2) contenido de mica recuperable, (3) contenido en láminas preparables para el comercio, de la mica recuperada, (4) contenido en los diversas tamaños de láminas comercializables y, (5) contenido en las diversas calidades de éstas últimas. Estas especificaciones pueden ser representadas en términos de porcentajes; sin embargo la forma más sencilla de expresión en cuanto a la significación de un depósito, es la de traducirla en el valor en moneda de la mica recuperable por tonelada de roca, en lo que puede quedar también incluido tanto el valor de los sub-productos, como el costo de apertura y recorte de los paquetes muscovíticos.-

El término "grade" (grade) puede prestarse a confusiones si de lo emplea en referencia a la cantidad de mica existente en un depósito, ya que siempre se lo usó en el ambiente de esta industria particular para indicar el tamaño de las láminas ya recortadas. El caso de las pegmatitas "Victory" y Tin Queen (Dakota S.), demuestra la utilidad de las expresiones en valor monetario por tonelada de roca explotada, en la valoración de depósitos muscovíticos. La primera, de la que se recuperó un 8,8% de mica en bruto, produjo durante el período 1943-44, un promedio de 9,5 Kg. de láminas y alrededor de 32,5 Kg. de punch y otros subproductos micáceos por tonelada de roca explotada; en cuanto a la segunda, la recuperación de mica en bruto no exedió de 1,6% y // produjo durante el mismo lapso, solo 0,65 Kg. de láminas y 1,9 / Kg. de punch por tonelada tratada. e este modo la pegmatita "Victory", que quintuplicó con exceso la producción de mica en bruto /ton. De la "Tin Queen" llegó a rendir cerca de 15 veces más micas en láminas, y alrededor de 17 veces más punch y otros subproductos que la segunda. Por otra parte, los costos // de apertura y recortes de láminas deben haber sido ////

probablemente mayores en la "Tin Queen" que en la "Victory".-

Para comparar objetivamente estas dos minas, sería necesario descontar los costos de apertura y recorte, del valor / de la mica producida.-

La pegmatita "Tin Queen", ha sido por otra parte / una fuente de subproductos minerales (feldespato, ambligonita y berilo) mucho más considerable que la "Victory".-

Si se toma en consideración el valor en dólares de estos minerales por tonelada de roca explotada, el valor de los productos de la pegmatita "Tin Queen" se vé incrementado en un // 50 % aproximadamente. La única forma posible de comparar estas / dos minas en términos fácilmente interpretables, sería la de determinar el valor en dólares de los minerales producidos por tonelada de roca en cada una de ellas.-

Dentro de las minas existentes en las "Black Hills" la "Victory" constituye el mejor ejemplo de concordancia entre // los datos calculados mediante técnicas estimatorias y los obtenidos del control de su producción. A continuación se resumirá brevemente la historia de los cálculos de reservas efectuados en esta mina, a los fines de ilustrar sobre el grado de seguridad que puede obtenerse en las estimaciones de reservas de mica.-

El "programa" de esta pegmatita fue cuidadosamente estudiado por la "U.S. Geological Survey" en 1943-44 (Bibliog. N° 28) y en febrero de 1944, la "U.S. Bureau of Mines" procedió a la realización de una serie de perforaciones en la misma (Bibliog. N° 29). La pegmatita consiste en un cuerpo intrusivo múltiple, integrado por dos unidades, que aunque conectadas, son estructuralmente independientes, prolongándose ambas en profundidad, por lo menos / hasta el nivel -36,5 m. (ver Figuras 1, 3 y 4). Las reservas inexplotadas existentes por sobre ese nivel fueron estimadas al 1° de marzo de 1944; la mica en bruto recuperable representaba un 7,6 %

de la roca explotada por sobre el nivel -18,2. (1).-

El material de desecho arrancado de los niveles / superiores contenía un 17,1 % de mica total, según la "U.S.Bureau of Mines" (Bibliog. N° 30). El contenido medio ~~un~~ muscovita según dos perforaciones que cortaron a la pegmatita en las proximidades del nivel -36,5 m, fué de 32 %, lo que sugeriría que el contenido en este mineral se incrementaba en profundidad.-

En base a la información proporcionada tanto por los relevamientos geológicos como por las perforaciones efectuadas (a corona de diamante), la cantidad de pegmatita inexplorada existente por sobre el nivel -36,5 m, al primero de marzo/44, era de 4.036 toneladas. Suponiendo para este tonelaje, ~~el~~ mencionado contenido en mica recuperable (7,6 %) sus reservas en este mineral serían de 306 toneladas. Cuando, a fines de 1944 se abandonaron los trabajos, los registros de producción evidenciaron que / lo producido hasta esa fecha por el bloque de referencia, había sido de 258 toneladas de mica; por otra parte, como los cálculos basados en el plano de isopacas de la figura 1, demuestran que el tonelaje realmente explotado fué de 2.940 Tn. se tiene que el contenido en mica recuperable de esta pegmatita, fué del 8,8 %. Las isopacas demuestran también que alrededor de 2.310 Tn. de pegmatita quedaron inexploradas, y que en lugar de las 4.036 Tn. de rocas estimadas ~~al~~ I° de marzo/44 en base a perfiles geológicos, / había en realidad unas 5.250 Tn. diferencia que significa un error del 23 %.-

---

(1). En los cálculos originarios esta cifra fué de 5,77 % pero / se basaba en un error, que consistía principalmente en una / incorrecta apreciación por parte del operador minero sobre la real capacidad de las vagonetas empleadas en la extracción.-

Análogamente, hubo un error de cerca del 14 % entre el contenido en mica, calculado en base a los datos originales // (7,6 %) y el realmente obtenido (8,8 %).

Estas discrepancias entre los panoramas elaborados a priori y a posteriori para los contenidos en mica, pueden explicarse en parte por el hecho de que durante los últimos meses de la explotación todo el material arrancado fué objeto de una selección manual, tarea que debe haber incrementado lógicamente los índices de recuperación.-

#### MINERALES DE LITIO.-

Los principales minerales líticos pegmatíticos son los siguientes: espodumeno, lepidolita y amblygonita.-

Dado que algunos depósitos pueden ser portadores de dos o más minerales de litio, será necesario determinar no solo el contenido en éste elemento (es decir, la ley) sino también el relativo a cada uno de los minerales líticos presentes en ellos.

Para la determinación del contenido en estos minerales, puede aplicarse la técnica de las mediciones granulares y solo en el caso de la existencia en el depósito de un único mineral lítico, será viable la analítica de orden químico.-

Para la expresión del contenido en términos de mineral recuperable, puede apelarse a los valores suministrados por los registros de producción.-

Los análisis químicos pueden prestar utilidades en la determinación de contenidos en depósitos espoduménicos, en casos tales como el de la pegmatita "Edison", en la que el mineral posee grano fino y se encuentra uniformemente distribuido; en éste depósito, la "U.S.B. of Mines" (Bibliog. N° 31) recurrió al criterio químico en cuanto al análisis de las muestras obtenidas en cañalita, en grandes masas y mediante perforaciones. A los efectos de garantizar los resultados, de cada tres muestras que la U.S.B.

of Mines" analizó, una fué remitida a seis diferentes laboratorios privados, como puede verse en la Planilla V.-

Cabe señalar que los errores más notables se encuentran en una muestra que se seleccionó por su bajo contenido en litio, y cuya ley oscila entre simples trazas y un 1,48 % en  $\text{Li}_2\text{O}$ ; solamente una de las determinaciones expuestas en planilla V evidenció valores inferiores a los determinados por la U.S.B. of M. / para la misma muestra.-

Se ha comprobado que las reservas de la pegmatita "Edis.n", calculadas en base a los análisis efectuados por U.S.B. of M., están bastante correctamente ponderadas, como puede deducirse del numeral expuesto en Planilla VI. Los posibles errores / analíticos cometidos, fueron probablemente compensados por la pérdida de cierto porcentaje de mineral contenido en el material de descarte (Bibliog. N° 32).-

Recientes experiencias han puesto en evidencia que las técnicas fotométricas pueden brindar mejores resultados que / los más laboriosos métodos químicos, en la determinación cuantitativa del litio.-

En la estimación de las reservas de espodumeno de la mina "Edison", el tonelaje de pegmatita no explotada fué determinado en base a los datos extraídos de las plantas y perfiles / geológicos confeccionados a tales efectos. La figura 5 representa una serie de plantas geológicas que ilustran sobre la estructura de la pegmatita, poniendo en evidencia lo complejo de su conformación y su carácter zonal; en este depósito, la mena está constituida por la zona cuarzo-espoduménica y cuarzo-espodumeno-albítica, que compone los sectores medulares del mismo.-

Las reservas de los distintos bloques mineralizados existentes: 1) por encima del nivel de bocamina, 2) entre éste y el nivel -15,2 m, 3) entre éste y el -30,4m, y 4) por debajo del último nivel, han sido calculadas en función de los avances

de la explotación. En los sectores más profundos de esta pegmatita, los contenidos fueron más bajos que en los superiores, en razón de que en aquellos, la mayor parte del espodumeno se encontraba alterado en minerales micáceos y arcillosos.-

En los cinco años de explotación transcurridos entre 1945 y 1949, se explotó la mayor parte de la pegmatita portadora de espodumeno ubicada por sobre el nivel de bocamina, y gran parte de la existente entre éste y el nivel -15,2m. En la Planilla VI pueden compararse los datos de reservas y contenidos calculados con los que surgieron de los registros de producción.-

De las 36.280 toneladas de roca portadora de espodumeno que se calculó existían por encima del nivel de bocamina, se explotaron 30.838 Tn., quedando todavía, hacia 1950, "varios miles" más de toneladas in-situ.-

El contenido en  $\text{Li}_2\text{O}$  calculado, fué de 1,28 % y el resultante de los registros de producción, de 1,35 %  $\text{Li}_2\text{O}$ .-

La Planilla VI demuestra asimismo que probablemente más de la mitad de la pegmatita espoduménica existente entre los niveles de bocamina y -15,2 m, no había sido aún explotada hacia 1950; el contenido del material explotado en este bloque / fué de 1,02 %  $\text{Li}_2\text{O}$ , valor prácticamente concordante con los calculados en base a las plantas y perfiles geológicos confeccionados (1,04 y 1,03 %  $\text{Li}_2\text{O}$  respectivamente).-

No obstante la extrema complejidad estructural de esta pegmatita (ver fig.5) y la imposibilidad de recurrir al análisis químico para la determinación de su contenido en espodumeno (en razón de la existencia de otros minerales líticos no beneficiables), las estimaciones efectuadas mediante el concurso de otras técnicas, fueron según el control proporcionado por los registros de producción, más acertadas de lo que era dable esperar.-

La mayor parte de la ambligonita explotada en U.S. se presenta en grandes cristales, algunos de ellos probablemente

de varios cientos de toneladas de peso. El tamaño extremadamente / grande de los individuos de este mineral en ciertos depósitos, difi- / culta el método de la aplicación de mediciones granulares en la de- / terminación de contenidos, dado que para que sus resultados ofrez- / can garantías, sería necesario operar sobre áreas sumamente exten- / sas. El caso inverso presenta también dificultades; en efecto, cuán- / do la amblygonita <sup>se</sup> presenta en granos relativamente pequeños, tal / como sucede en algunos depósitos, gran parte del contenido puede / tornarse irrecuperable a la selección manual.-

En este mineral, el tamaño del grano constituye un facto de tanta importancia como el del contenido en el problema / de dictaminar si un determinado depósito es o no explotable.-

La lepidolita se presenta generalmente en grandes / agregados asociados con clevelandita, cuarzo y otros minerales; en todos los casos este mineral deberá ser analizado químicamente a / los efectos de saber si lleva el porcentaje mínimo de  $\text{Li}_2\text{O}$  acepta- / do en el mercado.-

En cuanto al contenido, preferiblemente deberá ser expresado en términos de lepidolita en lugar de litio metálico, da- / do que este producto se comercializa más como mineral que como óxi- / do.-

#### BERILO.-

Según la experiencia acumulada, una estimación de reservas de berilo ofrece más garantías, si la determinación de con- / tenidos se ha efectuado mediante las mencionadas técnicas de medi- / ciones granulares.-

En muchos depósitos, el berilo suele encontrarse // irregularmente distribuido, mostrando por otra parte, amplios márgenes de variación en cuanto al tamaño del grano; consecuentemente para una ajustada determinación de contenidos, será necesario examinar numerosos y a veces extensos frentes de roca.-

Para la determinación del contenido de un depósito, en el cual sea el berilo el único mineral de berilio presente, puede recurrirse a la realización de análisis químicos y espectrográficos de las muestras obtenidas: 1) en canaleta, 2) en grandes masas, y/o mediante perforaciones; no obstante, es siempre aconsejable afirmar los datos obtenidos en esta forma, con los resultantes de mediciones granulares.-

La experiencia demuestra que las técnicas químicas no han dado resultados muy satisfactorios en este tópico; ello se debe, en primer lugar, a que el berilio es un elemento de difícil determinación, y en segundo, a que normalmente conforma porcentajes extremadamente pequeños dentro de los depósitos. De este modo, es natural que pequeños errores absolutos en los análisis, sean // susceptibles de determinar diferencias hasta de más del 200 % en los cálculos de contenidos. A los fines mencionados, los análisis espectrográficos han demostrado ser más eficaces. La Planilla I // muestra los resultados de las determinaciones por BeO correspondientes a muestras de la pegmatita berilífera "Helen", efectuadas mediante: 1) mediciones granulares (llevando estequiométricamente el mineral a óxido), 2) análisis espectrográficos, y 3) análisis químicos. Los últimos, efectuados por cuatro diferentes analistas, difieren sustancialmente entre sí.-

Puede observarse que aquellas muestras que aparentemente contenían los más reducidos porcentajes en BeO, fueron precisamente las depositarias de los errores más groseros; así, por // ejemplo, para la muestra N° 5 (ver Planilla I) uno de los analistas obtuvo un resultado que aproximadamente triplica el correspondiente al promedio del resto de las determinaciones efectuadas / para la misma. Consecuencias análogas rigen para todas las menas / analizadas, salvo las de alta ley, lo que justificaría en todos // los casos, con fines de control, la realización de sistemáticas me

diciones granulares complementarias, en la determinación de contenidos.-

Para la determinación del contenido en  $\text{BeO}$ , del mismo berilo, puede recurrirse a la confección de un diagrama del tipo del de Schaller (Bibliog. N° 33), que relaciona los índices de refracción " $\omega$ ;" del mineral, con sus porcentajes en éste óxido.-

Page (Bibliog. N° 21) ha demostrado que en un bloque de 4.000 Toneladas de la pegmatita "Wood Tin" (Pennington-Dakota S.) del que en base a determinaciones fundadas en mediciones granulares se esperaba una recuperación en berilo del 1 %, la recuperación real fué del 0,9 % en dicho mineral.-

#### FELDESPATO.

Muchas minas pequeñas de feldespato se trabajan normalmente por selección manual; en ellas raramente se hace necesario estimar reservas. Sin embargo, y día a día se hacen más frecuentes para este tipo de depósitos las operaciones mineras de // gran envergadura que necesitan realmente de la aplicación de técnicas conducentes a una adecuada estimación de reservas. En uno u otro caso, el porcentaje de feldespato recuperable es un dato de mucha importancia en la expresión del valor de un depósito; en // operaciones que incluyan etapas de molienda, es necesario asimismo la determinación del contenido total en feldespato.-

El término "grado" (*grado*) se emplea comúnmente / en la industria del feldespato potásico, para indicar su calidad por lo que el uso de esta palabra para expresar la cantidad de mineral de un depósito puede prestarse a ambigüedades.-

La mayor parte del feldespato de las pegmatitas, / especialmente la plagioclasa, suele presentarse en granos demasiado pequeños o en intercrecimientos con otros minerales, circunstancias que pueden invalidar una operación de recuperación manual.-

Tanto en las minas que pulverizan sus productos / para su comercialización, como en aquellas en las que por alguna otra razón sea necesario determinar el contenido total en feldespatos, pueden aplicarse las citadas técnicas de mediciones granulares.-

En depósitos de grano muy grueso, puede emplearse en la determinación de contenidos, el método de medir las intersecciones de los cristales de feldespato con una serie de líneas paralelas separadas por intervalos regulares, lo que constituye en realidad, una generalización de la técnica de Rosival.-

La mayor parte del feldespato potásico de mejor calidad, es la extraída de zonas incompletas, de grano grueso y con formación "Capelar", frecuentes en sectores cuspidales de algunas pegmatitas. La portita suele ser más abundante en secciones superiores de estas unidades, y dado que este tipo de depósito frecuentemente empobrece tanto hacia abajo como hacia el interior // en el mineral de referencia, suele operarse un consiguiente enriquecimiento en los minerales que constituyen la matriz (en este / caso la ganga) de la unidad, vale decir cuarzo y plagioclasa principalmente. En el aislamiento de bloques para los cálculos de reservas, deben tomarse muy en cuenta estos cambios graduales en las proporciones de los minerales correspondientes.-

#### OTROS MINERALES.-

Los restantes minerales industriales pegmatíticos, incluso casiterita, compuestos de columbio y tantalio, polucita, minerales de uranio, etc., suelen encontrarse distribuidos dentro de las unidades portadoras, en análoga forma a la descrita para los minerales objeto de las anteriores consideraciones.-

Normalmente estos minerales suelen constituir solo una pequeñísima cantidad de la totalidad de la roca, aún dentro / de los depósitos más ricos. Sus contenidos pueden determinarse //

por mediciones granulares, por estimaciones visuales sobre frentes representativos, o bien mediante análisis.-

Las variaciones del contenido metalífero de la mayor parte de estos minerales, generalmente hace necesario no solamente la determinación del contenido (% de mineral dentro de una unidad) sino también la de la ley del mineral (% de metal dentro de éste).-

La columbita-tantalita, por ejemplo, puede comercializarse como mineral de columbio siempre que contenga menos del 35 % de  $Ta_2O_5$ , y como de tantalio, si el contenido en éste óxido es superior a ese porcentaje. Hay otras exigencias, tales como / la del contenido total determinado por la suma de los dos óxidos nombrados, los porcentajes de  $SnO_2$  y  $TiO_2$ , etc., que deben también tomarse en consideración en los cálculos de reservas.-

Los costos y dificultades inherentes a los análisis químicos por  $Cb_2O_5$  y  $Ta_2O_5$ , han llevado a la práctica de comercializar el mineral correspondiente sobre la base de su peso específico.-

Dado que este mineral puede tener una composición algo diferente en cada zona, la determinación del porcentaje en base a este criterio, deberá tomarse con reservas en su aplicación a la estimación de toneladas.-

#### AGRADECIMIENTOS.-

Todos los Geólogos de la "U.S. Geological Survey" que trabajaron en las pegmatitas de Dakota del Sur entre 1939 y 1950, y muchos otros que operaron en diversos distritos semejantes han contribuido a la formulación de los conceptos aquí expuestos: por razones de espacio no será posible destacar en detalle cada / contribución individual recibida. Aparte de aquellos técnicos que trabajaron en las pegmatitas mencionadas en este trabajo, y de los mismos autores, cabe recordar los siguientes nombres: J.W. Adams,

L.C.Pray, T.A.Steven, M.H.Staatz, Peter Joralemon, D.B.Stewart, H.G.Stephens, M.P.Erickson, R.E.Roadifer. Además se ha recibido amplia colaboración de parte de los operadores mineros, ingenieros de la "U.S.Bureau Of Mines" y de la "Colonial Mica Corp., Metals Reserve Co.Subsidiary".-



BIBLIOGRAFIA.-

- 1).- H.E.Mckinstry: Mining Geology, pp.279,390. Prentice Hall, New York, 1948.-
- 2).- A.M.Bateman: Economic Mineral Deposits.P.745. John Wiley // and Sohns, New York, 1942.-
- 3).- W.Lindgren:Mineral Deposits, 4 th ed.,p.758. McGraw-Hill Book Co., New York, 1933.-
- 4).- R.R.Chowdhury: Handbook of Mica, pp.6-7. Chemical Publishing Co., Brooklin, N.Y., 1941.-
- 5).- B.C.Burgess: Feldspar. In Industrial Minerals and Rocks by S.H.Dolbear et al.2 nd ed.,p.347. AIME. New York, 1949.-
- 6).- E.H.Dawaon: Mica.See Ref. 5.p. 564.-
- 7).- L.R.Page et al: Pegmatite Investigations, 1942-1945, Black Hills.S.Dak. U.S.G.S.,Prof.Paper 247, 1953 (this is the principal reference. Other references are cited separately).-
- 8).- E.N.Cameron. R.H.Jahns,A.H.McNair, and L.R.Page: Internal / Structure of Granitic Pegmatites. Economic Geology Monograph 2, 1949.-
- 9).- W.D.Johnston,Jr.: Beryl-Tantalite Pegmatites of Northeastern Brazil.Geol.Soc. of America Bull, 56, 1945.pp.1024-1025.-
- 10).- E.N.Cameron, D.M.Larrabee, E.H.McNair, J.J.Page, V.E.Shainin, and G.W.Stewart: Structural and Economic Characteristics of New England Mica Deposits.Economic Geology,1945. vol.40,pp. 372-373.-
- 11).- J.S.Baker: World Survey of Tatalum Ore. U.S.B.M.Inf.Circ. 7319, 1945,p. 13.-
- 12).- Ref. 8,pp. 13-97.-
- 13).- W.C.Smith and L.R.Page: Tin-Bearing Pegmatites of the Tinton District, Lawrence County, S.Dak.U.S.G.S.BULL. 922-T, 1941. p.609.-
- 14).- Ref.7.p.204.-
- 15).- D.B.Sterret: Mica Deposits of the United States. U.S.G.S. Bull. 740, 1923. p. 295.-
- 16).- M.P.Erickson and T.A.Steven: Mateen Spodumene Prospect. In Ref. 7, Plate 27.-
- 17).- R.H.Jahns and F.W.Lancaster: Physical Characteristics of // Commercial Sheets Muscovite in the Southeastern United States. U.S.G.S. Prof. Paper 225, 1950.-

- 18).- D.R.Derry: Lithium-Bearing Pegmatites in Northern Quebec. Economic Geology, 1950.vol. 45. p. 103.-
- 19).- A.I.Johnson: personal communication.-
- 20).- A.Holmes:Petrographic Methods and Calculations, p. 312. /// Thomas Murby and Co.,London, 1930.-
- 21).- L.R.Page: Uranium in Pegmatites.Economic Geology. 1950, vol. 45. p. 26.-
- 22).- M.H.Staatz et al. :U.S.G.S. report in preparation.-
- 23).- H.G.Stephens and D.B.Stewart: Mineral Distribution in the Hot Shot Pegmatite, Custer County, S.Dak. U.S.G.S.unpubli - shed report.-
- 24).- R.H.Jahns: The Genesis of Pegmatites. II Quantitative Analysis of Lithium-Bearing Pegmatite.Mora County,N.Mex.American Mineralogist, 1953, vol. 38.p. 1096.-
- 25).- J.P.Gries: Investigation of the Beecher N°2 Lithium-Bearing Pegmatite,Custer County, S.Dak. U/S.B.M.R.I. 4632, 1950,pp. 6-13.-
- 26).- E.H.Stevens: Oral communication.-
- 27).- A.B.Needham:Investigation of Mica Deposits at the White Bear Silver Dollar, Buster Dike, and Hot Shot Mines, Custer /// County, S.Dak. U.S.B.M.R.I.4693,1950,pp.52-53,Table V.-
- 28).- Ref. 7,pp. 206-210.-
- 29).- A.B.Needham:Investigation of Mica Deposits at the Victory, Jack Rabbit,Rainbow, and Midas Mines,Custer County,S.Dak. U.S.B.M.R.I.4507/49.-
- 30).- G.A.Munson:U.S.B.M.unpublished report.-
- 31).- F.F.Clark,P.Zinner,et al.:Edison Spodumene Mine, Pennington County, S.Dak.U.S.B.M.R.I. 4234,1948,pp.9-23.-
- 32).- F.F.Clarke:personal communication.-
- 33).- W.T.Schaller:Beryl-Preliminary Statement.U.S.G.S.unpublished memoradum, 1948.-

---

Discussion sent (2 copies) to AIME by June 30,1956 will appear in Mining Engineering and in AIME transactions.Vol.205/1956.-

---