

- FEDERICO, M. (1957). Sulla breislakite. *Periodico di Mineralogia* 26, 191-210.
- FLEISHER, M. (1966). Index of new mineral names, discredited minerals, and changes of mineralogical nomenclature. *Amer. Miner.* 51(8), 1962.
- GOSSNER, B. y REICHEL, Ch. (1932). Über das Kristallgitter einiger Sog. Orthosilikate. *Centralbe. Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 1932A, 225-229.
- HOTZ, P. E. (1953). Petrology of granophyre in diabase near Dillsburg, Pennsylvania. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 64, 675-704.
- KHETCHIKOW, L. N. (1956). Ob il'vaite skarnovo-polimetallicheskih mestorozhdenii. *L'vovskoe Geol. Obshchestvo Mineral. Sbornik* 10, 298-304.
- KOKKOROS, P. (1936). Über die Gitterkonstanten und die Raumgruppe des Lieurits. *Die Naturwissenschaften* 24, 619.
- LEONARD, B. F., HILDEBRAND, F. A. y VLASIDIS, A. C. (1962). Members of the ludwigite-vonsenite series and their distinction from ilvaite. *Geol. Soc. Amer. Buddington Volume*. Pp. 523-568.
- SCHIENER, A. (1933) Lievrit von Seriphos. *Zeit. Krist.* 85A, 89-118.
- STRUNZ, H. (1937). Über Kristallographie und Chemische Zusammensetzung von lawsonite und lievrit. *Zeit. Krist.* 96, 504.
- TAKEUCHI, Y. (1948). The Crystal structure of lievrite  $\text{H}\text{Ca}\text{Fe}^3\text{Fe}_2^{2+}\text{SiO}_2\text{O}_9$ . X-rays. 5(12), 8-14.

UNIV. NAL. AUTÓN. MÉXICO, INST. GEOLOGÍA, BOL. 82, pte. 4,  
p. 55-69, 2 figs.

## ESTUDIOS DE GEOCRONOMETRIA Y MINERALOGIA

### P A R T E IV

#### IV. CALCULO CRISTALOGRAFICO

PROGRAMAS PARA COMPUTADORA ELECTRONICA  
FORTRAN II

BENDIX, G-20

POR

FRANCISCO J. FABREGAT y RICARDO ESQUIVEL ESPARZA

## CONTENIDO

### IV. CALCULO CRISTALOGRAFICO

|                                                             | Pág. |
|-------------------------------------------------------------|------|
| DISTANCIAS ANGULARES ENTRE POLOS DE CARAS CRISTALINAS ..... | 59   |
| PROGRAMA .....                                              | 62   |
| Tiempo de ejecución .....                                   | 62   |
| Datos .....                                                 | 62   |
| Resultados .....                                            | 63   |
| Aplicaciones .....                                          | 63   |

### ILUSTRACIONES

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| FIGURA 1.— .....                  | 60 |
| FIGURA 2.—Diagrama de flujo ..... | 64 |

## DISTANCIAS ANGULARES ENTRE POLOS DE CARAS CRISTALINAS METODO DE CALCULO POR MATRICES

Uno de los objetivos más importantes del cálculo cristalográfico aplicado al estudio morfológico de las especies minerales, es la determinación de las distancias angulares.

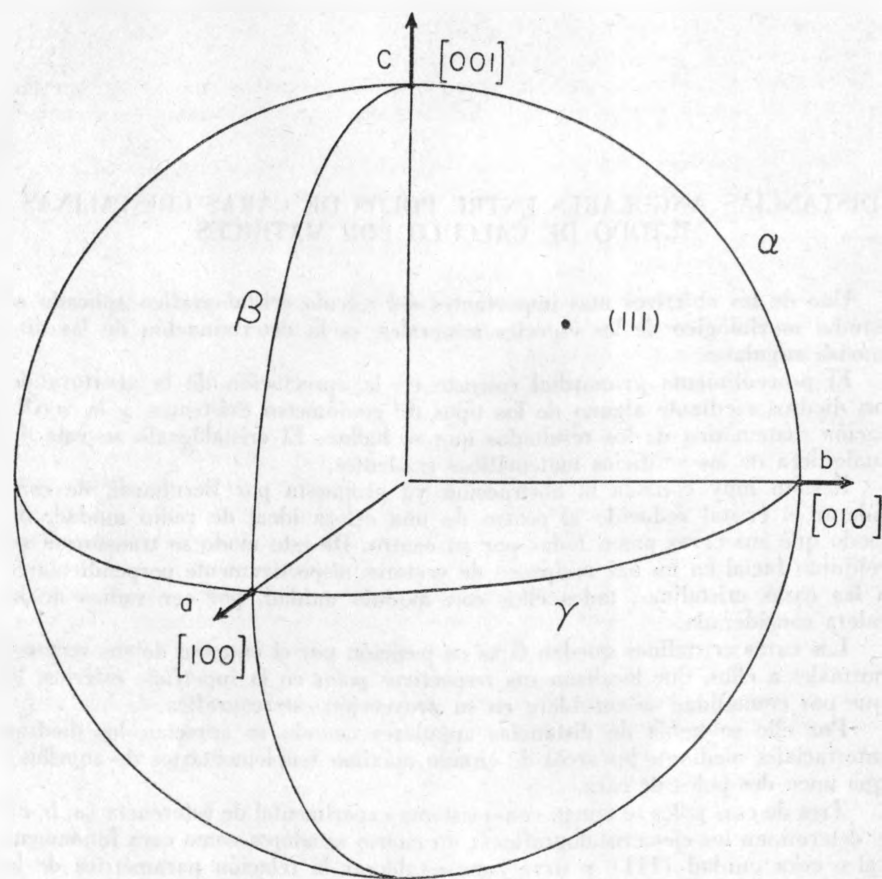
El procedimiento primordial consiste en la apreciación de la abertura de sus diedros mediante alguno de los tipos de goniómetro existentes, y la verificación matemática de los resultados que se hallan. El cristalógrafo se vale de cualquiera de los artificios matemáticos existentes.

Resulta muy cómoda la abstracción ya propuesta por Bernhardt, de considerar el cristal reducido al centro de una esfera ideal de radio unidad, de modo que sus caras pasen todas por su centro. De este modo se transforma su conjunto facial en un haz recíproco de vectores respectivamente perpendiculares a las caras cristalinas, todos ellos con módulo unidad, por ser radios de la esfera considerada.

Las caras cristalinas quedan fijas en posición por el extremo de sus vectores normales a ellas, que localizan sus respectivos *polos* en la superficie esférica, la que por comodidad se considera en su proyección estereográfica.

Por ello se habla de distancias angulares cuando se aprecian los diedros interfaciales mediante los arcos de círculo máximo (suplementarios de aquellos) que unen dos polos de cara.

Tres de esos polos se toman como sistema experimental de referencia (a, b, c) y determinan los ejes cristalográficos; un cuarto se adopta como cara fundamental o cara unidad (111) y sirve para establecer la relación paramétrica de la especie mineralógica que se estudia.



$$a : b : c = \frac{a}{b} : 1 : \frac{c}{b} = : 1 : n$$

o como suele expresarse,

$$a : 1 : c \quad (c : a, b = 1)$$

Las inclinaciones mutuas de los ejes se indican por  $\alpha, \beta, \gamma$ .

Las tendencias del cálculo cristalográfico han variado según el método de localización de los polos.

Hasta hace relativamente pocos años se aplicaban los principios de trigonometría esférica a la resolución de los problemas que planteaba el vincular todos los polos de cara, por medio de triangulación.

Fedorow estableció su método llamado tetragonométrico, pensando simplificar los cálculos al referir los polos faciales a dos de ellos mediante coordenadas bipolares.

Desde la invención del goniómetro teodolítico se determinan las posiciones polares mediante coordenadas esféricas azimutales ( $\varphi, \rho$ ).

Recientemente se opera directamente con el haz recíproco de vectores, aplicando el cálculo matricial, con grandes ventajas en la reducción de las operaciones y en la precisión de los resultados.

En síntesis, el cálculo cristalográfico actual consiste en establecer las relaciones de transformación entre tres sistemas axiales de referencia:

sistema coordenado cartesiano

sistema experimental o cristalográfico

sistema recíproco o racional.

No es el objeto de este artículo la descripción particularizada de tales procedimientos (de los que ya se ha tratado en otras publicaciones), sino únicamente la aplicación concreta de las computadoras electrónicas al cálculo de las distancias angulares en los cristales, que con lo dicho anteriormente, queda encuadrado en el marco de las operaciones cristalográficas.

Para ello se parte de la matriz recíproca  $M^*$ , con la ventaja de tratar las caras de un cristal mediante su vector recíproco correspondiente: el diedro entre dos caras se medirá por el ángulo plano entre sus dos vectores representativos.

Se demuestra que una de las formas de la citada matriz recíproca  $M^*$ , para el caso general triclínico es,

$$M^* = \begin{pmatrix} \frac{1}{a \sin \beta} & 0 & -\frac{\operatorname{ctg} \beta}{c} \\ -v & \frac{1}{w} & \frac{v \operatorname{ctg} \beta - \cos \alpha}{w c} \\ 0 & 0 & \frac{1}{c} \end{pmatrix}$$

con

$$v = \frac{\cos \gamma - \cos \alpha \cos \beta}{\sin \beta}$$

$$w = \frac{\sqrt{1 + 2 \cos \alpha \cos \beta \cos \gamma - (\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma)}}{\sin \beta}$$

pudiendo simplificarse al aplicarla a otras singonías; mas en el programa que se expone se la considera generalizada para ser utilizada con menos restricciones, dejando a la computadora el cuidado de concretarla al caso propuesto. Únicamente se le han de proporcionar las constantes requeridas para apropiarla a la especie mineral en estudio.

El producto matricial de  $M^*$  por el vector columna formado por los índices (hkl) de una cara del cristal, da otra matriz que representa las componentes del vector en esta cara

$$M^* \cdot \begin{bmatrix} h \\ k \\ l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h' \\ k' \\ l' \end{bmatrix}$$

sobre el sistema cartesiano de referencia. Lo mismo acontece con respecto a los índices de otra cara cualquiera (pqr) que se supone forma un diedro con la anterior.

Estos dos vectores  $[h'/k'/l']$  y  $[p'/q'/r']$  no son directamente comparables porque tienen módulo diferente: se han de normalizar, dividiendo sus tres términos de cada uno por el módulo respectivo (raíz cuadrada de la suma de sus cuadrados).

Con ello resultarán los vectores columna ya normalizados,  $[H/K/L]$  y  $[P/Q/R]$ .

El coseno del ángulo que forman (que corresponde a la distancia angular de los polos faciales del diedro por determinar) es el producto interno de las respectivas componentes de estos vectores normalizados:

$$\cos \varphi = HP + KQ + LR$$

Todas estas operaciones (que se reiteran para todos los diedros del cristal) se hallan representadas esquemáticamente en el adjunto diagrama de flujo.

### PROGRAMA

*Tiempo de ejecución:* 2/100 de hora (Centro Cálculo Electrónico, UNAM)

*Datos:* a) Para el caso general tratado (triclinico):

—relación paramétrica  $a : b : c$  (con  $b = 1$ )

—constantes angulares  $\alpha, \beta, \gamma$ , en radianes.

De tener las constantes reticulares, se puede emplear la relación paramétrica estructural, deducida de ellas, teniendo en cuenta de dividir los tres parámetros por  $b$ , de modo que se emplean en definitiva

$$\frac{a_0}{b_0} \text{ y } \frac{c_0}{b_0} \text{ como } a \text{ y } b.$$

b) Para los cristales de simetrías superiores se obtienen automáticamente del programa las simplificaciones pertinentes.

*Resultados:* Se logra la tabla objeto de este informe, con las siguientes referencias:

Nombre del mineral

Matriz  $M^*$

Distancia angular entre los polos (PQR) y (STU) en función de los cos  $V$  correspondientes.

*Aplicaciones:*

—Distancias angulares entre pares de polos (PQR : STU).

—Cálculo de diedros interfaciales (externos) según los pares de planos. El suplemento es el diedro real.

—Cálculo de coordenadas azimutales ( $\varphi = (010 : STU)$ ;  $\rho = (001 : STU)$ ), por ejemplo).

—Trazado de coordenadas gnomónicas.

—Diedros determinantes de Barker, para mineralogía analítica:

Cristales tetragonales, exagonales y trigonales (Bravais):

cr (001:101)

Cristales trigonales (Miller):

cr (111:100)

Cristales ortoclínicos:

cr (001:101); am (100:110); bq (010:011)

Cristales monoclinicos:

am (100:110); bq (010:011); cr (001:101)

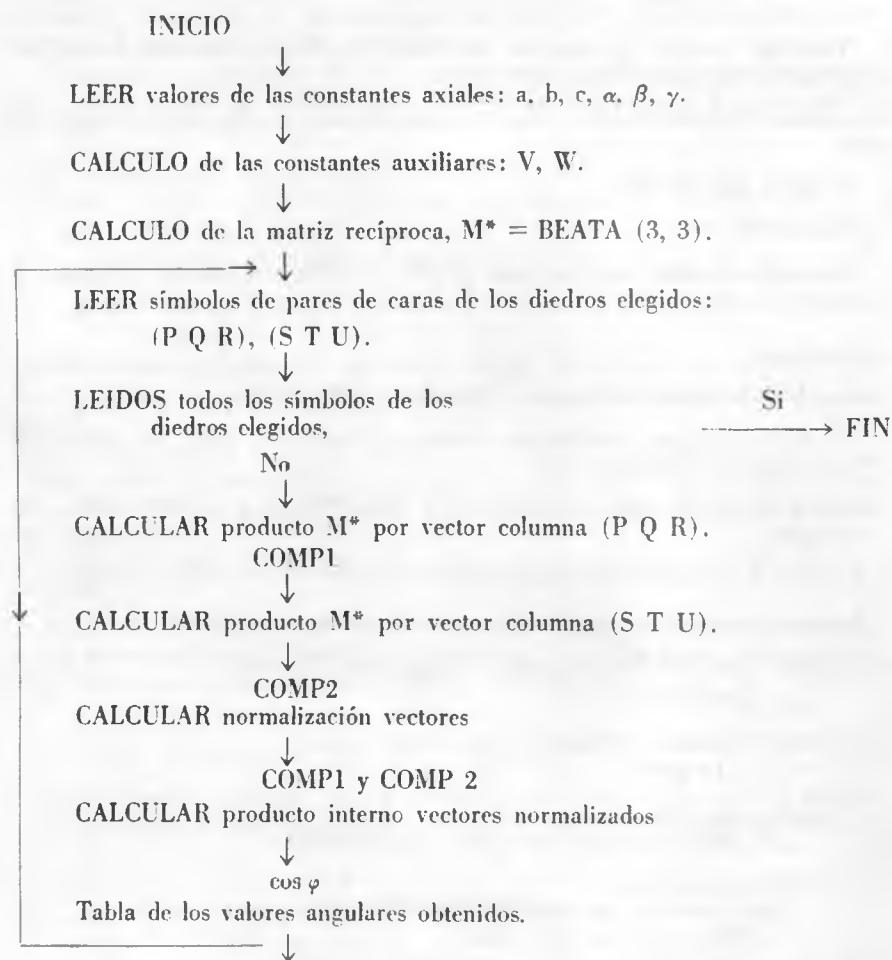
ra (101:100); ca (001:100)

Cristales triclinicos:

$a'm'$  ( $\bar{1}00:\bar{1}10$ );  $m'b'$  ( $\bar{1}10:0\bar{1}0$ );  $b'Q$  ( $0\bar{1}0:0\bar{1}1$ )

$Qc$  ( $0\bar{1}1:001$ );  $cR$  ( $001:\bar{1}01$ );  $Ra'$  ( $\bar{1}01:\bar{1}00$ )

## DIAGRAMA DE FLUJO. Programa: 2



I 0160011. G CRISTALOGRAFIA. FABREGAT

I DATE 10 FEB 67 RAC

E FORTRAN

1132

PAGE 001

H NAME FABREG

H EQUIPECARDRE, PRINTE;

C CALCULO CRISTALOGRAFICO. DISTANCIAS ANGULARES

DIMENSION BEATA (3 3), VECT1 (3), COMP1 (3), COMP2 (3), VECT2 (3),  
IMB (4)

READ1, IMB, A, C, ALFA, BETA, GAMA

10 FORMAT (3 A 4, A3, 5F8. 6)

V = (COS (GAMA) - COS (ALFA) \* COS (BETA)) / SIN (BETA)

FIRST = 1. + (2. \* COS (ALFA) \* COS (BETA) \* COS (GAMA)).

SECON = COS (ALFA) \* COS (ALFA) + (COS (BETA) \* COS (BETA))

THIRD = COS (GAMA) \* COS (GAMA)

W = (SQRT (FIRST - (SECON + THIRD))) (SIN BETA)

BEATA (1,1) = 1./ (A \* SIN (BETA))

BEATA (1,2) = 0.

BEATA (1,3) = - (COS (BETA) / SIN (BETA)) / C

BEATA (2,1) = - (V / (A \* W \* SIN (BETA)))

BEATA (2,2) = 1./ W

RON = V \* (COS (BETA) / SIN (BETA)) - COS (ALFA)

BEATA (2,3) = RUN / (W \* C)

BEATA (3,3) = 1./ C

BEATA (3,1) = 0.

BEATA (3,2) = 0.

PRINT5, IMB

50 FORMAT (3 A 4, A 3//)

PRINT 56

56 FORMAT (24 H MATRIZ M\* /)

PRINT 11, ((BEATA (IJ), J = 1, 3), I = 1,3)

11 FORMAT (3F12.7//)

PRINT 57

57 FORMAT (62H P Q R S T U

ICOSENO/)

5 READ 16, P, Q, R, S, T, U

16 FORMAT (6F4.0)

VECT1 (1) = P

VECT1 (2) = Q

VECT1 (3) = R

VECT2 (1) = S

VECT2 (2) = T

VECT2 (3) = U

DO15 I = 1,3

DO20 J = 1,3

```

20 COMPI (I) = COMPI (I) + BEATA (I,J) * VECT1 (J)
15 CONTINUE
DO25 K = 1,3
DO31 L = 1,3
31 COMP2 (K) = COMP2 (K) + BEATA (K,L) * VECT2 (L)
25 CONTINUE
DO:5 M = 1,3
35 PROD1 = PROD1 + COMPI (M)**2
DO40 N = 1,3
40 PROD2 = PROD2 + COMP2 (N)**2
PROD1 = SQRTF (PROD1)
PROD2 = SQRTF (PROD2)
X1 = COMPI (1)/PROD1
Y1 = COMPI (2)/PROD1
Z1 = COMPI (3)/PROD1
X2 = COMP2 (1)/PROD2
Y2 = COMP2 (2)/PROD2
Z2 = COMP2 (3)/PROD2
COSEN = X1 * X2 + Y1 * Y2 + Z1 * Z2
PRINT45, P, Q, R, S, T, U, COSEN
45 FORMAT (6F8.0,6X,F10.7)
DO 55 JL = 1,3
COMPI (JL) = 0
55 COMP2 (JL) = 0
PROD1 = 0
PROD2 = 0
GOTO5
END.

```

SYMBOLS FROM NON-COMMON STATEMENTS

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A     | 00060 | ALFA  | 00064 | BEATA | 00002 | BETA  | 00066 | C     | 00062 |
| COMPI | 00032 | COMP2 | 00040 | COSEN | 00150 | FIRST | 00074 | GAMA  | 00070 |
| I     | 00106 | IMB   | 00054 | J     | 00107 | JL    | 00152 | K     | 00124 |
| L     | 00125 | M     | 00126 | N     | 00131 | P     | 00110 | PROD1 | 00127 |
| PROD2 | 00132 | Q     | 00112 | R     | 00114 | RON   | 00104 | S     | 00116 |
| SECON | 00076 | T     | 00120 | THIRD | 00100 | U     | 00122 | V     | 00072 |
| VECT1 | 00024 | VECT2 | 00046 | W     | 00102 | X1    | 00134 | X2    | 00142 |
| Y1    | 00136 | Y2    | 00144 | Z1    | 00140 | Z2    | 00146 |       |       |

LIBRARY FUNCTION LIST

|        |       |        |       |        |       |     |       |     |       |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-----|-------|-----|-------|
| FORMAT | 00001 | CARDRE | 00003 | PRINTE | 00005 | SIN | 00007 | COS | 00011 |
| SQRT   | 00013 |        |       |        |       |     |       |     |       |

PROGRAM PREFACE:

|          |           |              |             |             |                |
|----------|-----------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| COMMANOS | CONSTANTS | RESERVE LOC. | COMMON LOC. | COMMON IXR. | REL. ENTRY PT. |
| 00670    | 00053     | 00161        | 00002       | 00010       | 00046          |

|                             |                            |                                                            |       |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|-------|
| WORDS IN PROGRAM            | 10101                      | LOCATIONS USED BY PROGRAM<br>(EXCLUSIVE OF COMMON STORAGE) | 10077 |
| COMMON INDEX BASE           | 00007                      | LOGICAL EQUIPMENT TABLE BASE                               | 0315  |
| FORMAT BASE                 | NONE                       | INPUT/OUTPUT LIST AREA BASE                                | 03144 |
| COMMON STORAGE BASE         | 37775                      | PROGRAM TRANSFER VECTOR BASE                               | 03153 |
| PROCEDURE<br>COMMAND BASE   | 00013<br>FABREG<br>03162   | RESERVE STORAGE BASE                                       | 04125 |
| SUBROUTINE<br>COMMAND BASE  | 00015<br>SIN<br>07723      | RESERVE STORAGE BASE                                       | NONE  |
| SUBROUTINE<br>COMMAND BASE  | 00017<br>COS<br>10040      | RESERVE STORAGE BASE                                       | 10076 |
| SUBROUTINE<br>COMMAND BASE  | 00021<br>SORT<br>07634     | RESERVE STORAGE BASE                                       | NONE  |
| SUBROUTINE<br>COMMAND BASE  | 00023<br>FORMATOP<br>04306 | RESERVE STORAGE BASE                                       | NONE  |
| SUBROUTINE<br>COMMAND BASE  | 00025<br>CARDREAD<br>07013 | RESERVE STORAGE BASE                                       | NONE  |
| SUBROUTINE<br>COMMAND BASE  | 00027<br>PRINTER<br>06525  | RESERVE STORAGE BASE                                       | NONE  |
| INITIAL PROGRAM ENTRY POINT |                            | 03230                                                      |       |

CÁLCULO CRISTALOGRÁFICO

VANADINITA

MATRIZ M\*

|           |           |            |
|-----------|-----------|------------|
| 1.0000000 | 0.0000000 | —0.0000005 |
| 0.5773501 | 1.1547005 | —0.0000008 |
| 0.0000000 | 0.0000000 | 2.4061019  |

| P  | Q  | R  | S  | T   | U  | COSENO    |
|----|----|----|----|-----|----|-----------|
| 1. | 0. | 0. | 1. | 0.  | 1. | 0.6346368 |
| 1. | 0. | 0. | 1. | 1.  | 0. | 0.8660254 |
| 1. | 0. | 0. | 1. | 1.  | 1. | 0.7084586 |
| 1. | 0. | 0. | 2. | 0.  | 1. | 0.8541361 |
| 1. | 0. | 0. | 2. | 1.  | 0. | 0.9449112 |
| 1. | 0. | 0. | 2. | 1.  | 1. | 0.8583597 |
| 0. | 0. | 1. | 0. | 1.  | 1. | 0.7728102 |
| 0. | 0. | 1. | 1. | 0.  | 1. | 0.7728102 |
| 0. | 0. | 1. | 1. | 0.  | 2. | 0.9250558 |
| 0. | 0. | 1. | 1. | 0.  | 3. | 0.9645165 |
| 0. | 0. | 1. | 1. | 1.  | 1. | 0.5751359 |
| 0. | 0. | 1. | 1. | 1.  | 2. | 0.8149264 |
| 0. | 0. | 1. | 2. | 0.  | 1. | 0.5200490 |
| 0. | 0. | 1. | 2. | 1.  | 1. | 0.4180963 |
| 0. | 0. | 1. | 2. | 1.  | 2. | 0.6772594 |
| 0. | 0. | 1. | 2. | 2.  | 1. | 0.3316317 |
| 0. | 0. | 1. | 2. | 2.  | 3. | 0.7256338 |
| 0. | 0. | 1. | 3. | 0.  | 1. | 0.3761035 |
| 0. | 0. | 1. | 3. | 0.  | 2. | 0.6302712 |
| 0. | 0. | 1. | 3. | 0.  | 4. | 0.8514604 |
| 0. | 0. | 1. | 3. | 2.  | 2. | 0.4877576 |
| 0. | 0. | 1. | 3. | 2.  | 3. | 0.6423342 |
| 0. | 0. | 1. | 3. | 3.  | 2. | 0.4243968 |
| 0. | 0. | 1. | 4. | 0.  | 1. | 0.2912331 |
| 0. | 0. | 1. | 4. | 0.  | 3. | 0.6743684 |
| 0. | 0. | 1. | 4. | 1.  | 2. | 0.4692971 |
| 0. | 0. | 1. | 4. | 1.  | 4. | 0.7283328 |
| 0. | 0. | 1. | 4. | -2. | 3. | 0.7256338 |
| 0. | 0. | 1. | 5. | 0.  | 1. | 0.2366270 |
| 0. | 0. | 1. | 5. | 0.  | 2. | 0.4379026 |
| 0. | 0. | 1. | 5. | 0.  | 3. | 0.5899441 |
| 0. | 0. | 1. | 5. | 0.  | 4. | 0.6977973 |
| 0. | 0. | 1. | 5. | 2.  | 2. | 0.3633306 |
| 0. | 0. | 1. | 7. | 0.  | 2. | 0.3285993 |
| 0. | 0. | 1. | 7. | 0.  | 4. | 0.5711681 |
| 0. | 0. | 1. | 7. | 0.  | 5. | 0.6562794 |
| 0. | 0. | 1. | 7. | 0.  | 6. | 0.7220813 |
| 0. | 0. | 1. | 7. | 2.  | 0. | 0.0000006 |
| 1. | 0. | 1. | 0. | 1.  | 1. | 0.7986177 |
| 1. | 0. | 1. | 1. | 1.  | 1. | 0.8940853 |
| 1. | 1. | 0. | 1. | 1.  | 0. | 1.0000000 |
| 1. | 1. | 0. | 2. | 1.  | 0. | 0.9819805 |
| 1. | 1. | 0. | 3. | 1.  | 0. | 0.9607689 |
| 1. | 1. | 0. | 3. | 2.  | 0. | 0.9933993 |
| 1. | 1. | 0. | 4. | 1.  | 0. | 0.9449112 |
| 1. | 1. | 0. | 5. | 1.  | 0. | 0.9332565 |
| 1. | 1. | 0. | 5. | 2.  | 0. | 0.9707253 |
| 1. | 1. | 0. | 5. | 3.  | 0. | 0.9897433 |
| 1. | 1. | 0. | 7. | 2.  | 0. | 0.9522166 |

|                                                      |      |
|------------------------------------------------------|------|
| * EXECUTION TIME (IN CENTIHOUS):                     | 1 *  |
| * TIME TO COMPILE, ASSEMBLE AND OR LOAD IN CENTIHOUS | 2    |
| * TOTAL TIME IN CENTIHOUS                            | 2    |
| 1016000ILG CRISTALOGRAFIA. FABREG                    | 1236 |

# BOLETINES DEL INSTITUTO DE GEOLOGIA

|                                                                                                                                                                           |               |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| 50.— <i>Las Meteoritas Mexicanas</i> , por JOSÉ C. HARO, 1931.                                                                                                            | \$ 50.00 M.N. | \$ 5.00 Dlls. |
| 51.— <i>Zonas Mineras de los Estados de Jalisco y Nayarit</i> , por TOMÁS BARRERA, 1931.                                                                                  | \$ 50.00 M.N. | \$ 5.00 Dlls. |
| 53.— <i>Topografía Sepultada en la Región de Santa Rosalía, B. C.</i> , por IVAN F. WILSON, 1948.                                                                         | \$ 20.00 M.N. | \$ 2.00 Dlls. |
| 54.— <i>Paleontología y Estratigrafía del Plioceno de Yepómera</i> , Edo. de Chihuahua (Primera Parte), por JOHN F. LANCE, 1950.                                          | \$ 20.00 M.N. | \$ 2.00 Dlls. |
| 55.— <i>Los Estudios Paleobotánicos de México</i> , por MANUEL MALDONADO KOERDELL, 1950.                                                                                  | \$ 20.00 M.N. | \$ 2.00 Dlls. |
| 56.— <i>Las Provincias Geohidrológicas de México</i> , (Segunda Parte), por ALFONSO DE LA O. CARREÑO, 1954.                                                               | \$ 30.00 M.N. | \$ 3.00 Dlls. |
| 57.— <i>Espeleología Mexicana, Cuevas de la Sierra Madre Oriental de la Región de Xilitla</i> , por FEDERICO BONET, 1953.                                                 | \$ 20.00 M.N. | \$ 2.00 Dlls. |
| 58.— <i>Geología y Paleontología de la Región de Caborca</i> , por G. ARTHUR COOPER y otros, 1954.                                                                        | \$ 30.00 M.N. | \$ 3.00 Dlls. |
| Pt. III.— <i>Fauna Pérmica de El Antimonio, Oeste de Sonora, México</i> , por G. ARTHUR COOPER y otros, 1965.                                                             | \$ 30.00 M.N. | \$ 3.00 Dlls. |
| 59.— <i>Los Depósitos de Bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que Exista Bauxita en México</i> , por GUILLERMO P. SALAS, 1959.                                   | \$ 30.00 M.N. | \$ 3.00 Dlls. |
| 60.— <i>Geología del Estado de Morelos y de Partes Adyacentes de México y Guerrero</i> , Región Central Meridional de México, por CARL FRIES, JR., 1960.                  | \$ 50.00 M.N. | \$ 5.00 Dlls. |
| 61.— <i>Fenómenos Geológicos de Algunos Volcanes Mexicanos</i> , por LUIS BLÁSQUEZ L., ARMANDO REYES LAGOS, FEDERICO MOOSER y JOSÉ L. LORENZO, 1961.                      | \$ 20.00 M.N. | \$ 2.00 Dlls. |
| 62.— <i>Reconocimiento Geológico en la Sierra Madre del Sur</i> , entre Chilpancingo y Acapulco, Edo. de Guerrero, por ZOLTAN DE CSERNA, 1965.                            | \$ 30.00 M.N. | \$ 3.00 Dlls. |
| 63.— <i>Contribución al Estudio de Minerales y Rocas</i> , por EDUARDO SCHMITTER y RUTH ROJAS DE GÓMEZ, 1962.                                                             | \$ 30.00 M.N. | \$ 3.00 Dlls. |
| 64.— <i>Estudios Geocronológicos de Rocas Mexicanas</i> , por CARL FRIES JR. 1962. Agotado (Out of print).                                                                | \$ 25.00 M.N. | \$ 2.50 Dlls. |
| 65.— <i>Estudios Mineralógicos y Petrográficos del Casquete y la Sal de Algunos Domo Salinos del Istmo de Tehuantepec, México</i> , por SALVADOR ENCISO DE LA VEGA, 1963. | \$ 30.00 M.N. | \$ 3.00 Dlls. |

- 66.—*Revisión Crítica de los Minerales Mexicanos* BOLEITA, por FRANCISCO J. FABREGAT, 1963. \$ 40.00 M.N. \$ 4.00 Dlls.
- 67.—*Salinidad, Batimetría, Temperatura y Distribución de los Sedimentos Recientes de la Laguna de Términos Campeche, México*, Partes I-IV.
- Pt. I.—*Salinidad, Batimetría, Temperatura y Distribución de los Sedimentos Recientes de la Laguna de Términos Campeche, México*, por AMADO YÁÑEZ CORREA, 1963. \$ 25.00 M.N. \$ 2.50 Dlls.
- Pt. II.—*Sistemática y Distribución de los Géneros de Diatomeas de la Laguna de Términos Campeche, México*, por ANGEL SILVA B., 1963. \$ 15.00 M.N. \$ 1.50 Dlls.
- Pt. III.—*Sistemática y Distribución de los Foraminíferos Recientes de la Laguna de Términos Campeche, México*, por AGUSTÍN AYALA, 1963. \$ 75.00 M.N. \$ 7.50 Dlls.
- Pt. IV.—*Sistemática y Distribución de los Micromoluscos Recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*, por ANTONIO GARCÍA CUBAS, 1963. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 68.—*Sistemática y Distribución de los Foraminíferos Recientes de la "Playa Washington" al S.E. de Matamoros, Tamps.*, por LUIS RAFAEL SEGURA V., 1963. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 69.—*Geología del Area delimitada por el Tomatal, Huitzoco y Mayanacán*, Estado de Guerrero por José MA. BOLÍVAR, 1963. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 70.—*Derrames Cineríticos Las Américas de la Región de El Oro Tlalpujahua, Estados de México y Michoacán*, parte centromeridional de México por CARL FRIES JR., C. S. ROSS y ALBERTO OBREGÓN PÉREZ. En preparación (Being prepared)
- 71.—*Estudios Geológicos en los Estados de Durango y San Luis Potosí*, por DIEGO A. CORDOVA, EUGENIO CSERNA y ALEJANDRO BELLO BARRADAS, 1963. \$ 40.00 M.N. \$ 4.00 Dlls.
- 72.—*Revisión Crítica de los Minerales Mexicanos*, la PLUMOSITA, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1964. \$ 40.00 M.N. \$ 4.00 Dlls.
- 73.—*Contribuciones del Laboratorio de Geocronometría*. Partes I-III.
- Pt. I.—*Discusión de Principios y Descripción de la Determinación Geoquímica por el Método Plomo Alfa o Larsen*, por CÉSAR RINCÓN ORTA, 1965.
- Pt. II.—*Nuevas aportaciones Geocronológicas y Técnicas empleadas en el Laboratorio de Geocronometría*, por CARL FRIES, JR., y CÉSAR RINCÓN ORTA. 1965.

- Pt. III.—*Compendio de Edades de Radiocarbono de Muestras Mexicanas de 1962 a 1964*, por JOSEFINA VALENCIA y CARL FRIES, JR., 1965. \$ 45.00 M.N. \$ 4.50 Dlls.
- 74.—*Estudio Geológico en el Estado de Chihuahua*. Partes I-II.
- Pt. I.—*Estudio Geológico en el Estado de Chihuahua*, por LUTHER W. BRIDGES. Geología del Area de Plomosas.
- Pt. II.—*(Notas sobre la Geología de la Región de Placer de Guadalupe y Plomosa, Chih.)*, por ZOLTAN DE CSERNA, 1966. \$ 45.00 M.N. \$ 4.50 Dlls.
- 75.—*Estudios Minerológicos*.
- 1.—*Mineralización de Telurio en la Mina de la Moctezuma, cerca de Moctezuma, Sonora*.
- 2.—*Métodos de Laboratorio para la Separación y Purificación de Muestras Minerales*, 1965. \$ 20.00 M.N. \$ 2.00 Dlls.
- 76.—*Estudios de Mineralogía*. Partes I-III.
- Pt. I.—*Los Minerales de Manganeso de Molango, Hgo.*, por LIBERTO DE PABLO GALÁN.
- Pt. II.—*Caolinita de Estructura Desordenada de Concepción de Buenos Aires, Edo. de Jalisco, México*, por LIBERTO DE PABLO GALÁN.
- Pt. III.—*Nota Preliminar sobre la Identificación por Rayos X, de Oxido Tálico  $TL_2O_3$*  por JESÚS RUIZ CORONA y GLORIA AYALA ROJAS, 1965. \$ 35.00 M.N. \$ 3.50 Dlls.
- 77.—*Los Minerales Mexicanos 3*. DURANGITA, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1966. \$ 45.00 M.N. \$ 4.50 Dlls.
- 78.—*Los Minerales Mexicanos 4*. CUMENGEITA, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1966. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 79.—*Los Minerales Mexicanos 5*. LIVINGSTONITA, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1966. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 80.—*"Biogeología Subsuperficial del Arrecife Alacranes, Yucatán"*, por FEDERICO BONET. \$ 60.00 M.N. \$ 6.00 Dlls.
- 81.—*Ecology Distribution and Texonomy of Recent Ostracoda of Laguna de Términos Campeche, México*, por GUSTAVO A. MORALES. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 82.—*Estudios de Geocronometría y Mineralogía*, por J. PANTOJA A., RICHARD V. GAINES, LIBERTO DE PABLO y F. J. FABREGAT. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.

Para su adquisición diríjase al:  
Instituto de Geología, Oficina de Publicaciones — Ciudad Universitaria,  
México 20. D. F.

Se terminó la impresión del *Boletín*  
82, el 30 de octubre de 1967, en  
los talleres de la EDITORIAL STYLO,  
Durango 290, México, 7. D. F.