

PROGRAMA FORTRAN PARA LA OBTENCION DE PARAMETROS GEOQUIMICOS A PARTIR DE ANALISIS QUIMICOS DE ROCAS

L. G. CORRETGÉ*

En los últimos años, el empleo de métodos instrumentales en el análisis de los elementos mayores de las rocas ígneas y metamórficas, ha tenido como consecuencia la necesidad de automatizar al máximo los procedimientos de cálculos petroquímicos, labor lenta y tediosa cuando se disponen de grandes series de análisis.

Afortunadamente, la utilización de ordenadores nos permiten obtener con comodidad todo tipo de datos.

Con este fin hemos realizado un programa FORTRAN, utilizando siempre sentencias procesables en cualquier tipo de ordenador con la excepción de algunas especificaciones características del lenguaje FORTRAN V, por lo tanto, aunque el programa haya sido escrito para su utilización en el sistema UNIVAC 1108 puede ser adaptado muy fácilmente a otros sistemas de procesamiento.

El programa USLPET realizado, es únicamente paramétrico y tiene la particularidad de procesar indiscriminadamente todos los cálculos, dejando a criterio del petrólogo la conveniencia o inconveniencia de utilizar algunos de los datos del OUTPUT para cada análisis o grupo de análisis en concreto.

Los parámetros se obtienen, unas veces, a partir de los óxidos y otras, a partir de las proporciones moleculares y atómicas, cuya obtención está ultimada en el programa USLPET.

1. Parámetros de V. GOTTINI (1969): De aplicación en series volcánicas. Estos parámetros intentan diferenciar los magmas de quimismo cortical, de los magmas procedentes del manto superior. Los parámetros de Gottini obtenidos a partir del programa son:

$$\text{LOGT} = \log \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}}{\text{TiO}_2}$$

$$\text{LOGR} = \log \frac{(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})^2}{\text{SiO}_2 - 43} \quad (\text{logaritmo del parámetro } \sigma \text{ de RITTMAN 1957})$$

2. Parámetro X de LARSEN (1938).

$$X = \frac{\text{SiO}_2}{3} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO} - \text{MgO} - \text{CaO}$$

Este parámetro de gran poder dispersivo nos permite comprobar las variaciones en el quimismo de series poco diferenciadas, utilizando el valor X como abscisa y como ordenadas el porcentaje de cada uno de los óxidos.

* Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad de Salamanca.

3. Parámetros de NIGGLI (BURRI, 1964), ampliamente utilizados para comparar con comodidad el quimismo de las rocas tanto ígneas como metamórficas.

4. Número de cuarzo %: Se obtienen a partir de los parámetros de Niggli y es una expresión de saturación de la roca con respecto al SiO_2 . En el programa viene expresado como QZ:

$\text{QZ} > 0$, existencia de SiO_2 como óxido (cuarzo).

$\text{QZ} = 0$, paragénesis sin cuarzo pero con fases ricas en sílice (piroxenos, feldespatos).

$\text{QZ} < 0$, presencia de silicatos pobre en sílice (melilitas, olivino, feldespatoides).

5. Características cifradas de ZAVARITZKY (1950): de gran utilidad en el estudio de series volcánicas y subvolcánicas. En el programa los parámetros se expresan de la forma habitual: A, B, C y C (—).

6. Parámetros de H. DE LA ROCHE (1964) aplicables a granitoides: Estos parámetros son hoy los más altamente dispersivos y por lo tanto puramente adecuados para el estudio de series poco evolucionadas tal como acontece en la mayoría de los batolitos graníticos.

En el programa USLPET, hemos utilizado los variables ROGAL, ROGMAF y ROGSIL, equivalentes a los siguientes valores de H. de la Roche.

$$\text{ROGAL} = (\text{K} + \text{Ca}) - \text{Na}$$

$$\text{ROGMAF} = \text{Fe} + \text{Mg} + \text{Ti}$$

$$\text{ROGSIL} = \text{Si}/3 - (\text{Na} + \text{K} + 2\text{Ca}/3)$$

7. Control de contenido en cuarzo en los granitos: utilizando los sistemas de H. DE LA ROCHE (1964). Estos parámetros nos sirven para comprobar si existe una buena correspondencia entre el contenido modal medio y el análisis químico. Se trata de un cálculo normativo simple.

$$\text{CUAR} = \% \text{ en peso de cuarzo} = \frac{\text{Si}/3 - (\text{K} + \text{Na} + 2\text{Ca}/3)}{5.55}$$

8. Control de contenido en biotita en los granitos: El cálculo es sumamente útil en los granitos biotíticos o en los de dos micas.

$$\text{BIOT} = \% \text{ en peso de biotita} = \frac{\text{Fe} + \text{Mg} + \text{Ti}}{5.55}$$

9. Parámetros $(\text{Al}/3 - \text{Na})$ y $(\text{Al}/3 - \text{K})$ de H. DE LA ROCHE (1968): Estos parámetros permiten la separación de los dominios volcánicos y sedimentarios y sirven como guía de estudio de formación plutónica y metamórfica. En el programa vienen expresados por la variable ALSOD y ALPOT.

$$\text{ALSOD} = \frac{\text{Al}}{3} - \text{Na}$$

$$\text{ALPOT} = \frac{\text{Al}}{3} - \text{K}$$

10. Parámetros de KARAYEVA (1969). Utilizado especialmente en la Geoquímica de granitoides mineralizados (granitos a granodioritas) los parámetros que denominamos AR y AB, sirven para describir la alcalinidad de la roca y el grado de albitización.

$$AR = (Na + K) - Ca$$

$$AB = (Na - Ca) / K$$

11. Parámetros de DE LA ROCHE & LETERRIER (1973), en rocas volcánicas: Este procedimiento basado en una transposición del tetraedro de Tilley permite diferenciar muy claramente todas las series volcánicas, merced al gran poder dispersivo de los parámetros y a la proyección del plano crítico de subsaturación (Cpx — Pl — Ol). En USLPET los denominamos

$$ROVAB = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$$

$$ROVOR = 6Ca + 2Mg + Al$$

12. Parámetros de OPLETAL (1971), son modificación de los de KOLER-RAAZ (1951). Proporcionan un tipo de cálculo normativo. Los análisis se procesan de forma diferente según pertenezcan a diferentes tipos de rocas:

$$\text{Grupo I: } AlK + 2(Ca + Ba + Sr) > Al > AlK$$

$$\text{Grupo II: } AlK + 2(Ca + Ba + Sr) > Al < AlK$$

$$\text{Grupo III: } AlK + 2(Ca + Ba + Sr) > Al$$

Los pasos concretos que se efectúan en cada caso pueden consultarse en la obra de OPLETAL o en el listado del programa. Los parámetros que se obtienen, nueve en total, se proyectan en dos triángulos, pudiendo unirse los valores de dos a dos por medio de un vector. La información que proporcionan los parámetros de OPLETAL es la siguiente:

a) Relación de los grupos de componentes ($> qz$, f , fm) que representan respectivamente al cuarzo libre, feldespatos y componentes máficos. En nuestro programa:

$$QZ = \pm qz$$

$$F1 = F$$

$$FM2 = fm$$

b) Relación porcentual de los componentes $K - Na - Ca$, ligados a enlaces feldespáticos expresados en el programa con los variables:

$$SOD = Na$$

$$CAL = Ca$$

$$POT = K$$

c) Basicidad teórica de la plagioclase: BASPG.

d) Relación porcentual de los componentes ligados a componente máfico:

$$\text{Grupo I: } Fe - Mg - Ca_1$$

$$\text{Grupo II: } Fe - Mg - Na_1$$

$$\text{Grupo III: } Fe - Mg - Al$$

Expresados en el programa por las variables FER, MAG, CAL, ALUM y SODIO.

Los datos de entrada se han programado en formato (4A1, 10F6.2). Los caracteres A1 corresponden a la etiqueta de referencia del análisis, que nos permitirá por medio de cuatro caracteres numéricos, alfabéticos o alfanuméricos, identificar con facilidad el análisis.

Los óxidos utilizados en este programa son 10, reservándonos seis espacios para cada análisis, incluyendo el punto decimal y dos decimales. El orden de entrada es SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅.

Los datos de salida, incluyen como encabezamiento, la etiqueta del análisis, los valores de los óxidos utilizados como datos de entrada y a continuación todos los parámetros procesados por el ordenador, con sus etiquetas de identificación correspondientes.

Para mayor comodidad del lector incluimos el OUTPUT de un análisis a continuación del listado del programa.

BIBLIOGRAFIA

- BURRI, C. (1964): *Petrochemical calculations based on equivalents (Methods of Paul Niggli)*. Israel Program Sci. Transl.; Jerusalem.
- GOTTINI, V. (1969): *Nuovo metodo di calcolo petrochimico per distinguere i magmi anatectici cristallini da quelli provenienti dal mantello superiore*. Boll. d. sed. Accad. Gioenia Sci. Nat.; [IV] 9 (9); 609-618; Catania.
- KARAYEVA, Z. G. (1969): *Geochemistry of Mineralized granitoids*. Dok. Akad. Nauk. SSSR; 179; 164-167.
- KÖHLER, A. & RAAZ, F. (1951): *Über eine neue Berechnung und graphische Darstellung von Gesteinsanalysen*. N. Jb. Mineral., Mh.; 247-263; Stuttgart.
- LARSEN, E. S. (1938): *Some new variation diagrams for groups of igneous rocks*. J. Geol.; 46 (3); 505-520.
- OPLETAL, M. (1971): *A modified calculation and new graphical representation of the rock analyses*. Acta Univ. Carolinae Geol. Hejtmán Voe.; 1/2; 109-122.
- RITTMANN, A. (1957): *On the serial character of Igneous Rock*. Egypt. Journ. Geol.; 1; 23-48; Cairo.
- LA ROCHE, H. DE (1964): *Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition minéralogique quantitative des roches cristallines. Présentation d'un diagramme destiné à l'étude chimico-minéralogique des massifs granitiques ou granodioritiques. Application aux Vosges cristallines*. Sci. de la Terre; 9; 293-337; Nancy.
- (1968): *Comportement géochimique différentiel de Na, K et Al dans les formations volcaniques et sédimentaires: un guide pour l'étude des formations métamorphiques et plutoniques*. C. R. Acad. Sci.; 267 (D); 39-42; Paris.
- LA ROCHE, H. DE et LETERRIER, J. (1973): *Transposition du tétraèdre minéralogique de Yoder et Tilley dans un diagramme chimique de classification des roches basaltiques*. C. R. Acad. Sc.; 276 (D); 3115-3118; Paris.
- ZAVARITZKY, A. N. (1950): *Introduction to the Petrochemistry of the Igneous Rocks (in Russian)*, Moscow, in GORSHKOV, G. S.: "Volcanism and the upper mantle. Investigation in the Kurile Island Arc". Plenum Press, New York, 1970.

```

C      DEPARTAMENTO DE PETROLOGIA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
C      PROGRAM. L.G.CORRETGE UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
C      PROGRAMA USLPET, CALCULOS PETROQUIMICOS
      REAL LOGT, LOGR, K, MG, MAG, NQZ
      DIMENSION Z(10), A(10), B(10), N(4)
1 READ(5,70,END=160) N,Z
C      PARAMETROS DE V.GOTTINI
      IF((Z(3)-Z(8)).LT.0..OR.Z(2).LE.0.)GO TO 5
      IF((Z(1)-43.).LE.0.)GO TO 5
      LOGT=ALOG10((Z(3)-Z(8))/Z(2))
      LOGR=ALOG10((Z(9)+Z(8))*2./(Z(1)-43.))
C      DIAGRAMA DE LARSEN, VALOR DE LA ABCISA X
5 X= Z(1)/3.+7(9)-Z(5)-Z(6)-Z(7)
C      CALCULO DE NUMEROS MOLECULARES EQUIVALENTES
      A(1)=Z(1)*1000./60.06
      A(2)=Z(2)*1000./79.90
      A(3)=Z(3)*1000./101.94
      A(4)=Z(4)*1000./159.68
      A(5)=Z(5)*1000./71.84
      A(6)=Z(6)*1000./40.32
      A(7)=Z(7)*1000./56.08
      A(8)=Z(8)*1000./61.99
      A(9)=Z(9)*1000./94.19
      A(10)=Z(10)*1000./141.96
C      CALCULO DE PARAMETROS DE NIGGLI
      AFE = A(4)*2.+A(5)+A(6)
      AK = A(8)+ A(9)
      SUM= A(3)+ AFE+A(7)+AK
      SI = A(1)* 100./SUM
      AL = A(3)* 100./SUM
      FM = AFE * 100./SUM
      ALK= AK * 100./SUM
      C = A(7)* 100./SUM
      K=A(9)/(A(8)+A(9))
      TI = A(2)* 100./SUM
      MG = A(6)/AFE
      P=A(10)*100./SUM
      W = 2.* A(4)/(2.*A(4)+A(5))
C      NUMERO DE CUARZO
      IF(ALK-AL)11,12,12
11 NQZ = SI-(100. +4.*ALK)
      GO TO 20
12 NQZ = SI-(100. +3.*AL+ALK)
C      NUMEROS ATOMICOS EQUIVALENTES
20 B(1)= A(1)
      B(2)= A(2)
      B(3)= A(3)*2.
      B(4)= A(4)*2.
      B(5)= A(5)
      B(6)= A(6)
      B(7)= A(7)
      B(8)= A(8)*2.
      B(9)= A(9)*2.
      B(10)=A(10)*2.
C      CARACTERISTICAS CIFRADAS DE ZAVARITZKY
      IF((A(7)+A(8)+A(9)).GE.A(3).AND.A(3).GE.(A(8)+A(9)))GO TO 24
      IF( A(3).LT.(A(8)+A(9))) GO TO 26
      IF( A(3).GT.(A(7)+A(8)+A(9))) GO TO 28
24 AZ1 = 2.*_ALK
      CZ1 = AL-ALK
      BZ1 = FM+C-CZ1
      SZ1 = SI
      SZA = AZ1+CZ1+BZ1+SZ1
      AZ = AZ1* 100./SZA

```

```

CZ = CZ1* 100./SZA
BZ = BZ1* 100./SZA
SZ = SZ1* 100./SZA
GO TO 29
26 AZ1 = 2.*AL
CZ1N= 2.*(ALK-AL)
BZ1 = FM+C-2.*(ALK-AL)
SZ1 = SI
SZA = AZ1+CZ1N+BZ1+SZ1
AZ = AZ1 *100./SZA
CZN = CZ1N*100./SZA
BZ = BZ1 *100./SZA
SZ = SZ1 *100./SZA
GO TO 29
28 AZ1 = 2.*ALK
CZ1 = C
BZ1 = FM +2.*(AL-ALK)-2.*C
SZ1 = SI
SZA = AZ1+CZ1+BZ1+SZ1
AZ = AZ1*100./SZA
CZ = CZ1*100./SZA
BZ = BZ1*100./SZA
SZ = SZ1*100./SZA
29 CONTINUE
C CALCULO DE PARAMETROS DE H.DE LA ROCHE EN ROCAS GRANITICAS
ROGAL= (B(9)+ B(7))-B(8)
ROGMAF= B(4)+B(5)+B(6)+B(2)
ROGSIL= B(1)/3.-(B(8)+B(9)+2.*B(7)/3.)
C CONTROL DE CONTENIDO EN CUARZO
CUAR= ROGSIL/5.55
C CONTROL DE CONTENIDO EN BIOTITA
BIOT= ROGMAF/5.55
C DIAGRAMA DE H.DE LA ROCHE AL/3-NA+AL/3-K
ALSOD= B(3)/3.-B(8)
ALPOT= B(3)/3.-B(9)
C PARAMETROS DE KARAYEVA
C ALCALINIDAD DE LA ROCA=AR
AR= B(8)+B(9)-B(7)
C GRADO DE ALBITIZACION=AB
AB= (B(8)-B(7))/B(9)
C CALCULO DE PARAMETROS DE LA ROCHE EN ROCAS VOLCANICAS
ROVAB = 4.*B(1)-11.*(B(8)+B(9))-2.*(B(4)+B(5)+B(2))
ROVOR = 6.*B(7)+2.*B(6)+B(3)
C PARAMETROS DE OPLETAL (KOHLE-RAAZ MODIFICADOS)
C1= B(7)-5.*B(10)/3.
ALKAL = B(8)+ B(9)
FM1 = B(2)+B(4)+B(5)+B(6)
IF((ALKAL + 2.* B(7))-B(3)) 30,40,40
30 X3 =B(3)-(ALKAL +2.*C1)
SILIF = 3.* ALKAL + 2.*C1 +FM1
QZ = (B(1)- SILIF)- X3/6.
F=B(8)+C1+(B(3)-X3/3.)
FM2 = FM1 +X3 +X3/6.
SUMK= QZ + F + FM2
QZ = 100* QZ/SUMK
F1 = 100 * F/SUMK
FM2= 100 * FM2/SUMK
C ALCALIS Y ALCALINOTERREOS
SOD = 100.*B(8)/(B(8)+C1+B(9)-X3/3.)
CAL = 100.*C1/(B(8)+C1+B(9)-X3/3.)
POT = 100.*(B(9)-X3/3.)/(B(8)+C1+B(9)-X3/3.)
C BASICIDAD HIPOTETICA DE LA PLAGIOCLASA
BASPG = (CAL*100.)/(CAL+SOD)
C DISTRIBUCION DE LOS CATIONES FEMICOS Y ALUMINIO

```

```

TOTAL = B(4)+ B(5) +B(6) + X3
FER = 100.*(B(4)+B(5))/TOTAL
MAG = 100.*B(6)/TOTAL
ALUM = 100.*X3/TOTAL
GO TO 800
40 IF( B(3)-ALKAL ) 50,60,60
50 X2 = ALKAL -B(3)
F = (B(8)-X2) + B(9)
FM2= FM1 +C1 + X2
SILIF = 3*F + FM2
QZ = B(1)- SILIF
SUMK = QZ +F + FM2
QZ = 100.* QZ/ SUMK
F1 = 100.* F/ SUMK
FM2= 100.* FM2/SUMK
C PORCENTAJE DE ALCALIS
SOD = (B(8)-X2)* 100./((B(8)-X2+ B(9))
POT = B(9)*100./((B(8)-X2+B(9))
C FERRROMAGNESTANOS Y SODIO LIGADO A ACMITA
TOTAL = B(4)+ B(5) +B(6) + X2
FER = 100.* (B(4)+ B(5))/TOTAL
MAG = 100.*B(6)/TOTAL
SODIO= 100.*X2/TOTAL
GO TO 800
60 X1 =(ALKAL + 2.* C1)- B(3)
C2 =C1 - X1/2.
FM2= FM1 +X1/2.
SILIF = 3.* ALKAL +2.*C2+FM2
QZ = B(1)-SILIF
F= B(9) +B(8)+ C2
SUMK = QZ + F + FM2
QZ = 100.* QZ /SUMK
F1 = 100.* F/SUMK
FM2= 100.* FM2/SUMK
C ALCALIS Y ALCALINOTERREOS EN PLAGIOCLASAS
POT = 100.* B(9)/F
SOD = 100.* B(8)/F
CAL = 100.* C2/F
C BASICIDAD HIPOTETICA DE LA PLAGIOCLASA
BASPG=(CAL*100.)/(CAL+SOD)
FER = B(4)+ B(5)
MAG = B(6)
CAL= X1/2.
C DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS CAT. FEMICOS EN LOS MIN. OSCUROS
SUMFE = FER + MAG + CALC
FER = 100.* FER/ SUMFE
MAG = 100.* MAG/ SUMFE
CALC= 100.* CALC/SUMFE
800 WRITE (6,10) N,Z
WRITE(6,80)LOGT,LOGR
WRITE(6,85)X
WRITE(6,90) SI,AL,FM,ALK,C,K,TI,MG,P,W,NQZ
WRITE (6,95) AZ,CZ,CZN,BZ,SZ
WRITE(6,100) ROGAL,ROGMAF,ROGSIL
WRITE(6,105)CUAR,BIOT,ALSOD,ALPOT
WRITE(6,107)AR,AB
WRITE(6,110) ROVAS ,ROVOR
WRITE(6,120) QZ,F1,FM2
WRITE(6,130) SOD,CAL,POT
WRITE(6,140) BASPG
WRITE(6,150) FER,MAG,ALUM,SODIO,CALC
70 FORMAT (4A1,10(F6.2))
10 FORMAT(1H1,4HNUM.,4A1,/1H0,16HANALISIS QUIMICO/1H0,3HSI=,F6.2,2X,
13HTI=,F6.2,2X,3HAL=,F6.2,2X,4HFE3=,F6.2,2X,4HFE2=,F6.2,2X,3HMG=

```

```

      2,F6.2,2X,3HCA=,F6.2,2X,3HNA=,F6.2,2X,2HK=,F6.2,2X,2HP=,F6.2)
80  FORMAT(1H0,21HPARAMETROS DE GOTTINI/1H0,5HLOGT=,F6.2,2X,5HLOGR=
      1,F6.2)
85  FORMAT(1H0,44HPARAMETRO DE LARSEN X=SI02/3+K2O-FE0-MG0-CA0/1H0,
      12HX=,F7.2)
90  FORMAT(1H0,20HPARAMETROS DE NIGGLI/1H0,3HSI=,F7.2,2X,3HAL=,F7.2,
      12X,3HFM=,F7.2,2X,4HALK=,F7.2,2X,2HC=,F7.2,2X,2HK=,F7.2,2X,3HTI=
      2,F7.2,2X,3HMC=,F7.2,2X,2HP=,F7.2,2X,2HW=,F7.2/4HNQZ=,F7.2)
95  FORMAT(1H0,38HCARACTERISTICAS CIFRADAS DE ZAVARITZKY/1H0,
      22HA=,F6.2,2X,2HC=,F6.2,2X,5HC(-)=,F6.2,2X,2HB=,F6.2,
      32X,2HS=,F6.2)
100 FORMAT(1H0,34HPARAMETROS DE LA ROCHE EN GRANITOS/1H0,6HROGAL=
      1,F9.2,2X,7HROGMAF=,F9.2,2X,7HROGSIL=,F9.2)
105 FORMAT(1H0,30HCONTROL DE CONTENIDO EN CUARZO/1H0,5HCUAR=
      1,F7.2/1H0,31HCONTROL DE CONTENIDO EN BIOTITA/1H0,5HBIOT=
      2,F7.2//1H0,40HDIAGRAMA DE H DE LA ROCHE AL/3-NA,AL/3-K/1H0,
      36HALSOD=,F9.2,2X,6HALPOT=,F9.2)
107 FORMAT(1H0,22HPARAMETROS DE KARAYEVA/1H0,3HAR=,F7.2,2X,3HAB=
      1,F5.2)
110 FORMAT(1H0,36HPARAMETROS DE LA ROCHE EN VOLCANICAS/1H0,6HROVAB=
      1,F9.2,2X,6HROVOR=,F9.2)
120 FORMAT(1H0,33HPARAMETROS DE OPLETAL(KOLER-RAAZ)//1H0,3HQZ=,F7.2,
      12X,3HF1=,F7.2,2X,4HFM2=,F7.2)
130 FORMAT(1H0,4HSGD=,F7.2,2X,4HCAL=,F7.2,2X,4HPOT=,F7.2)
140 FORMAT(1H0,35HBASICIDAD TEORICA DE LA PLAGIOCLASA/1H0,6HBASPG=
      1,F7.2)
150 FORMAT(1H0,4HFE=,F7.2,2X,4HMAG=,F7.2,2X,5HALUM=,F7.2,2X,6HSODIO=
      1,F7.2,2X,5HCAL=,F7.2)
      GO TO 1
160 STOP
      END

```


NUM.F538

ANALISIS QUIMICO

SI= 73.50 TI= .16 AL= 13.07 FE3= .77 FE2= 1.65 MG= 1.12 CA= .75 NA= 2.74 K= 4.86 P= .06

PARAMETROS DE GOTTINI

LOGT= 1.81 LOGP= .28

PARAMETRO DE LARSEN X=SI02/3+K2O-FE0-MG0-CA0

X= 25.84

PARAMETROS DE NIGGLI

SI= 410.97 AL= 43.06 FM= 20.28 ALK= 32.17 C= 4.49 K= .54 TI= .67 MG= .46 P= .14 W= .30

OZ= 192.29

CARACTERISTICAS CIFRADAS DE ZAVARITZKY

A= 12.55 C= .88 C(-)= .00 B= 6.45 S= 80.13

PARAMETROS DE LA ROCHE EN GRANITOS

ROGAL= 28.17 ROGMAF= 62.39 ROGSIL= 207.41

CONTROL DE CONTENIDO EN CUARZO

CUAR= 37.37

CONTROL DE CONTENIDO EN BIOTITA

BIOT= 11.24

DIAGRAMA DE H DE LA ROCHE AL/3-NA*AL/3-K

ALSOD= -2.93 ALPOT= -17.72

PARAMETROS DE KARAYEVA

AR= 178.22 AB= .73

PARAMETROS DE LA ROCHE EN VOLCANICAS

ROVAB= 2718.31 ROVOR= 392.22

PARAMETROS DE OPLETAL (KOLER-RAAZ)

OZ= 64.94 FI= 22.19 FM2= 12.86

SOD= 46.54 CAL= 6.30 POT= 47.16

BASICIDAD TEORICA DE LA PLAGIOCLASA

BASPG= 11.92

FER= 32.20 MAG= 27.42 ALUM= 40.38 SODIO= .00 CAL= .00