



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**ANALISIS QUIMICOS DE MINERALES DE
ROCAS IGNEAS POR MICROSONDA
ELECTRONICA, EN LA HOJA Nº 80 (BURON)
DEL MAPA GEOLOGICO NACIONAL (1:50.000).**

AUTOR: GLORIA GALLASTEGUI SUAREZ

JUNIO, 1989



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

ANALISIS POR MICROSONDA ELECTRONICA.

CALCULO DE

CONDICIONES OPERATIVAS Y PATRONES ESTANDAR.

Los análisis químicos fueron realizados por G. GALLASTEGUI (División de Geología del I.T.G.E.) con una microsonda electrónica en la Universidad de Clermont Ferrand (Francia) y en los Laboratorios de los Servicios Comunes de la Universidad de Oviedo, en ambos casos CAMEBAX de CAMECA. Las condiciones operativas para la realización de los análisis han sido:

-Corriente de imagen 10 nano A.

-Energía de activación 15 Kv.

-Tiempo de integración 10 s

-Patrones estándar suministrados por el B.R.G.M.:

<u>Elemento</u>	<u>Patrón</u>
Si	Albita
Si	Wollastonita
Ti	MnTiO ₃
Ni	NiO
Al	Al ₂ O ₃
Cr	Cr ₂ O ₃
Fe	Fe ₂ O ₃
Fe	Andradita
Mn	MnTiO ₃
Mg	MgO
Ca	Wollastonita
Na	Albita
K	Ortosa

Los resultados obtenidos fueron sometidos posteriormente al programa de corrección ZAF incorporado en la propia microsonda electrónica.

CALCULO DE LAS FORMULAS ESTRUCTURALES.

Para la clasificación química de los anfíboles, las fórmulas estructurales se han calculado considerando que la suma de cationes menos Ca, Na, K es igual a 13 para los cálcicos e igual a 15 (menos K) para los ferromagnesianos. También se ha calculado la cantidad de Fe^{3+} mediante la diferencia de cargas; la cantidad determinada representa la máxima cantidad de Fe^{3+} compatible con la estequiometría. Se han utilizado los análisis cuyo rango de contenido total varía entre 94 y 98 % (Fe^{2+} total y sin H_2O) siguiendo criterios de HELZ¹ (1982).

Las fórmulas estructurales de las plagioclasas se han calculado en base a 8 oxígenos y las de las prehnitas en base a 22 oxígenos

¹HELZ, R.T.(1982).- Phase relations and compositions of amphiboles produced in studies of the melting behavior of rocks (RTH), in: VEBLEN, D.R. & RIBBE, P.H. (Eds.), Amphiboles: Petrology and experimental phase relations, Reviews in Mineralogy, 13, Min. Soc. Am.,279-353.

ANFIBOLES. BURON.

Muestra NºA.Q.	3053-A ₁ 131	3053-A ₁ 132	3053-A ₁ 133	3053-A ₁ 134	3018-E 112	3018-E 113	3018-E 115	3070 1	3070 2
K ₂ O	0.65	0.61	0.54	0.63	0.64	0.6	0.62	0.66	0.64
CaO	12.14	11.73	11.66	11.62	11.98	11.4	11.49	11.905	12.27
TiO ₂	3.19	2.46	2.16	2.35	2.51	2.76	2.96	2.931	2.808
FeO _t	8.2	10.28	10.72	10.52	7.84	11.22	10.54	7.916	7.898
MnO	0.2	0.14	0.17	0.21	0.2	0.24	0.17	0.234	0.226
Cr ₂ O ₃	0.25	0.12	0.13	0.13	0.6	0.02	0.12	0.395	0.258
Na ₂ O	2.44	2.27	2.2	2.22	2.34	2.02	2.14	2.269	2.221
SiO ₂	42.73	43.05	44.63	43.64	42.57	43.04	42.7	42.284	42.417
Al ₂ O ₃	13.72	13	11.79	12.86	12.61	11.95	11.88	12.97	12.326
MgO	15.17	14.43	14.69	14.75	15.46	13.83	14.15	14.858	14.982
NiO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.152	0.022
TOTAL	98.69	98.09	98.69	98.93	96.75	97.08	96.77	96.574	96.068

FORMULA ESTRUCTURAL

Si	6.095	6.181	6.358	6.191	6.179	6.257	6.232	6.164	6.237
Al	2.307	2.201	1.980	2.151	2.158	2.048	2.044	2.229	2.137
Ti	0.342	0.266	0.231	0.251	0.274	0.302	0.325	0.321	0.311
Cr	0.028	0.014	0.015	0.015	0.069	0.002	0.014	0.046	0.030
Fe ⁺⁺⁺	0.284	0.537	0.559	0.689	0.362	0.596	0.511	0.270	0.117
Fe ⁺⁺	0.694	0.698	0.718	0.559	0.589	0.769	0.775	0.695	0.854
Mn	0.024	0.017	0.021	0.025	0.025	0.030	0.021	0.029	0.028
Mg	3.225	3.088	3.119	3.119	3.344	2.997	3.078	3.228	3.283
Ni	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.018	0.003
Ca	1.855	1.805	1.780	1.766	1.863	1.776	1.797	1.860	1.933
Na	0.675	0.632	0.608	0.611	0.659	0.569	0.606	0.641	0.633
K	0.118	0.112	0.098	0.114	0.119	0.111	0.115	0.123	0.120
TOTAL	15.649	15.548	15.486	15.491	15.640	15.457	15.518	15.624	15.687
Al IV	1.905	1.819	1.642	1.809	1.821	1.743	1.768	1.836	1.763
Al VI	0.402	0.382	0.338	0.342	0.337	0.306	0.276	0.393	0.374
Na B	0.145	0.195	0.220	0.234	0.137	0.224	0.203	0.140	0.067
Na A	0.530	0.437	0.387	0.377	0.522	0.345	0.402	0.501	0.567
(Na+K)A	0.649	0.548	0.486	0.491	0.640	0.457	0.518	0.624	0.687
[Ca+Na]B	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Mg*	0.823	0.816	0.813	0.848	0.850	0.796	0.799	0.823	0.794

ANFIBOLES. BURON.

Muestra NºA.Q.	3070 ₄ 7	3070 ₄ 8	3070 ₄ 11	3070 ₄ 12 ¹	3070 ₄ 13 ¹	3070 ₄ 15 ¹	3070 ₄ 16	3070 ₄ 18	3070 ₄ 19
K ₂ O	0.474	0.463	0.501	0.579	0.433	0.701	0.612	0.601	0.562
CaO	10.959	10.934	10.947	11.41	11.023	11.755	11.992	12.218	12.059
TiO ₂	1.15	0.619	1.061	1.72	1.063	2.612	2.429	2.956	2.835
FeO _t	10.072	10.31	10.683	10.442	10.169	9.178	8.975	8.389	8.308
MnO	0.248	0.316	0.212	0.181	0.18	0.262	0.129	0.055	0.218
Cr ₂ O ₃	0.085	0.205	0.112	0.01	0.117	0.179	0.038	0.299	0.18
Na ₂ O	1.777	1.762	1.738	2.063	1.818	2.068	2.021	2.165	2.27
SiO ₂	45.23	45.282	44.576	44.238	44.793	42.513	43.525	42.555	42.249
Al ₂ O ₃	11.016	10.976	11.039	11.769	11.315	12.584	12.566	12.69	13.226
MgO	15.49	15.372	14.791	14.691	14.861	14.432	14.883	14.975	14.701
NiO	0.027	0.098	0.173	0.013	0.116	0.044	0.169	0.151	0.004
TOTAL	96.528	96.337	95.833	97.116	95.888	96.328	97.339	97.054	96.612

FORMULA ESTRUCTURAL

Si	6.469	6.488	6.455	6.375	6.476	6.217	6.278	6.183	6.160
Al	1.858	1.854	1.885	2.000	1.928	2.170	2.137	2.174	2.273
Ti	0.124	0.067	0.116	0.186	0.116	0.287	0.263	0.323	0.311
Cr	0.010	0.023	0.013	0.001	0.013	0.021	0.004	0.034	0.021
Fe ⁺⁺⁺	1.003	1.076	0.979	0.665	0.867	0.398	0.389	0.254	0.249
Fe ⁺⁺	0.202	0.160	0.315	0.593	0.363	0.724	0.693	0.766	0.765
Mn	0.030	0.038	0.026	0.022	0.022	0.032	0.016	0.007	0.027
Mg	3.302	3.283	3.192	3.155	3.202	3.145	3.199	3.243	3.194
Ni	0.003	0.011	0.020	0.002	0.013	0.005	0.020	0.018	0.000
Ca	1.680	1.679	1.699	1.762	1.708	1.842	1.853	1.902	1.884
Na	0.493	0.490	0.488	0.576	0.510	0.586	0.565	0.610	0.642
K	0.086	0.085	0.093	0.106	0.080	0.131	0.113	0.111	0.105
TOTAL	15.259	15.253	15.279	15.445	15.297	15.559	15.531	15.623	15.630
Al IV	1.531	1.512	1.545	1.625	1.524	1.783	1.722	1.817	1.840
Al VI	0.327	0.342	0.340	0.375	0.404	0.387	0.415	0.356	0.433
Na B	0.320	0.321	0.301	0.238	0.292	0.158	0.147	0.098	0.116
Na A	0.172	0.168	0.187	0.338	0.217	0.428	0.419	0.512	0.526
(Na+K)A	0.259	0.253	0.279	0.445	0.297	0.559	0.531	0.623	0.630
(Ca+Na)B	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Mg*	0.942	0.954	0.910	0.842	0.898	0.813	0.822	0.809	0.807

ANFIBOLES. BURON.

Muestra NºA.Q.	3070 ₁ 20	3070 ₁ 21	3070 ₁ 25	3067 ₁ 12	3067 ₁ 17	3066 ₁ 20	3066 ₁ 22
K ₂ O	0.633	0.752	0.602	0.577	0.274	0.691	0.261
CaO	11.983	11.826	11.34	11.815	12.713	11.413	12.25
TiO ₂	4.793	4.7	0.776	4.343	0.509	1.713	3.047
FeO _t	8.373	8.401	9.238	11.472	13.903	12.51	11.328
MnO	0.262	0.198	0.248	0.112	0.279	0.297	0.238
Cr ₂ O ₃	0.083	0.265	0.052	0.026	0	0.088	0.128
Na ₂ O	2.222	2.05	1.906	1.896	0.246	1.719	0.751
SiO ₂	42.036	42.195	45.75	42.531	52.718	44.875	50.916
Al ₂ O ₃	13.462	12.909	11.451	12.66	3.066	10.695	5.674
MgO	14.649	14.546	15.815	13.644	14	13.371	15.296
NiO	0	0	0.107	0	0.08	0.119	0
TOTAL	98.496	97.842	97.285	99.076	97.788	97.491	99.889

FORMULA ESTRUCTURAL

Si	6.029	6.093	6.502	6.092	7.657	6.512	7.158
Al	2.276	2.198	1.919	2.138	0.525	1.830	0.940
Ti	0.517	0.510	0.083	0.468	0.056	0.187	0.322
Cr	0.009	0.030	0.006	0.003	0.000	0.010	0.014
Fe ⁺⁺⁺	0.203	0.193	0.812	0.480	0.000	0.597	0.142
Fe ⁺⁺	0.801	0.822	0.286	0.894	1.689	0.921	1.190
Mn	0.032	0.024	0.030	0.014	0.034	0.037	0.028
Mg	3.131	3.130	3.350	2.912	3.030	2.892	3.205
Ni	0.000	0.000	0.012	0.000	0.009	0.014	0.000
Ca	1.842	1.830	1.727	1.813	1.978	1.775	1.845
Na	0.618	0.574	0.525	0.527	0.069	0.484	0.205
K	0.116	0.139	0.109	0.105	0.051	0.128	0.047
TOTAL	15.575	15.542	15.361	15.445	15.098	15.386	15.097
Al IV	1.971	1.907	1.498	1.908	0.343	1.488	0.842
Al VI	0.306	0.290	0.421	0.229	0.182	0.342	0.099
Na B	0.158	0.170	0.273	0.187	0.022	0.225	0.155
Na A	0.460	0.404	0.252	0.340	0.048	0.258	0.050
(Na+K)A	0.575	0.542	0.361	0.445	0.098	0.386	0.097
(Ca+Na)B	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Mg*	0.796	0.792	0.921	0.765	0.642	0.758	0.729

PLAGIOCLASAS. BURON.

Muestra NºA.Q.	3070 1 5	3070 1 22	3070 1 23
Na2O	5.919	6.829	7.594
K2O	0.391	0.423	0.439
CaO	9.646	8.107	6.375
TiO2	0.076	0.1	0.062
Fe2O3	0	0	0
FeOt	0.09	0.093	0.112
MnO	0.056	0.228	0.054
Cr2O3	0	0	0
SiO2	57.002	59.025	61.036
Al2O3	26.754	25.664	24.112
MgO	0.017	0.027	0
NiO	0	0.072	0.13
TOTAL	99.951	100.568	99.914

FORMULA ESTRUCTURAL (PARA 8 OXIGENOS)

Si	2.563	2.630	2.720
Al	1.418	1.348	1.267
Ti	0.003	0.003	0.002
Cr	0.000	0.000	0.000
Fe+++	0.000	0.000	0.000
Fe++	0.003	0.003	0.004
Mn	0.002	0.009	0.002
Mg	0.001	0.002	0.000
Ni	0.000	0.003	0.005
Ca	0.465	0.387	0.304
Na	0.516	0.590	0.656
K	0.022	0.024	0.025
TOTAL	4.994	4.999	4.985
OR	2.236	2.402	2.533
AB	51.439	58.935	66.580
AN	46.325	38.663	30.887

PREHNITAS BURON

Muestra Nº A.Q.	3067 6	3067 8	3067 1	3067 3	3067 5	3067 8	3067 10
Na2O	0	0,01	0	0,02	0	0	0
K2O	0	0,06	0	0,11	0,08	0,06	0
CaO	27,52	27,22	28,18	28,75	28,09	27,62	27,07
TiO2	0,16	0,39	0,22	0	0,43	0,27	0,33
Fe2O3	0	0	0	0	0	0	0
FeOt	0,32	0,11	0,04	0,48	0	0,18	0,2
MnO	0	0,12	0,14	0,39	0	0,12	0,13
Cr2O3	0	0	0	0,15	0	0	0
SiO2	43,79	44,01	43,73	43,92	43,71	44,36	44,37
Al2O3	23,9	23,79	23,99	23,88	23,87	23,97	24,11
MgO	0	0,03	0	0,01	0	0	0
NiO	0	0	0,19	0,24	0,03	0,13	0,12
TOTAL	95,69	95,74	96,49	97,95	96,21	96,71	96,33

PROPORCIONES CATIONICAS (PARA 22 OXIGENOS)

Si	6,0271	6,0465	5,9861	5,9614	5,9932	6,0427	6,0535
Al	3,8781	3,8533	3,8716	3,8213	3,8585	3,8494	3,878
Ti	0,0166	0,0403	0,0226	0	0,0443	0,0277	0,0339
Cr	0	0	0	0,0161	0	0	0
Fe+++	0	0	0	0	0	0	0
Fe++	0,0368	0,0126	0,0046	0,0545	0	0,0205	0,0228
Mn	0	0,014	0,0162	0,0448	0	0,0138	0,015
Mg	0	0,0061	0	0,002	0	0	0
Ni	0	0	0,0209	0,0262	0,0033	0,0142	0,0132
Ca	4,0586	4,0071	4,1334	4,1814	4,1269	4,0314	3,9573
Na	0	0,0027	0	0,0053	0	0	0
K	0	0,0105	0	0,019	0,014	0,0104	0

PREHNITAS BURON

Muestra	3067	3067	3067
Nº AQ	11	15	16
Na ₂ O	0	0	0
K ₂ O	0,12	0,07	0,12
CaO	27,57	27,43	27,68
TiO ₂	0	0,1	0,22
Fe ₂ O ₃	0	0	0
FeO	0,62	0,23	0,27
MnO	0,01	0,08	0,04
Cr ₂ O ₃	0	0	0
SiO ₂	43,94	44,43	44,1
Al ₂ O ₃	23,39	23,79	23,82
MgO	0	0,01	0,02
NiO	0,02	0,04	0
TOTAL	91,33	96,18	96,27

PROPORCIONES CATIONICAS (PARA 22 OXIGENOS)

Si	6,0643	6,0778	6,0381
Al	3,8058	3,8367	3,845
Ti	0	0,0103	0,0227
Cr	0	0	0
Fe ⁺⁺⁺	0	0	0
Fe ⁺⁺	0,0716	0,0263	0,0309
Mn	0,0012	0,0093	0,0046
Mg	0	0,002	0,0041
Ni	0,0022	0,0044	0
Ca	4,0771	4,0206	4,0609
Na	0	0	0
K	0,0211	0,0122	0,021

MINERALES OPACOS

Muestra Nº A.Q.	3070 1 1	3070 1 2	3070 1 3	3070 1 4	3070 1 5	3070 1 6
S	51,45	51,84	52,52	51,46	51,17	51,73
Ca	0,11	0,03	0	0,02	0,02	0,06
Ti	1,64	1,74	1,65	1,66	1,57	1,54
Fe	44,95	45,71	45,54	46,58	45,24	45,91
Mn	1,51	0,46	0,17	0,47	1,36	0,17
Cr	0	0	0	0	0,04	0
SiO ₂	0	0,02	0	0	0	0,16
Al	0	0	0	0,02	0,03	0,08
Mg	0,04	0,08	0,04	0,03	0,07	0,07
Ni	1,44	0,5	0,96	0	1,27	0
TOTAL	101,14	100,38	100,88	100,24	100,77	99,72