

Sobre los factores relacionados con la concentración de los elementos menores en el yacimiento de fluorita de Osor (Gerona)*

por JUAN A. CAMPÁ-VIÑETA ** y JOAQUÍN MONTORIOL-POUS **

RESUMEN

Para llevar a cabo el análisis de los factores relacionados con la concentración de los elementos menores en el yacimiento de fluorita de Osor (Gerona) se han utilizado 7 variables (concentración de Ba, Y, Zn, Fe, Cu, Mn, Si) medidas sobre 77 muestras. Se ha empleado el mecanismo matemático denominado "varimax", que realiza una rotación de factores sobre un sistema de ejes ortogonales. Con ello se ha puesto de manifiesto la existencia de 4 factores, dándose la interpretación mineralogénica de los mismos.

RÉSUMÉ

Pour réaliser l'analyse des facteurs en rapport avec la concentration des éléments mineurs dans le gîte à fluorite d'Osor (Gerona), on a utilisé 7 variables (concentration de Ba, Y, Zn, Fe, Cu, Mn, Si) mesurées sur 77 échantillons. On a utilisé le mécanisme mathématique appelé "varimax", qui réalise une rotation de facteurs sur un système d'axes orthogonaux. On a mis en évidence l'existence de 4 facteurs et on donne son interprétation mineralogénétique.

INTRODUCCIÓN

El análisis cuantitativo de elementos menores en fluoritas procedentes del yacimiento de Osor (Gerona), nos ha proporcionado suficientes datos para realizar el estudio de los factores que controlaban la concentración de estos elementos.

La proporción de un cierto elemento depende de unos factores desconocidos que pueden ser puestos de manifiesto utilizando el análisis factorial, que analiza las medidas de correlación y pone un concepto de variables a combinación lineal con otras, en número muy inferior (1); es decir, manifiesta las causas internas que controlan la concentración de los elementos, sin que éstas puedan ser medibles por sí mismas. El análisis implica una interpretación que involucra

simultáneamente las n variables medidas sobre m muestras.

Diversos autores (1) (2) (4) han desarrollado la teoría del análisis factorial, así como expuesto aplicaciones del mismo, emitiendo las interpretaciones para cada factor. Evidentemente, la enorme cantidad y complejidad de los cálculos limita la aplicación de dicho análisis a aquellos casos en que se disponga de un ordenador. En nuestro caso hemos utilizado un IBM 1130 con capacidad de 8 K.

La necesidad de patentizar los factores y mostrar la influencia de cada uno de ellos sobre las variables, ha llevado a desarrollar el mecanismo matemático denominado rotación de factores. Existen varios tipos de rotación; en nuestro caso hemos empleado el varimax, que la realiza sobre un sistema de ejes ortogonales, dando unos factores rotados e interrelacionados.

Los factores expresan sucesivamente la máxima fracción posible y la total acumulada de la varianza. El valor que se toma como límite de la correlación es de 1 y puede coger todos los valores comprendidos entre 0 y 1. En nuestro caso hemos usado un valor de 0,5 ya que con él los factores nos han explicado el 80 % de la varianza.

MINERALOGÍA

La mineralización de Osor consta de dos filones de fluorita, perfectamente diferenciados, conteniendo núcleos o, en algunas zonas, concentrados de sulfuros metálicos: galena, esfalerita y marcasita. Los dos filones son llamados, respectivamente, Norte y Sur. Su potencia va desde 10 m en la planta sexta del filón Norte, a unos pocos centímetros en el filón Sur. La disposición de la masa, encajada en micacitas y fusi-forme, nos hace clasificar el yacimiento dentro de los hidrotermales de fisura.

El análisis de los contenidos elementales de las muestras de fluorita se ha realizado mediante la fluo-

* Este trabajo forma parte de la Tesis doctoral del primero de los que suscriben y ha sido realizado, en parte, con la Ayuda para el Fomento de la Investigación en la Universidad.

** Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Universidad de Barcelona, Sección de Mineralogía, Instituto "Jaime Almera", C. S. de I. C. Barcelona.

rescencia de rayos X, utilizándose para ello un aparato Philips Universal de vacío, tipo PW 1540 de goniómetro vertical y registro automático. La calibración standard ha sido hallada mediante patrones y las curvas de calibrado se obtuvieron por el método de mínimos cuadrados. Se ha trabajado con 77 muestras de fluorita, correspondiendo 56 al filón Norte y 21 al filón Sur.

ANÁLISIS FACTORIAL

Se aplicó dicho análisis a dos grupos de variables del filón Norte, que correspondían a las plantas superiores e inferiores (Norte 1 y Norte 2). Se procedió de tal manera para comprobar si eran los mismos factores los que controlaban la concentración de los elementos menores a todo lo largo de la sub-unidad mineralizada.

Se efectuó otro análisis con el filón Sur y los factores del mismo se compararon con los factores del Norte 1 y del Norte 2.

Se indican a continuación los resultados obtenidos.

NORTE 1

Número de casos: 41.

Número de variables: 7.

Porcentajes acumulados: 0,27614, 0,50892, 0,66715, 0,79290, 0,87892.

Matriz factorial rotada (5 factores).

Vari.	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4	factor 5
Ba	0,045	-0,05741	0,95620	-0,10489	0,00482
Y	0,19190	0,07807	0,35135	-0,75805	0,00481
Zn	-0,96520	-0,02565	-0,01307	0,16905	0,17195
Fe	-0,05839	0,03069	0,08230	0,89297	0,14383
Cu	-0,03075	0,83195	-0,20392	-0,21874	0,17904
Mn	0,05673	0,90845	0,10511	0,15067	-0,00789
Si	-0,17118	0,11757	0,00453	0,12196	0,96330

Análisis de los factores.

Fac.	Variables
1	Zn (-0,96520)
2	Mn (0,90845), Cu (0,83195)
3	Ba (0,95620), Y (0,35195)
4	Fe (0,89297), Y (-0,75805)
5	Si (0,96330)

NORTE 2

Número de casos: 16.

Número de variables: 7.

Porcentajes acumulados: 0,39897, 0,69956, 0,80275, 0,89622.

Matriz factorial rotada (4 factores).

Vari.	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4
Ba	-0,09644	0,81775	-0,17885	-0,20699
Y	-0,24907	0,10944	-0,95272	0,00559
Zn	0,89059	-0,04902	0,24499	-0,27296
Fe	0,39621	0,25397	0,00189	-0,86554
Cu	0,36023	0,88601	-0,08038	0,16724
Mn	-0,07345	0,79562	0,07691	-0,37242
Si	0,93200	0,24582	0,03215	0,11342

Análisis de los factores.

Fac.	Variables
1	Si (0,93200), Zn (0,89059)
2	Ba (0,81775), Cu (0,88601), Mn (0,79562)
3	Y (-0,95276)
4	Fe (-0,86554), Zn (-0,27296)

SUR

Número de casos: 21.

Número de variables: 7.

Porcentajes acumulados: 0,38433, 0,56138, 0,72277, 0,85201.

Matriz factorial rotada (4 factores).

Vari.	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4
Ba	-0,05708	0,00351	-0,08969	0,96704
Y	0,66074	-0,07430	0,04497	0,18232
Zn	0,01124	0,92091	-0,19273	-0,01328
Fe	-0,44880	0,79865	0,11209	0,02237
Cu	-0,87287	0,00069	0,07196	0,34005
Mn	-0,00393	-0,07269	0,91752	-0,10768
Si	-0,88004	0,35072	0,08501	-0,04396

Análisis de los factores.

Fac.	Variables
1	Si (-0,88004), Cu (-0,87287), Y (0,66074)
2	Zn (0,92091), Fe (0,79865)
3	Mn (0,91752), Y (0,40497)
4	Ba (0,96304), Cu (0,34005)

SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS

El análisis factorial nos ha puesto de manifiesto unos factores desconocidos de difícil interpretación. Para lograrla hemos procurado significar un grupo de cuatro factores que explicarían, como mínimo, el 80 % de la varianza, estudiando el conjunto de factores aportados por el análisis de los grupos Norte 1, Norte 2 y Sur.

Factor 1: sustitución del Ca por Y.

Corresponde al 3 del Norte 2 y al 1 del Sur. Afectaría las variables siguientes: un aumento de Y reflejaría una disminución de Ca, suponiendo que no intervienen otros factores que los expuestos. Si hubiese intervención de varias variables, el factor reflejaría un peso negativo en aquellas que no realicen la sustitución, e inversamente un peso negativo en aquellas que no realicen la sustitución.

Factor 2: cristalización de sulfuros metálicos en microinclusiones.

Corresponde al 1 del Norte 1, 4 del Norte 2 y 2 del Sur. Aunque los signos sean inversos en los factores, hemos de considerar la existencia de un factor fuertemente enlazado con la presencia de Zn y de Fe, que supone la cristalización de sulfuros metálicos en microinclusiones dentro de la fluorita.

Factor 3: aporte residual.

Corresponde al 2 del Norte 1, al 2 del Norte 2 y al 4 del Sur, y sus pesos vienen definidos por Cu, Mn, Ba. Consideramos este factor como aporte residual por:

a) El carácter móvil de Cu y Mn en solución; tal como puede comprobarse por la coloración verdosa y negra que tiñe las paredes de la mineralización en toda la mina.

b) Por otra parte, no se ha encontrado ningún mineral de Cu o Mn definido.

c) El Ba, menos móvil, se encuentra formando concreciones y largos cristales de baritina, debidos a un aporte posterior a la formación de la fluorita.

Factor 4: silicatos residuales.

Corresponde al 1 del Norte 2 y al 5 del Norte 1. La presencia de un factor con gran peso sobre el Si,

lo interpretamos considerando la existencia de silicio residual proveniente de un pretérito filón de este mineral, anterior al proceso de formación de la fluorita, en el cual actuó como trampa.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTELL, R. B. (1965 a): Factor analysis: an introduction to essentials—1. *Biometrics*, 21, 4-5, 435.
2. CASTELL, R. B. (1965 b): Factor analysis: an introduction to essentials—2. *Biometrics*, 21, 190-215.
3. REEVES, M. J., and SAADI, T. A. K. (1971): Factors controlling the deposition of some phosphates bearing strata from Jordan. *Econ. Geol.*, 66, 451-465.
4. SPENCER, D. W., DEGENS, E. T., and KULBICKI, G. (1968): Factor affecting element distribution in sediments. *Origin and distribution of the elements*, L. H. Ahrens, Ed.