

Materias primas para refractarios silicoaluminosos en la provincia de Teruel.

II. Características mineralógicas y tecnológicas.

J. BASTIDA CUAIRAN. Dpto. Geología. Universidad de Valencia.

J. BESTEIRO RAFALES. Dpto. Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza.

M. SIGNES OROVAY. Asociación de Investigación de las industrias del Plástico (AIMPLAS). Paterna (Valencia).

J. DE LA TORRE EDO. Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Valencia.

A. M. LOPEZ BUENDIA. Dpto. Geología. Universidad de Valencia.

En un artículo anterior (1) se ha presentado un conjunto de muestreos efectuados en la provincia de Teruel con el fin de valorar las posibilidades de diferentes formaciones geológicas como portadoras de materias primas para refractarios silicoaluminosos.

En el presente trabajo se presentan datos relativos a las características mineralógicas y tecnológicas de las materias muestreadas, efectuando la descripción por orden de áreas y zonas descritas en el anterior trabajo (1).

En la zona oriental se han distinguido: materiales bauxíticos destinados a cementos aluminosos (en la banda I); arcillas refractarias (en las bandas II, III y IV), si bien son frecuentes los contenidos excesivos en Fe_2O_3 , por lo que su utilización se orientará a pastas rojas y cemento; materiales tipo «ball-clay», de composición caolino-lutítica, cuyo campo de aplicación más adecuado es la cerámica blanca.

En la zona occidental no se han detectado calidades refractarias en formaciones cretácicas, si bien se hace recomendable una investigación para pasta blanca de pavimentos y gres rojo. En formaciones pizarrosas del paleozoico se han detectado indicios de caolinita, pirofilita y sericita, que hacen aconsejable la extensión de la investigación a equivalentes laterales de formaciones infrayacentes a la Fm. Bádenas, en la que hemos denominado zona oriental.

Palabras clave: materias primas, refractarios, silicoaluminosos, arcillas, lateritas, cretácico, Teruel.

Raw materials for refractories in Teruel. II. Mineralogic and technological characteristics

This paper continues a preceding one (1) in which the geological formations for sampling of possible raw materials for refractories in Teruel (Spain) had been shown in two zones.

In the east zone, several types have been found: bauxitic clays useful for aluminous cements (area I), refractory clays (areas II, III and IV), usually with high Fe_2O_3 , so recommended for red ceramics and for refractory cement; and kaolinite-illite ball-clays useful for white ceramic. No refractory clay were detected in sampled cretaceous formations of the west zone, but clays useful for tiles and red stoneware. In the other hand, argillized saltes with kaolinite, pyrophyllite and sericite were found in the Bádenas Fm., so more investigations are recommended in this formations as well as in other lateral equivalent formations.

Key words: raw materials, fire clay, refractory, clays, cretaceous, Teruel.

1. INTRODUCCION

En diversos proyectos de investigación del IGME (2, 3), así como en otros trabajos (4, 5) se ha abordado el estudio de las características de las arcillas refractarias de Teruel, aunque sin constituir motivo específico de estudio, ni en cuanto a ámbito territorial ni en cuanto a ámbito de aplicación.

En el presente trabajo se pretende analizar las características de un conjunto de materiales, cuya ubicación geológica ya se ha señalado en un artículo anterior (1), con el fin de establecer pautas de investigación geológico-minera y tecnológica a seguir en ulteriores trabajos.

2. TECNICAS DE ANALISIS

En el presente trabajo se incluyen principalmente datos de análisis mineralógico por difracción de rayos X (utilizando un difractorómetro de polvo Siemens D500). Para los análisis de arcillas se han efectuado difractogramas de polvo desorientado de roca total, así como difractogramas de agregados orientados de fracción arcilla; para la identificación de filosilicatos, se han seguido los criterios de (6), utilizando como manuales auxiliares y guías de procedimiento las obras (7) y (8), que también recogen información adicional a (9) para determinación de no filosilicatos y utilizando en estimaciones semicuantitativas los poderes reflectantes recopilados en (10).

Los análisis químicos se efectuaron en los laboratorios de la

Tabla I. COMPOSICION MINERALOGICA DE ARCILLAS MUESTREADAS EN LA ZONA ORIENTAL (LA LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA SE HALLA EN TABLA III DE (1))

REF.	Q/f	K	I	Q	FK	H	Go	Pi	Si	Y	C	Gb	Bo	Dp	O
4130	0,02	d							X						
4131	0,10	X		X	X										
4132	0,35	X						X							
4133	0,00	d							?						
4134	0,45	d		X	X			X							
4135	0,42	X	X	X											
4136	0,40	X	X	X											
4137	0,00					X				X					
4141	0,05	d				X						X			
4142	0,00	X				X	X					X	X		
4143	0,00	d	X												
4144	0,00	X				0							0	0	0
4145	0,00	X													
4146	0,12	X	X	X							X				
4.17	0,12			X				X			X				
00.100	0,47	X	X	X	X	X	X								
00.963	2,85	X	X	X	X										
00.966	0,13	X	X	X		X									An
00.976	3,80	X		X	X										
AG15	0,00	X			X		X								
AG16	0,32	X		X			X								
5.17	0,85	X	X	X											
AG18	1,03	X	X	X	X										
AG19	0,92	X	X	X	X										
AG20	0,27	d	X	X											
00.90	0,93	d	X	X	X				X						
00.91	0,61	X	X	X	X										A
00.92	0,07	X	X	X	X										
00.93	0,48	X	X	X	X										An,Hb
2190	0,55	X	X	X											Cd
2191	0,30	X	X	X											
2192	0,26	X	X	X	X	X	X								Alm
2194	0,42	d	X	X	X										
4195	0,61	X	X	X	X										
4160	0,09	X	X	X	X										
4161	0,43	X	X	X	X										

Ref=Referencia de la muestra; X=presente; 0=ausencia comprobada; ?=presencia dudosa; Q=cuarzo; f=filosilicatos; K=caolinita; d=presente caolinita desordenada; I=illita; FK=feldespato potásico; H=hematites; Go=Goethita; Pi=Pirita; Si=siderita; Y=yeso; C=calcita; Gb=gibbsita; Bo=boehmita; Dp=diásporo; An=anatasa; A=anhidrita; Hb=hidrobasaluminita; Cd=cranalita; Alm=aluminita; j=jarosita.

AICE, mediante fluorescencia de rayos X (equipo Philips PW 1480) utilizando patrones de referencia NBS y BCS, y obteniendo la pérdida por calcinación a 1.100 °C por gaviometría, según los procedimientos reseñados en (11). A partir de datos de análisis químicos, se han obtenido análisis racionales según el procedimiento de (12).

Para la obtención de datos granulométricos se han utilizado métodos densimétricos (densímetro Bouyoucos) descritos en (13).

Para otros ensayos tecnológicos, como mediciones de contracción y porosidad en cocciones a diferentes temperaturas, se han utilizado los procedimientos descritos en (11).

3. CARACTERISTICAS MINERALOGICAS

3.1. Zona oriental

En la tabla I se incluyen análisis mineralógicos de muestras tomadas en esta zona, y cuya posición se indicó en tabla III de (1).

3.1.1. AREA DE FUENTESPALDA-BECEITE

En la tabla I se recogen los análisis mineralógicos de muestras localizadas en este área, hojas 520 y 521, que corresponden a bauxita 1, bauxita 4 y Fm. Escucha (véanse columnas con encabezamiento Hoja y Formación en tabla III de (1)).

Las arcillas lateríticas de la Fm. Cantaperdices fueron estudiadas por Combes (14). A esta formación pertenecen las denominadas bauxitas tipo 3 (14-16); se trata de argilitas blanco-rojizas (pardo-amarillentas por alteración), localmente abigarradas, compactas y frágiles que presentan la asociación caolinita±cuarzo±

Tabla II. ANALISIS QUIMICOS Y RACIONALES DE MUESTRAS SELECCIONADAS DE LA TABLA I

IGME 74	ANALISIS QUIMICOS		ANALISIS RACIONAL				SiO ₂ / Al ₂ O ₃									
	Plano n.º	Tipo	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	I	K	Q	A
322	5,2	3	33,26	40,51	10,54	0,67	—	—	0,66	0,42	13,87	5,58	65,18	0,00	12,29	1,39
325	5,2	3	37,10	35,40	11,07	0,75	0,06	—	0,55	0,66	14,40	4,82	74,23	0,00	3,92	1,78
329	5,2	3	35,56	34,80	11,71	0,72	1,02	t	0,40	0,68	15,00	3,38	72,20	0,00	4,62	1,73
331	6,0	3	34,44	36,55	12,57	0,56	0,32	—	0,57	0,51	14,39	4,82	68,42	0,00	7,32	1,60
335	6,0	3	35,86	35,52	12,17	0,80	0,09	—	0,38	0,55	14,57	3,21	73,00	0,00	5,09	1,71
351	6,0	3	38,32	31,49	15,07	0,73	—	—	0,50	0,40	13,49	4,39	75,61	1,21	0,00	2,07
611A	6,0	3	36,80	34,60	11,75	0,78	—	—	0,66	0,57	14,81	5,58	72,69	0,00	3,37	1,80
611B	6,0	3	34,28	29,49	22,21	0,96	—	—	0,92	0,65	13,49	7,78	65,20	0,00	0,40	1,97
611C	6,0	3	33,08	32,10	17,79	1,04	—	—	0,84	0,70	14,44	7,10	63,31	0,00	4,03	1,75
614	6,0	3	35,73	35,71	11,23	1,05	—	—	0,65	0,63	15,00	5,50	70,50	0,00	5,39	1,70
665A	6,0	3	14,82	15,75	5,93	0,56	30,44	0,08	0,65	0,64	31,12	5,50	26,12	0,00	3,17	1,60
665B	6,0	3	38,60	33,84	10,44	1,10	0,40	t	0,87	0,60	14,15	7,36	74,78	0,00	1,08	1,94
665C	6,0	3	34,04	31,56	18,17	1,20	—	—	0,72	0,51	13,79	6,09	66,34	0,00	2,67	1,83
666A	6,0	3	33,65	26,45	24,39	0,60	—	—	0,71	0,53	13,66	6,00	61,12	2,48	0,00	2,16
666B	5,2	3	32,42	35,83	16,44	0,96	—	—	0,73	0,60	13,02	6,17	62,82	0,00	8,32	1,54
666C	6,0	3	34,96	28,72	19,74	1,06	—	—	0,86	0,65	14,00	7,27	65,64	1,11	0,00	2,07
672A	6,0	3	32,41	30,28	19,58	0,95	—	t	0,80	0,63	15,35	6,76	62,22	0,00	2,78	1,82
672B	6,0	3	36,72	33,65	12,36	0,92	—	—	0,73	0,62	15,00	6,17	71,94	0,00	2,49	1,85
683A	6,0	3	38,70	37,05	6,89	0,98	—	—	0,76	0,59	15,02	6,43	75,90	0,00	4,21	1,77
683B	6,0	3	33,02	32,05	17,64	1,08	—	—	0,74	0,60	14,87	6,26	64,01	0,00	4,03	1,75
683C	6,0	3	35,22	34,26	13,15	1,04	—	—	0,72	0,60	15,01	6,09	68,84	0,00	4,37	1,74
695A	6,0	3	35,82	33,97	12,69	1,10	—	—	0,68	0,64	15,10	5,75	70,45	0,00	3,57	1,79
695B	6,0	3	35,02	32,38	14,93	1,01	0,32	t	0,63	0,60	15,11	5,33	69,16	0,00	2,66	1,84
695C	6,0	3	35,58	29,40	18,30	0,88	—	—	0,59	0,57	14,68	4,99	69,58	0,93	0,00	2,05
696A	6,0	3	35,50	31,35	16,18	0,97	—	—	0,68	0,62	14,70	5,75	69,77	0,00	1,22	1,92
696B	6,0	3	34,94	33,47	14,45	0,86	—	—	0,66	0,61	15,01	5,58	68,74	0,00	3,82	1,77
696C	6,0	3	34,98	31,89	16,56	0,96	—	—	0,65	0,61	14,35	5,50	68,91	0,00	2,21	1,86
702A	6,0	3	34,80	36,11	11,56	0,96	—	—	0,77	0,62	15,18	6,51	67,54	0,00	6,58	1,64
702B	6,0	3	36,10	30,83	17,18	1,06	—	—	0,76	0,63	13,44	6,43	70,38	0,00	0,20	1,99
702C	6,0	3	30,40	27,95	24,89	0,86	—	—	0,77	0,61	14,52	6,51	58,20	0,00	2,15	1,85
703A	6,0	3	34,86	30,04	18,47	1,08	—	—	0,69	0,59	14,26	5,83	68,33	0,00	0,46	1,97
703B	6,0	3	40,86	30,96	12,03	0,79	—	—	0,69	0,56	14,11	5,83	72,71	4,37	0,00	2,24
703C	6,0	3	36,20	31,16	17,34	0,80	—	—	0,70	0,59	13,21	5,92	71,09	0,00	0,44	1,97
707A	6,0	3	37,18	32,84	13,32	0,88	—	—	0,81	0,67	14,30	6,85	72,26	0,00	1,29	1,92

Tabla II (Continuación). ANÁLISIS QUÍMICOS Y RACIONALES DE BAUXITAS Y ARCILLAS LATERÍTICAS DEL ÁREA FUENTESPALDA-BECEITE LOCALIZADAS EN (16)

IGME 74	ANALISIS QUIMICOS		ANALISIS RACIONAL				SiO ₂ / Al ₂ O ₃									
	Plano n.º	Tipo	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	I	K	Q	A
1	5,2	1	42,98	37,82	2,26	0,81	—	—	0,62	0,40	15,00	5,24	86,14	0,00	1,35	1,93
2	5,2	1	27,58	46,84	2,28	1,10	—	—	0,30	0,27	21,46	2,54	56,08	0,00	23,44	1,00
3	5,2	1	37,04	36,04	10,85	1,00	—	—	0,50	0,46	14,01	4,23	74,51	0,00	4,61	1,74
4	5,2	1	41,14	41,59	0,75	0,06	—	—	0,83	0,70	14,87	7,02	80,50	0,00	6,68	1,68
5	5,2	1	7,10	9,33	3,33	0,10	27,21	11,49	0,27	0,13	41,00	2,28	12,85	0,00	3,30	1,29
B4	5,2	1	13,08	40,42	25,77	1,26	0,68	0,04	0,44	1,31	17,00	3,72	24,15	0,00	29,32	0,55
508A	5,1	3	35,56	29,46	18,77	0,46	—	—	0,40	0,62	15,43	3,38	71,29	0,84	0,00	2,05
508B	5,1	3	37,06	33,82	12,50	0,88	—	—	0,43	0,60	14,71	3,64	75,13	0,00	2,37	1,86
508C	5,1	3	37,97	39,21	6,40	0,80	—	—	0,51	0,59	14,52	4,31	76,41	0,00	6,99	1,64
213	5,2	3	38,38	34,36	10,10	0,74	0,72	t	0,39	0,71	14,58	3,30	78,26	0,00	1,79	1,90
431	5,2	3	35,99	10,61	4,17	0,20	24,06	1,02	2,04	0,54	21,36	17,25	10,09	23,49	0,00	5,76
434	5,2	3	7,26	2,23	1,75	0,04	48,30	0,78	0,37	0,44	38,83	3,13	2,60	4,63	0,00	5,52
436	5,2	3	7,34	2,68	2,08	0,06	48,10	0,55	0,34	0,40	38,45	2,88	3,99	4,18	0,00	4,65
625A	5,2	3	36,64	30,17	16,21	0,72	—	—	0,72	0,65	14,84	6,09	70,46	1,08	0,00	2,06
625B	5,2	3	39,10	29,79	14,61	0,70	—	—	0,76	0,60	14,44	6,43	69,17	3,99	0,00	2,23
625C	5,2	3	37,71	35,75	9,96	1,20	—	—	0,66	0,59	14,13	5,58	74,62	0,00	3,75	1,79
626	5,2	3	30,16	28,41	25,19	0,96	—	—	0,80	0,61	13,87	6,76	57,44	0,00	2,82	1,80
627A	5,2	3	33,36	29,18	19,68	0,98	0,48	0,06	0,77	0,71	14,76	6,51	64,48	0,00	0,87	1,94
627B	5,2	3	39,02	34,43	9,77	0,92	—	—	0,82	0,60	14,44	6,93	76,09	0,00	1,32	1,92

Tabla II (Continuación). ANÁLISIS QUÍMICOS Y RACIONALES DE BAUXITAS Y ARCILLAS LATERÍTICAS DEL ÁREA FUENTESPALDA-BECEITE LOCALIZADAS EN (16)

IGME 74			ANÁLISIS QUÍMICOS									ANÁLISIS RACIONAL				SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Plano n.º	Tipo	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	I	K	Q	A	Al ₂ O ₃	
213	5,2	3	38,38	34,36	10,10	0,74	0,72	t	0,39	0,71	14,58	3,30	78,26	0,00	1,79	1,90
601	5,2	3	30,96	29,49	23,44	0,84	—	—	0,82	0,70	13,77	6,93	58,98	0,00	3,22	1,78
762A	5,2	3	33,80	35,00	14,76	0,58	—	—	0,83	0,55	14,48	7,02	64,92	0,00	6,32	1,64
762B	5,2	3	35,42	32,66	16,04	0,53	—	—	0,76	0,70	12,88	6,43	68,94	0,00	2,60	1,84
762C	5,2	3	37,30	34,06	12,06	0,58	—	—	0,69	0,68	13,86	5,83	73,50	0,00	2,41	1,86
321	5,2	3	32,84	35,44	15,33	0,64	—	—	0,71	0,50	14,44	6,00	63,87	0,00	7,57	1,57
763A	5,2	3	32,22	34,79	16,69	0,86	—	—	0,70	0,64	14,09	5,92	62,64	0,00	7,45	1,57
763B	5,2	3	35,54	35,77	12,03	0,88	—	—	0,72	0,64	14,41	6,09	69,52	0,00	5,61	1,69
763C	5,2	3	22,60	24,26	38,54	1,00	—	—	0,69	0,46	12,45	5,83	42,30	0,00	5,08	1,58
764A	5,2	3	37,06	35,51	10,57	0,98	—	—	0,71	0,65	14,50	6,00	72,83	0,00	4,06	1,77
764B	5,2	3	35,35	36,38	11,39	1,05	—	—	0,70	0,65	14,48	5,92	69,28	0,00	6,38	1,65
764C	5,2	3	31,46	37,82	14,43	1,04	—	—	0,73	0,59	13,87	6,17	60,78	0,00	11,12	1,41
223	5,2	3	35,86	32,50	15,40	0,72	0,08	—	0,46	0,68	14,23	3,89	72,34	0,00	2,07	1,87
224	5,2	3	36,88	35,87	11,65	0,68	—	—	0,60	0,45	13,80	5,07	73,35	0,00	4,57	1,74
296	5,2	3	53,02	21,62	8,01	0,40	2,24	1,51	3,52	0,76	8,89	29,77	25,80	27,54	0,00	4,16
716A	6,0	3	37,65	28,60	18,45	0,74	—	—	0,73	0,60	13,23	6,17	66,40	3,94	0,00	2,23
716B	6,0	3	34,15	35,09	14,45	0,82	—	—	0,73	0,58	14,18	6,17	66,49	0,00	6,11	1,65
717A	6,0	3	39,88	35,09	7,37	1,10	—	—	0,76	0,68	15,02	6,43	78,41	0,00	1,25	1,93
717B	6,0	3	37,34	30,95	15,06	0,94	—	—	0,69	0,64	14,37	5,83	72,68	0,87	0,00	2,05
717C	6,0	3	37,42	32,25	13,33	1,04	—	—	0,82	0,66	14,46	6,93	72,69	0,00	0,50	1,97
735A	6,0	3	37,24	33,10	12,52	1,04	—	—	0,78	0,73	14,58	6,60	72,64	0,00	1,50	1,91
735B	6,0	3	34,44	32,65	16,37	0,88	—	—	0,80	0,62	14,24	6,76	66,53	0,00	3,42	1,79
735C	6,0	3	35,18	31,57	16,54	0,84	—	—	0,77	0,71	14,36	6,51	68,35	0,00	1,72	1,89
738	6,0	3	36,40	33,44	13,48	1,04	—	—	0,70	0,66	14,27	5,92	71,51	0,00	2,55	1,85
750A	6,0	3	32,85	36,10	14,29	1,06	—	—	0,66	0,58	14,45	5,58	64,31	0,00	8,22	1,54
750B	6,0	3	35,17	31,11	17,98	0,81	—	—	0,70	0,64	13,59	5,92	68,90	0,00	1,26	1,92
750C	6,0	3	36,68	30,56	16,85	0,96	—	—	0,73	0,62	13,60	6,17	71,36	0,67	0,00	2,04
752A	6,0	3	38,02	32,32	13,65	0,97	—	—	0,80	0,59	13,65	6,76	74,13	0,00	0,06	2,00
752B	6,0	3	41,32	31,92	10,75	0,98	—	—	0,69	0,63	13,71	5,83	75,14	3,70	0,00	2,20
765	5,2	4	58,92	14,93	5,77	0,20	9,16	0,04	0,44	0,36	10,11	3,72	34,18	41,32	0,00	6,70
766	5,2	4	11,92	4,44	1,42	—	45,07	0,72	0,21	0,10	37,54	1,78	9,51	6,69	0,00	4,56
800	5,2	4	59,42	23,00	5,44	0,66	—	—	1,13	0,83	9,48	9,56	48,94	32,31	0,00	4,38
805	5,2	4	56,76	26,26	3,68	0,76	—	—	0,70	0,53	12,11	5,92	60,73	25,81	0,00	3,67

Las tres primeras columnas por la izquierda corresponden a referencia, situación en plano y tipo de material, según (16).

anatasa±diásporo. En (17) pueden hallarse fotografías y descripciones litológicas de perfiles representativos de estas lateritas, así como análisis mineralógicos y químicos, junto con una discusión de sus características genéticas.

Las bauxitas tipo 4 (17) son arcillas lateríticas muy arenosas y ferruginosas (ejemplo: muestra 5.17, tabla I).

3.1.2. AREA LA CAÑADA DE VERICH

La tabla I presenta análisis mineralógicos correspondientes a lutitas de la Fig. 7 de (1). En todas ellas, la caolinita es el mineral predominante; contenidos en cuarzo muy bajos; eventualmente aparecen illita, feldspatos, siderita y pirita.

3.1.3. AREA DE OLIETE

Las arcillas muestreadas (perfil P1 de la figura 10 de (1)) son caolino-illíticas, con cuarzo en contenidos de moderados a muy bajos, siendo bastante elevados los contenidos en caolinita, según el análisis racional (4.160, .161 en la tabla III).

3.1.4. AREA DE CASTELLOTE

Las arcillas muestreadas (AG. 18, 1G. 19) presentan contenidos moderados en cuarzo, illita y feldspatos; no habiéndose observado ni pirita, ni carbonatos, ni sulfatos (tabla II).

3.1.5. AREA DEL EMBALSE DE SANTOLEA

El caso muestreado (AG. 20) presenta bajo contenido en cuarzo y caolinita+illita (tabla I).

3.1.6. AREA DE MONTALBÁN

Las asociaciones reconocidas (tabla III de (1), H.518) presentan caolinita+illita+cuarzo+feldspatos±goethita±aluminita±jarosita.

En este área, y en el miembro medio de la Fm. Escucha se ha reconocido la presencia de sulfatos (jarosita, aluminita, ferrinatrilita y metasideronatrilita) (18). Jarosita y metasideronatrilita aparecen frecuentemente en impregnaciones amarillas, si bien también pueden hallarse dispersas; los nódulos amarillos contienen jarosita, metasiderita y ferrinatrilita. La aluminita se presenta frecuentemente en nódulos blancos o formando niveles nodulares.

Tabla III. ANALISIS QUIMICOS Y RACIONALES DE MUESTRAS SELECCIONADAS DE LA TABLA I

	ANALISIS QUIMICOS											ANALISIS RACIONAL				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P.F.	P.300	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	I	K	Q	A
4141	39,24	35,11	10,20	0,13	0,07	0,07	0,04	0,63	0,01	14,14		1,90	0,34	82,97	0,00	1,81
4144	43,57	37,90	2,00	0,06	0,09	0,06	0,05	2,80	0,01	13,44	—	1,95	0,42	92,08	0,00	0,93
4132	54,33	25,87	2,33	2,02	1,43	0,11	1,04	2,15	0,01	10,53	0,84	3,56	8,79	56,94	23,84	0,00
4146	35,08	15,50	6,18	17,03	2,20	0,07	4,00	0,50	0,04	19,24	0,95	3,84	33,82	6,36	16,81	0,00
00.963	78,15	13,65	0,78	0,01	0,29	0,13	1,92	1,03	0,01	3,98	0,33	9,72	16,24	18,77	62,06	0,00
00.966	46,30	34,30	4,05	0,16	0,35	0,12	0,69	1,63	0,01	12,30	1,13	2,29	5,83	81,16	5,88	0,00
00.976	54,09	31,30	0,91	0,15	0,14	0,06	0,01	1,66	0,01	11,85	1,01	2,93	0,08	79,16	17,20	0,00
AG.15	36,88	33,81	12,21	0,70	0,45	0,14	0,02	1,82	0,04	13,56	2,23	1,85	0,17	78,12	0,00	2,51
2194	50,40	22,05	3,99	0,01	0,43	0,24	2,66	0,83	0,01	19,35	7,10	3,88	22,49	33,96	24,41	0,00
2195	71,28	14,57	5,33	0,11	0,50	0,11	1,53	1,24	0,02	4,93	0,88	8,30	12,94	24,31	54,11	0,00
4160	46,90	34,10	2,56	0,14	0,55	—	1,79	0,75	0,01	12,72	1,20	2,33	15,14	71,61	6,71	0,00
4161	53,93	29,33	2,01	0,01	0,69	0,08	2,36	1,15	0,01	10,03		3,12	19,96	54,85	19,36	0,00
00.41	50,19	32,68	1,34	0,39	0,29	0,10	0,67	0,61	0,02	13,20		2,61	5,67	77,22	11,68	0,00
00.42	45,23	30,92	7,08	0,31	0,80	0,08	0,42	1,19	0,03	13,45		2,48	3,55	74,82	8,79	0,00
00.45	57,16	19,52	5,71	0,58	1,28	0,07	2,95	0,07	0,02	11,67		4,97	24,95	25,17	34,16	0,00
00.46	48,42	22,01	9,62	0,93	1,38	0,13	2,76	0,73	0,05	13,67		3,73	23,34	33,03	22,48	0,00
00.67	54,89	22,22	5,40	0,62	1,66	0,16	3,24	0,95	0,03	10,12		4,19	27,40	29,62	28,70	0,00
00.69	57,35	24,61	4,42	0,05	0,31	0,10	1,37	1,66	0,02	9,52		3,95	11,58	51,04	28,35	0,00
00.70	53,39	29,64	0,96	0,06	4,18	0,08	0,27	1,73	0,03	13,30		3,06	2,28	72,82	18,46	0,00
00.71	59,81	24,87	0,75	0,04	0,19	0,08	0,39	2,00	0,03	11,47		4,08	3,30	59,75	30,50	0,00
00.72	53,56	28,67	1,14	0,10	0,31	0,09	1,16	1,84	0,02	12,25		3,17	9,81	63,04	19,77	0,00
00.90	63,87	21,30	2,03	0,08	0,75	0,23	3,55	0,92	0,01	6,76		5,09	30,02	24,74	38,77	0,00
00.91	62,70	18,09	2,65	0,51	1,02	0,24	3,40	0,92	0,03	10,17		5,88	28,75	17,85	41,38	0,00
00.92	66,69	17,91	4,54	0,20	0,41	0,12	1,93	1,02	0,03	6,78		6,32	16,32	29,48	45,58	0,00
00.93	64,41	20,96	1,97	0,31	0,56	0,17	3,20	1,03	0,02	6,78		5,22	27,06	26,76	39,71	0,00

PF = Pérdida al fuego (1.050 °C). P.300 = Pérdida por calcinación a 300 °C. I = illita; K = caolinita; Q = cuarzo; A = alúmina libre.

3.1.7. AREA DEL EMBALSE DE CALANDA

En el Barranco de Val de la Piedra se han caracterizado mineralógicamente «quemadizos» y materiales asociados. En la tabla IV se recogen los resultados de los análisis mineralógicos de arcillas calcinadas (1 en columna T), de arcillas crudas (2 en columna T) y de materiales sulfatados (3 en columna T).

En los materiales calcinados cabe distinguir:

a) Arcillas calcinadas: mullita+cristobalita±tridimita±cuarzo±hematites±feldespato potásico±corindón.

b) Escorias negras: presentan como únicas fases cristalinas hematites e ilmenita.

c) Escorias amarillas: presentan como fases cristalinas, mullita y cristobalita.

d) Arcillas calcinadas: carentes de plasticidad; presentan cristobalita y cuarzo, illita y calcita. Deben haber estado a temperaturas superiores a 550 °C e inferiores a 800 °C, lo cual ha hecho posible el mantenimiento de la calcita (pues no hay indicios de una recarbonatación posterior a la calcinación).

Se han caracterizado también arcillas no calcinadas de la Fm. Escucha que presentan composición caolinítico-illítica (materiales señalados con 2 en la columna T de la tabla IV).

En las arcillas calcinadas es frecuente la presencia de espinela, plumbogumita, jarosita y yeso.

En (19) y (20) pueden hallarse discusiones más detalladas sobre las condiciones de formación de mullita en este yacimiento.

3.2. Zona occidental

3.2.1. AREA MUELA DE SAN JUAN

En la tabla V se recoge la composición de las lutitas muestreadas en la columna de la figura 14 de (1). Algunas (ejemplo: 6.180 y 6.181) presentan altos porcentajes en fracción arcilla; en general, el contenido en caolinita es elevado, siendo fundamentalmente caolinítico-illíticas. Entre las lutitas, las hay más limolíticas, que coinciden con aquellas que tienen menores contenidos en fracción arcilla y mayores relaciones cuarzo-filosilicatos (Q/f en tabla V). En general, la calcita no está presente.

3.2.2. AREA MACIZO DEL TREMEDAL

En las pizarras muestreadas en la Fm. Bádenas, la asociación fundamental es illita-moscovita+cuarzo+caolinita±pirofilita. Los contenidos en cuarzo son moderados (tabla VI).

4. CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS

4.1. Zona oriental

En la tabla I aparecen los distintos tipos de materiales existentes en las bandas I, II y III de la figura 1 de (1).

Bauxitas y arcillas lateríticas están restringidas al área meridional de la banda I (ejemplo: 4.141, 4.142 de la tabla I, y las muestras de la tabla II).

Tabla IV. COMPOSICION MINERALOGICA DE ARCILLAS CALCINADAS Y MATERIALES RELACIONADOS DEL AREA DEL EMBALSE DE CALANDA

REF.	T	P	N	N.M	M	Cr	Tr	Q	FK	H	Co	i	l	K	C	O
2167	1	A	3.7	ESN							?	X				
2168	1	A	3.7	ES		X	X			X						
4.2	1	A	5	ESA	X	X										
4.b	1	A	3.7	ES	X			X	X	X	X					
4.3r	1	A	3.7	ES				x		x	x					D,Pt
4.6n	1	A	3.4	ES						X						
4.8	1	A	3.7	ESG	X			X	X							
4.9A	1	A		ES	X			X								
4.10	1	A	3	ESB				X								Y
4.11	1	A	3	ESB	X			X		X						
4.12	1	A		ESB	X			X								
4.4	1	A	3.7.T	ES	X			X		X						
4.5	1	A	3.1	ES				X		X		X				Y,E
4.6a	1	A	3.4	ES				X	X	X	X					E
4.6b	1	A	3.4	ES	X			X	X	X	X					E
4.7	1	A		ES	X		X	X		X	X					
2169	1	B		m	X					X						
2170	2	B		m	X			X					X		X	
2171	3	B		nob												Y
2172	1	B		nob	X			X	X							
2174	1	B		MB	X											
2176	1	B		MB	X									X	X	
2183	1	B		ES												j,P
2188	1	B		ES										X		
2184	2	—		A				X	X				X	X		
2185	2	—		A				X					X	X		
2186	2	—		A				X	X				X	X		
3257	2	B		A				X	X				X	X		
4.13	2	B		A										X		G
4.14	1	B		ES	X											a
4.18	3	B														Y

SIMBOLOS DE COMPOSICION MINERALOGICA

M = mullita, Cr = cristobalita, Tr = tridimita, Q = cuarzo, FK = feldespato potásico, H = hematites, Co = corindón, i = ilmenita, l = illita, K = caolinita, C = calcita, D = diásporo, Pt = pirolusita, O = otros: E = espinela, j = jarosita, p = plumbogumita, a = alunita, G = geothita, Y = yeso, X = presente.

SIMBOLOS DE LOCALIZACION Y DESCRIPCION

REF = N.º de referencia; T = tipo de material (1 = materiales calcinados y escorias; 2 = arcillas crudas; 3 = sulfatos), P = punto sobre el mapa; N = nivel de la sucesión reconocible en el punto B de la figura 11, NM = naturaleza del material (ESN = escoria negra; ESA = escoria amarilla; ESB = escoria blanca; ES = escorias rojizas; Nob = nódulos blancos; MB = mullitas blancas; m = marga; A = arcilla).

Tabla V. ANALISIS MINERALOGICO DE MATERIALES DEL PERFIL GUADALAVIAR (FIG. 14 DE (1))

Ref.	Q/f	%<50µ	%<2µ	K	l	Q	H	a	C	I/K
6.176	1,50	54	32	X	X	X				0,90
6.177	3,30	34	16	X	X	X		X	X	0,27
6.178	1,10	44	32	X	X	X				0,35
6.179	1,80	44	26	X	X	X		X		0,21
6.180	1,10	84	64	X	X	X				0,26
6.181	0,20	83	55	X	X	X				0,15
6.182	2,40	45	25	X	X	X				0,26
6.183	1,00	63	35	X	X	X				0,57
6.184	0,74	53	33	X	X	X				0,12
6.185	0,40	63	27	X	X	X	X			0,85
6.186	1,30	69	27	X	X	X	?		?	0,18
6.187	1,30	55	25	X	X	X	?			1,20

Ref. = referencia de la muestra; K = caolinita; l = illita; Q = cuarzo; f = filosilicatos; a = anatasa; C = calcita; %<50µ = % de fracción limo; %<2µ = % fracción arcilla; X = Presente; ? = dudoso.

En la tabla VII se recoge una amplia relación de materiales bauxíticos; entre éstos, los más abundantes son bauxitas arcillosas y arcillas bauxíticas en el sentido de Bardossy (21); los mejores materiales, pertenecientes a las bauxitas tipo 1 de las figuras 1a y 2B de (1) no pasan de la calidad de bauxita caolínica en el sentido de Valetón (21). Incluso son frecuentes las arcillas lateríticas sin Al₂O₃ libre. La totalidad de los materiales de dicha tabla muestran valores de TiO₂ inferiores al 3,8% que presenta el límite superior para usos refractarios (22), pero sólo las de tipo 1 se acercan a los valores límites para Fe₂O₃ de 2, que según (22) constituyen límites para su utilización en grado refractario.

En general, los materiales de las formaciones bauxíticas, con excepción de las bauxitas tipo 1 y de las bauxitas tipo 3 de áreas más septentrionales, presentan unos valores de Fe₂O₃ muy elevados, lo cual limita sus aplicaciones refractarias. Su aplicación como cemento refractario se ve limitada por su excesivo contenido en SiO₂ (22); no obstante, la falta de plasticidad de estos materiales los hace adecuados como fuente del Al₂O₃ para cemento blanco y para hormigones refractarios —véase, por ejemplo, tabla VI de (22)—.

Tabla VI. LOCALIZACION Y ANALISIS DE INDICIOS DE CAOLIN EN LA Fm. BADENAS

Ref.	Localidad	Hoja	Coordenadas	Formación	M	N	Q/f	P	K	I	Q
		1/50.000	U.T.M.								
4.128	Checa	540	30TXK034095	Bádenas	3	3	0,83			X	X
4.129	Torres de Albarracín	566	30TXL256767	"	3	3	0,50			X	
4.150	"	566	"	"	3	1	0,17	X		X	X
4.151	"	566	"	"	3	2	0,40			X	X
4.152	"	566	"	"	3	4	0,30	X	X	X	X
4.155	Noguera	565		"	2		0,34			X	X
4.156	Albarracín	540		"	2		1,80	X		X	X
4.157	Albarracín-El Puerto Griegos	540	30TXK137847	"	2		0,39	X		X	X
4.158	"	540	"	"	2		0,86		X	X	X

Ref. = referencia muestra; M = miembro de la formación muestreado; N = nivel muestreado (ver figura 15 de (1)); Q = cuarzo; f = filosilicatos; P = pirofilita; K = caolinita; I = illita.

Tabla VII. ABSORCION DE AGUA Y CONTRACCION LINEAL EN MUESTRAS SELECCIONADAS DE LA TABLA I

Muestra	T°C=	1.100	1.150	1.200	1.250	1.300	1.350	1.400
4.443	AA	14,1	7,6	9,2	7,0	8,3	7,9	6,4
	CL	3,24	5,1	6,83	8,53	7,42	7,36	7,09
AG.15	AA	7,9	7,0	6,4	6,0	6,3	4,8	3,9
	CL	4,20	5,25	5,48	5,38	5,60	5,02	6,02
AG.18	AA	7,2	5,1	4,5	3,7	2,5	X	
	CL	-2,99	-2,14	-1,51	-0,64	-2,78	X	
AG.19	AA	7,4	7,1	5,1	7,1	17,9	12,4	22,7
	CL	-5,78	-2,20	-1,16	-3,87	-10,61	-8,48	X
4.160	AA	3,7	3,1					
	CL	5,29	5,02					
4.161	AA	4,7	2,7	0,1	0,5	1,8	2,3	7,1
	CL	1,41	2,48	3,36	2,14	1,12	-1,1	-2,34

T°C = temperatura en °C; AA = absorción de agua %; CL = contracción lineal %; X = deformó.

Fuera de las formaciones bauxíticas anteriormente referidas, es posible encontrar materiales ricos en Al_2O_3 , pudiendo presentar Al_2O_3 libre, tal como puede verse en la tabla III (ejemplo: 4.132, AG. 15).

Es de destacar, a pesar de las limitaciones señaladas, que muchos de los materiales registrados pueden aplicarse para refractarios y hormigones refractarios destinados a temperaturas moderadas (hasta 1.400 °C); de ello es un ejemplo la muestra AG. 15 (tabla VIII).

Entre las arcillas de la zona I de la Fig. 1 de (1) se encuentran frecuentemente arcillas tipo «ball-clay» de gran calidad que presentan contenidos en caolinita, según análisis racional, superiores al 80% (véase tabla III). Estos materiales son ampliamente explotados en la banda de La Cañada de Verich, como arcillas extraaluminosas; en la misma zona son explotadas asimismo arcillas con «pintas», principalmente con destino a la fabricación de clínker de cemento aluminoso (concretamente en una planta de Buñol, Valencia). En relación con estas «pintas» cabe decir que existen materiales cuya composición permitiría su introducción en pasta para ciertos tipos de cerámica blanca, como por ejemplo gres blanco. Ejemplos representativos de la última aplicación señalada los constituirían las muestras 4.132 y 0071, 0072 de la tabla III.

A la vista de los resultados de las tablas II y III, entendemos que fuera de la banda 1 de la figura 1 de (1), la unidad litológica que presenta mayor interés para aplicación a refractarios y cerámica blanca es el miembro medio de la Fm. Escucha (ejemplo: muestras

Tabla VIII. ANALISIS QUIMICO Y RACIONAL DE MUESTRAS SELECCIONADAS DEL PERFIL GUADALAVIAR

Ref.	SiO_2 Al_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	MnO	Total
6.180	3,08	54,52	30,01	1,99	0,15	0,35	0,16	1,46	1,10	0,00	99,88
6.183	5,33	66,20	21,05	2,63	0,12	0,18	0,09	2,05	0,55	0,01	100,05
6.181	15,80	84,70	9,10	1,11	0,01	0,01	0,05	0,35	0,85	0,01	99,93
6.187	10,05	75,46	12,73	3,45	0,16	0,30	0,17	1,21	1,48	0,01	99,83

Ref.	PF	P300	I	K	Q
6.180	10,14	1,09	12,35	63,97	19,15
6.183	7,18	0,45	17,33	36,44	41,39
6.181	3,75	0,40	2,96	20,16	73,98
6.187	4,87	0,45	10,23	22,28	60,46

PF = pérdida a 1.000°C. P.300 = pérdida por calcinación a 300 °C. I = illita. K = caolinita. Q = cuarzo.

4.160 y 4.161). La última aplicación es especialmente interesante por cuanto se han señalado bajos contenidos en materia orgánica (ejemplo: 4.160, con P.300 1,2%).

En relación con la composición de las escorias mullíticas («quemadizos»), en la tabla IV puede verse que es relativamente frecuente la asociación mullita±cristabolita±cuarzo, sin contener hematites, lo cual, con independencia de otros usos sugeridos en (23), permite albergar esperanzas en cuanto a su aplicación a refractarios.

4.2. Zona occidental

En relación con los materiales de la Muela de San Juan, la tabla V y la tabla VIII ponen de manifiesto los elevados contenidos en cuarzo, bajos contenidos en caolinita, y los correspondientes valores elevados de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, con valores bajos de PF; en consecuencia, estos materiales no podrán orientarse a la producción de refractarios.

No obstante, los contenidos bajos en Fe_2O_3 , TiO_2 y eventualmente en materia orgánica propiciarían usos específicos en cerámica blanca.

Por otra parte, dado que la fracción arcilla (tabla V) presenta bajas relaciones illita-caolinita, se podrían obtener, mediante fraccionamiento mecánico, materiales enriquecidos en caolinita, lo cual sería posible dada la magnitud de los tonelajes existentes.

En cuanto a los materiales reconocidos en la Formación Bádenas (tabla VI), las composiciones halladas para las pizarras son predominantemente micáceas; en el demuestre de Torres de Albarracín aparece la asociación pirofilita±caolinita+illita (y/o moscovita)+cuarzo, asociación que también se ha encontrado en pizarras alteradas (4.155, 4.156 y 4.157). Este tipo de composiciones sería aplicable a gres y a otros usos cerámicos inferiores, pero no a refractarios.

5. CONSIDERACIONES FINALES

En la actualidad, el interés minero se centra en la que hemos denominado zona oriental (1), y desde el punto de vista del aprovechamiento de arcillas refractarias ya hemos señalado que las zonas más favorables se sitúan en la banda I de dicha zona (figura 1 de (1)).

En esta banda se localizan los yacimientos de bauxitas tipo 1, tipos 2 y 3 (Fm. Cantaperdices) y tipo 4. Las reservas de estos materiales fueron valoradas en (16), teniéndose los siguientes valores:

Tipo 1: 487,5 Tm	Tipo 3: 21.772.757 Tm
Tipo 2: 79.862.200 Tm	Tipo 4: 3.312.750 Tm

Dentro de los materiales bauxíticos estudiados, los que parecen más interesantes son los del tipo 1 y 3. La diversidad de aplicaciones actuales de los cementos aluminosos haría interesante el estudio monográfico de su aplicabilidad a tal fin.

Las arcillas refractarias, tradicionalmente explotadas en el área de La Cañada de Verich, se localizan en la Fm. Escucha; se han encontrado materiales de buenas características en los Puertos de Beceite (en la banda I de la figura 1 de (1)), concretamente en la unidad tectónica de Fuente Formenta. Por ello sería interesante un estudio de detalle de dicha formación en los Puertos de Beceite.

En cuanto a las arcillas calcinadas que se han estudiado en la banda III de la Fig. 1 de (1), se han encontrado composiciones de buenas características. Se hacen necesarios estudios adicionales

tendientes a: a) Localización de nuevos yacimientos, b) Estudio de la aplicabilidad de los materiales más extendidos, que son los que presentan contenidos excesivos en Fe_2O_3 . Parecería interesante, por ejemplo, el estudio de procesos para la eliminación del Fe en estos materiales.

En las bandas IV y V de la Fig. 1 de (1) se ha observado que son frecuentes los materiales tipo ball clay, de composición caolinitico-illítica, cuyos mejores campos de aplicación estarían en pastas para cerámica blanca.

Hay que resaltar que en las bandas II, III, IV y V de la que hemos denominado zona oriental existen importantes afloramientos de la Fm. Escucha, en los cuales se explota lignito, existiendo importantes depósitos de arcillas en la parte superior del miembro medio de esta formación y que están siendo en la actualidad objeto de investigación y explotación minera en las áreas ligníferas, principalmente en las cuencas de Ariño-Andorra y de Esteruel. Datos adicionales sobre dichos materiales muestreados en la zona minera de Andorra pueden hallarse en (24).

En cuanto a la zona occidental, entendemos que serían necesarios nuevos trabajos de exploración e investigación en el cretácico inferior terminal, dado que en La Muela de San Juan se han estimado unas reservas superiores a 3 106 Tm de arcillas grises, y superiores a 19 106 Tm de arcillas rojas (28), si bien, por el momento, las aplicaciones halladas parecen limitarse a materiales para pasta blanca de pavimento y para gres rojo, o productos inferiores.

La Fm. Bádenas no ha dado resultados favorables, de momento; sin embargo, se han detectado indicios de caolinita, pirofilita y sericita; ello hace aconsejable: a) nuevos muestreos mediante rozas profundas en zonas alteradas, b) investigar la misma formación en la zona oriental, extendiendo el muestreo a los equivalentes laterales de las formaciones infrayacentes (Grauwacas de la Venta, Pizarras del Barranco de las Truchas, Grupo Tremedal y Cuarcita Blanca).

Agradecimientos. Los autores agradecen las ayudas recibidas de la Diputación de Teruel (S5237-84) y de la CICYT (89-418) para la realización del trabajo, y a los Dres. G. Pardo (Universidad de Zaragoza), R. Salas (Universidad de Barcelona) y X. Querol (Instituto Jaime Almera, CSIC), por su asesoramiento en cuestiones estratigráficas.

Bibliografía

1. J. Bastida, J. Besteiro, M. Signes, J. De la Torre. «Materias primas para refractarios silicoaluminosos en la provincia de Teruel. I. Introducción. Formaciones portadoras». Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr. **33** [2] 87-98 (1994).
2. IGME. *Investigación de arcillas de Levante. Proyecto 10-917*. Fondo documental del ITGE. 1983.
3. IGME. *Investigación de formaciones caoliníferas de la Cordillera Ibérica*. Fondo documental del ITGE. 1976.
4. E. Galán. «El caolín y las arcillas refractarias. Su distribución e interés en Aragón». MAZ, Revista de la Mutua de Accidentes de Zaragoza. 15-27 (1982).
5. J. Bastida, J. Besteiro, J. Menduina. «Mineralogía aplicada de arcillas del cretácico superior terminal de la zona norte de la provincia de Teruel (España)», pp.891-913 en *I Congreso Español de Geología*, ICOG. Madrid (España) 1984.
6. C. Warshaw, R. Roy. «Classification and scheme for the identification of layer silicates». Geol. Soc. of America Bull. **72**, 1455-1492 (1961).
7. G. Brown. pp. 545 en *The X Ray identification and Crystal Structures of Clay Minerals*. Ed. Mineralogical Society, London (GB) 1961.

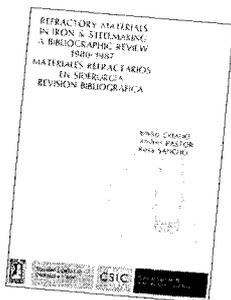
8. G. W. Brindley, G. Brown. pp. 495 en *Crystal structures of clay minerals and their identification*. Ed. Mineralogical Society, Monograph nº 5. London (GB) 1980.
9. J.C.P.D.S. *Selected Powder Diffraction Data for Minerals*. Pub. DBM, 23, Swathmore, 1984.
10. M.A. Caballero López, J.L. Martín Vivaldi. pp. 270 en *Estudio mineralógico y genético de la fracción fina del Trias Español*. Memorias del IGME, Tomo 87. Madrid (España) 1975.
11. J. E. Enrique, A. Blasco, J.L. Amorós. pp. 45 en *Ensayos de control en fabricación de azulejos*. AICE, Valencia (España) 1985. 12. W. Worrall. «Rational Analysis of Fireclays». *Trans. Journ. Brit. Ceram. Soc.* **58**, 145-153 (1959).
13. J. Bastida. *Mineralogía aplicada de arcillas cerámicas de Castellón*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Servicio de Documentación del IRGE, Madrid (España) 1980.
14. P. Combes. *Recherches sur la genèse des bauxites dans le nord de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France)*. Memoires Centre Etudes et Recherches Geologiques. Univ. Montpellier. T. III y IV. 1969.
15. P. Combes. «Les argiles lateritiques et les bauxites du Maestrazgo nord-oriental», pp. 27-37 en *Grupo Français du Cretace-Grupo Español del Mesozoico, Reunión conjunta*. 1980.
16. IGME. *Programa sectorial de minerales de aluminio. Fase previa para investigación de minerales de bauxita. Fuentespalda (Teruel, Tarragona)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid (España) 1974.
17. J. Bastida. «Algunos modelos de génesis de arcillas en el cretácico superior de la rama levantina de la Cordillera Ibérica y en el Maestrazgo». *Cuadernos de Geología Ibérica*, [9] 127-138 (1982).
18. C. Fernández Nieto, A. Cervera, J.M. González López, G. Pardo. «Presencia de sulfatos aluminicos hidratados en la Fm. Escucha». *Bol. Soc. Esp. Mineralogía* [5] 65-74 (1982).
19. A. Alastuey, J. Bastida, J.L. Fernández Turiel, X. Querol, M. Signes. «Mineralogía de las arcillas calcinadas de la base de la Fm. Escucha en el área de Foz-Calanda». *Cuadernos de Geología Ibérica* [17] 171-184 (1993).
20. J. Bastida, A. López Buendía, J. Serrano, J. De la Torre, M. Signes. «Mineralogía aplicada de arcillas constitutivas de estériles en minas de carbón de la zona minera de Teruel, alcinadas de la base de la Fm. Escucha en el área de Foz-Calanda». *Cuadernos de Geología Ibérica*, [17] 153-169 (1993).
21. I. Valetón. *Developments in Soil Science, nº 2*. Ed. Elsevier Pub. Co., Amsterdam (Holanda) 1972.
22. J.W. Shaffer. «Bauxitic raw materials». pp. 1085-1108 en *Industrial Minerals and Rocks*. Ed. S.L. Lefond. Society of Mining Engineers. 1983.
23. J. M. Amigo, J. Bastida. «Nota sobre materiales mullíticos del norte de la provincia de Teruel», pp. 881-890 en *I Congreso Español de Geología, Tomo II*. ICOG, Madrid (España) 1984.
24. J. Bastida, A. López Buendía, J. Serrano, J. De la Torre y M. Signes. «Mineralogía aplicada de arcillas constitutivas de estériles en minas de carbón de la zona minera de Teruel, alcinadas de la base de la Fm. Escucha en el área de Foz-Calanda». *Cuadernos de Geología Ibérica*, [17] 153-169 (1993).
25. J. Bastida, J. Besteiro, M. Signes. *Materias primas para refractarios silicoaluminosos en la provincia de Teruel*. Informe a la Excm. Diputación Provincial de Teruel. Valencia y Zaragoza (España) 1984.
26. ITGE. *Mapa Geológico de España. E.1/200.000. 1ª edición. Hoja nº 40*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid (España) 1990.
27. J. Serrano, A. Sanz, F. Plana, M. Lago, J. Bastida. «Applied mineralogy of Stephanian-Autunian Kaolinite bearing rocks of the Ateca Massif (East Iberian Range, Spain)», pp. 701-705 en *Current Research in Geology Applied to Ore Deposits*. Edit. P. Fenoll, R. Torres, F. Gervilla. Granada (España). 1993.

Materiales Refractarios en Siderurgia. Revisión Bibliográfica 1980-1987

Refractory Materials in Iron & Steelmaking. A Bibliographic Review 1980-1987

Emilio Criado
Andrés Pastor
Rosa Sancho

Precio: 6.000 pts./60 dólares



Revisión de la documentación científica y técnica publicada entre 1980 y 1987 en relación con las características y rendimiento de los materiales refractarios empleados en la industria siderúrgica.

La información ha sido recuperada de las bases de datos internacionales siguientes:

- CERAB (Ceramic Abstracts). American Ceramic Society, 1980.
- CHEMABS (Chemical Abstracts). American Chemical Society, 1967.
- COMPENDEX (Engineering Index). Engineering Information Inc., 1969.
- METADEX (Metal Abstracts). American Society for Metals/Metals Society of UK, 1969.
- NTIS (National Technical Information Service), 1962.
- PASCAL (Bulletin Signalectique). Centre de Documentation Cientifique et Technique du CNRS, 1973.

Información recuperada

		%
• Artículos de revistas.....	1.471	59,0
• Congresos, coloquios.....	161	6,5
• Patentes.....	821	33,0
• Informes técnicos, libros, tesis.....	36	1,5
Total.....	2.489	

■ La reserva de ejemplares y los pedidos deben dirigirse a: **Sociedad Española de Cerámica y Vidrio**. Ctra. de Valencia, Km. 24,300. 28500 Arganda del Rey (Madrid)

Publicaciones de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio

	Precio sin IVA	
	Socio	No socio
I Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1961)	2.000	2.500
II Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1963)	2.000	2.500
III Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1965)	2.000	2.500
IV Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1967)	2.000	2.500
XI Congreso Internacional de Cerámica (Madrid, 1968)	6.000	7.000
Terminología de los defectos del vidrio (Madrid, 1973)	2.500	3.000
Horno eléctrico de arco (I Reunión Monográfica de la Sección de Refractarios, Marbella, 1973). AGOTADO	—	—
El caolín en España (Madrid, 1974). E. Galán Huertos y J. Espinosa de los Monteros	2.000	2.500
Refractarios en colada continua (Madrid, 1974)	—	—
Refractarios en la industria petroquímica (III Reunión Monográfica de la Sección de Refractarios, Puerto de la Cruz, 1976)	2.000	2.500
Refractarios para la industria del cemento (Madrid, 1976). AGOTADO	—	—
Refractarios para tratamiento de acero y cucharas de colada, incluyendo sistemas de cierre de cucharas (XX Coloquio Internacional sobre Refractarios, Aquisgrán, 1977) (Edit. E. Criado)	6.500	7.500
Primeras Jornadas Científicas. El color en la cerámica y el vidrio (Sevilla, 1978)	2.000	2.500
Pastas cerámicas (Madrid, 1979). E. Gippini. AGOTADO	—	—
Segundas Jornadas Científicas. Reactividad de sólidos en cerámica y vidrio (Valencia, 1979)	2.500	3.000
Terceras Jornadas Científicas (Barcelona, 1980)	3.000	4.000
Cuarta Jornadas Científicas (Oviedo, 1981)	3.000	4.000
Separación de fases en vidrios. El sistema $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (Madrid, 1982). J. Ma. Rincón y A. Durán	2.500	3.000
I Congreso Iberoamericano de Cerámica, Vidrio y Refractarios (dos volúmenes) (Torremolinos, 1982) (Madrid, 1983)	4.500	6.000
Quintas Jornadas Científicas (Santiago de Compostela, 1984)	2.500	3.000
Tablas Cerámicas (Instituto de Química Técnica, Universidad de Valencia). AGOTADO	—	—
Vocabulario para la industria de los materiales refractarios (español-francés-inglés-ruso). UNE 61-000 (Madrid, 1985) (Edit. E. Criado)	4.500	6.000
Jornadas sobre materiales refractarios y siderurgia (Arganda del Rey, 1984) (Madrid, 1985) (Edit. E. Criado)	4.500	6.000
Diccionario cerámico científico-práctico (español-inglés-alemán-francés). C. Guillem Monzonis y M. ^a C. Guillem Villar (Valencia, 1987)	5.000	6.000
Curso sobre materias primas para cerámica y vidrio (Edit. J. M. ^a González Peña, M. A. Delgado Méndez y J. J. García Rodríguez) (Madrid, 1987). AGOTADO	—	—
Processing of Advanced Ceramics (Edit. J. S. Moya y S. de Aza) (Madrid, 1987)	6.000	7.000
Los materiales cerámicos y vítreos en Extremadura (Edit. J. Ma. Rincón) (Mérida, 1988)	2.000	3.000
Glasses and Glass-Ceramics for Nuclear Waste Management (Edit. J. Ma. Rincón) (2. ^a Edición) (también en microficha)	4.000	5.000
Materiales refractarios en siderurgia. Revisión bibliográfica. 1980-1987. —Refractory Materials in Iron & Steelmaking a Bibliographic Review (Edit. E. Criado, A. Pastor y R. Sancho)	6.000	7.000
Ciencia y Tecnología de los Materiales Cerámicos y Vítreos. España'89 (Edit. J. Ma. Rincón) (Faenza Editrice y SECV) (Castellón, 1990)	5.000	5.800
Cerámica y Vidrio'91 (Edit. J. Ma. Rincón, F. Capel y A. Caballero) (Palma, 1991)	2.000	3.000
Nuevos productos y tecnologías de esmaltes y pigmentos cerámicos (Edit. J. Ma. Rincón, J. Carda y J. Alarcón) (1991) (Faenza Editrice y SECV)	4.000	5.000

PEDIDOS

Los pedidos pueden dirigirse a:

Sociedad Española de Cerámica y Vidrio

Ctra. de Valencia, Km. 24,300. 28500 Arganda del Rey (Madrid)

Los envíos se realizarán por transporte urgente a portes debidos.

DOCUMENTACION

La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio ofrece a sus socios los siguientes servicios de documentación:

fotocopias de artículos; traducciones de artículos; perfiles bibliográficos; revisiones monográficas.