

Arcillas cerámicas de Andalucía

I.—Yacimientos de las vegas del Guadalquivir y Corbones en la provincia de Sevilla.

F. GONZÁLEZ GARCÍA y G. GARCÍA RAMOS

RESUMEN

Se ha estudiado un grupo de arcillas de interés cerámico procedentes de una serie de yacimientos de carácter sedimentario, situados en las vegas del Guadalquivir y Corbones en la provincia de Sevilla. Las técnicas empleadas han sido las siguientes: análisis químico, capacidad de cambio, análisis térmico ponderal y diferencial, diagramas de difracción de rayos X, fotografía con microscopio electrónico, análisis mecánico, agua de moldeo, plasticidad (Riecke), secado a 50° C (diagramas de Bourry), contracción por calcinación y resistencia a la compresión.

De este estudio se desprende que los componentes principales de estas arcillas son minerales del grupo de la montmorillonita e illitas en un grado avanzado de alteración hacia montmorillonoides. Existen pequeñas cantidades de caolinita e impurezas de sílice libre e hidróxidos. Se encuentran asimismo presentes importantes cantidades de mica. Las arcillas de la vega del Guadalquivir contienen más montmorillonita y los de la vega del Corbones más illita degradada y caolinita.

Las muestras naturales tienen importantes cantidades de carbonato cálcico, del orden del 30 %, en grano muy fino.

Las pruebas tecnológicas ponen de manifiesto que estos materiales naturales poseen buenas propiedades cerámicas.

SUMMARY

A group of clays of industrial interest, coming from sedimentary beds situated in the Guadalquivir and Corbones valleys, Seville, has been studied. The following techniques have been used: chemical, mechanical and ponderal thermal analysis, D. T. A., base exchange capacity, X-ray diffraction analysis, electron microscopy, plasticity water, plasticity, drying shrinkage at 50° C (Bourry's diagrams), firing shrinkage and crushing strength in fired bodies.

It is concluded that the main components of these clays are minerals of the montmorillonite group and illites in an advanced stage of transformation to montmorillonoids. They contain small quantities of caolinite and impurities of free silica and hydroxydes. Substantial amounts

of mica have also been found. The clays from the Guadalquivir valley contain more montmorillonite and those of the Corbones valley more degraded illite and caolinite.

The natural samples contain important amounts (about 30 %) of finely grained calcite.

The technological tests suggest that these materials have good ceramic properties.

I.—Introducción.

La industria cerámica tiene una importante tradición en Andalucía occidental, en especial en Sevilla.

En publicaciones sucesivas se expondrán las propiedades fisicoquímicas y caracteres técnicos de las arcillas de esta región con el fin de contribuir al establecimiento del atlas de materiales cerámicos de España.

El presente trabajo incluye el estudio de las arcillas de una serie de yacimientos de la provincia de Sevilla, de carácter sedimentario, situados en la margen derecha del Guadalquivir o en la izquierda del Corbones y que constituyen la materia prima empleada en numerosas industrias de alfarería y fábricas de ladrillos de la provincia de Sevilla.

Las determinaciones fisicoquímicas y tecnológicas realizadas permiten dar en extracto la composición y propiedades de estas materias primas cerámicas a fin de poder ser utilizadas en forma adecuada por industriales y ceramistas.

A este trabajo seguirán otros varios en los que de forma sistemática se darán a conocer la constitución y propiedades de las arcillas de otras comarcas naturales de esta provincia y de las de Huelva y Córdoba.

II.—Yacimientos y métodos experimentales.

Los yacimientos que se consideran en este trabajo se mencionan en la Tabla I. La situación de los mismos se indica en el croquis de la Fig. 1.

Las determinaciones realizadas fueron: análisis químico, capacidad de cambio de bases, análisis térmicos ponderal y diferencial, diagramas de difracción de rayos X, fotografías con microscopio electrónico, análisis mecánico, agua de desleimiento, plasticidad (Riecke), secado a 50° C (diagramas de Bourry), contracción por calcinación y resistencia a la compresión. Los métodos empleados en las determinaciones mecánicas y fisicoquímicas fueron los usuales en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. Las fotografías con microscopio electrónico se hicieron en el Laboratorio de Óptica Electrónica de Madrid, del C. S. de I. C. Los ensayos tecnológicos se realizaron en los laboratorios de la Sección de Silicatos de Sevilla.

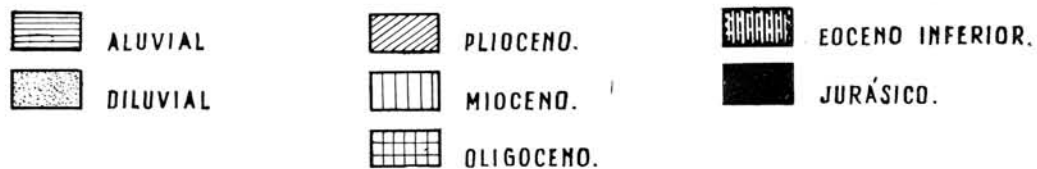
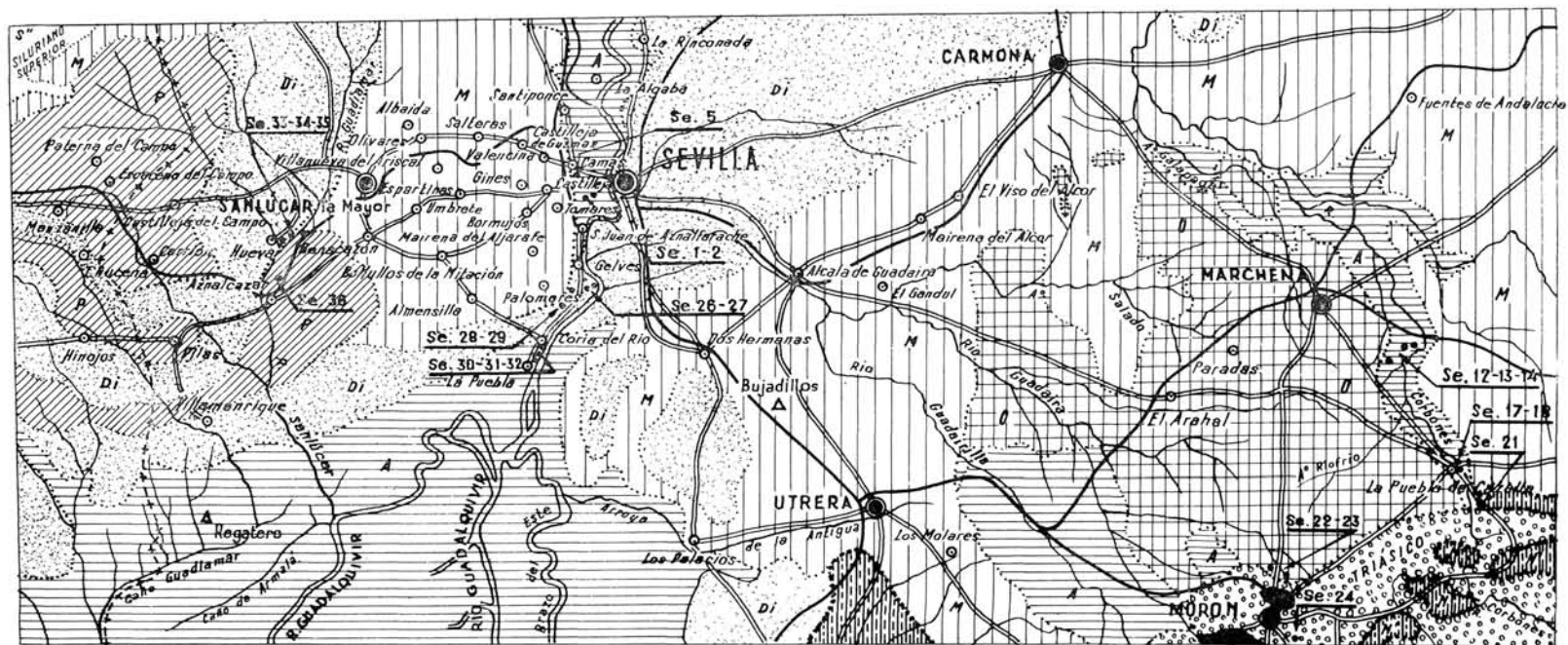


Fig. 1.—Croquis del mapa geológico de la zona en que se encuentran los materiales sedimentarios que se estudian.

TABLA I

Yacimientos de arcillas cerámicas de las vegas del Guadalquivir y del Corbones

SITUACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	APLICACIONES ACTUALES
Vega de Triana, margen derecha del Guadalquivir; a 400 m. del cauce, junto a la carretera de La Pañoleta a San Juan de Aznalfarache.	Cortes hasta de 5 m. de espesor. Zona aluvial del Guadalquivir.	Se-1.—“Arcilla grasa” de la Vega de Triana; masas compactas, color pardo, textura arcillo-limosa. Con CO ₃ Ca.	Ladrillos huecos y macizos de todas clases. Fábrica moderna.
Idem, íd.	Idem, íd.	Se-2.—“Arcilla magra” de la Vega de Triana. Masas sueltas de textura arenosa y color más claro que la anterior. Con CO ₃ Ca.	Para mezclar con la anterior en la misma industria.
Vega de Triana, margen derecha del Guadalquivir. Yacimiento análogo y a 500 m. del anterior.	Cortes de parecida potencia, excavados en los aluviones antiguos del río.	Se-5.—“Arcilla grasa” de la Vega de Triana. Masas atoronadas compactas, de color pardo claro. Textura arcillo-limosa. Con CO ₃ Ca.	Para moldear, en objetos de cerámica basta, una vez preparada Mezclada con el barro azul de “La Pañoleta” se emplea por la casi totalidad de las alfareñas de Triana (Sevilla).
Palomares del Río. Tejar del Gato. Km. 8 de la carretera de Sevilla a Coria, a 100 m. al E. de la carretera.	Corte orientado al S.E., de 2,5 m. de espesor. Cuadrilátero de 150×100 m., parcialmente anegado por el E. En zona aluvial del Guadalquivir.	Se-26.—Masas compactas, color pardo claro, tomada a 70 cm. de la superficie. Textura arcillo-arenosa. Con CO ₃ Ca.	Ladrillos macizos de un solo tipo. Horno doble, discontinuo.
Palomares del Río. Tejar del Gato. Km. 8 de la carretera de Sevilla a Coria, a 100 m. al E. de la carretera.	Corte orientado al S.E., de 2,5 m. de espesor. Cuadrilátero de 150×100 m., parcialmente anegado por el E. En zona aluvial del Guadalquivir.	Se-27.—Masas más sueltas que la muestra anterior. Tomada a 1,50 m. en el mismo perfil. Textura limo-arcillosa. Con CO ₃ Ca.	Análogas a la anterior o para mezclar con ella.
Coria del Río. Barreiro de Reinito. Km. 10 de la carretera de Sevilla a Coria, 350 m. al Oeste.	Rectángulo de 200×100 m. y potencia de 2 m. Sedimentos aluviales de la vega de Palomares.	Se-28.—Masas compactas tomadas a 80 cm. de la superficie en la cara orientada al S. Textura arcillo-limosa. Con CO ₃ Ca.	Ladrillos huecos y macizos. Usado por la mayoría de los industriales de Coria.
Idem, íd.	Idem, íd.	Se-29.—Material más suelto, tomado a 1,40 m. textura areno-arcillosa. Con CO ₃ Ca.	Las mismas de la anterior. Utilizada por las mismas industrias.

TABLA I (continuación)

Yacimientos de arcillas cerámicas de las vegas del Guadalquivir y del Corbones

SITUACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	APLICACIONES ACTUALES
Coria del Río. El Canjilón. A 1 Km. de Coria hacia Puebla del Río, 100 m. al Este de la carretera y junto al cauce actual del Guadalquivir.	Rectángulo de 300×700 m., potencia 2,5 m. Sedimentos aluviales.	Se-30.—"Tierra fuerte de arriba". Tomado a 70 cm. de profundidad y extremo Oeste del corte. Textura arcillo-limosa. Con CO ₂ Ca.	Ladrillos huecos y macizos. Fábrica moderna.
Idem, íd.	Idem, íd.	Se-31.—"Tierra magra de abajo". Tomada a 70 m. al Este de la anterior, en el mismo talud, a 1,20 m. de la superficie. Color pardo claro. Textura arenarcillosa. Con CO ₂ Ca.	Igual uso que las muestras Se-30 y Se-32.
Coria del Río. El Canjilón. A 1 Km. de Coria hacia Puebla del Río, 100 m. al Este de la carretera y junto al cauce actual del Guadalquivir.	Rectángulo de 300×700 m., potencia 2,5 m. Sedimentos aluviales.	Se-32.—"Tierra fuerte de arriba". Tomada a 50 cm. y en el mismo perfil que la anterior. Textura arenarcillosa. Con CO ₂ Ca.	Análogas a las dos anteriores.
Peñaflor. Carretera a Palma del Río, 200 m. al Este del primer pueblo. Entre la carretera y la vía férrea.	Corte rectangular, orientado al Oeste, dentro de los terrenos de la fábrica, de 40×10 m. Profundidad del corte 3,5 m. Diluvial. Margen derecha del río.	Se-39.—Material suelto. Color ocre claro, tomado en la parte media del corte. Aspecto homogéneo, textura arenolimosa. Con CO ₂ Ca.	Ladrillo hueco y macizo en fábrica moderna. Para mezclar con otros materiales más arcillosos procedentes de sedimentos terciarios.
Lora del Río. Vega del Guadalquivir, 4 Km. al Oeste del pueblo y orilla derecha del río.	Cortes de espesor variable, en el diluvial.	Se-43.—Material muy suelto, color pardo claro. Con fósiles. Textura limo-arcillosa. Con CO ₂ Ca.	Ladrillo hueco y macizo en fábrica moderna. Se utiliza para mezclar con otros materiales terciarios más arcillosos.
Marchena. Rancho Soteta. Carretera de Marchena a Lantejuela, al Sur del puente sobre el río Corbones.	Corte en el aluvial del Corbones, de 40 m de perímetro y 1,20 m. de profundidad, cerca del cauce. Margen izquierda del río.	Se-12.—Material compacto, color vinoso claro. Textura arcilloarenosa. Con CO ₂ Ca. Tomada a 1 m. de profundidad.	Ladrillo macizo, horno de hormiguero y fabricación estival.
Idem, íd.	Corte situado al S. y 200 m. al Oeste del anterior. Sedimentos más antiguos. De 50 m. de perímetro y 1 m. de profundidad.	Se-13.—"Arcilla magra", color pardo claro. Tomada a 80 cm. Textura arenarcillosa. Con CO ₂ Ca.	Ladrillo macizo, en horno de iguales características.

TABLA I (continuación)

Yacimientos de arcillas cerámicas de las vegas del Guadalquivir y del Corbones

SITUACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	APLICACIONES ACTUALES
Marchena. Rancho Soluta. Carretera de Marchena a Lantejuela, al Sur del puente sobre el río Corbones.	Corte situado al S. y 200 m. al Oeste del anterior. Sedimentos más antiguos. De 50 m. de perímetro y 1 m. de profundidad.	Se-14.—"Arcilla gruesa". Tomada a 30 cm. de la superficie del mismo perfil anterior. Textura areno-arcillosa. Con CO ₂ Ca.	Para mezclar con la anterior en la misma industria.
Puebla de Cazalla. Vega del río Corbones. Al Sur del pueblo y en la margen izquierda del río. A 100 m. del cauce actual.	Sedimentos aluviales del Corbones, explotados por los hornos discontinuos de esta zona. Cortes de hasta 2 m., situados en las inmediaciones de los hornos.	Se-17.—"Codrial de arriba". Bloques compactos, color pardo oscuro, con abundantes raíces. Tomada por debajo de 70 cm. Textura areno-arcillosa. Con CO ₂ Ca.	Ladrillos macizos, en tejares discontinuos.
Idem, id.	Idem, id.	Se-18.—"Codrial de abajo". Bloques compactos, color pardo oscuro. Tomada por debajo de 1,50 m. Textura arcillo-arenosa. Con CO ₂ Ca.	Para mezclar con la muestra anterior, en las mismas industrias.

III.—Datos experimentales y discusión.

La Tabla II contiene los datos del análisis químico y capacidad de cambio de la fracción arcilla, de estos materiales. Las Figs. 2 y 3 muestran las curvas de deshidratación y los registros de A. T. D., y las Tablas III y IV los diagramas de difracción de rayos X. Las Figs. 4 y 5 incluyen las fotografías con microscopio electrónico de las muestras Se-1, Se-2 y Se-5.

I.—DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS.

Los datos del análisis químico de las arcillas de la vega del Guadalquivir, en especial los altos valores de las razones SiO₂/R₂O₃ y SiO₂/Al₂O₃, indican una probable abundancia de materiales de tipo ilita, ilita alterada o montmorillonita, de acuerdo con otros estudios realizados en este Centro para los suelos y sedimentos de esta región.

La capacidad de cambio es del orden de la que cabe esperar para arcillas iliticas (alrededor de 49 meq./100 gr.). Tres muestras, Se-27, 28 y 29 presentan

TABLA II - a

Análisis químico y capacidad de cambio. Arcillas cerámicas de las vegas del Guadalquivir y del Corbones ()*

MUESTRA	SE-1	SE-2	SE-5	SE-26	SE-27	SE-28	SE-29	SE-30
SiO ₂	50,59	50,85	51,03	49,56	51,07	50,66	56,97	59,38
Al ₂ O ₃	22,03	19,87	25,58	21,56	15,20	14,01	13,71	12,41
Fe ₂ O ₃	8,32	11,33	5,78	11,12	7,30	11,20	10,45	9,26
TiO ₂	1,08	1,49	1,87	0,33	2,62	3,70	1,94	2,33
CaO	3,46	2,90	1,31	3,72	5,81	3,62	1,31	2,05
MgO	3,59	2,43	2,70	3,25	4,23	2,91	1,71	2,59
K ₂ O	0,90	0,92	0,81	1,40	2,28	3,16	3,07	2,87
Na ₂ O	1,38	1,21	0,74	—	2,31	2,01	2,13	2,11
Pérdida por calcinación.	8,23	8,36	9,33	8,19	8,43	8,36	9,03	8,02
<i>Total</i>	99,68	100,06	99,15	99,13	99,25	99,63	100,28	101,02
H ₂ O	8,62	6,68	7,68	10,77	8,31	6,61	9,57	8,01
SiO ₂ /R ₂ O ₃	3,04	2,94	2,90	2,85	3,86	3,32	4,14	4,70
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,89	4,33	3,38	3,89	5,71	6,14	7,06	8,13
SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	16,17	11,91	23,46	11,83	18,60	12,03	14,50	17,05
Capacidad de cambio, meq./100 g.	39,76	49,35	47,88	48,76	65,15	86,35	94,48	51,64

TABLA II - b

MUESTRA	SE-31	SE-32	SE-39	SE-43	SE-12	SE-13	SE-14	SE-17	SE-18
SiO ₂	59,94	60,54	49,19	51,81	51,73	50,68	50,75	49,41	49,23
Al ₂ O ₃	13,03	12,21	23,74	22,90	27,75	28,15	24,04	21,95	28,09
Fe ₂ O ₃	9,28	8,66	11,96	8,26	2,95	3,39	3,60	10,09	3,90
TiO ₂	2,89	3,38	0,47	0,22	0,80	0,60	0,70	0,42	0,27
CaO... ..	1,12	2,78	2,77	3,89	2,26	2,76	2,56	1,71	0,75
MgO... ..	2,85	1,87	2,77	1,78	4,35	4,82	6,35	5,07	4,76
K ₂ O... ..	3,09	3,18	1,54	2,33	0,82	0,91	0,57	1,20	0,98
Na ₂ O... ..	1,74	0,44	—	—	0,65	0,60	0,70	0,50	0,72
Pérd.da por calcinación.	7,02	7,96	8,17	8,05	7,83	7,73	7,75	9,31	9,44
<i>Total</i>	100,96	101,02	100,61	99,24	99,14	99,64	97,02	99,66	98,13
H ₂ O... ..	7,79	8,11	8,94	10,07	5,48	5,88	5,45	5,21	5,35
SiO ₂ /R ₂ O ₃	4,52	4,74	2,56	3,13	3,11	2,98	3,40	2,88	2,88
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	7,82	8,42	3,51	3,84	3,16	3,06	3,58	3,82	2,96
SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	17,18	18,59	10,93	16,67	46,62	39,74	37,24	13,00	33,56
Capacidad de cambio, meq./100 g.	49,03	49,33	47,43	50,74	50,76	39,36	43,64	45,40	44,91

(*) Datos sobre muestras en las que se eliminó materia orgánica y carbonato cálcico. La proporción de CO₃Ca en la arcilla bruta varía entre el 27 y 33 %. (Tablas V y VI.)

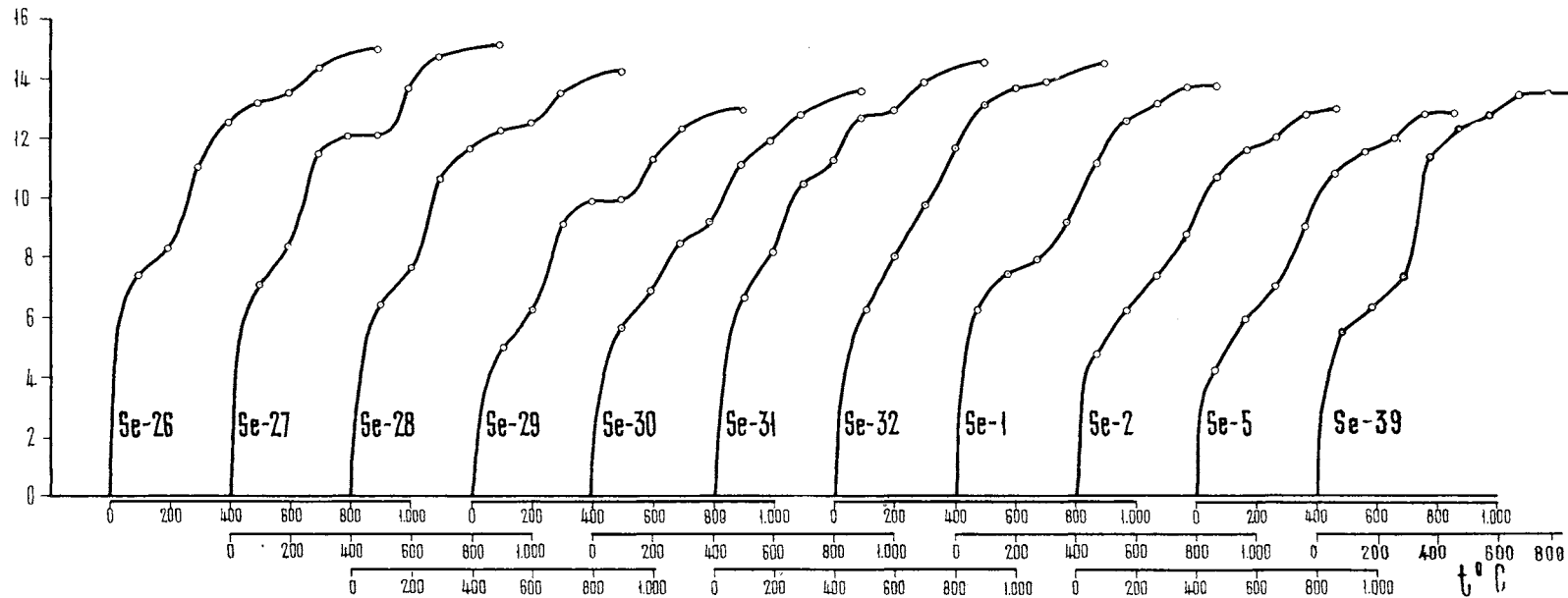


FIG. 2a.—Curvas de análisis térmico ponderal de las muestras procedentes de las vegas del Guadalquivir.

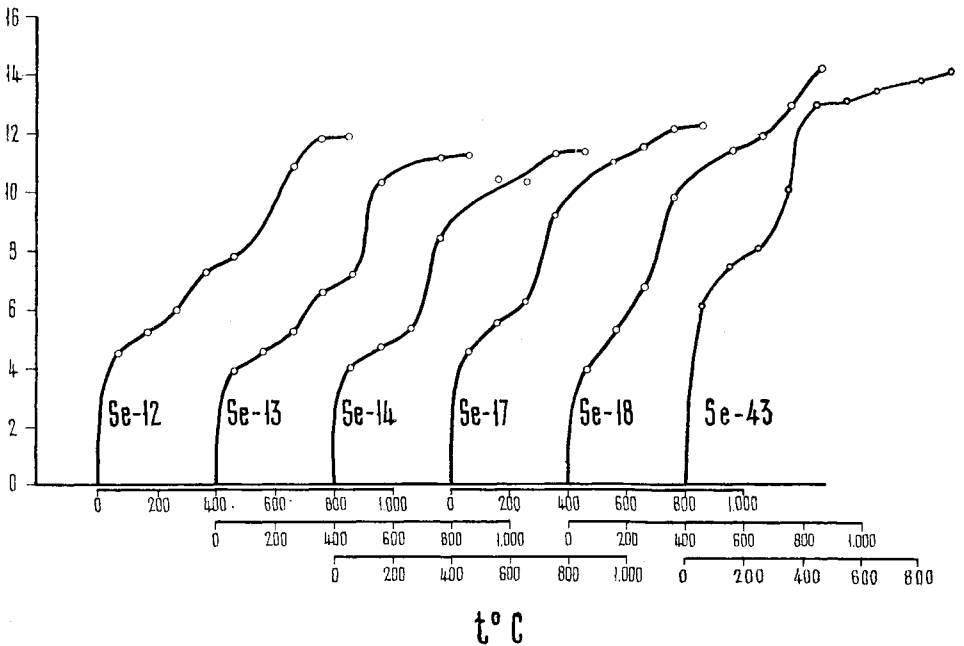


FIG. 2b.—Curvas de análisis térmico ponderal de las muestras procedentes de las vegas del Corbones. (Se incluye para comparación la de la muestra Se-43.)

valores desde 65,5 hasta 49,5 meq. por 100 gr., propias de materiales montmorilloníticos. La proporción de potasio es baja en todos los casos.

El aspecto de las curvas de deshidratación, con una pérdida importante de agua por debajo de 100° C, corresponde también a arcillas ilíticas. Algunas curvas pueden corresponder asimismo a materiales montmorilloníticos. Las arcillas 2 y 5 de la vega de Triana tienen menor contenido de agua de hidratación que las restantes de Guadalquivir. No se excluye la presencia en algunas muestras de minerales tipo caolinita. Otros efectos a más alta temperatura pueden deberse a restos de CO_3Ca no eliminados en el tratamiento previo.

La naturaleza ilítica de los materiales es confirmada por las curvas de A. T. D. (Fig. 3a). Todas ellas presentan un gran efecto endotérmico a 150-155° C, que debe atribuirse a la existencia de una alta proporción de montmorillonita.

Un segundo efecto endotérmico intenso, entre 525° y 550° C, es asimismo característico de montmorillonita-beidellita y de illita alterada y lo mismo se puede decir del tercer efecto por encima de los 812° C y del exotérmico final. En casi todas las muestras se encuentra presente una cierta proporción de óxidos libres (efectos endotérmicos débiles alrededor de 400° C) y algunas presentan

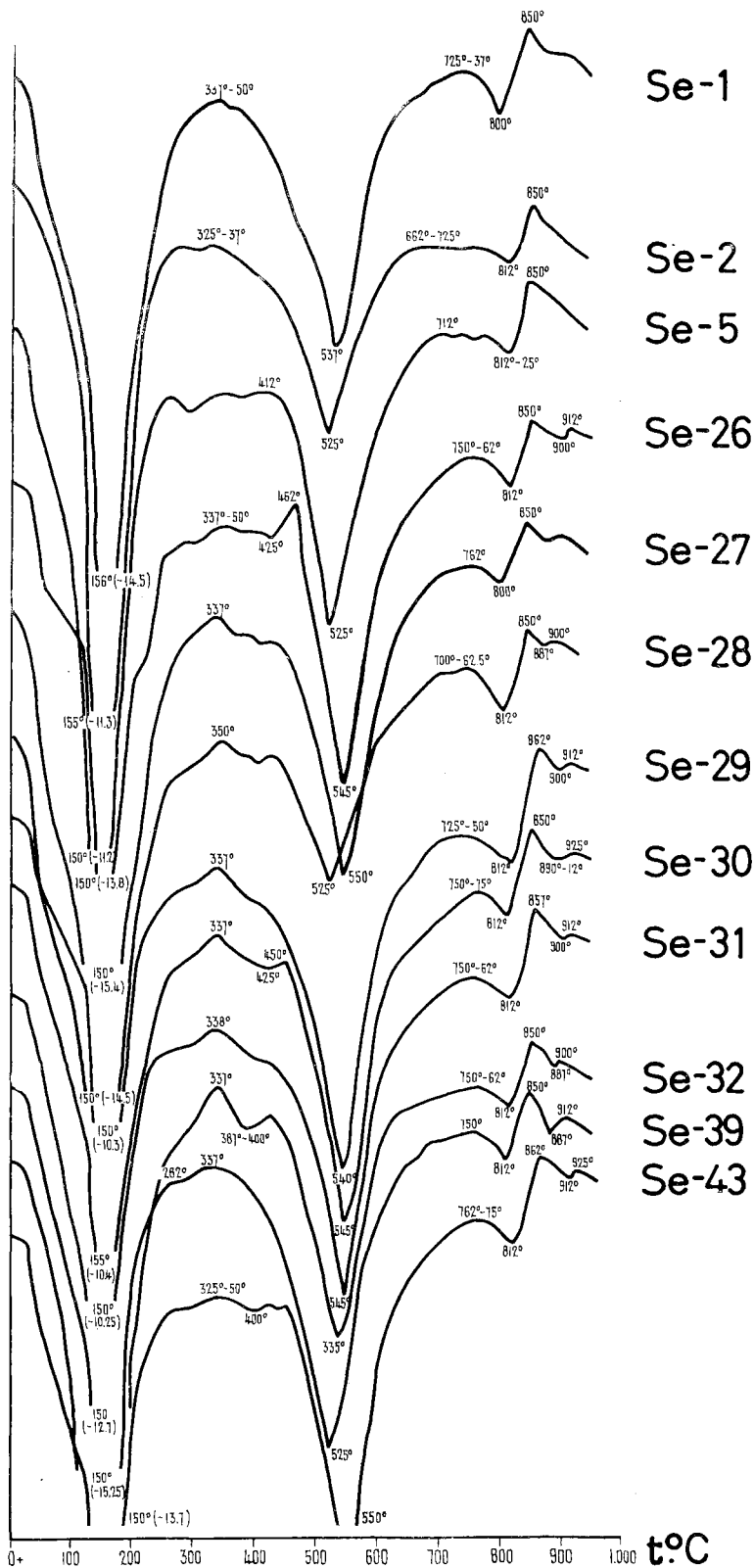


FIG. 3a.—Curvas de análisis térmico diferencial de las muestras procedentes de las vegas del Guadalquivir.

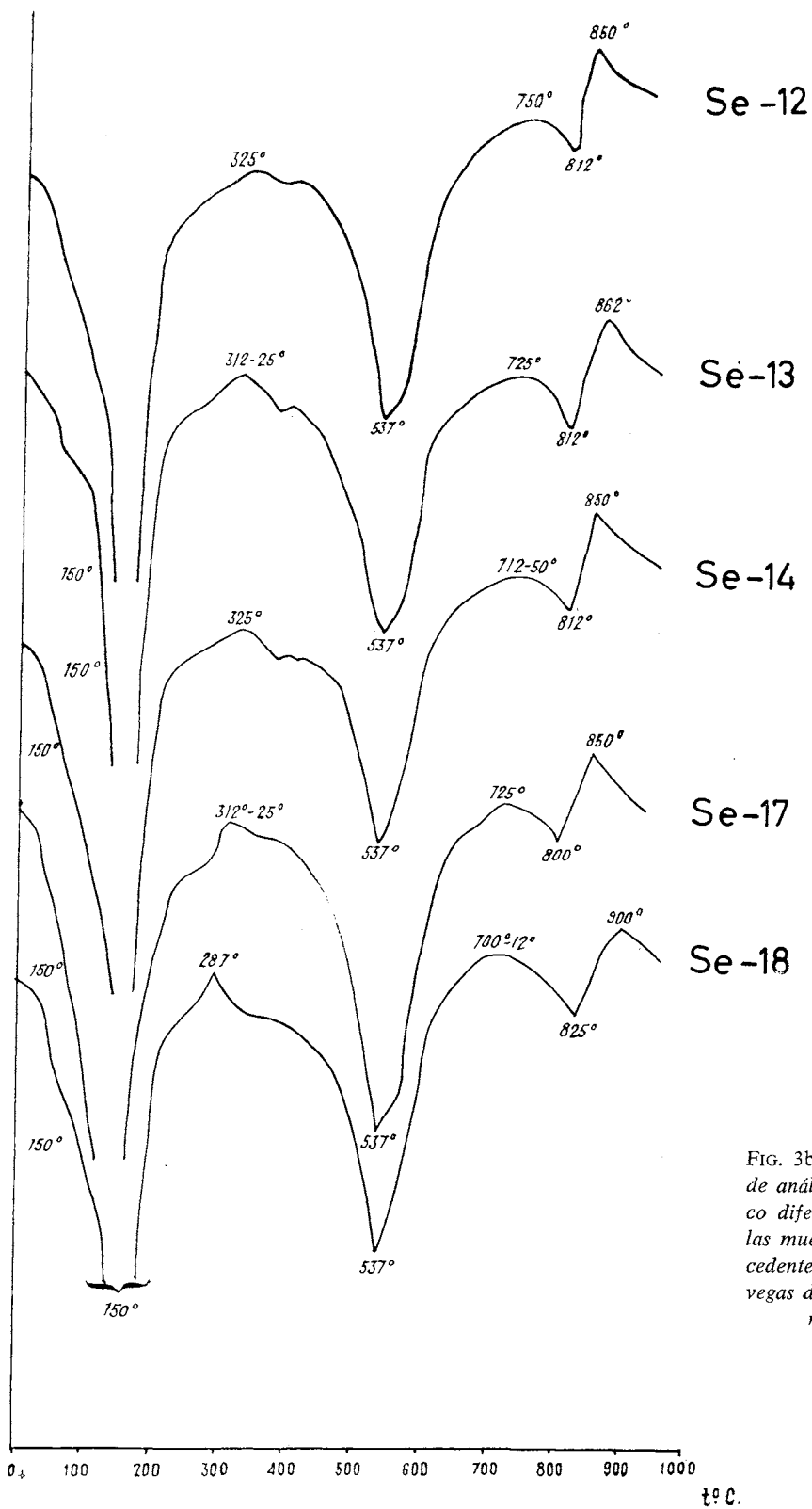


FIG. 3b.—Curvas de análisis térmico diferencial de las muestras procedentes de las vegas del Corbones.

vestigios de materia orgánica (efectos exotérmicos alrededor de los 337° C) no eliminada en los tratamientos oxidantes. En algunas muestras se registra la presencia de caolinita por un segundo efecto exotérmico en la zona de altas temperaturas.

Los datos de difracción de rayos X de estas muestras revelan la presencia en casi todas ellas de una difracción fuerte de 14,13 Å o mayor, que a veces se difunde hacia el centro del diagrama y que corresponde a la presencia de montmorillonoides secos al aire. Esta línea tiene la mayor intensidad en las muestras Se-28 y Se-29 que poseen más alta capacidad de cambio.

Casi todas las muestras dan asimismo difracciones a unos 10 Å, que son características de illita. Algunas muestras del valle del Guadalquivir (y casi todas las del Corbones), dan asimismo difracciones débiles o muy débiles de caolinita (mayor intensidad en la muestra Se-39).

Estos datos y otros muchos que omitimos en razón de la brevedad de esta comunicación, indican que el componente principal de estas arcillas está formado por minerales del grupo de la montmorillonita y por illitas en un grado avanzado de alteración hacia montmorillonoides. Existen pequeñas cantidades de caolinita, mica, sílice libre e hidróxidos (posiblemente como hierro goethítico).

Las fotografías con microscopio electrónico, efectuadas con los métodos de la dispersión normal, ordinarias o sombreadas con oro paladio, confirman la existencia de illita alterada, caolinita y óxidos libres en la muestra.

Asimismo las fotografías de la muestra Se-2 registran la presencia de illita alterada, montmorillonita, mica, caolinita y geles de hidróxidos. micas rotas y caolinitas. También aparece el hierro goethítico.

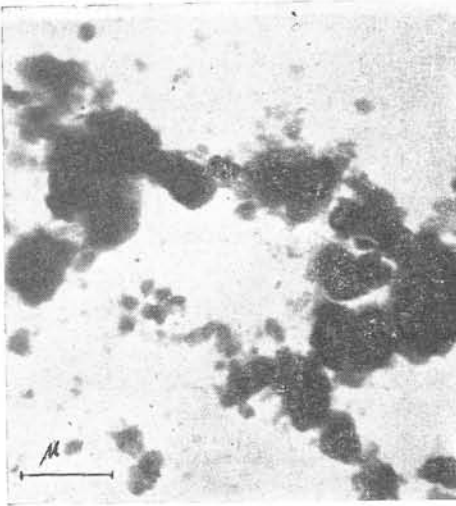
La muestra Se-5, no sombreada, presenta un claro aspecto de illita fresca con

Las arcillas de la vega del río Corbones tienen un mayor contenido en aluminio y magnesio y más bajo en hierro que las de la vega del Guadalquivir.

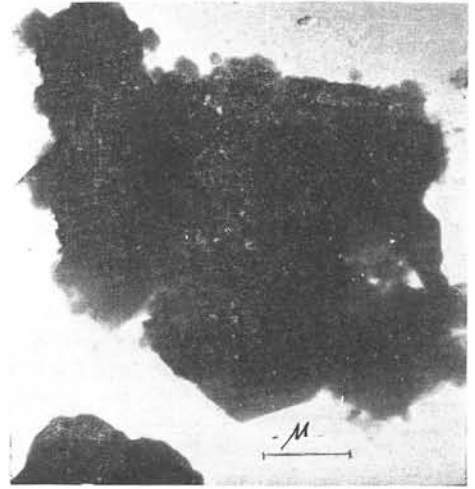
El valor medio de la capacidad de cambio es asimismo algo inferior al de estos últimos materiales, todo lo cual sugiere una menor proporción de montmorillonita y más alta de caolinita e illita. La proporción de potasio es, sin embargo, muy baja.

Estos materiales tienen menos agua de hidratación que las arcillas del Guadalquivir, como puede verse en la Tabla II y en la Fig. 2b. Las curvas de deshidratación pueden corresponder a una mezcla de illita alterada, caolinita y montmorillonita. Con ello están de acuerdo asimismo los registros de A. T. D. que se muestran en la Fig. 3b.

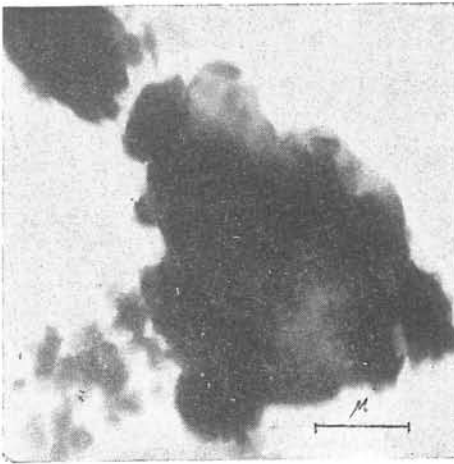
De acuerdo con lo anterior, los datos de difracción de rayos X muestran la ausencia o intensidad muy débil de la difracción a 14 Å y la existencia en todos



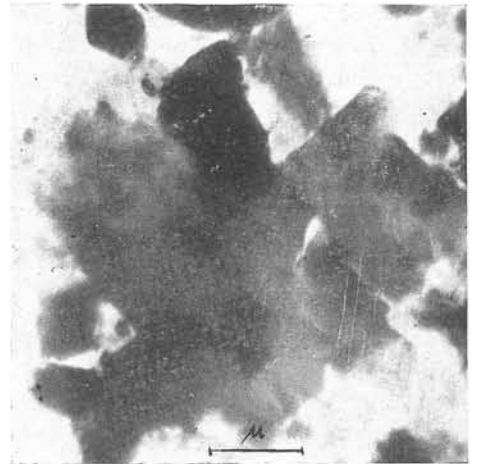
I.—Ilita, aspecto normal en la muestra.



II.—Caolinita, empastada por ilita y geles.



III.—Mica alterada e ilita.



IV.—Otro aspecto de esta mica, posiblemente moscovita alterada.

FIG. 4.—Microfotografía electrónica obtenida en visión directa de la muestra Se-1.

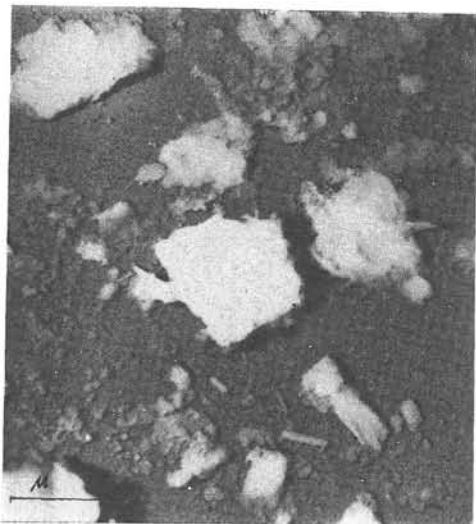
los casos de difracciones a 10 Å y otras de minerales micáceos junto con líneas débiles de caolinita. Existen también óxidos libres.

En resumen, puede concluirse de todo lo anterior que las arcillas sedimentarias de las vegas del Guadalquivir y del Corbones empleadas en las industrias cerámicas de Sevilla contienen como componentes principales montmorillonita, illita muy alterada hacia minerales hinchables del grupo de la montmorillonita, poca caolinita e impurezas de óxidos libres, sílice y goethita. Los materiales de la vega del Guadalquivir contienen más montmorillonita y los de la vega del Corbones más illita degradada y caolinita. Todas ellas tienen además importantes cantidades de carbonato cálcico (eliminado previamente para la caracterización de la arcilla) que importa del 27 al 32 % en las de la vega del Guadalquivir y del 30 al 33 % en las del Corbones.

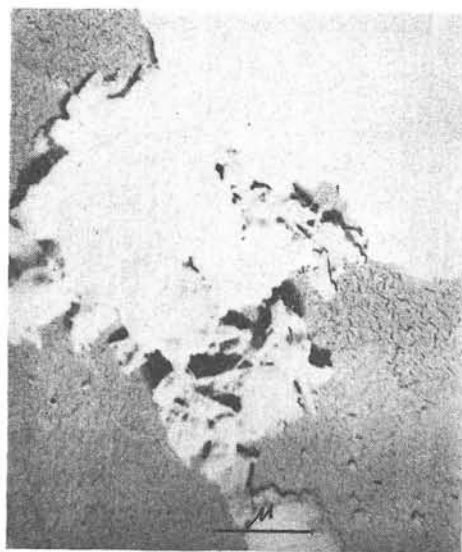
TABLA IV

Datos de difracción de rayos X de las arcillas cerámicas de la vega del Corbones.

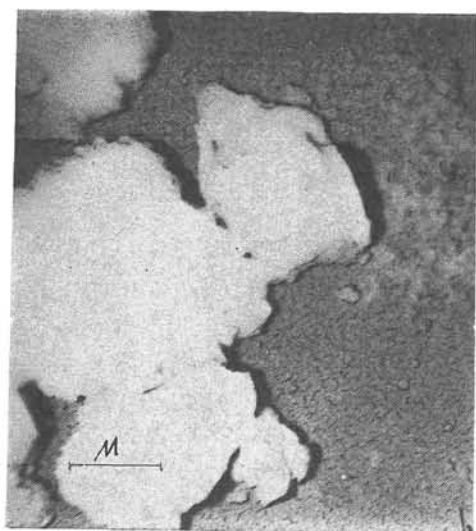
SE-12		SE-13		SE-13 (etilenglicol)		SE-14		SE-17 (etilenglicol)		SE-18 (etilenglicol)	
dÅ	I	dÅ	I	dÅ	I	dÅ	I	dÅ	I	dÅ	I
9,66	D	10,04	M	14,72	MMD	10,04	M	10,10	M	14,13	MD
7,22	MD	7,155	D	10,10	F	7,098	D	7,22	MD	10,04	M
4,84	D	4,924	D	7,07	D	6,411	D	4,79	MD	4,79	MD
4,33	MF	4,436	MF	4,86	MD	4,924	D	4,48	F	4,49	F
3,78	MD	4,247	M	4,44	MF	4,458	MMF	3,49	MD	4,33	MD
3,60	MD	3,837	M	3,48	MD	4,235	M	3,34	M	3,34	M
3,24	F	3,720	M	3,33	F	3,705	M	2,57	F	2,65	MD
2,78	M	3,482	M	2,45	D	3,523	M	2,47	D	2,58	F
2,57	MD	3,324	MF	2,37	D	3,328	MMF	2,40	D	2,48	D
2,52	F	3,195	M	2,25	MD	2,561	F	2,26	MD	2,41	D
2,37	D	2,976	D	2,13	MD	2,430	M	1,50	M	1,50	M
2,31	D	2,846	D	1,98	MD	2,374	D	1,30	D	1,29	D
1,81	MD	2,688	D	1,70	MD	2,243	D				
1,77	MD	2,564	F	1,65	MD	2,125	D				
1,47	M	2,434	D	1,52	MD	1,981	D				
1,27	MD	2,366	D	1,50	F	1,814	MD				
		2,252	D	1,30	M	1,697	MD				
		2,186	D	1,25	D	1,654	MD				
		2,120	MD			1,555	MD				
		1,993	D			1,532	MD				
		1,824	MD			1,501	D				
		1,692	D			1,295	MD				
		1,657	D								
		1,524	MD								
		1,502	D								



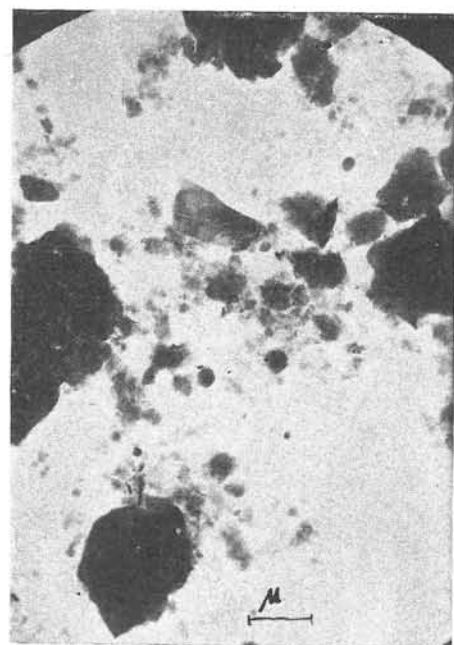
I.—Se-1. Aquí se ve neta la alteración de la illita, geles y presencia de hierro goethítico.



II.—Se-2. Geles empastando a los otros componentes y ofreciendo aspecto montmorillonítico (podría ser illita alterada asociada a goethita)



III.—Se-2. Caolinita, mica y geles.



IV.—Se-5. (Sin sombrear.) Illita fresca, micas rotas, caolinitas. Hierro.

FIG. 5.—Microfotografía electrónica de las muestras Se-1, Se-2 (sombreadas con oro-paladio), y Se-5 (visión directa).

2.—ENSAYOS TÉCNICOS.

Las Tablas V y VI incluyen los datos correspondientes a los ensayos técnicos realizados con las arcillas brutas, y la Fig. 6 muestra los diagramas de secado de las probetas respectivas a la temperatura de 50° C.

Plasticidad: La plasticidad de estas muestras oscila entre los límites de 0,60 para las más arenosas y 14,10 para las de mayor contenido en fracción fina, siendo los valores más frecuentes los comprendidos entre 5 y 10, de acuerdo con su naturaleza y textura. Se aprecia mayor uniformidad de valores del índice de Riecke en las muestras procedentes del río Corbones (de 5,72 a 10,67).

No se ha encontrado relación entre la capacidad de cambio y el índice de plasticidad por referirse éste a la muestra natural y aquélla a la fracción arcilla exenta de carbonatos y materia orgánica.

La finura de grano actúa favorablemente sobre la plasticidad, como se observa claramente en las muestras Se-2, 5, 26, 27, 30 y 43. Lo mismo puede decirse en cuanto a las pérdidas por secado a temperatura ambiente.

Deseccación: La contracción por secado a 50° C de estas muestras varía entre 4,70 % y 34,36 %, siendo los valores más frecuentes los comprendidos entre 12,00 y 25 %.

En general, la velocidad de secado es grande en las primeras dos horas (en las arcillas del Corbones es prácticamente total), disminuyendo paulatinamente hasta constancia de peso, que se alcanza entre las cuatro y seis horas en las restantes. En las muestras Se2, 39 y 43, muy arenosas, la desecación es mucho más rápida. Estos hechos están de acuerdo con la naturaleza de estos materiales que se expresó en párrafos anteriores.

Contracción por calcinación: Técnicamente, el estudio del régimen de dilataciones y contracciones de estos materiales supone un valioso apoyo para establecer las condiciones óptimas de cocción. Si bien el estudio fisicoquímico de estas muestras se refiere a la fracción arcilla exenta de carbonatos y materia orgánica, en el comentario que sigue acerca de los materiales naturales los relacionamos con los componentes mineralógicos de la fracción arcilla (que en todos los casos es inferior al 50 % del contenido total).

Las arcillas procedentes de la vega del Guadalquivir, de naturaleza montmorillonítica-ilitica, en general, presentan dos efectos de contracción, uno entre los 400° y 500° C y otro entre 700° y 900° C; este último aumenta al hacerse mayor el contenido en ilita. Se han apreciado claramente estos efectos en las muestras Se-26, 27, 28, 29, 30, 31 y 32.

Por otra parte, las muestras Se-1, 2 y 5, procedentes de la vega de Triana,

TABLA V
Ensayos tecnológicos de las arcillas de la vega del Guadalquivir

ENSAYOS	SE-1	SE-2	SE-5	SE-26	SE-27	SE-28	SE-29	SE-30	SE-31	SE-32	SE-39	SE-43
<i>Análisis mecánico</i>												
Humedad %... ..	3,60	1,20	3,57	5,74	6,31	6,29	1,47	5,77	3,23	3,83	2,60	3,70
Arena gruesa %	4,50	3,10	2,17	0,40	1,56	0,49	5,19	2,83	0,55	0,63	8,10	11,20
Arena fina %	21,30	61,50	25,40	34,46	22,38	11,40	63,56	11,44	52,42	42,86	46,60	60,90
Limo %	23,20	14,10	27,20	19,80	40,40	42,20	9,40	25,60	18,40	23,30	17,80	11,10
Arcilla %	50,10	19,80	44,50	46,70	34,70	45,30	20,60	59,80	28,30	33,10	26,40	17,20
Carbonatos %	28,50	28,00	27,66	25,16	30,50	31,60	28,30	32,50	29,30	32,10	20	28
<i>Agua de desleimiento</i>												
Cc. de agua/100 gr. de muestra	27	21	25	35	35,5	33	27,5	30	26	26	22	21,50
% de agua	21,26	17,35	20	25,92	26,2	24,81	21,56	23,07	20,63	20,63	18,03	17,70
<i>Plasticidad</i>												
Límite de adherencia	27,72	21,23	30,55	28,40	32,28	34,25	25,74	36,63	27,08	27,40	22,11	21,36
Límite de arrollamiento	20,78	20,63	16,45	18,96	21,68	26,64	21,10	23,30	21,47	22,60	20,70	20,69
Índice de Riecke	6,94	0,60	14,10	9,44	10,60	7,61	4,64	13,33	5,61	4,80	1,41	0,67
Resistencia a la compresión Kg/cm ²	442	38,3	204,7	101,9	188,2	250,6	10,4	197,3	24,8	119,0	—	—

TABLA VI
Ensayos tecnológicos de las arcillas de la vega del Corbones

ENSAYOS	SE-12	SE-13	SE-14	SE-17	SE-18
<i>Análisis mecánico</i>					
Humedad %	4,99	2,68	1,90	4,40	3,00
Arena gruesa %	2,07	1,80	7,67	9,60	5,30
Arena fina %	29,80	40,02	57,09	53,90	37,20
Limo %	19,10	18,40	8,90	10,50	16,70
Arcilla %	48,30	38,90	26,40	25,80	40,30
Carbonatos %	31,66	31,66	30	30	33
<i>Agua de desleimiento</i>					
Cc. de agua/100 gr. de muestra	29	24	20	22	18
% de agua	22,48	19,35	16,66	18,03	15,25
<i>Plasticidad</i>					
Límite de adherencia	31,39	25,54	23,10	23,95	19,69
Límite de arrollamiento	20,72	17,47	18,04	14,74	13,97
Índice de Riecke	10,67	8,07	5,06	9,21	5,72
Resistencia a la compresión: Kg/cm ² .	176,4	86,0	—	117,7	—

presentan la pequeña contracción en la zona 100° a 200° C, propia de materiales montmorilloníticos.

Es de notar la fuerte dilatación de las muestras Se-39 y 43 a partir de los 500° C, que atribuimos a la presencia de gran cantidad de cuarzo que pasa de alfa a beta cuarzo. Asimismo, estas muestras comienzan su contracción fuerte a partir de los 900° C, lo que es propio de minerales caoliníticos. Este efecto se nota especialmente en muestras muy arenosas.

En cuanto a las arcillas del Corbones, la muestra Se-14 presenta una contracción y dilatación semejantes a las que se observan en las Se-2, Se-39 y Se-43, muy arenosas. Las Se-12, Se-13 y Se-17 muestran las contracciones correspondientes a los materiales montmorilloníticos en la zona de bajas temperaturas, lo mismo que la dilatación a partir de 500° C, propia de la transformación alfa-beta-cuarzo.

Por lo que respecta al color de los materiales calcinados, varía éste desde un blanco hueso a un rojo ladrillo débil, no observándose la presencia de partículas de óxido cálcico más que en alguna muestra del Corbones (Se-18). Se hace notar que las máximas temperaturas alcanzadas han sido de 950° C.

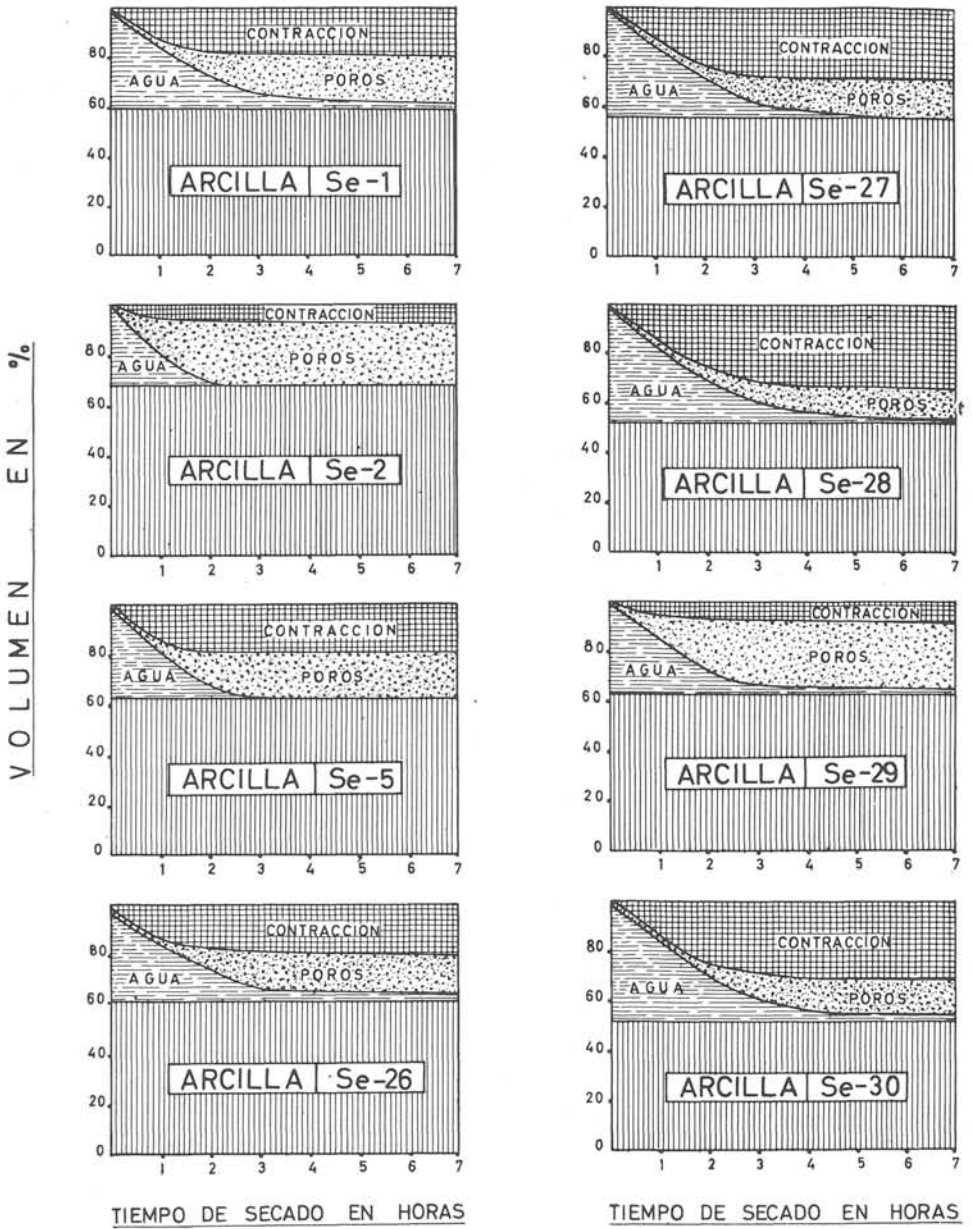


FIG. 6a.—Diagramas de secado a 50° C de las muestras sedimentarias que se estudian.

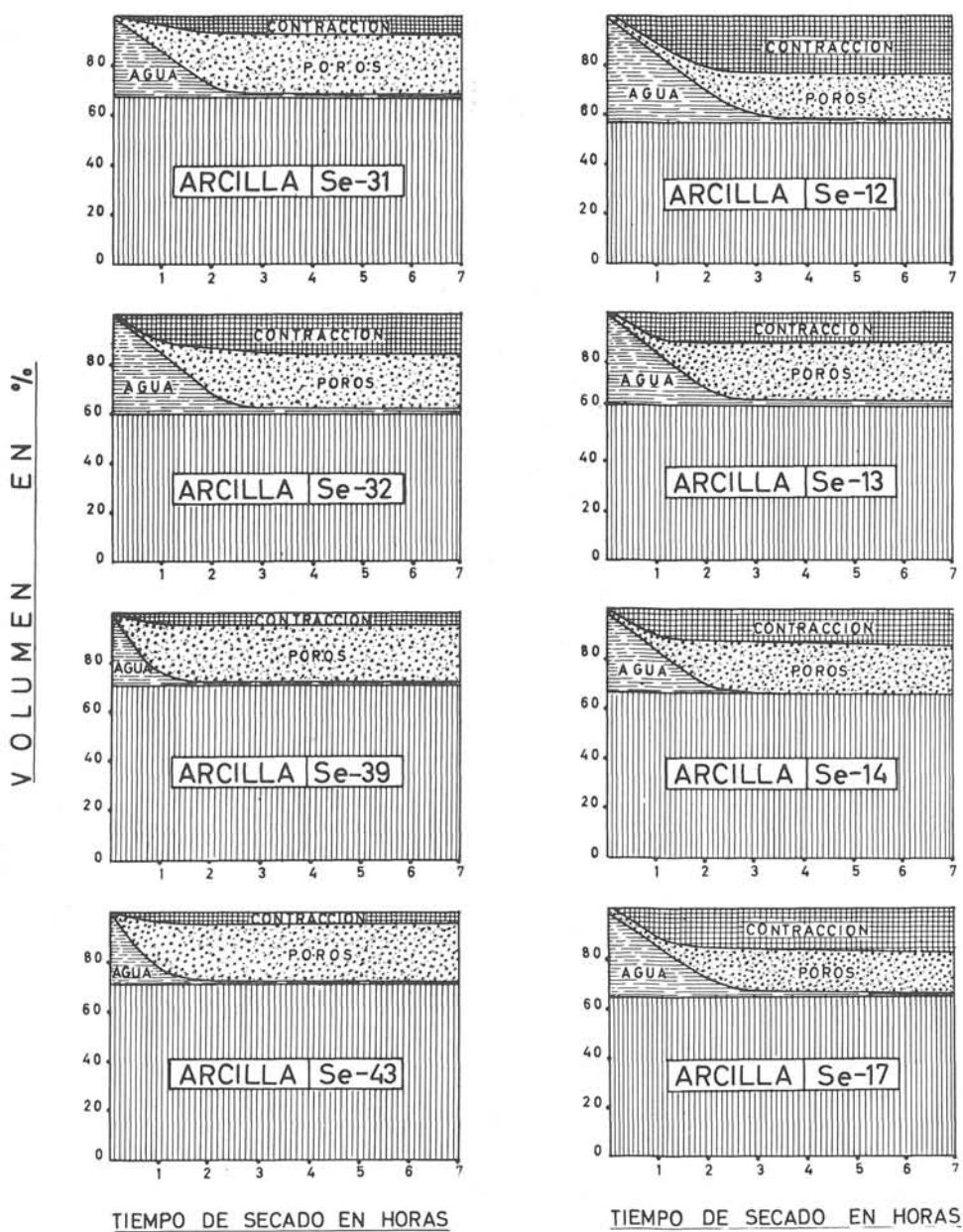


FIG. 6b1.—Diagramas de secado a 50° C de las muestras sedimentarias que se estudian.

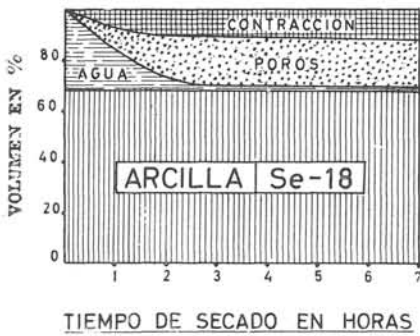


FIG. 6b (conclusión). Diagrama de secado a 50° C de la arcilla Se-18.

Los máximos valores de resistencia a la compresión de las arcillas de la vega del Guadalquivir los presentan las muestras Se-1, Se-5 y Se-28, constituidas por arcillas montmorilloníticas-iliticas de alto contenido en fracciones finas. Las muestras Se-2, Se-29 y Se-31, muy arenosas, presentan valores muy bajos (de 10,4 a 38,3 Kg./cm²). El resto mantiene valores entre los 100 y 200 Kg/cm².

Las arcillas de la vega del Corbones dan valores comprendidos entre 86 y 176 Kg/cm².

Es de notar que las industrias que utilizan los materiales estudiados en el presente trabajo varían las cantidades relativas de los diversos componentes mezclando los materiales diferentes en proporciones adecuadas de acuerdo con el fin a que se destinan y modificando de este modo las propiedades tecnológicas que aquí se describen.

En general puede concluirse que las arcillas de las vegas del Guadalquivir y del Corbones poseen condiciones naturales para obtener materiales cocidos de buenas propiedades cerámicas, susceptibles de mejora mediante un racional empleo de las técnicas modernas de esta industria.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDRE, V., y GARCÍA VERDUCH, A.: "Relaciones entre algunas propiedades físicas, químicas y técnicas de las arcillas". ((I), (II) y (III). An. Edaf. Tomo IX, 537-565 (1950). Tomo X, 207-246 (1951). Tomo X, 327-400 (1951).
2. BRINDLEY, G. W.: "X-ray identification and crystal structures of clay minerals". London (1951).
3. SALMANG, H.: "La cerámica". Ed. Reverté. Barcelona (1955).
4. MACKENZIE: "The differential thermal investigation of clays (1957).
5. SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERÁMICA: "Memorias de la Primera y Segunda Semanas de Estudios Cerámicos". Madrid (1963).