

# Asociaciones arcillosas en llanuras lutíticas y medios lacustres efímeros (Eoceno, Cuenca de Almazán)

*Clay mineral assemblages in mud flat and ephemeral lacustrine environments (Eocene, Almazán Basin)*

M. A. Bustillo (\*), R. García (\*) and I. Armenteros (\*\*)

(\*) Departamento de Geología, CSIC, Museo Nacional de Ciencias Naturales, José Gutiérrez Abascal, 2, 28006, Madrid. e-mail: abustillo@mncn.csic.es.  
(\*\*) Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, 37071 Salamanca. e-mail: ilde@gugu.usal.es

## Abstract

The Cihuela Carbonate unit is located in the eastern part of the Tertiary continental Almazán Basin, which is connected to the Duero Basin. This unit is 200 hundred metres thick and it consists of five increasing-upward carbonate sequences. Each megasequence is made up of a lower part of mudstones or marls, an upper carbonate part (calcitic and dolomitic facies) and transitional facies between the two. These sequences were formed in mud flats and in the associated ephemeral carbonate lakes with characteristic formation of interstitial gypsum during the frequent periods of exposure.

The clay mineral species identified by X-ray diffraction are: illite, two types of smectite (Di and Trioctahedral), palygorskite, sepiolite and minor kaolinite, chlorite and mixed-layer chlorite-smectites. Illite and dioctahedral smectite rich levels represent the detrital material deposits of the distal alluvial fan (mud flat) without later transformations under saline influence. The Mg-smectite and palygorskite are of diagenetic origin, possibly formed by transformation of the detrital phyllosilicates. Mg-smectites, which occurs exclusively in the mudstone layers interbedded with the dolomites in the first megasequence, were formed in the saline lakes. Palygorskite is recorded in the rest of the megasequences and it was formed in the mud flat, in conditions of lower salinity.

**Key words:** clay minerals, diagenesis, mud flat, ephemeral lake, Eocene, Almazán Basin

Geogaceta, 25 (1999), 51-54  
ISSN: 0213683X

## Introducción

El conjunto de transformaciones diagenéticas tempranas y procesos pedogénicos y/o freáticos que afectan a secuencias de llanura aluvial distal y a las de los medios lacustres efímeros asociados es muy variado.

Esta problemática se pone de manifiesto en la sucesión eocena de la Cuenca de Almazán, donde estudios previos (Armenteros y Bustillo, 1996; Armenteros *et al.*, 1997) han evidenciado que las facies sedimentarias terrígenas y químicas originales, formadas en los ambientes anteriormente referidos, han sido transformadas por diagénesis temprana o en el curso de los diferentes encostramientos (calcretas, dolocretas, gypcretas y silcretas). El objetivo del presente trabajo es hacer un análisis de la composición de las arcillas, intentando establecer las asociaciones mineralógicas correspondientes a las facies primarias, diferenciándolas de las producidas por diagénesis primaria, transformaciones pedogénicas y/o freáticas.

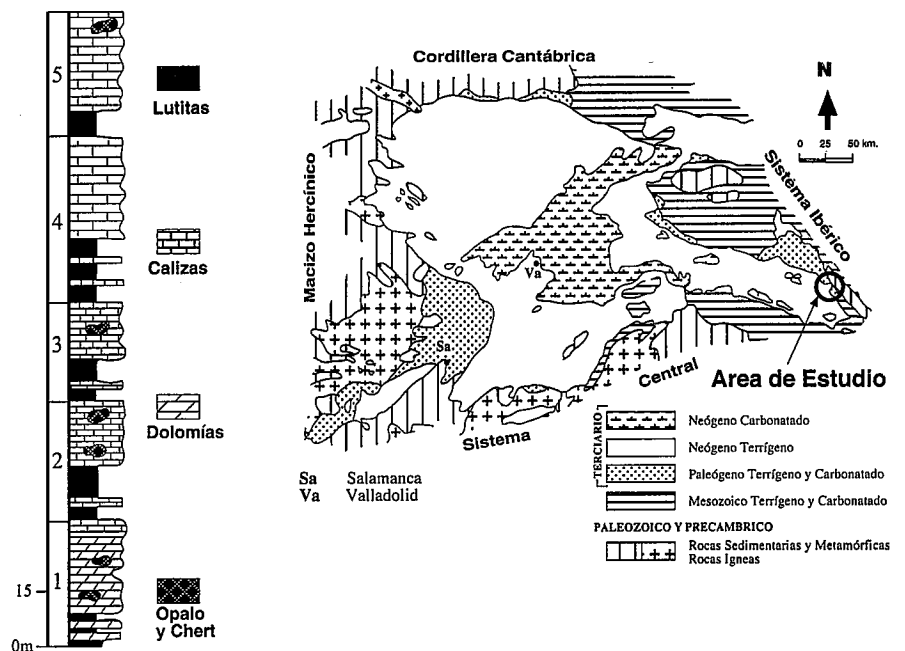
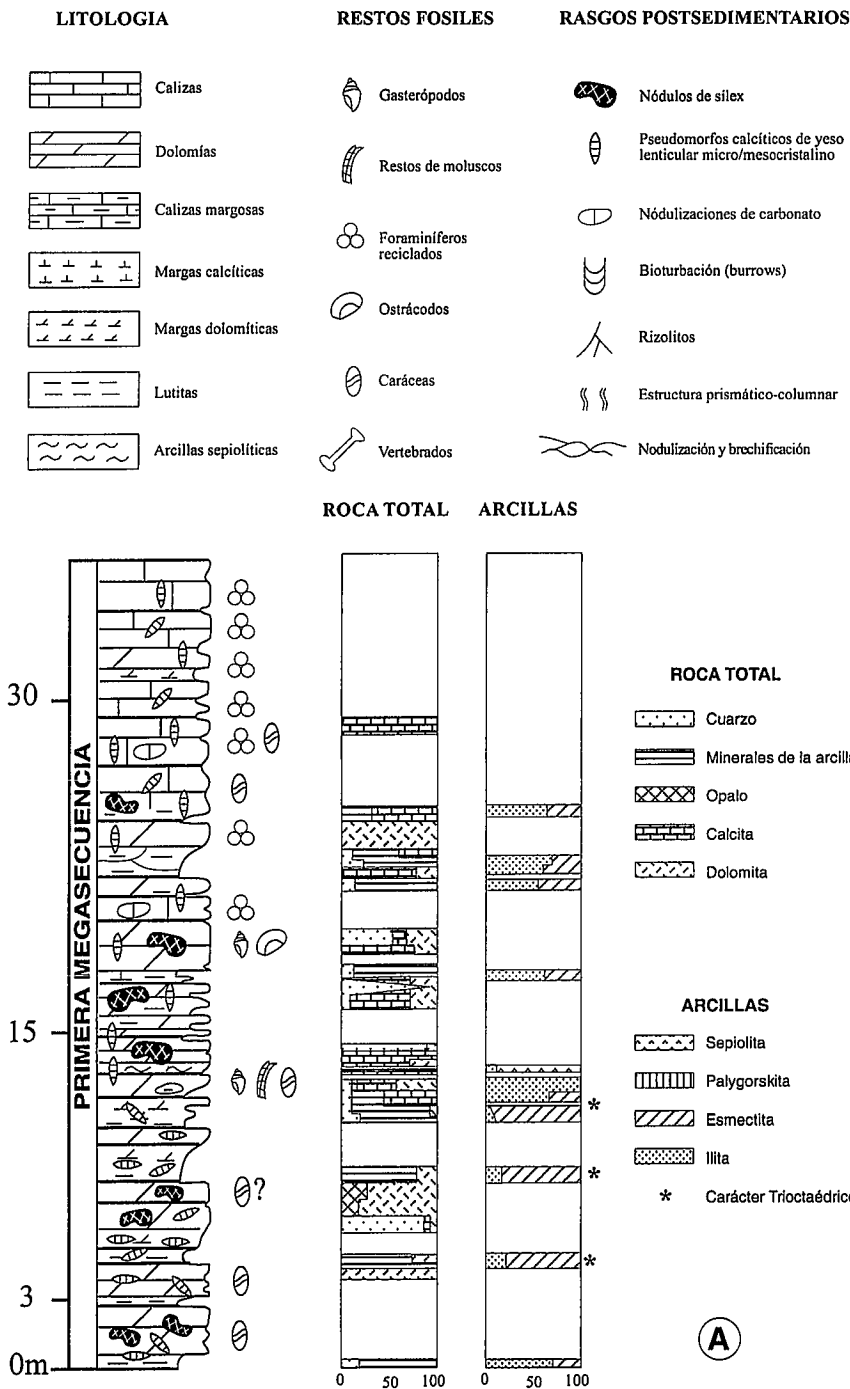


Fig.1.-Marco geológico y columna litológica general con diferenciación de las megasecuencias de la Unidad Carbonatada de Cihuela.

Fig. 1.-Geological location map and general lithological section marking the megasequences of the UCC.



que constituye la Unidad Carbonatada de Cihuela. La UCC supera ligeramente los 200 m de espesor y está constituida en la zona central por 5 megasecuencias carbonatocrecientes (Armenteros y Bustillo, 1996) que comienzan por facies lutítico-margosas dando paso gradualmente a facies carbonatadas (calcíticas y dolomíticas) (Fig. 1). Las facies carbonatadas de las megasecuencias inferiores presentan silicificaciones en masas y nódulos y la mayoría de las facies muestran numerosos pseudomorfos calcíticos y moldes de formas lenticulares mesocristalinas de yeso. Las facies dolomíticas (dolomicritas y dolomicrosparitas que pueden presentar vestigios de fósiles límnicos) abundan en la megasecuencia basal y son esporádicas en el resto, donde dominan las facies calcíticas (micritas, dismicritas, microsparitas y biomicritas). La edad de la Unidad corresponde al Eoceno superior (Headonense inferior) por correlación con la Unidad Carbonatada de Mazaterón, situada al norte y que ha sido datada mediante el yacimiento de mamíferos del mismo nombre (Jiménez, 1992).

**Metodología**

Para el estudio de los minerales de arcilla, se han muestreado los niveles de lutitas que aparecen intercalados entre las calizas lacustres y encostramientos, formando la base de megasecuencias. Asimismo se han analizado niveles lenticulares y nódulos de arcillas, ambos de dimensiones centimétricas y milimétricas, que aparecían ocasionalmente incluidos en ciertos niveles carbonatados. Los análisis mineralógicos se han realizado mediante DRX, con un equipo Philips modelo PW1710, equipado con monocromador de grafito, y utilizando la radiación K del Cu. Además de los difractogramas de polvo total, se realizaron agregados orientados sobre la fracción inferior a 2µm, y se llevaron a cabo los tratamientos standard de E.G. y calentamiento a 550°C.

**Resultados y Discusión**

La composición mineralógica de las muestras analizadas se ha expresado en los diferentes diagramas de la figura 2. Los principales minerales de la arcilla encontrados son: esmectita, illita, sepiolita y palygorskita, apareciendo minoritariamente y esporádicamente clorita, interestratificados clorita-esmectita y caolinita.

El análisis conjunto de las características mineralógicas y sedimentológicas

**Marco geológico**

La Unidad Carbonatada de Cihuela (UCC) se sitúa en la Cuenca de Almazán, apéndice suroriental de la Cuenca del Duero, ocupando la parte más oriental de la primera (Fig.1). La Cuenca terciaria de Almazán presenta un relleno constituido íntegramente por facies aluviales y lacustres y supera en la zona de estudio los 2000 m de espesor, entre los que predominan los materiales paleógenos (más de 1500 m), que son, a su vez,

los más afectados por los levantamientos alpinos del Sistema Ibérico (Armenteros *et al.*, 1989). La serie paleógena se apoya en suave discordancia sobre el Cretácico Superior carbonatado. Su secuencia basal, que es granodecreciente y de unos 300 m de espesor, comienza con facies marginales conglomeráticas rojas que, lateralmente y hacia el techo, pasan a facies de lutitas rojas con intercalaciones de areniscas y calcretas. Hacia el centro de la cuenca, estas facies dan paso a una sucesión carbonatada con algunas intercalaciones lutíticas

cas revela interesantes datos sobre las diferentes asociaciones de arcillas. En las cuatro primeras megasecuencias aparecen niveles lutíticos donde coexisten illita y esmectita en proporciones significativas y donde la reflexión (060) marca la existencia exclusiva de minerales dioctaédricos. Las muestras que presentan esta asociación pueden incluir una pequeña proporción de terrígenos de cuarzo y feldespato. Debido a todas estas características, esta asociación se puede considerar simplemente terrígena (Chamley, 1989) y correspondería a los sedimentos finos de la llanura lutítica poco alterados. En la quinta megasecuencia, indicios de caolinita formarían también parte del cortejo terrígeno. Su aparición a techo de la UCC, parece estar justificada por el comienzo del desmantelamiento de la unidad cretácica de Utrillas.

La escasez de pseudomorfos o moldes de cristales de yeso en estos niveles lutíticos poco alterados, indicaría que en este caso los fluidos intersticiales que impregnaron los sedimentos finos de la llanura lutítica eran poco salinos y sólo ocasionalmente alcanzaron la saturación para la precipitación del yeso.

Los carbonatos asociados a esta asociación terrígena son siempre calcita y aparecen como nódulos, niveles de carbonatación y más raramente como pseudomorfos de cristales de yeso. No se observaron variaciones en la composición de arcillas entre las partes más o menos carbonatadas.

Los niveles lutíticos de la primera megasecuencia, que están formados fundamentalmente por esmectita trioctaédrica, representan episodios singulares. Los carbonatos asociados, que frecuentemente rellenan moldes de cristales de yeso, son exclusivamente dolomita. El carácter monomineral de estos niveles indica o una transformación intensa y total de las arcillas aluminicas existentes en esta megasecuencia, como es frecuente en lagos y playas salinas (Jones, 1986), o bien una precipitación directa de esmectita magnesiánica en ambiente lacustre, como describen Mayayo *et al.* (1998) en la cuenca de Calatayud.

En relación a la primera génesis, la transformación tendría lugar en un medio evaporítico, rico en Mg, y en el que además se produciría la dolomita reemplazando, en parte, al yeso intersticial formado inicialmente entre las lutitas. Este proceso se podría dar en ambiente lacustre salino (Inglès *et al.*, 1998), en ambiente subaéreo de mud flat (Domínguez *et al.*, 1997), o bien en ambiente freático como determinan Colson y Cojan (1996),

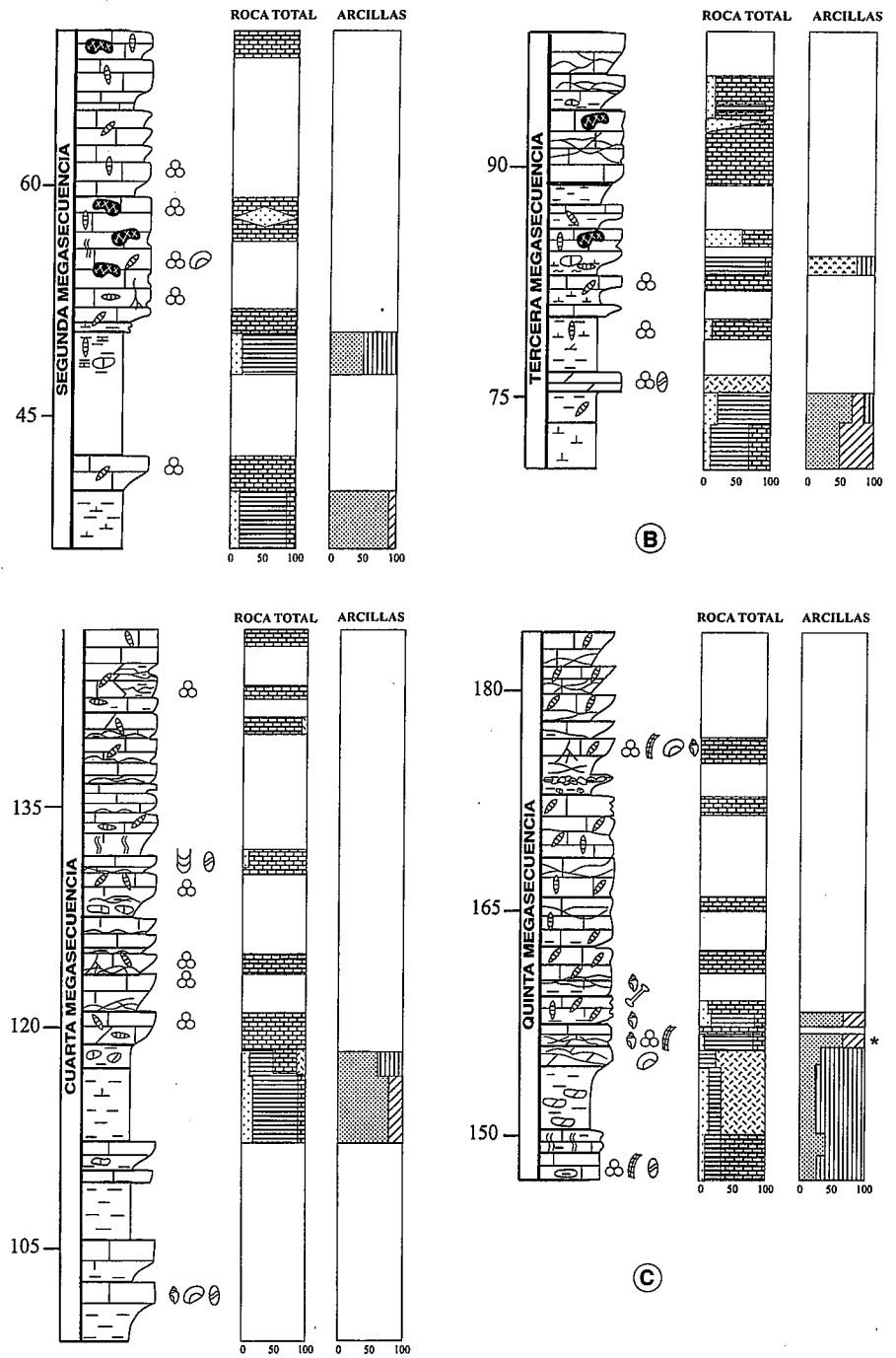


Fig.2.-Columna litológica y diagramas composicionales de la roca total y mineralogía de arcillas: (a) Primera megasecuencia. (b) Segunda y tercera megasecuencia. (c) Cuarta y quinta megasecuencia. Símbolos en (a).

Fig.2.-Lithological sections with bulk and clay mineralogy diagrams. (a) First megasequence. (b) Second and third megasequence. (c) Fourth and fifth megasequence. Legend in (a).

en perfiles inmaduros de dolocretas freáticas. Los datos sedimentológicos existentes marcan un ambiente lacustre salino en la primera megasecuencia (Armenteros y Bustillo, 1996).

La segunda génesis, que sería la precipitación directa en un ambiente lacustre efímero alcalino (Mayayo *et al.*, 1998),

no puede ser desechada, ya que también aparecen en esta parte de la megasecuencia capas de sepiolita. De una forma generalizada en la bibliografía, se considera que los niveles constituidos mayoritariamente por sepiolita se originan por precipitación directa en zonas lacustres endorreicas, palustres o de playa-lake a partir

de disoluciones enriquecidas en sílice y magnesio y sin fases alumínicas activas (Jones y Galan, 1988).

La palygorskita, en las secuencias estudiadas, se encuentra en situaciones diferentes. En los niveles arcillosos de las megasecuencias tres y cuatro se observa que su aparición está ligada a la destrucción de la esmectita, ya que existen secuencias donde se detectan asociaciones ilita-esmectita que son sustituidas a techo por ilita-palygorskita, permaneciendo en algún caso pequeñas proporciones de esmectita. Inglès y Anadón (1991) consideran que en los ambientes en los que se producen repetidas fases de inundación y desecación la esmectita es eliminada y se favorece la formación de palygorskita. Botha y Hughes (1992) describen procesos pedogénicos sobre sedimentos arcillosos lacustres marginales en los que se produce la descomposición de la esmectita y la neoformación de palygorskita. Esta transformación, por exposición subaérea, exige fluidos alcalinos y salinos, ricos en Mg, que a su vez, pueden ser responsables de las dolomías que coronan estas secuencias, y que también aparecen en nuestro caso.

En los niveles arcillosos de las megasecuencias segunda y quinta la palygorskita aparece asociada a ilita, sin que existan relictos de esmectita. Aunque no se puede desechar la idea de que en estos casos haya desaparecido completamente la esmectita, también es factible que nunca haya existido esmectita y la transformación se diera a partir de ilita. La mayoría de los autores consideran que la ilita puede ser también precursora, cuando el aumento del pH y de la salinidad favorecen su disolución y la neoformación de palygorskita (Chahi *et al.*, 1993; López-Galindo *et al.*, 1996, entre otros).

Otra situación diferente es la aparición de palygorskita en calcretas claramente definidas en el campo, como sucede en la base de la quinta megasecuencia.

Este caso es ampliamente referido en la bibliografía. La palygorskita se origina por neoformación o transformación de fases alumínicas durante el proceso de formación de las calcretas. El neomorfismo de calcita de alto contenido en Mg a calcita de bajo contenido en Mg, en la calcreta, produce disoluciones ricas en magnesio que inducen la precipitación de palygorskita, sepiolita o dolomita (Watts 1980, entre otros).

### Resumen y Conclusiones

En todas las megasecuencias existen niveles donde se han preservado las asociaciones de arcillas terrígenas. Son los representantes de las partes distales de la llanura aluvial (llanura lutítica), que no fueron afectadas por fluidos salinos, como lo refleja la escasez de pseudomorfos de cristales de yeso.

El resto de los niveles manifiestan frecuentemente la presencia de esmectitas magnesianas (primera megasecuencia) o palygorskita (resto de megasecuencias) que coexisten normalmente con proporciones variables de ilita. Ambas fases son minerales neoformados, que pueden aparecer con diferente génesis y en situaciones distintas dentro de los ambientes de llanura aluvial, playa lake o lagos efímeros. Al no existir datos concluyentes, la comparación con cuencas próximas y similares, donde la mineralogía de arcillas ha sido relacionada con la paleogeografía (Inglès *et al.*, 1998. Eoceno-Mioceno, Sudoeste Cuenca del Ebro), se podría pensar que la palygorskita se forma en las llanuras lutíticas salinas, mientras que la esmectita magnesia lo hace preferentemente en el lago, y en ambos casos a partir de filosilicatos detríticos. Siguiendo a los autores referidos, la palygorskita aparecería en la llanura lutítica desecada, en condiciones de menor salinidad y mayor influencia terrígena, que las esmectitas magnesianas.

### Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado dentro del proyecto de investigación PB-95-0106 de la DGES.

### Referencias

- Armenteros, I. y Bustillo, M.A. (1996): *Geogaceta*, 20:266-269.
- Armenteros, I., Bustillo, M.A. y García, R. (1997): *18 th Regional European Meeting of Sedimentology*, Heidelberg, p 49.
- Armenteros, I., Dabrio, J.C., Guisado, R. y Sánchez de Vega, A. (1989). *Studia Geologica Salmanticensia*, vol esp. 2:107-127.
- Bota, G.A. y Hughes, J.C. (1992): *Geoderma*, 53: 139-154.
- Chahi, A., Duplay, J. y Lucas, J. (1993): *Clays and clay minerals*, 41:401-411
- Chamley, H. (1989): *Clay Sedimentology*. Springer-Verlag, Berlín, 623 págs.
- Colson, J. y Cojan, Y. (1996): *Sedimentology*, 43: 175-188.
- Inglès, M., Anadón, P. (1991): *J. Sediment. Petrol.*, 61: 926-939.
- Inglès, M., Salvany J.M., Muñoz A. y Pérez A. (1998): *Sedimentary Geology* 116:159-176.
- Jiménez, E. (1992): *Vertebrados Fósiles de Castilla y León (Coord. E. Jiménez Fuentes)*. Museo de Salamanca, 39-41.
- Jones, B. (1986): *Studies in Diagenesis* (De. F.A. Mumpton). *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 1578: 291-300.
- Jones, B.F. y Galán, E. (1998): *Hydrous Phyllosilicates. Reviews in Mineralogy*, 19: 631-667.
- López Galindo, A., Ben Aboud, A., Fenoll Hach-Ali, P. y Casas Ruiz, J. (1996): *Clay Miner.*, 31: 33-44.
- Mayayo, M.J., Torres-Ruiz, J., González-López, A. y Bauluz, B. (1998): *Eur. J. Mineral.*, 10: 367-383.
- Watts, N.L. (1980): *Sedimentology*, 27: 661-686.