

2

Determinación fotométrica de la rotación de 8 asteroides descubiertos por Josep Comas Solà

Josep M. Coloma, Ramón Costa, Enric Forné,
Luis M. García, Hilari Pallarés
(Agrupación Astronómica de Sabadell)

Resumen / Abstract

Objetivo: Determinar el periodo de rotación de los asteroides descubiertos por el astrónomo barcelonés J. Comas Solà cuya posición orbital y magnitud permitiera su observación en los años 2005, 2006 y 2007.

Método: Observaciones consecutivas con cámara CCD y filtro fotométrico estándar. Obtención del diagrama en fase y cálculo de periodo y amplitud.

Resultados: Se han observado los asteroides (804) Hispania, (925) Alphonsina, (945) Barcelona, (986) Amelia, (1102) Pepita, (1117) Reginita, (1188) Gothlandia y (1626) Sadeya. Por primera vez se ha calculado el periodo de rotación del asteroide (1102) Pepita y se han ratificado los valores establecidos para el resto, mejorado la precisión en varios de ellos.

***Aim:** To determine the rotation period of the asteroids discovered by the Catalan astronomer J. Comas Solà that were observable during the years 2005, 2006 and 2007.*

***Method:** Consecutive observations with a CCD camera and standard photometric filter. Obtention of the corresponding phase diagram and calculation of its period and amplitude.*

***Results:** The asteroids (804) Hispania, (925) Alphonsina, (945) Barcelona,*

(986) Amelia, (1102) Pepita, (1117) Reginita, (1188) Gothlandia and (1626) Sadeya were observed. The rotational period of (1102) Pepita was derived for the first time. The values for the rest of asteroids were confirmed, and the accuracy increased in some cases.

Introducción

Josep Comas Solà (1868-1937) fue director del Observatorio Fabra, de Barcelona, desde su fundación en 1904 hasta su fallecimiento. A lo largo de su carrera como astrónomo descubrió diversos objetos astronómicos: estrellas variables, dobles, un cometa periódico (P/32 Comas Sola) y 11 asteroides. Ocho de ellos son el tema de este trabajo.

La fotometría de asteroides es la herramienta indiscutible para calcular sus periodos de rotación. Además, la obtención de curvas fotométricas de un mismo cuerpo menor en diferentes puntos de su órbita alrededor del Sol, permite calcular la posición de su eje polar y construir un modelo de su forma en tres dimensiones. Un gran número de asteroides disponen de un periodo calculado con precisión y verificado por varios autores, otros contienen un cierto nivel de incertidumbre y otros no disponen de ninguna estimación publicada. En los asteroides que nos ocupan encontramos ejemplos de los tres casos.

El equipo de fotometría de la Agrupación Astronómica de Sabadell reporta sus observaciones y mediciones en esta disciplina al Observatorio de Ginebra (Suiza) que lidera al consistorio internacional *CdR (Courve de Rotation)*, lo cual ha permitido contar con la colaboración de otros observatorios para completar algunas de las curvas fotométricas y aumentar la precisión en las mediciones.

Observaciones

Las observaciones realizadas se muestran en la tabla 1. Parte de ellas han sido llevadas a cabo con el telescopio de 50 cm de abertura del observatorio de Sabadell de la Agrupación Astronómica de Sabadell en su configuración Newton ($f/4,0$) y situando en su foco primario una cámara CCD FLI-CM9 de 512 x 512 píxeles de 20 micras. Los filtros utilizados han sido los B y V de Bessel, estándares en fotometría. Paralelamente se han complementado las observaciones con las registradas desde los observatorios privados de dos de los integrantes del equipo de trabajo:

Tabla 1. Registros obtenidos de los asteroides

Asteroide	Fecha	Observatorio	Registros
(804) Hispania	3/4/2006	Agrup. Astron. Sabadell	124
(804) Hispania	18/4/2006	Josep Maria Coloma	86
(804) Hispania	24/4/2006	Josep Maria Coloma	82
(804) Hispania	5/5/2006	Josep Maria Coloma	51
(925) Alphonsina	9/8/2006	Enric Forné	411
(925) Alphonsina	12/8/2006	Enric Forné	480
(925) Alphonsina	17/8/2006	Enric Forné	478
(925) Alphonsina	25/8/2006	Enric Forné	249
(945) Barcelona	19/12/2005	Agrup. Astron. Sabadell	178
(945) Barcelona	2/1/2006	Agrup. Astron. Sabadell	120
(986) Amelia	11/12/2006	Agrup. Astron. Sabadell	253
(986) Amelia	8/1/2007	Agrup. Astron. Sabadell	103
(1102) Pepita	24/4/2006	Agrup. Astron. Sabadell	51
(1102) Pepita	29/5/2006	Agrup. Astron. Sabadell	84
(1102) Pepita	12/6/2006	Agrup. Astron. Sabadell	52
(1102) Pepita	26/6/2006	Agrup. Astron. Sabadell	49
(1117) Reginita	29/1/2007	Agrup. Astron. Sabadell	215
(1117) Reginita	19/2/2007	Agrup. Astron. Sabadell	244
(1188) Gothlandia	2/1/2006	Agrup. Astron. Sabadell	90
(1188) Gothlandia	11/1/2006	Josep Maria Coloma	81
(1188) Gothlandia	2/2/2006	Josep Maria Coloma	161
(1626) Sadeya	19/1/2007	Enric Forné	318
(1626) Sadeya	20/1/2007	Enric Forné	477

- Observatorio de Enric Forné (MPC B29) en La Ampolla (Tarragona), a través del telescopio reflector Newton de 36 cm de abertura ($f/4,0$) y una cámara CCD Starlight Xpress SXV-H9 de 1.392 x 1.040 píxeles de 6,45 micras, trabajando con filtro fotométrico estándar V.

- Observatorio de Josep Maria Coloma (MPC A90), en Sant Gervasi, Barcelona, dotado de un telescopio Schmidt-Cassegrain de 20 cm de abertura a $f/5,5$ con cámara CCD Starlight Xpress MX516, de 500 x 290 píxeles de 9,8 x 12,6 micras, trabajando con filtro fotométrico estándar V.

Análisis

Una vez obtenidas las imágenes, éstas fueron corregidas de corriente de oscuridad (*dark frames*) y aplanamiento de campo (*flat field*) por el método habitual de promedios en series de imágenes de ambos tipos. Para ello se utilizó el programa informático Astroart.

Posteriormente se realizó la fotometría diferencial a las imágenes utilizando el programa Iris y obteniendo así las curvas fotométricas. Para el ajuste de magnitud instrumental a magnitud real se verificaron los valores indicados para las estrellas de referencia en la mayor cantidad posible de catálogos estelares, accediendo a ellos a través de la web de Vizier (ver bibliografía). La regla utilizada para definir el valor de la magnitud de referencia consistió en calcular el valor de magnitud real promedio de los catálogos disponibles para cada estrella en cada banda, sin contemplar aquellos que se alejaban del promedio más de tres veces el valor de la desviación estándar (3σ).

Con la excepción de aquellos asteroides cuyo periodo es relativamente corto (3-4 horas o menos), para conseguir abarcar una rotación completa son necesarias varias noches de observación del mismo objeto, realizar de forma individual cada curva fotométrica y, posteriormente, ponerlas en fase, es decir, situarlas sobre una misma gráfica aplicando para ello el valor de un periodo de rotación previamente determinado (si se conoce) y ajustarlo posteriormente hasta conseguir los valores más precisos en el ajuste entre las curvas parciales. Para ello se ha utilizado el programa informático Persea y aplicaciones propias desarrolladas por CdR. El programa Persea incorpora herramientas estadísticas de tipo periodograma, destinadas a obtener los valores de probabilidad de periodos más afines a las observaciones fotométricas parciales introducidas. Esto resulta de gran utilidad en los casos en que no se dispone de ninguna estimación previa de dicho valor, además de ayudar en la realización del diagrama de fase en aquellos asteroides a los cuales no ha sido posible observar su rotación de forma completa.

(804) Hispania

Este asteroide, que tiene un periodo rotacional de 0,61854 días (según Minor Planet Center, MPC), fue observado en las noches del 3, 18, 24 de abril y 5 de mayo de 2006, obteniéndose las curvas fotométricas parciales

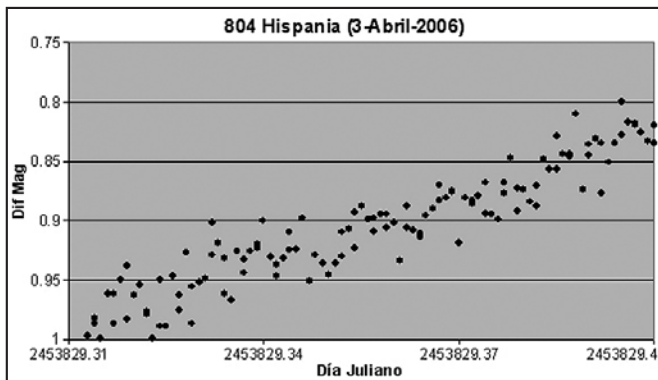


Figura 1.

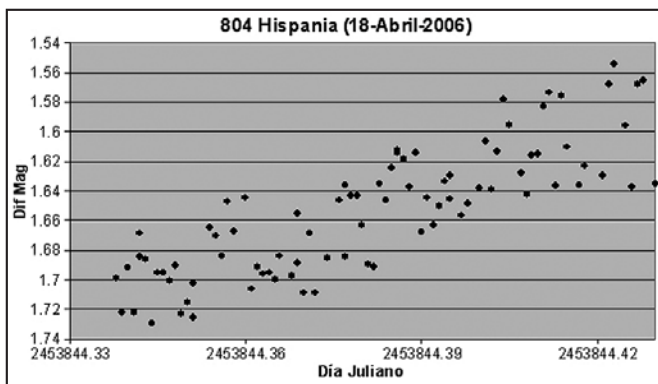


Figura 2.

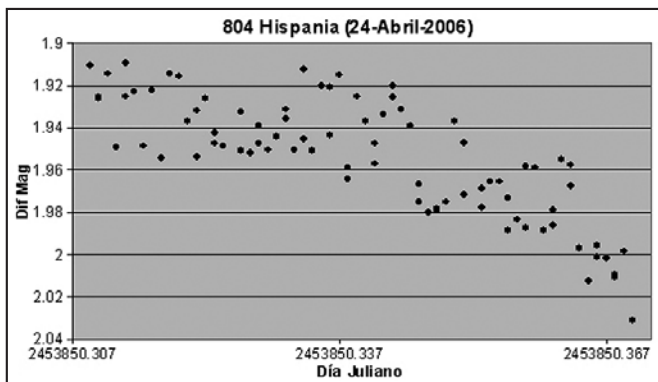


Figura 3.

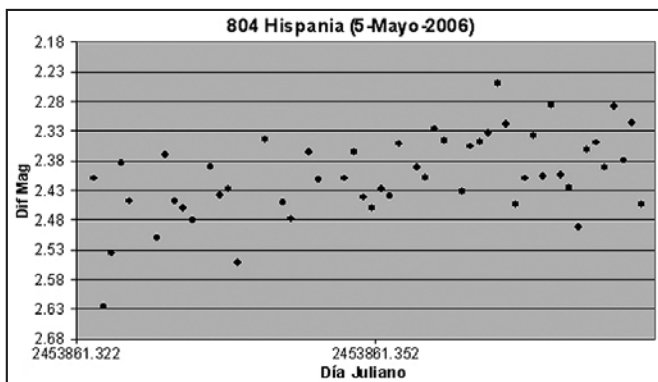


Figura 4.

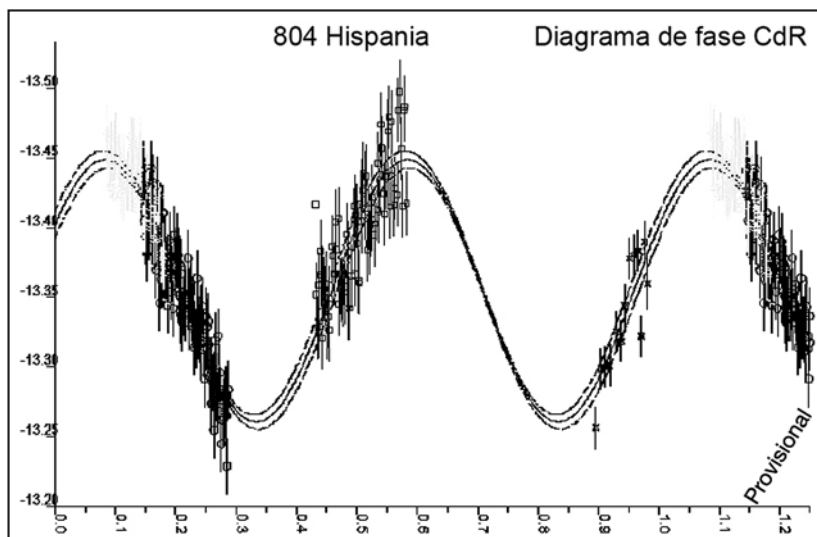


Figura 5.

mostradas en las figuras 1, 2, 3 y 4. A partir de dichas observaciones se pudo construir el diagrama de fase mostrado en la figura 5 y publicado en la página web de *CdR*. Aunque la curva no abarca una rotación completa, el periodo calculado a partir de este diagrama de fase es igual que el que existía previamente hasta el sexto decimal, certificando, por tanto, su validez. Paralelamente, el perfil del diagrama de fase parece mostrar un asteroide sin grandes irregularidades superficiales y baja excentricidad del

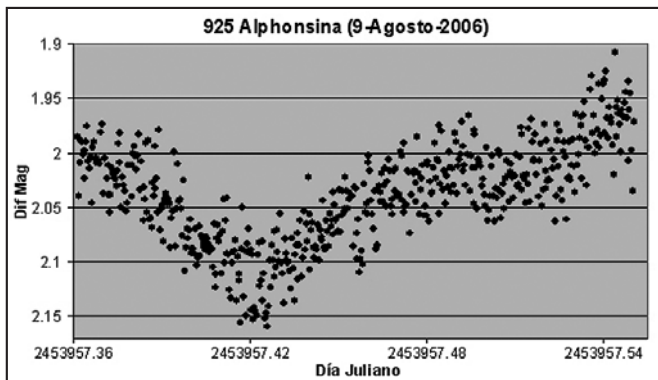


Figura 6.

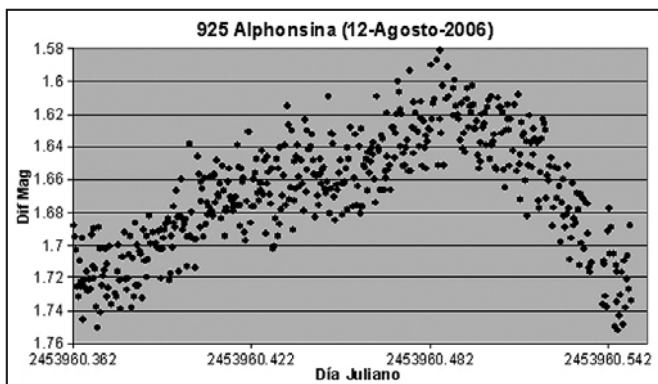


Figura 7.

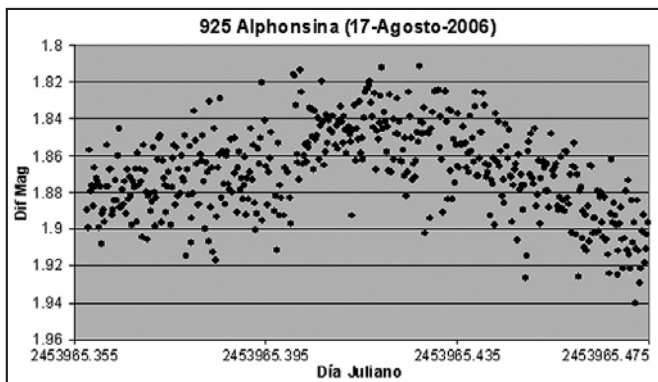


Figura 8.

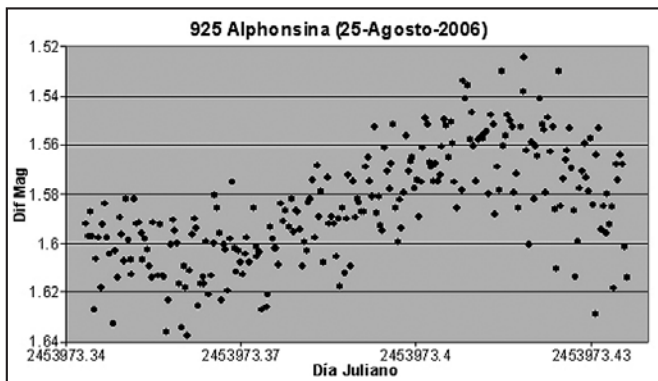


Figura 9.

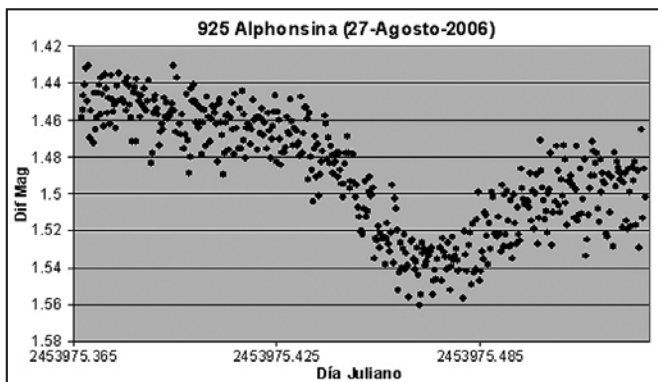


Figura 10.

elipsoide que podría ser un indicador de que la forma de (804) Hispania es relativamente esférica.

(925) Alphonsina

Este asteroide, que tiene un periodo rotacional previo de 0,3283 días (según MPC), fue observado las noches del 9, 12, 17, 25 y 27 de agosto de 2006, obteniéndose las curvas fotométricas parciales mostradas en las figuras 6, 7, 8, 9 y 10. Estas observaciones permitieron construir un diagrama de fase mostrado en la figura 11, perfectamente resuelto en la totalidad de la rotación y a partir del cual pudo calcularse un periodo de rotación de 0,328249 días. La diferencia entre ambos valores es aproxima-

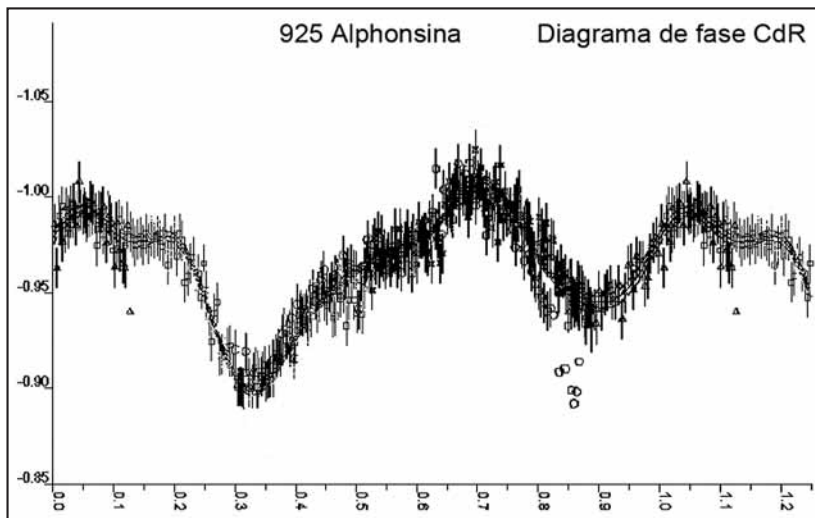


Figura 11.

damente de 7 segundos y se encuentra dentro del margen de error de las mediciones.

Paralelamente, el diagrama de fase conseguido con nuestras observaciones muestra una amplitud aproximada de sólo 0,1 magnitudes, cuando los valores publicados oscilan entre 0,17 y 0,31 magnitudes. Dado el bajo error en las medidas fotométricas (entre 0,01 y 0,02 magnitudes), la causa es, con toda seguridad, la posición en esas fechas del eje de rotación del

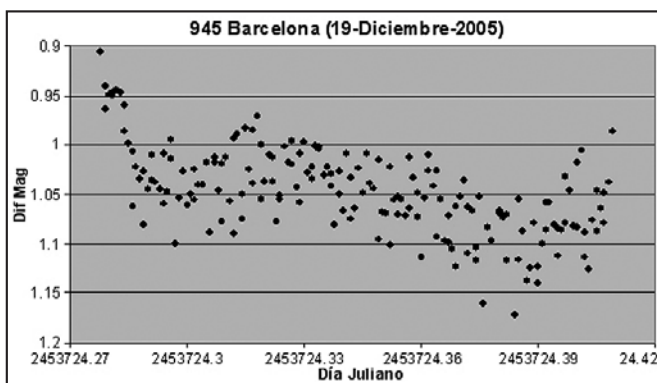


Figura 12.

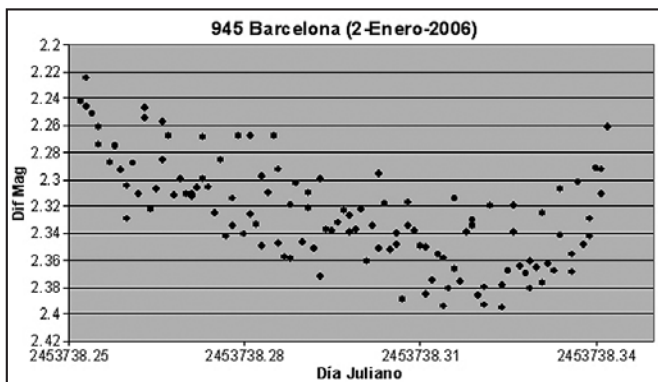


Figura 13.

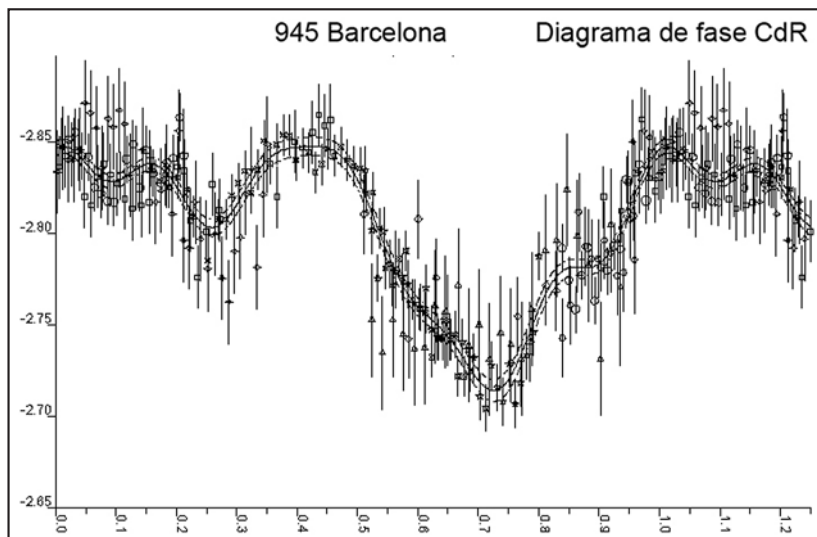


Figura 14.

asteroide respecto a la línea de visión desde la Tierra. Así, pues, las irregularidades que se aprecian cerca del valor 0,1 del eje X en el diagrama de fase pueden indicar la presencia de un cráter o un contraste en el albedo.

(945) Barcelona

Este asteroide, con un periodo rotacional previo de 0,306875 días (según *MPC*), fue observado las noches del 19 de diciembre de 2005 y 2 de enero

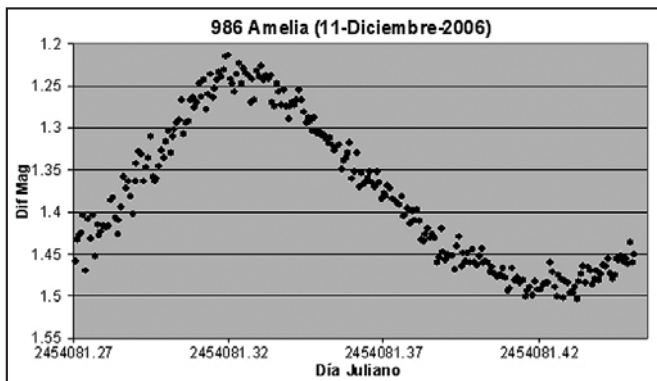


Figura 15.

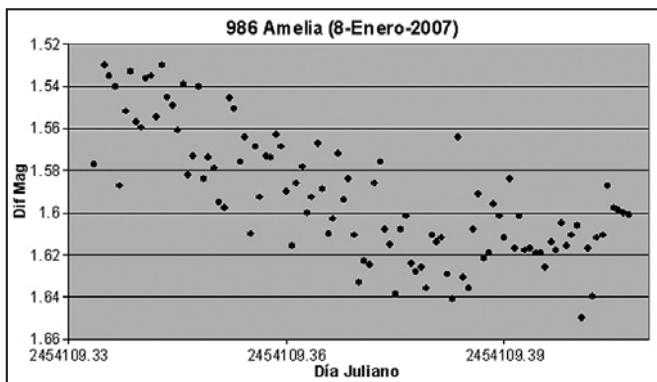


Figura 16.

de 2006, obteniéndose las curvas fotométricas parciales mostradas en las figuras 12 y 13, a partir de las cuales se construyó el diagrama de fase expuesto en la figura 14 y que consiguió abarcar la totalidad de la rotación gracias a la colaboración de los observadores F. Manzini y R. Roy, de *CdR*.

El periodo de rotación calculado a partir del mencionado diagrama fue de 0,306550 días, con un error de sólo 0,34 segundos, lo cual indica una apreciable mejora con respecto al valor publicado de unos 28 segundos. La amplitud mostrada se sitúa aproximadamente en 0,15 magnitudes, mientras que los valores anteriores oscilaban entre 0,09 y 0,13.

Se aprecian varias fluctuaciones en el diagrama de fase causadas por irregularidades superficiales.

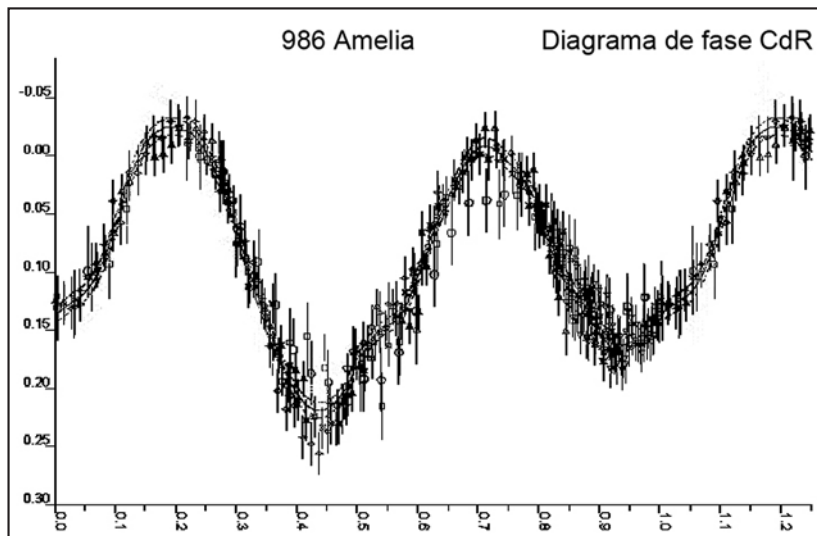


Figura 17.

(986) Amelia

Asteroide observado en las noches del 11 de diciembre de 2006 y 8 de enero de 2007. Tiene un periodo rotacional de 0,3966 días (según *MPC*). Se obtuvieron las curvas fotométricas parciales mostradas en las figuras 15 y 16, a partir de las cuales se construyó el diagrama de fase expuesto en la figura 17, contando con la colaboración de R. Poncy y H. Hamanowa, observadores de *CdR*. Partiendo del diagrama se obtuvo un periodo de rotación estimado de 0,396533 días con un error de 1,04 segundos, lo cual significa una discrepancia de sólo unos 5,78 segundos.

El perfil de la curva no muestra irregularidades apreciables. La amplitud medida se sitúa en 0,3 magnitudes frente a las 0,43 magnitudes publicadas hasta la fecha. Nuevamente nos encontramos ante observaciones realizadas bajo diferentes inclinaciones del eje de rotación del asteroide.

(1102) Pepita

Es el único asteroide objeto de este estudio del cual no se disponía de ninguna información sobre su periodo rotacional. Fue observado en las noches del 24 de abril, 29 de mayo, 12 y 26 de junio de 2006, obteniéndose las curvas fotométricas parciales mostradas en las figuras 18, 19, 20 y 21,

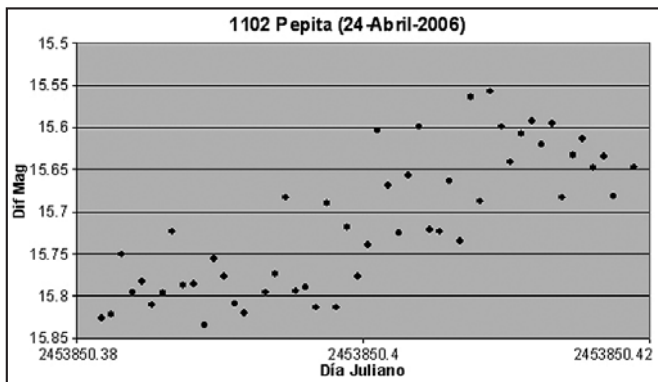


Figura 18.

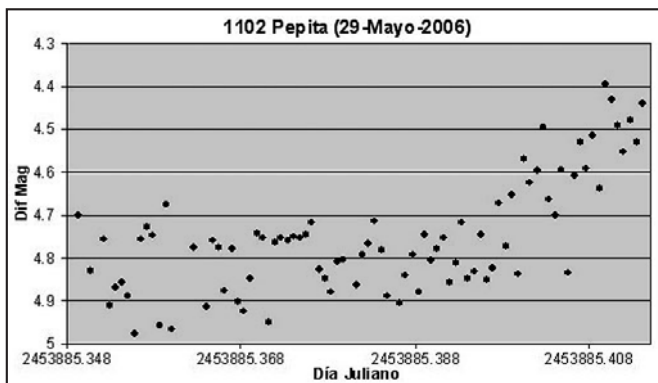


Figura 19.

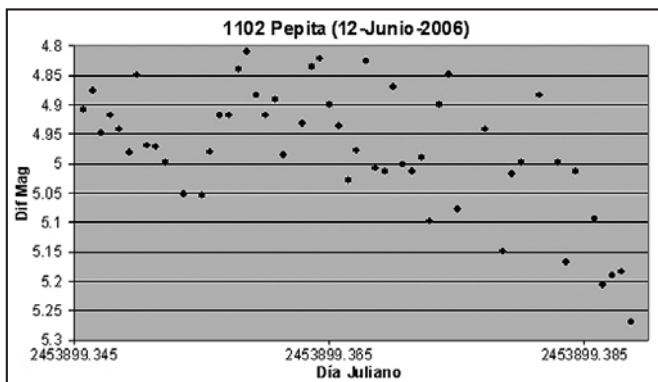


Figura 20.

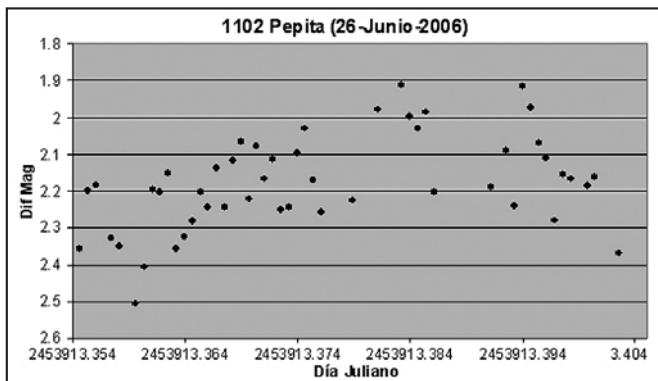


Figura 21

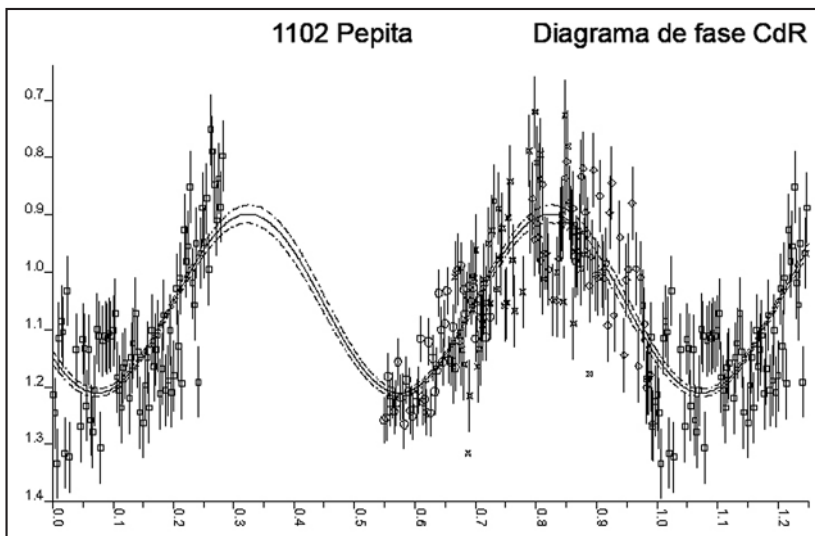


Figura 22.

mediante las cuales se construyó el diagrama de fase de la figura 22. No se llegó a completar una rotación.

A partir del diagrama de fase ha podido calcularse un periodo aproximado de 0,21265 días con una incertidumbre elevada y pendiente de futuras observaciones para aumentar su precisión.

La debilidad de la luz reflejada por este asteroide, que en esas fechas se situaba aproximadamente en magnitud 15,7, ha provocado que el error

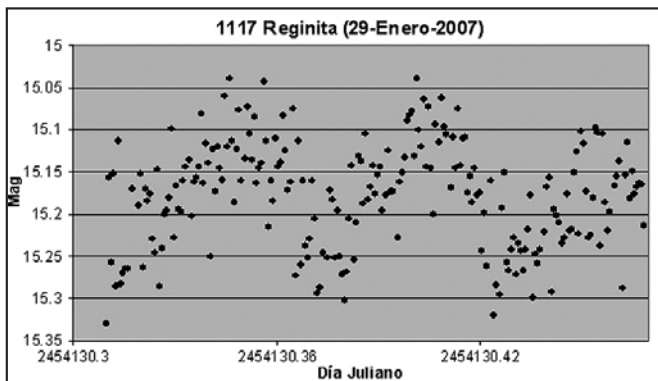


Figura 23.

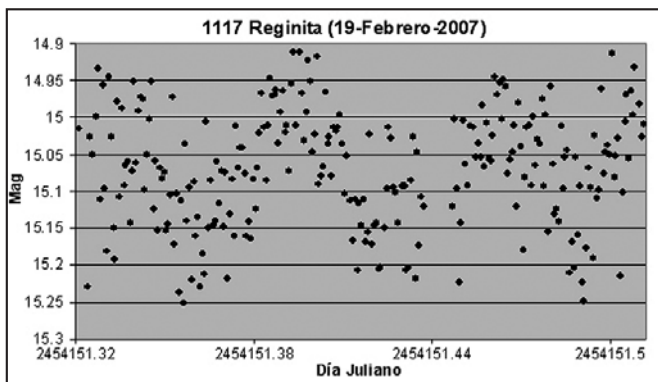


Figura 24.

en las mediciones fotométricas estuviera en torno a 0,09 magnitudes. La amplitud media calculada es de unas 0,2 magnitudes.

(1117) Reginita

Este asteroide tiene un periodo rotacional previo de 0,12275 días (según *MPC*), lo cual lo sitúa como el más rápido de los aquí tratados. Fue observado en las noches del 29 de enero y 19 de febrero de 2007, obteniéndose las curvas fotométricas mostradas en las figuras 23 y 24, que abarcan más de una rotación completa cada una. A partir del solapamiento en fase de ambas se construyó el diagrama expuesto en la figura 25.

El periodo calculado a partir de estos datos fue de 0,122740 días,

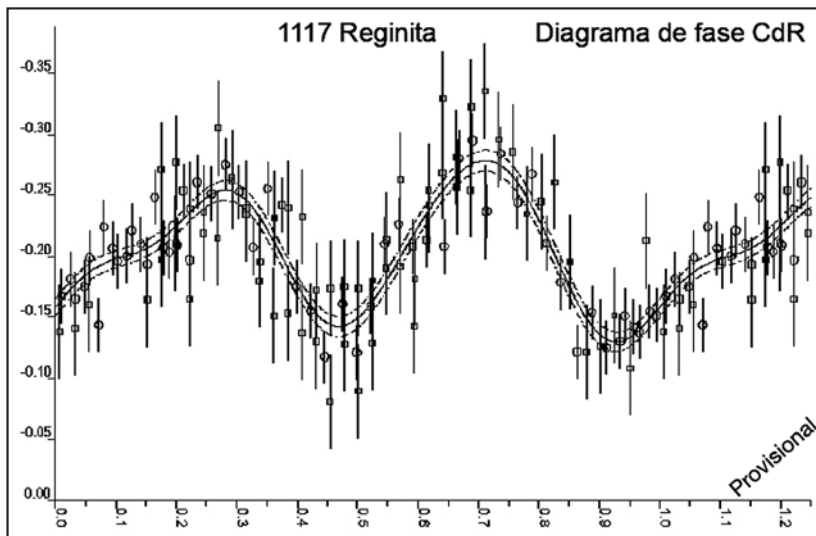


Figura 25.

implicando una variación respecto al valor publicado anteriormente inferior a 1 segundo, dentro de los márgenes del error y, en consecuencia, sin discrepancia. La amplitud mostrada fue aproximadamente de 0,2 magnitudes.

(1188) Gothlandia

Fue observado en las noches del 2 y 11 de enero y 2 de febrero de 2006. Este asteroide tiene una forma muy irregular, lo cual provoca en las curvas fotométricas unos elevados valores de amplitud. Su periodo rotacional era de 0,14554 días (según *MPC*). Se obtuvieron las curvas fotométricas parciales mostradas en las figuras 26, 27 y 28, que sirvieron para la confección del diagrama de fase expuesto en la figura 29 y que mostró un periodo de 0,145504 días y un error de 0,26 segundos. La diferencia entre los periodos calculados y el oficial es, en este caso, de 3,1 segundos.

En nuestras observaciones apreciamos una amplitud máxima de unas 0,6 magnitudes, en perfecto acuerdo con el valor publicado de 0,68 magnitudes.

(1626) Sadeya

Observado en las noches del 19 y 20 de enero de 2007, este asteroide tiene

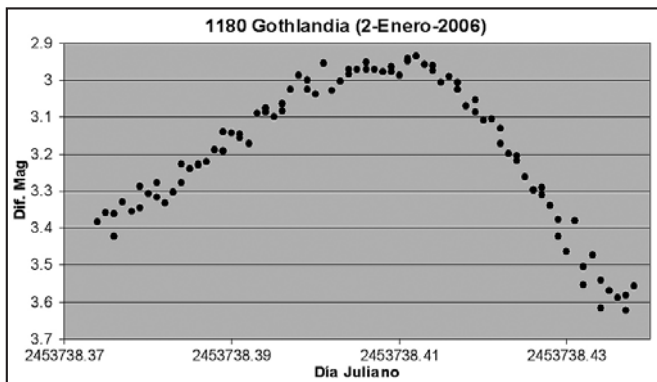


Figura 26.

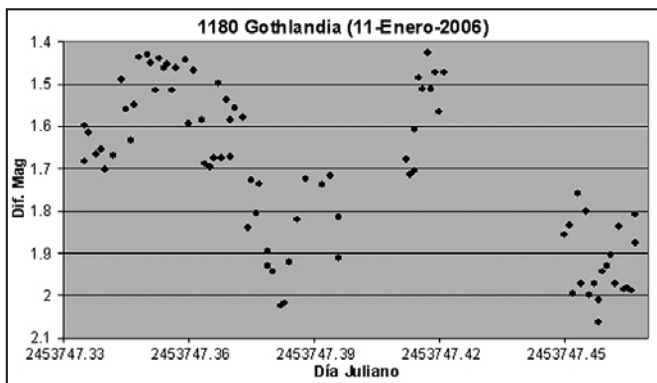


Figura 27.

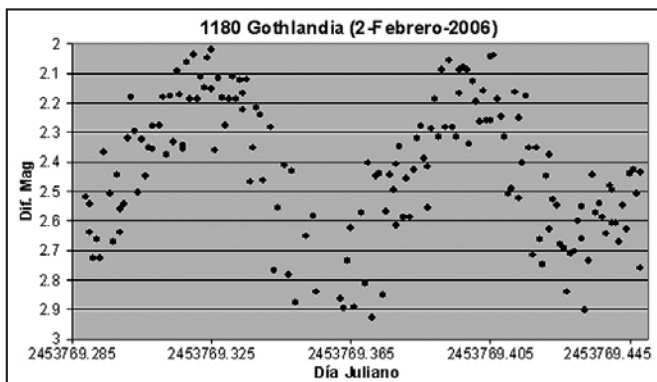


Figura 28.

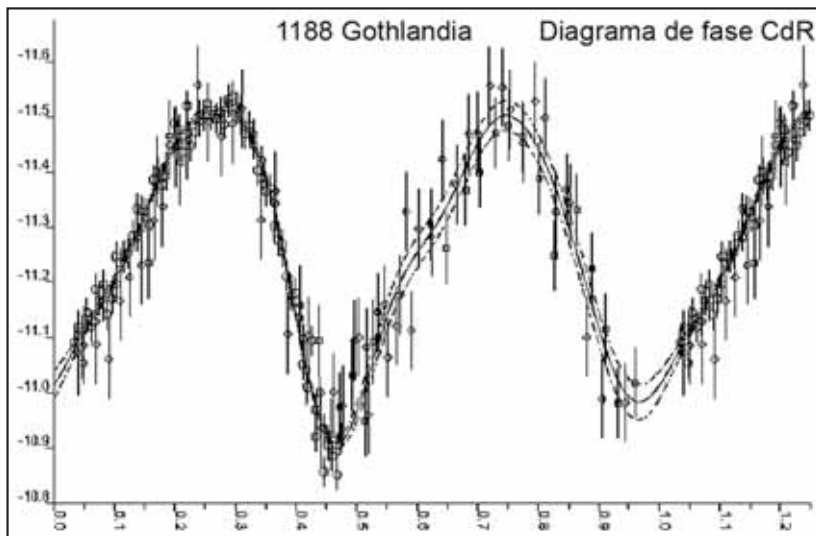


Figura 29.

un periodo rotacional de 0,14325 días (según *MPC*). Se obtuvieron las curvas fotométricas parciales mostradas en las figuras 30 y 31, a partir de las cuales se construyó el diagrama de fase expuesto en la figura 32 para un periodo calculado de 0,14249, con un error de 3,5 segundos y una amplitud de 0,25 magnitudes. La diferencia entre el valor publicado previamente y el calculado es de 66 segundos, el más amplio de todos los del presente estudio.

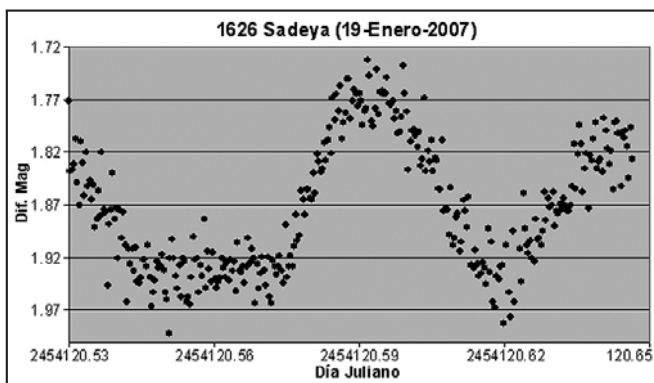


Figura 30.

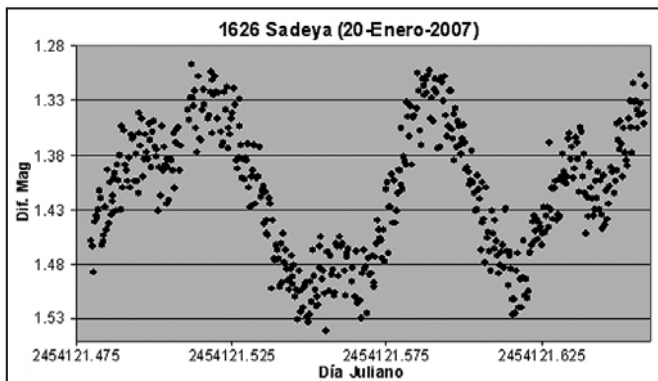


Figura 31.

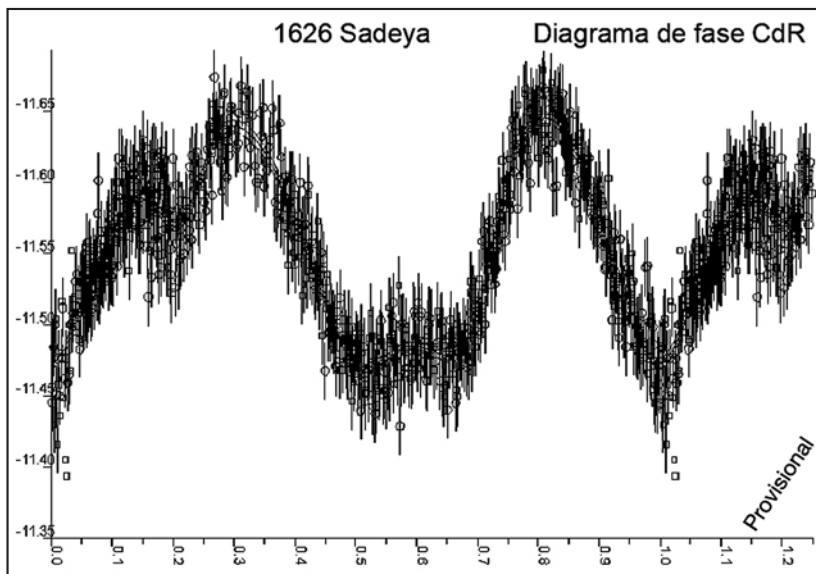


Figura 32.

El valor de la amplitud es de 0,22 magnitudes, muy similar al calculado en este trabajo.

Conclusiones

Los periodos de rotación de muchos asteroides no se encuentran bien definidos debido a la escasez de observaciones adecuadas. Además, de

forma análoga a lo que ocurre con sus órbitas, las fuerzas gravitatorias de los planetas cercanos a los asteroides pueden alterar sus periodos de rotación, por lo cual es preciso realizar mediciones periódicamente y comparar los resultados con los valores obtenidos por otros autores en otras épocas.

Serán necesarias nuevas observaciones del asteroide (1102) Pepita para precisar más su periodo de rotación, pero el valor calculado por nosotros y nuestro diagrama de fase son los primeros datos relevantes que se dispone de este asteroide para futuros estudios morfológicos.

La notable diferencia entre los valores teóricos y los calculados en la rotación del asteroide (1626) Sadeya nos condiciona a futuras observaciones a fin de definirlo con más exactitud.

Bibliografía

Curve de Rotation (*CdR*), <http://obswww.unige.ch>

ViZier, <http://webviz.u-strasbg.fr>

Collaborative Asteroid Lightcurve Link (*CALL*),

<http://www.minorplanetobserver.com/astlc/LightcurveParameters.htm>