

# Buscando respuestas

## Las misiones espaciales cometarias

Por José Lull García  
Coordinador de la sección de Cometas

Con la llegada del cometa Halley en 1986, varios satélites de investigación tuvieron como objeto de estudio el famoso visitante. Aún podemos recordar el nombre de algunas de aquellas misiones, pero la que se llevó a cabo con todos los honores fue la sonda europea Giotto, que tras acercarse a más de 500 km del núcleo del cometa estuvo a punto de ser destruida, cosa que afortunadamente no ocurrió, con lo que, a pesar de haber sufrido serios daños, pudo continuar su operatividad y acercarse años más tarde a otro cometa.

Desde hace un tiempo se vienen desarrollando nuevas misiones, algunas de las cuales parecen realmente emocionantes. En las siguientes líneas comentaremos brevemente en que consistirán esos encuentros y cuáles serán los cometas elegidos para tal evento. Lo importante es que poco a poco los secretos de la vida, del origen del Sistema Solar, etc van a ir siendo desvelados.

Una de las próximas sondas cometarias sobre la que más noticias hemos tenido es la Rosetta, cuya misión también es conocida como Rosetta Comet Rendezvous. La sonda pesa más de una tonelada y su lanzamiento está previsto para el mes de Enero del año 2003. Pero antes de continuar, expliquemos un poco cómo es la Rosetta y que instrumentos científicos transporta. La sonda mide unos dos metros de lado y su diseño está basado en el satélite de telecomunicaciones Eurostar. A am-



Los dos lados de la sonda, una vez se encuentre en el espacio, se abrirán dos paneles solares a modo de alas. Dichos paneles, que cubrirán una superficie total de 48 metros cuadrados, proveerán a la sonda de una energía de 472 vatios para cuando se encuentre a más de 750 millones de km del Sol. Lo novedoso de la Rosetta es que con ella viajará también un módulo de aterrizaje, el lander Roland, un aparato de forma cilíndrica hexagonal abierta en uno de sus lados largos y provisto de un trípode para sostenerse tras el aterrizaje. En cuanto a los instrumentos científicos, la Rosetta incluye espectrómetros de gases y de iones, un espectrómetro de infrarrojos y luz visible, un contador de masa cometaria, un contador de velocidad y de producción de polvo, otro de densidad de electrones y temperatura, un instrumento de radio e instrumentos de medición de plasma cometario y de interacción del viento solar.

Tras el lanzamiento, la sonda europea Rosetta tiene previsto efectuar un curioso viaje en busca de rebotes gravitacionales que le ayudarán a realizar en mejores condiciones su

trabajo. Por eso, lejos de ir directamente en busca de algún cometa, lo primero que hará la Rosetta es dirigirse a Marte, encuentro que tendrá lugar dos años y medio después de haber sido lanzada. Tras el impulso gravitacional adquirido con el acercamiento al planeta rojo, sólo tardará unos meses en volver a la Tierra, persiguiendo el mismo objetivo inicial de conseguir el impulso adecuado. De nuevo, la sonda será dirigida hacia el exterior de nuestro vecindario planetario y, aprovechando que se acercará a dos asteroides, el 3840 Mimostrobell y el 2703 Rodari (consultar con el Señor de los Asteroides), nos brindará preciosas imágenes de los mismos en el 2006 y 2008, respectivamente.

El plato fuerte tardará un poco más en llegar. La sonda deberá reducir su velocidad respecto a su objetivo cometario, el cometa Wirtanen, hasta alcanzar una velocidad suficientemente baja que le permita alcanzar una órbita polar elíptica alrededor del núcleo del cometa. Una vez conseguida la órbita estable de la sonda Rosetta, cosa que tendrá lugar hacia el mes de Agosto del año 2011, la sonda realizará un estudio fotográfico del núcleo con la intención de realizar un levantamiento topográfico de su superficie, de tal modo que el lander que lleva con ella pueda ser enviado a la superficie del cometa con garantías de seguridad. El nombre de este segundo ingenio europeo es Roland, cuyos instrumentos de investigación llevan las siglas SSP (de surface science package). El SSP

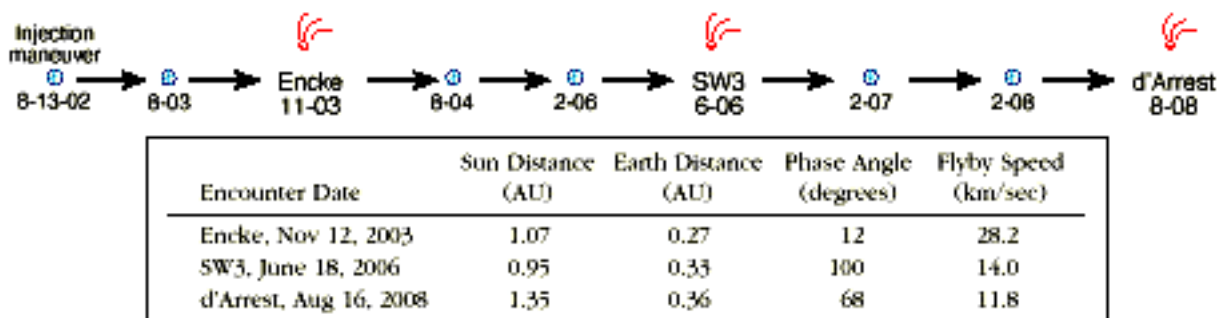
contiene un buen número de instrumentos de investigación. Un espectrómetro de rayos X (el APXS) para determinar la composición básica, un espectrómetro de masas y otro cromatógrafo de gases, el experimento COSAC (de Cometary Sampling and Composition experiment), y el MODULUS ( de Methods Of Determining and Understanding Light elements from Unequivocal Stable isotope compositions), cuyo fin será el estudio de la abundancia de isótopos, composición e identificación de moléculas orgánicas complejas. El lander transportará con él otros muchos instrumentos. El ROMAP (Roland Magnetic field investigation and Plasma monitor), investigará el campo magnético del cometa y su interacción con el viento solar, el CIVA (Comet Nucleus Infrared and Visible Analyser), consistente en un equipo de imagen en IR y visible que observará la evolución del cometa, el CONSERT (Comet Nucleus Sounding Experiment By Radiowave Transmission), que determinará la estructura interna del núcleo cometario del Wirtanen y el MUPUS

cinco metros por segundo, después del mismo, el lander envía a la información que vaya obteniendo de los análisis efectuados a la sonda Rosetta que, a su vez, los retransmitirá a los controles de la Tierra. La Roland, que se sostendrá mediante un trípode extendido, será agarrada a la superficie del cometa mediante unos cuantos arpones que serán disparados contra el suelo. Pensemos que la superficie del cometa es inestable, más aún según el cometa se acerque al perihelio. Los arpones funcionarán pues a modo de anclas. La sonda principal quedará en órbita durante mucho más tiempo, pudiendo estudiar la evolución del cometa incluso en el momento de su perihelio el 21 de Octubre del 2013.

Hemos visto en las líneas anteriores la cantidad de experimentos que serán aplicados por el proyecto Rosat en un cometa, pero, afortunadamente, vamos a contar con otras misiones de alto interés científico. Entre éstas, la Contour, también conocida como Comet Nucleus Tour, será de gran importancia puesto que realizará un pequeño viaje que le permi-

dispondrá de una capacidad de almacenamiento interna equivalente a 3.3 Gigas. Los equipos de investigación de esta sonda se reducen respecto a los de la Rosat, pues sólo contará con cámaras ópticas, que permitirán obtener detalles de hasta 4 metros de la superficie de los cometas, espectrógrafos, espectrómetros y analizadores de polvo.

Tras el lanzamiento, el primer objetivo de la sonda cometaria será el cometa Encke. El encuentro se producirá el 12 de Noviembre del 2003, a una velocidad de 100.000 km/h y cerca de una unidad astronómica del Sol. Tras esta rápida visita, en los años 2004 y 2006, la Contour realizará sendos acercamientos a la Tierra que le permitirán efectuar una segunda visita a otro cometa, en este caso el Schwassmann-Wachmann, acontecimiento que tendrá lugar el 18 de Junio del 2006. No obstante, en caso que se descubriera un nuevo cometa que tuviera su perihelio en los años inmediatamente posteriores al encuentro con el Encke, a una distancia aproximada de 1.5 U.A, se estudiaría el visitarlo para, posterior-



Trayecto de la Contour

(Multi-Purpose Sensors for Surface and Subsurface Science) para estudiar las propiedades físicas del cometa.

El día del punto de aterrizaje, el esperado encuentro tendrá lugar justo un año después de que la Rosetta entre en órbita alrededor del cometa, en el 2012. El aterrizaje (quizá debería de decir el cometizaje) se producirá a una velocidad cercana a los

seguirá visitar hasta tres cometas. El lanzamiento de la sonda Contour está previsto para el cuatro de Julio del 2002, una fecha tan "poco significativa" para los estadounidenses.

La Contour, totalmente llena de combustible, pesa algo menos de 800 kg. La transmisión de los datos se realizará a través de una antena de medio metro, con una capacidad de más de 100 kB por segundo, si bien

mente, seguir con los objetivos marcados. A esto seguirán otros dos sobrevuelos de la Tierra para, finalmente, acercarse el 16 de Agosto del 2008 al cometa d'Arrest. Los acercamientos que la sonda Contour tiene previsto realizar se producirán en momentos de máxima actividad cometaria, cuando éstos se encuentren cerca de su perihelio y a una distancia aproximada de 100 km de la superficie del cometa.

Otro proyecto, cuya realidad está mucho más cercana en el tiempo, será el de la sonda Deep Space 1. La fecha de lanzamiento está prevista para el mes de Julio de este mismo año. La sonda se nutrirá a partir de la energía solar recogida por dos paneles solares pero, además dispondrá de un sistema de propulsión de xenón. Este sistema consiste en un motor de 2000 vatios que deberá ionizar el gas xenón de modo que acelere sus iones y los expulse a gran velocidad. En realidad la Deep Space 1 es una sonda de prueba que pertenece al proyecto de la NASA denominado New Millennium, cuyo objetivo principal es el de poner a prueba nuevos sistemas de propulsión e investigación. Por esta razón la DS



1 será la primera en hacer uso de un sistema de propulsión basado en la eyección de iones de xenón, además de otras innovaciones referentes a sus elementos de electrónica.

La Deep Space 1 estará provista de los siguientes instrumentos de investigación: una cámara integrada denominada MICAS que combinará las imágenes en infrarrojo, ultravioleta y luz visible, de modo que le permita el estudio de la composición química, morfología y atmósfera de sus objetivos. También dispondrá de un experimento (PEPE, de Plasma Experiment for Planetary Exploration), con el que podrá medir la intensidad del viento solar y su interacción con los objetos que vaya a visitar. Estos objetos serán un asteroide y un cometa. El acercamiento al asteroide 3352 McAuliffe sucederá el año que viene, mientras que el siguiente encuentro, con el come-

ta Wes -Kohou ek-Ikemura se dará en el año 2000.

La siguiente sonda cometaria, la Stardust, se lanzará en Febrero del año próximo. Su objetivo es el cometa Wild 2, el cual hemos podido observar en fechas recientes. El motivo por el que se ha elegido este cometa es simple. El Wild 2 es un cometa relativamente joven, que ha sido poco desgastado por el Sol y que, por lo tanto, aún conserva muchas de las propiedades de un cometa primitivo.

El objetivo de la misión no se reducirá únicamente al estudio de la atmósfera cometaria sino que también se ampliará al del polvo interestelar. Este último será el primero en llevarse a término, puesto que tiene previsto realizarse entre el mes de Octubre de 1999 y el mes de Marzo del año 2000 y, tras un período en blanco, se volverá a efectuar durante algunos meses del año 2002. No será hasta el 2 de Enero del 2004 cuando tenga lugar el esperado encuentro con el cometa Wild 2, a una distancia mínima de 100 km sobre el núcleo del cometa. Si, así como en otras misiones, se realizarán estudios de la superficie y atmósfera del cometa mediante diversos tipos de cámaras, lo más importante será la recogida de muestras de polvo cometario.

Tanto el polvo interestelar como el polvo cometario serán recogidos siguiendo el mismo procedimiento. La sonda Stardust está provista de unos paneles de aerogel, compuestos por microporos inertes de sílice de baja densidad, que permitirán que las partículas sean capturadas sin sufrir apenas ninguna alteración química o física. La tabla de aerogel sólo estará descubierta mientras se realicen las captaciones de muestras, de modo que cuando éstas no se realicen volverá a ocultarse para no sufrir alteraciones. Una cara del

aerogel, que tiene forma de disco, se dedica a la recogida de las muestras de polvo interestelar, mientras que la otra se dedicará a la de polvo cometario. Una vez finalizado el período de toma de muestras, el aerogel será definitivamente sellado dentro de un cápsula que será desprendida de la sonda y, finalmente, tras un acercamiento a la Tierra, reentrará en nuestra atmósfera con un escudo protector y, posteriormente, con la apertura de un paracaídas que le facilitará un cómodo descenso, siendo recuperada por un avión. Esto ocurrirá en el año 2006. Una vez en Tierra, las muestras tomadas por la Stardust serán sometidas a análisis químicos, mineralógicos, isotópicos y de propiedades biogénicas.

Al mismo proyecto de la sonda Deep Space 1 pertenece, así mismo, la sonda Deep Space 4, conocida también como Champollion. Su lanzamiento está previsto para el mes de Mayo del 2003. El encuentro con el cometa Tempel 1 se producirá a finales del año 2005, entrando en órbita alrededor de su núcleo con



La sonda Deep Space 4 y cometa Tempel 1

vistas a desprender un lander tras ocho meses de órbita. Una vez aterrice sobre la superficie del cometa, el lander perforará el suelo cometario y tomará diversas muestras del mismo, las cuales almacenará en su

inteligencia, en un comportamiento herméticamente perfectamente sellado. Durante el tiempo en que el lander repose sobre el mismo cometa, diversos espectrómetros de rayos gamma, infrarojos y de masas efectuarán un buen número de mediciones que serán de gran valor para las investigaciones posteriores.

Lo interesante de este proyecto es que una vez el lander haya recogido las mencionadas muestras del núcleo de Tempel 1, despegará y se acopará con la sonda orbital Deep Space 4, la cual abandonará inmediatamente la órbita cometaria poniéndose rumbo a nuestro planeta. La legada tendrá lugar a mediados del 2010, momento en el que serán recuperados los materiales extraídos por el lander del núcleo del Tempel 1, pasando a disposición de los laboratorios de la NASA. El que la sonda Deep Space 4 sea también denominada como Champollion no tiene ningún secreto. Así como aquel joven francés comenzó a descifrar los extraños jeroglíficos egipcios, la sonda Champollion deberá traer la piedra Rosetta (materiales del cometa) que permita descifrar sus secretos.

Como resumen de lo que hemos descrito en las últimas líneas, quedémonos con lo siguiente. Este año se lanzará la sonda Deep Space 1, la cual visitará el cometa West-Kohoutek-Ikemura en el año 2000. La sonda Stardust, que se lanzará en 1999, contactará con el cometa Wild 2 en el 2004. El siguiente lanzamiento será el de la Contour, en el 2002, la cual visitará el cometa Encke en el 2003, un posible recién descubierto cometa en el 2004 ó 2005, el cometa Schwassmann-Wachmann en el 2006 y el cometa d'Arrest en el 2008. El año 2003 verá dos nuevos lanzamientos. Primero el de la sonda Rosetta, que en el 2011 comenzará una larga visita al cometa Wirtanen y, unos meses después, la Deep Space 4, que en el año 2005 se acercará al cometa Tempel 1. Casi

nada. La década que viene se presenta muy interesante en cuanto al estudio de los cometas se refiere.

### Cometas de Mayo y Junio

De momento no parece que tengamos la suerte de volver a observar un gran cometa pero, de todos modos, seguimos teniendo cierto número de cometas que, aunque no muy brillantes, no deberíamos dejar pasar.

El cometa 1997 T1 Utsunomiya, que pudimos ver el pasado año, lo tendremos nuevamente en nuestro campo de visión, si bien su magnitud aparente ha descendido considerablemente respecto al momento de su perihelio en que brilló en torno a la magnitud 9. A primeros del mes de Mayo este objeto de nuevo descubrimiento brillará en torno a la magnitud 12.6, estando a una distancia del Sol de 375 millones de km. Puesto que el cometa se estará acercando a su oposición, disfrutaremos de una buena ocasión para volver a recuperarlo. Los primeros días de Mes, el Utsunomiya estará en la constelación de Scorpio pero, muy rápidamente, se introducirá en Libra, por donde se moverá prácticamente durante todo el mes. A finales de Mayo pasará a Virgo. En esta constelación residirá no sólo el mes de Junio sino incluso hasta principios de Septiembre. Durante el mes de Junio seguirá debilitándose hasta hacerse un objeto de difícil acceso para observarlo visualmente. No obstante, puesto que su brillo rondará desde la magnitud 13 y 15 durante ese mes, no habrá dificultad alguna para capturarlo con las CCD, si es que para entonces no se han oxidado ya por falta de uso.

#### C/ 1997 T1 Utsunomiya

01 Mayo 1998	16 15	-18° 33	155°	12.6
05 Mayo 1998	15 57	-19° 14	163°	12.6
10 Mayo 1998	15 35	-19° 55	173°	12.8
15 Mayo 1998	15 15	-20° 25	176°	12.9

20 Mayo 1998	14 55	-20° 43	168°	13.1
30 Mayo 1998	14 21	-20° 56	151°	13.5
10 Junio 1998	13 54	-20° 52	134°	14.0
20 Junio 1998	13 37	-20° 47	121°	14.4
30 Junio 1998	13 26	-20° 48	109°	14.8

El famoso cometa 55 p Tempel-Tuttle ha pasado también sus mejores momentos de Enero y es ahora un objeto fuera del alcance de nuestros telescopios, al menos visualmente. Podemos considerar que su observación, en el seno de la AAS, ha sido un tremendo fracaso. Por una u otras razones no hemos tenido la oportunidad ni de buscarlo ni de observarlo. El único de los nuestros que se ha salvado de la crema ha sido nuestro buen compañero Miguel Guerrero, que consiguió observarlo en dos ocasiones durante el mes de Febrero, cuando el cometa ya había comenzado a debilitarse y brillaba en torno a la magnitud 10.5. A pesar de lo dicho, personalmente he de decir que aún no he tirado la toalla. Considero que la última oportunidad la tendremos, lo que aún no lo hayamos observado, durante las dos primeras semanas del mes de Mayo. La cosa no está nada fácil. El cometa brillará cerca de la magnitud 16 y, su elongación, tampoco será nada favorable, pues acabado de salir de su conjunción superior esta irá aumentando lentamente desde los 26° del primer día de Mayo hasta los 42° del 15. Pero claro, para acabar de rematar la faena deberemos considerar otro dato. Tendrá declinación negativa. Después de decir esto me parece que lo tenemos realmente difícil pero, en fin, siempre nos queda la posibilidad de conseguir observarlo dentro de 33 años.

Por cierto, del mismo modo que ocurriese con el Hale-Bopp, el observatorio pirenaico de Pic du midi, ha conseguido realizar una secuencia fotográfica del núcleo del cometa Tempel-Tuttle que, gracias a la presencia de un chorro de gas, ha permitido poder realizar un cálculo del período de rotación del núcleo del cometa. El resultado es que la rota-

ción es de 15 ho as 20 minutos.

#### 55p Tempel-Tuttle

07 Mayo 1998	01 09	-03° 54'	33° 15.7'
08 Mayo 1998	01 08	-04° 05'	34° 15.8'
09 Mayo 1998	01 08	-04° 17'	35° 15.8'
10 Mayo 1998	01 08	-04° 28'	36° 15.9'
15 Mayo 1998	01 07	-05° 29'	42° 16.3'
16 Mayo 1998	01 01	-05° 41'	43° 16.4'
17 Mayo 1998	01 07	-05° 54'	44° 16.5'
23 Mayo 1998	01 05	-07° 17'	50° 17.0'

El cometa 1997 J2 Meunier-Dupouy se está acercando progresivamente a su perihelio. Sin embargo, a pesar de los meses que llevamos habiendo de él, desde que lo observamos desde la Vall d'Ebo, su brillo no ha mejorado en demasía, más bien ha permanecido prácticamente igual durante los últimos meses. El cometa ya ha pasado de su conjunción superior, así que volvemos a tener en nuestro campo de visión. A principios de mes el Meunier-Dupouy se podrá detectar como un objeto de magnitud 11.1. Se moverá por la constelación de Pegasus durante estos dos meses, a una distancia de la Tierra y el Sol de 525 y 300 millones de km, respectivamente, para el uno de Mayo, y de 423 y 488 millones de km, respectivamente, para el último día de Junio. Su elongación irá en aumento, igual que su brillo, puesto que a finales de Junio ya estará por debajo de la barrera de la magnitud 11.

#### 1997 J2 Meunier-Dupouy

01 Mayo 1998	22 19	30° 56'	59° 11.1'
10 Mayo 1998	22 24	30° 44'	65° 11.1'
20 Mayo 1998	22 28	30° 26'	71° 11.0'
30 Mayo 1998	22 30	30° 01'	78° 11.0'
10 Junio 1998	22 30	29° 20'	87° 11.0'
20 Junio 1998	22 28	28° 24'	96° 10.9'
30 Junio 1998	22 24	27° 07'	105° 10.9'

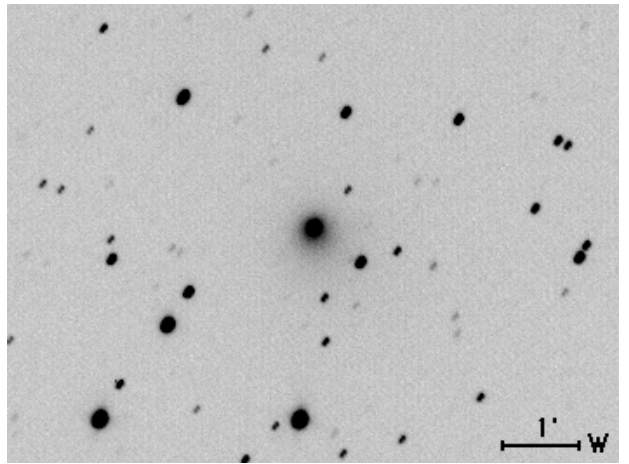
Como hemos comentado muchas veces en esta sección, la primera ley que debe aprender y que aprende un observador de cometas es que no se puede fiar de la exactitud de la posición de cometa calculada por las efemérides y menos aún de su magnitud prevista. Quizá sea por esa razón que la búsqueda de los cometas se convierte, a veces, en una auténtica ca-

ce a en la que nosotros utilizamos como a nuestro telescopio y el cometa, como defensa, la incertidumbre de su posición, su bajo brillo superficial y las características del fondo estelar. La cuestión es que, cuando podamos, la mejor información la deberemos extraer de los propios observadores. La posición exacta en que se vio el cometa, su brillo, etc., todo esto nos servirá para compararlo con las efemérides previstas y de ese modo corregir, en la medida de lo posible, los cálculos. Así, reelaboraremos las efemérides con un grado de fiabilidad mucho más alto.

Para el cometa 69p Taylor el MPC 30739 había calculado una magnitud de 20 para el día 18 de Marzo. Sin embargo, desde Febrero diversos observadores vienen siguiendo el cometa y su magnitud está lejos de ser la prevista. El 17 de Febrero su magnitud era de 11.3 y el 25 de Marzo 11.9. Un cometa que habíamos desechado por su débil brillo previsto resultó ser finalmente uno de los más asequibles para los primeros meses de este año. A partir de las magnitudes visuales calculadas por observadores de todo el mundo y conociendo los elementos orbitales del cometa, he realizado nuestras propias efemérides de este cometa, si bien el desconocimiento preciso de su magnitud absoluta puede seguir provocando un error en su magnitud aparente calculada. De todos modos, este nuevo cálculo no creo que se vaya mucho de la realidad.

#### 69p Taylor

01 Mayo 1998	09 13	34° 35'	110° 13.5'
10 Mayo 1998	09 27	33° 25'	111° 13.7'
20 Mayo 1998	09 44	31° 59'	113° 13.9'
30 Mayo 1998	10 01	30° 24'	114° 14.1'
10 Junio 1998	10 19	28° 32'	115° 14.5'
20 Junio 1998	10 36	26° 46'	115° 14.8'



Por supuesto, los que hemos descrito con anterioridad no son los únicos cometas que polulan por la bóveda celeste. Hay algunos más suficientemente débiles como para que su observación visual quede fuera de nuestras posibilidades. Así, el 62p Tsuchinshan 1 brillará entre las magnitudes 13.8 y 15.2 durante estos dos meses. El 43p Wolf-Harrington, entre la 15.5 y 17.5, mientras que el 78p Gehrels 2, por encima de la magnitud 17.

Aunque finalizo este artículo el 4 de Abril, la última observación de un cometa que me ha llegado, dentro del ámbito de la AAS, es la efectuada por mi buen amigo Angel Requena el 28 de Febrero. Era del cometa Hartley 2, que durante los meses de Mayo y Junio brillará entre las magnitudes 15.8 y 18.5. Esta claro que este año se ha observado bien poco. Al menos queda la esperanza de que cuando tengamos tiempo de observar todo salga bien.

Me ha llegado el momento de tener que abandonar mi trabajo, al menos regular, en nuestro boletín. De este modo, estas serán las últimas líneas que escriba durante bastante tiempo en la Sección de Cometas, cosa que me entristece. No obstante, estoy convencido de que la persona que me vaya a relevar se responsabilizará plenamente de esta sección y lo hará mejor de lo que se ha estado haciendo hasta ahora. ¡Qué disfrutéis de los mejores cielos y cometas!