



GORA

Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides

Fotometría de rotaciones de asteroides

Segunda parte: técnicas observacionales

Guía teórico-práctica para astrónomos aficionados

Resumen:

Con este apunte pretendemos ayudar a los astrónomos aficionados que, contando con experiencia previa en la manipulación de instrumental astronómico, quieran iniciarse en la fotometría de rotaciones de asteroides.

Segunda parte: contiene explicaciones detalladas sobre los procedimientos observacionales y de procesamiento y análisis de datos que aplicamos en GORA. También explicamos cómo aportamos, a la comunidad científica profesional, la totalidad de los períodos de rotaciones de asteroides que obtenemos para que los utilicen en sus investigaciones.

Autores:

Carlos Colazo, Aldo Mottino, Marcos Santucho, Milagros Colazo Vinovo, Nicolás Vasconi, Ariel Stechina, César Fornari, Néstor Suarez.

29 de agosto de 2020

Segunda parte: técnicas observacionales

Selección del asteroide a observar

Para seleccionar un asteroide del que se necesite conocer o mejorar la información del período de rotación, consultamos el grupo de trabajo denominado Collaborate Asteroids Lightcurve Link (CALL). Es la institución internacional encargada de recopilar las observaciones de rotaciones de asteroides y publicar los resultados.

Del listado que allí se sugiere, seleccionamos los objetos que son accesibles para los recursos disponibles y desde los sitios de observación de GORA. Se considera la magnitud del objeto que es posible observar con los equipos de GORA y la amplitud esperada. En asteroides brillantes es posible detectar amplitudes pequeñas, no así en asteroides con poco brillo.

Tenemos en cuenta el nivel de incertidumbre o de ambigüedad en las determinaciones anteriores del período de rotación.

Generalmente, se seleccionan objetos que hayan pasado por la oposición, para que ya estén con suficiente altura (al Este y al atardecer), durante los horarios disponibles de los observadores GORA (primeras horas de la noche).

Se excluyen objetos con declinaciones superiores a $+10^\circ$, que corresponden a culminaciones inferiores a $+50^\circ$ (tomando la latitud -30° como referencia media de los observatorios GORA).

En primavera o verano, la oposición tiene siempre declinación positiva. Se seleccionan objetos que estén próximos al Ecuador y -entre ellos- a los que se presumen con período corto, ya que son observables durante pocas horas y a baja altura.

Fuentes de información para la selección del asteroide:

Minor Planet Info: objetos candidatos propuestos

http://www.minorplanet.info/PHP/call_OppLCDBQuery.php

Base de datos LCDB: con información útil de los objetos propuestos

<http://www.minorplanet.info/PHP/lcdbsummaryquery.php>

Curvas de luz: gran cantidad de curvas de luz

<https://obswww.unige.ch/~behrend/page3cou.html>

https://obswww.unige.ch/~behrend/page_cou.html

Fotometría de rotaciones de asteroides

Magnitudes aparentes "V" límites a observar por GORA

Definimos dos parámetros de magnitud límite de asteroides a observar:

- Magnitud límite teórica (color verde en el ábaco): es un límite de magnitud recomendado en las guías para observadores del Minor Planet Bulletin.
<http://www.minorplanet.info/ObsGuides/M...yguide.htm>
<http://www.minorplanet.info/observingguides.html>
- Magnitud límite de prueba (color rojo en el ábaco): este límite es aquí propuesto como desafío para el observador que pretenda lograr curvas de luz de objetos con brillos más débiles que los recomendados para su equipo (magnitud límite teórica).

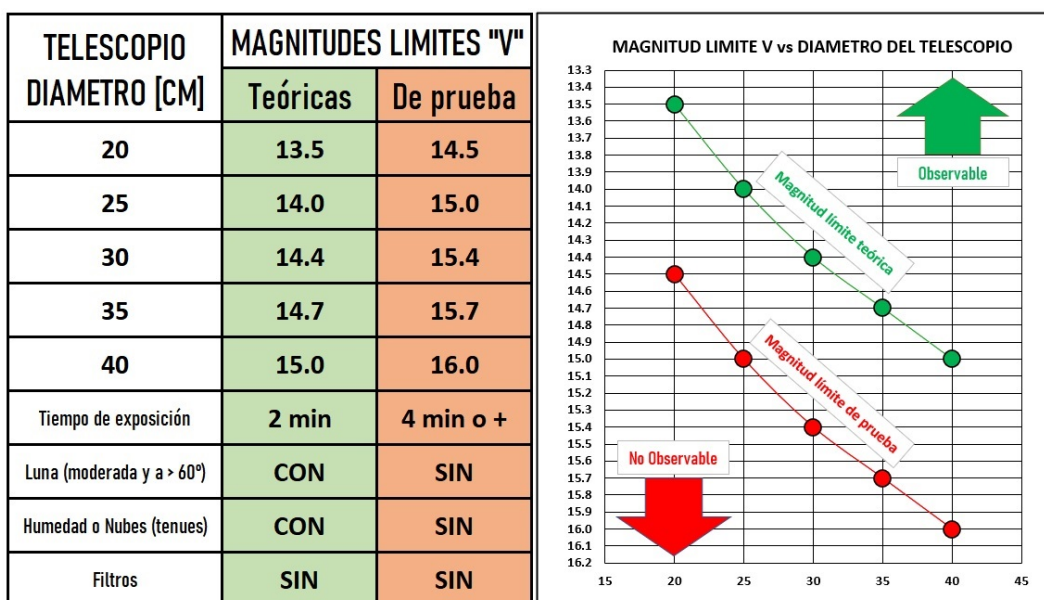


Tabla y ábaco de magnitudes límites (teóricas y de prueba)

Ocorre que, en fechas posteriores a la oposición, los asteroides debilitan su brillo y - para cerrar un diagrama de fases- suele ser necesario obtener curvas de luz adicionales, aun cuando la magnitud del asteroide tenga brillo inferior a la magnitud límite teórica. Si las condiciones astronómicas y meteorológicas son óptimas, se sugiere intentar la observación del objetivo.

Establecimos estas magnitudes límites de prueba, con una diferencia de 1 (una) magnitud respecto de la magnitud límite teórica.

Con las magnitudes límites (teóricas y de prueba) definidas, construimos una tabla que sintetiza todas las situaciones de magnitudes y dimensiones de telescopios.

Adicionalmente, agregamos un ábaco para facilitar visualmente la totalidad de los casos posibles con equipos de GORA.

Fotometría de rotaciones de asteroides

Para facilitar la toma de decisiones, agregamos las condiciones de observación en cada caso, según:

- Tiempo de exposición de cada imagen.
- Presencia e iluminación de la Luna.
- Humedad ambiente y presencia de nubes.

Planificación de la observación del asteroide

Para poder planificar la observación, se necesitan definir los siguientes parámetros:

1. Parámetros necesarios para la localización del objeto:
 - Coordenadas J2000 y/o aparentes.
2. Parámetros necesarios para definir el tiempo de observación:
 - Altura del asteroide: superior a los $+30^\circ$, sea que esté en ascenso hacia su culminación (horizonte Este) o con posterioridad a la misma (horizonte Oeste).
 - Altura del Sol: inferior a los -18° (noche). No observar durante el crepúsculo.
 - Distancia a la Luna: superior a 60° . Fase de la Luna: dificultad con fase llena.
 - Superposición con estrellas: simular el movimiento del asteroide para detectar las superposiciones con suficiente antelación y evitarlas.
3. Parámetros necesarios para determinar el tiempo de exposición:
 - Magnitud: que nunca supere el límite de linealidad.
 - Velocidad aparente y autoguiado: que no deje una impronta muy oblonga.

Todos los parámetros están disponibles actualizados en diferentes sitios.

1. Efemérides del MPC: <https://minorplanetcenter.net/iau/MPEph/MPEph.html>

The image shows a screenshot of the 'Ephemeris Options' form from the Minor Planet Center. Red circles and arrows highlight specific fields and instructions:

- Numero del asteroide**: A red circle highlights the input field containing '470'.
- Ephemeris Options**: The title of the section.
- Fecha de la primera efemeride**: A red arrow points to the 'Ephemeris start date' field, which contains '2020 02 24 000000'. Above this field is a placeholder 'aaaa mm dd hhmmss'.
- Cantidad de efemerides**: A red circle highlights the 'Number of dates to output' field, which contains '60'.
- Intervalo entre efemerides**: A red circle highlights the 'Ephemeris interval' field, which contains '30'.
- Ephemeris units**: A red circle highlights the 'minutes' radio button, which is selected.
- Codigo MPC del observatorio**: A red circle highlights the 'Observatory code' field, which contains '119'. A red arrow points to this field from the instruction '(usar el que tenga codigo mas cercano)'.

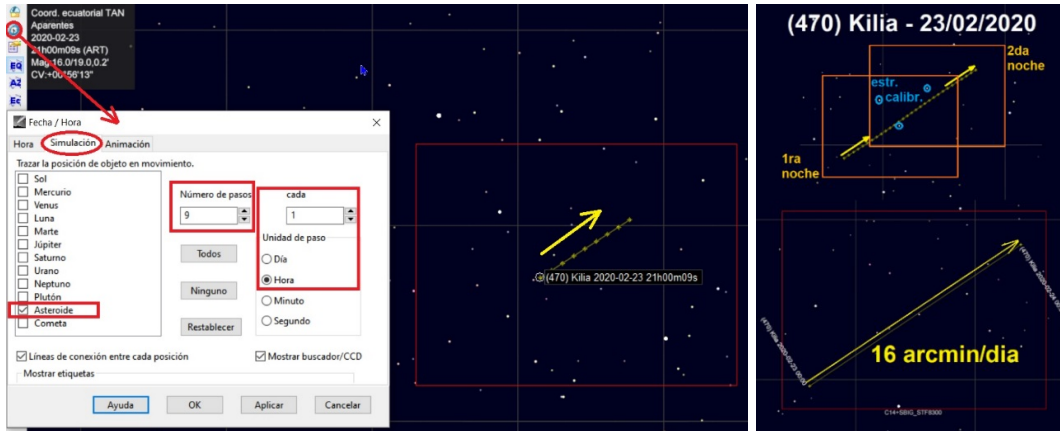
Other visible text includes: 'By default, ephemerides are geocentric, begin now and are for 20 days at 1 day intervals.', 'Ephemeris interval: 30', 'Ephemeris units: days hours minutes', 'For daily ephemerides, enter desired offset from 0h UT: 0 hours', and 'You may enter an observatory code or your observing site's coordinates:'.

Fotometría de rotaciones de asteroides

3. Cartes du Ciel: <https://www.ap-i.net/skychart/es/start>

Permite localizar el asteroide y simular su movimiento en el cielo durante la noche de observación, para prever superposiciones con estrellas.

La simulación de noches consecutivas de observación, permite seleccionar estrellas de calibración que serán útiles para vincular las observaciones.



Observación del asteroide

Localizado el asteroide, se procede a capturar una serie de imágenes que luego serán procesadas para su posterior análisis de datos. Como es de imaginar, numerosas son las ventajas de presentar heterogeneidad de equipos y ubicación geográfica. Asignar tareas de acuerdo al brillo del asteroide en función de la luminosidad o resolución del equipo, o en función de cuál de nuestros horizontes está menos obstruido o contaminado por luz, o simplemente sortear el mal clima cambiando de observador, son sólo algunas de esas ventajas. Esta tarea de coordinación surge casi espontáneamente al atardecer a través del grupo de whatsapp. No es inusual que observemos en una misma noche varios asteroides a la vez, o que compartamos un mismo asteroide observándolo en diferentes segmentos de la misma noche. Un detalle no menor, y como se anticipó más arriba, es que contamos con la colaboración de un observador australiano (Julian Oey), quien nos asiste en casos puntuales en que el período de rotación del asteroide en estudio es divisor o múltiplo de 24 horas, lo que lleva a que siempre veamos el mismo tramo de la curva, independiente de la noche de observación. El aporte desde meridianos casi opuestos (este y oeste de Greenwich) permite aportar el tramo faltante y así completar el estudio.

Configuración del equipo

Binning: se debe configurar en 1x1. Solamente podría ser mayor que 1x1: en el caso de objetos débiles, cuando se necesite aumentar el número de cuentas.

Fotometría de rotaciones de asteroides

Se debe sincronizar la computadora que controla la cámara. Se logra conectando con un reloj patrón que asegure el registro preciso del tiempo.

Campo: la configuración del equipo debe ser tal que asegure un campo superior a 10 arcominutos, para tener posibilidades de encontrar estrellas de calibración y de control en el entorno del asteroide.

Uso de reductor focal: suelen producir imágenes deficientes para la fotometría.

Filtros: no es necesario usar filtros para medir períodos de rotaciones, pero es conveniente usarlos para otro tipo de trabajos.

Configuración de la adquisición de imágenes

Definición del campo: una buena carta celeste permite reconocer el asteroide que se busca; ayuda a predecir el movimiento que tendrá el asteroide durante la observación y a evaluar cuáles serán las estrellas de calibración y de control.

Si el campo es muy rico en estrellas, conviene analizar posibles superposiciones del asteroide con estrellas que se encuentren en el camino.

Tiempo mínimo de exposición: se prefieren tomas superiores a 2 minutos porque permiten enmascarar las fluctuaciones atmosféricas haciendo más confiables las comparaciones de las imágenes obtenidas.

Tiempos de exposición sugeridos: 120, 150, 180, 240, 300 o 360 segundos.

Pausas entre exposiciones cortas: se suele pausar 1 o 2 minutos entre exposiciones, cuando el período esperado es superior a 8 horas. Se puede pausar hasta 3 minutos entre las capturas.

Si se sospecha que se observa un rotador rápido, deberá suprimirse el pausado entre capturas e incluso evaluar si no conviene usar tiempos más cortos de 2 minutos.

Altura del asteroide: antes de definir el tiempo de exposición, es conveniente conocer las alturas de inicio y de culminación, porque ayudan a estimar el incremento esperado en las cuentas máximas.

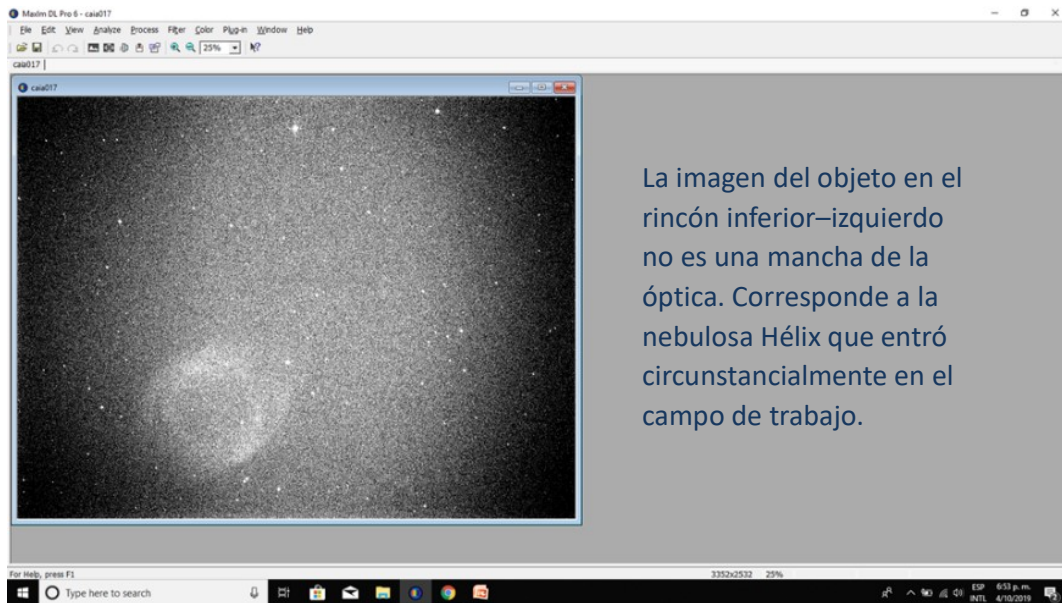
SNR: es deseable una SNR superior a 10, para amplitudes esperadas de 0.1 magnitud en el asteroide, y superiores a 100 para amplitudes de 0,01 magnitud.

Cuentas máximas en el perfil del objeto más brillante (asteroide o estrellas):

- Objeto al Este: no superar las 30000 cuentas en el inicio, tanto menor como mayor sea la variación esperada en la altura hasta la culminación, ya que es esperable que las cuentas aumenten con el paso del tiempo por la disminución de la masa de aire.
- Objeto al Oeste: empezar con 40000, ya que es esperable que las cuentas disminuyan con el paso del tiempo por el incremento de la masa de aire.

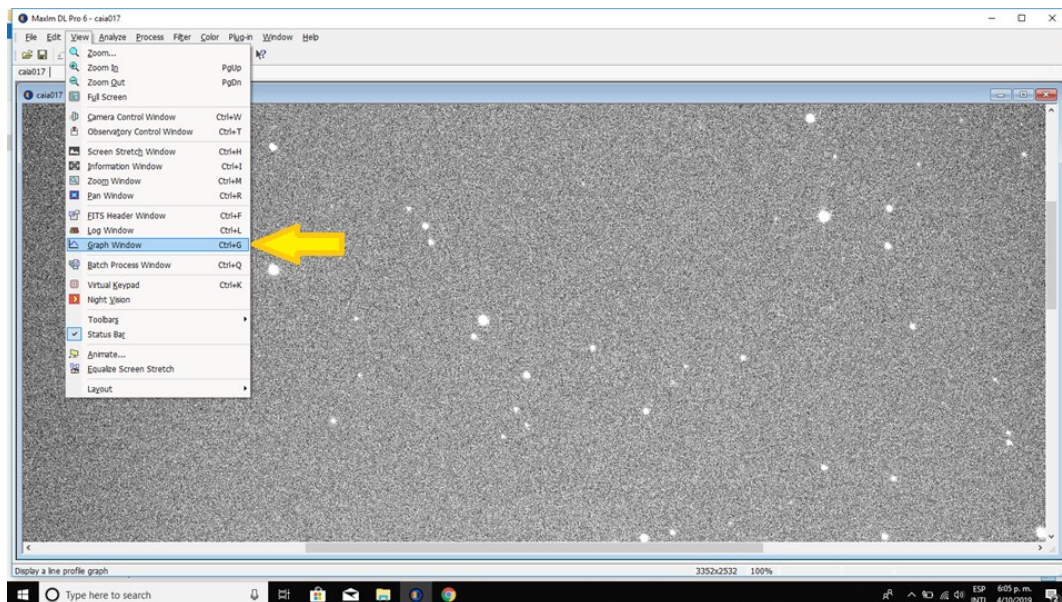
Fotometría de rotaciones de asteroides

Configuración de los círculos de apertura en MaxIm



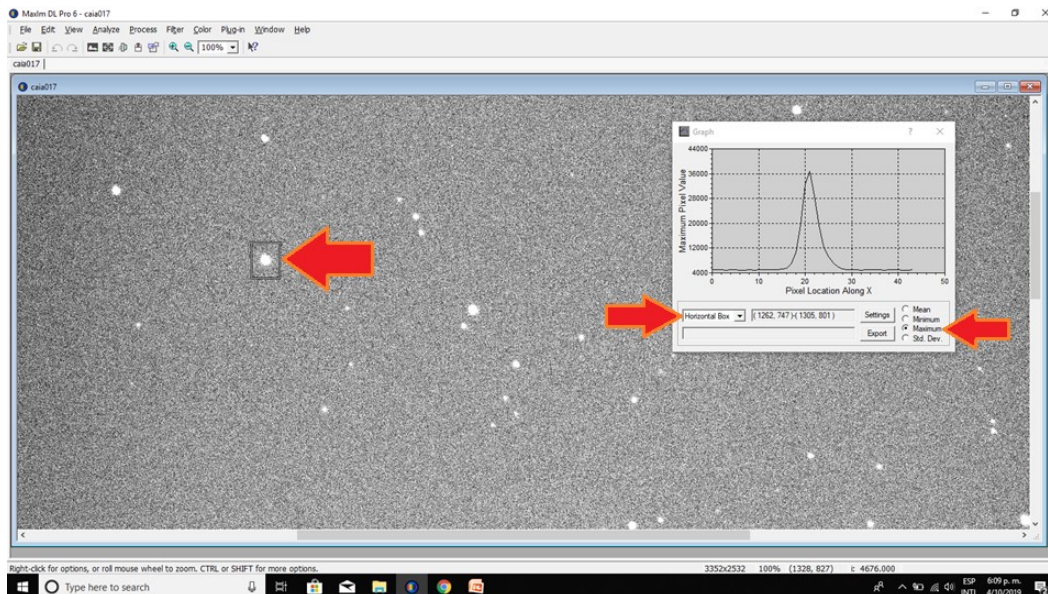
Iniciar la actividad abriendo la imagen e identificando el asteroide objeto de nuestro estudio.

Desplegar “View” y seleccionar la opción “Graph Window”. Se abre la ventana “Graph”.



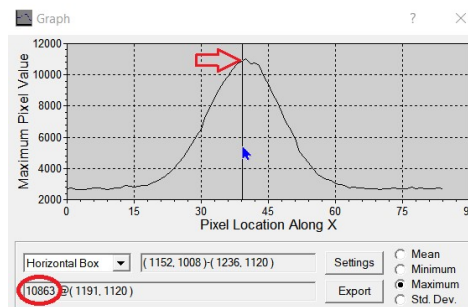
Fotometría de rotaciones de asteroides

Tildar la opción “Maximum” en la ventana “Graph” y seleccionar “Horizontal Box” en el menú desplegable.



Generar un cuadrilátero en torno al objeto, presionando el botón izquierdo del mouse.

Verificar que, en el perfil de la impronta del asteroide, no haya pixeles con cuentas superiores al límite de linealidad (generalmente es de unas 50000 cuentas). Se logra pasando el cursor sobre el perfil de la ventana “Graph” mientras se va leyendo las cuentas en el recuadro inferior izquierdo.

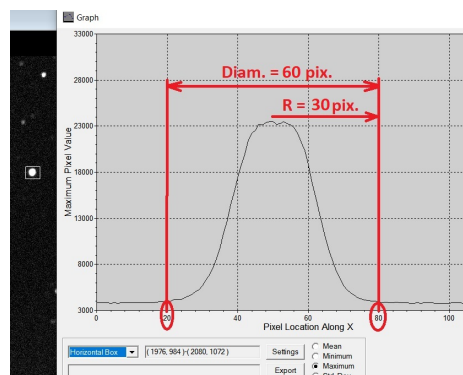


Medir el diámetro de la base de la impronta, restando los valores de la abscisa correspondientes a los extremos de la base.

Debe abarcar todo el perfil de la impronta hasta donde el fondo de cielo se hace plano.

Ajustar los diámetros de los círculos de apertura y de fondo de cielo: clickear sobre el icono “Toggle Information”. Se abre la ventana “Information” y al desplazar el cursor sobre la imagen, se generan tres círculos concéntricos.

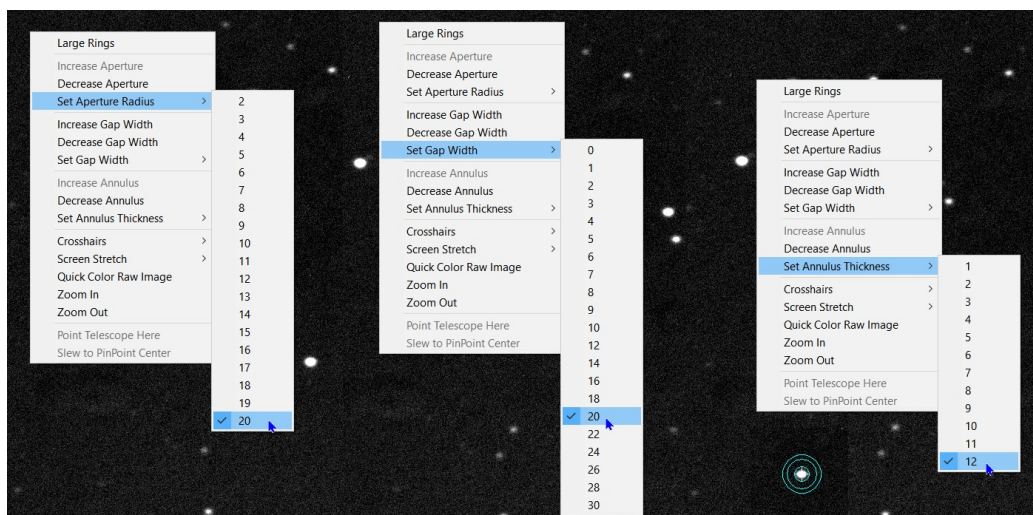
Círculo de apertura: El círculo interior (de apertura) suma las cuentas de todos los pixeles que estén en su interior. Debe tener un radio igual al de la base del perfil de la impronta. Se modifica haciendo click derecho sobre el círculo para desplegar un menú donde se debe seleccionar “Set Aperture Radius” para que se



Fotometría de rotaciones de asteroides

despliegue otro menú donde figuran diferentes valores de radios del círculo de apertura. Tildar el valor correspondiente a la mitad del diámetro medido de la impronta con MaxIm.

Círculos de fondo de cielo: la corona entre los dos círculos concéntricos exteriores al círculo de apertura, mide el valor del fondo de cielo alrededor de la impronta. Sus valores se modifican haciendo click derecho sobre los círculos, para desplegar un menú donde se debe seleccionar “Set Gap Width”.



Se despliega otro menú donde figuran diferentes valores de radios del círculo intermedio. Tildar el mismo valor que se usó para el radio de apertura. Repetir el proceso, pero seleccionando “Set Annulus Thickness”. Tildar el mismo valor que se usó para el radio de apertura.

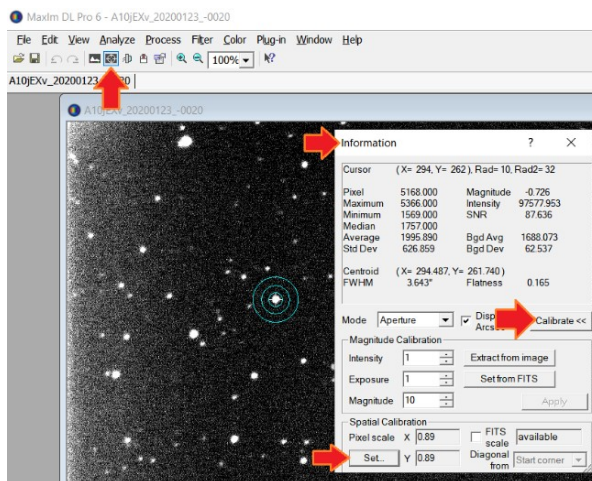
Chequeo de la relación señal-ruido (SNR) y el FWHM con MaxIm.

Clickear sobre el icono “Toggle Information”. Se abre la ventana “Information”.

Clickear el botón “Calibrate” y luego clickear el botón “Set...”. Se abre la ventana “Pixel Scale Editor”.

Clickear el botón “Load from FITS” para que el programa lea el tamaño del pixel.

Verificar que el valor de “Focal Length (mm)” sea el de la distancia



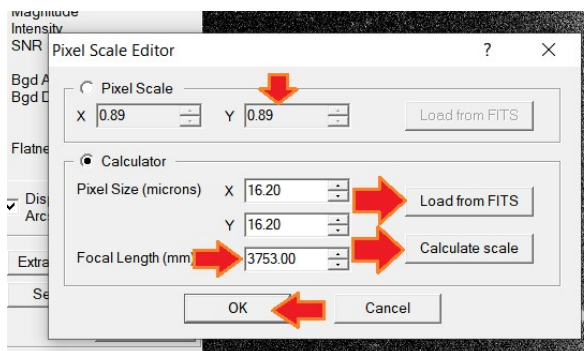
Fotometría de rotaciones de asteroides

focal efectiva del equipo con el que se tomó esa imagen. De lo contrario: cambiarlo por el valor correcto.

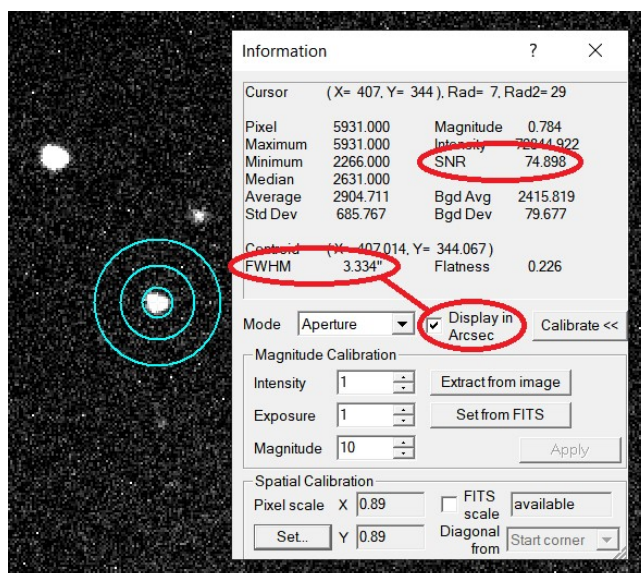
Clickear el botón "Calculate scale". En "Pixel Scale" aparece la escala del pixel efectiva.

Clickear el botón "OK". Se cierra la ventana "Pixel Scale Editor".

Para conocer el valor de la SNR, solo se debe llevar el cursor sobre la impronta del objeto y buscar el valor de SNR en la ventana "Information".



También se puede conocer el valor del seeing (FWHM) en arcosegundos o en pixeles.



Adquisición de imágenes Lights

Durante la observación, se debe controlar permanentemente las cuentas máximas del objeto más brillante (estrella de calibración o asteroide), para que en ningún momento supere el límite de linealidad.

Si en alguna imagen, las cuentas máximas se aproximan al límite de linealidad -o lo superan- deberemos:

- Desenfocar ligeramente, cuando el tiempo de la imagen analizada es igual o inferior a 2 minutos. Al desenfocar, la distribución deja de ser gaussiana, con lo que se logran cuentas máximas inferiores a la del límite de linealidad. Se debe tener especial cuidado con el ensanchamiento del perfil, porque una base demasiado amplia puede que tome flujo de estrellas vecinas. Esto será

Fotometría de rotaciones de asteroides

especialmente crítico al atravesar campos estrellados. ¡La práctica permitirá lograr el balance adecuado entre beneficio y perjuicio de desenfocar!

- Reducir el tiempo de exposición, cuando el tiempo de la imagen analizada es superior a 2 minutos.

Flípeo en monturas ecuatoriales alemanas: controlar que en el campo -después de flípear- estén las estrellas de calibración utilizadas antes de la culminación.

Calibración de las imágenes Light con MaxIm

Adquisición de imágenes de calibración (Darks, Flats y Bias):

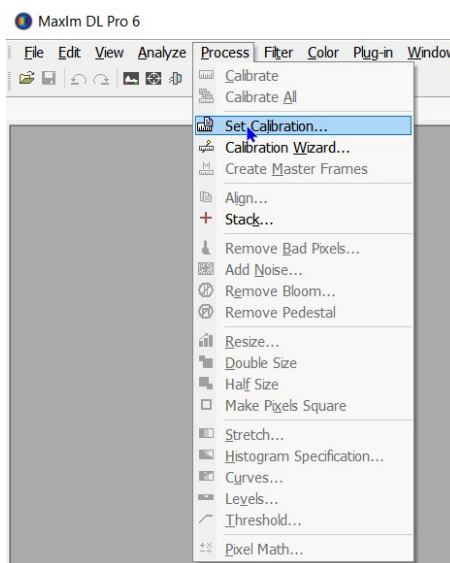
Terminada la sesión de imágenes (Lights), deberemos tomar las imágenes de calibración: de los ruidos (Darks), del viñeteo (Flats) y del escalón de lectura (Bias). Esas imágenes deberán ser tomadas teniendo en cuenta: la temperatura, el enfoque, el binning, el filtro y el tiempo de exposición, utilizados durante la captura de imágenes Light. Serán guardadas en una misma carpeta “calibr” junto a la carpeta de las imágenes Light de la fecha de observación.

Bias: Como son de tiempos de exposición casi nulos, se pueden tomar algunas decenas de Bias.

Darks: Sería bueno tener más de 10, pero como utilizaremos tiempos de exposición de varios minutos, nosotros utilizaremos algunos menos, digamos: 5 o 6 Darks.

Flats: Conviene hacer entre 10 y 25. El tiempo de exposición, será el necesario para conseguir un 50% del valor máximo de cuentas, aproximadamente.

Configuración de la calibración en MaxIm:



Para obtener información detallada sobre calibrado de imágenes con MaxIm, remitirse al foro GORA - Sección “Tutoriales” - "Tutorial avanzado MaxIm DL Capitulo 1: Calibrado" (<http://aoacm.com.ar/gora/viewtopic.php?f=9&t=118>).

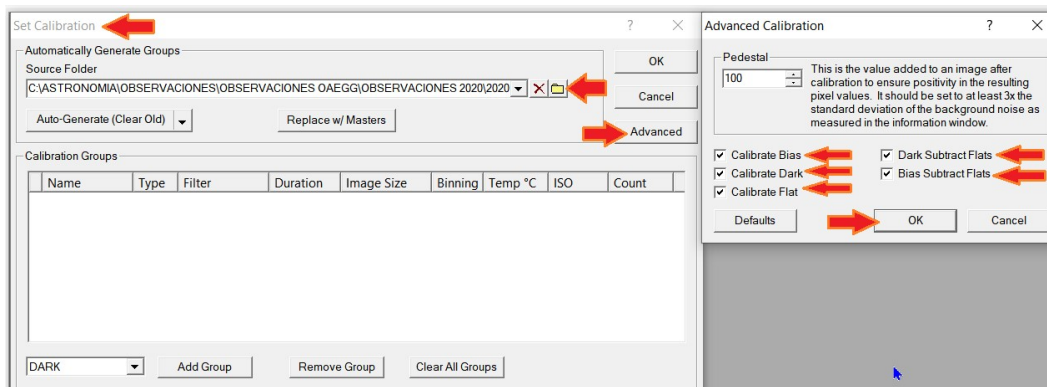
Clickear sobre “Process” y luego sobre “Set Calibration”.

Clickear sobre “Advanced”. Se abre la ventana “Advanced Calibration”.

Las casillas: “Calibrate Bias”, “Calibrate Dark”, “Calibrate Flat”, deben estar activadas.

Las casillas: “Dark Subtract Flats” y “Bias Subtract Flats”, deben estar activadas cuando los Flats NO fueron corregidos previamente con sus respectivos: DarksFlat y BiasFlat.

Fotometría de rotaciones de asteroides



Clickear sobre el icono de carpeta amarilla que está a la derecha de “Source Folder”.

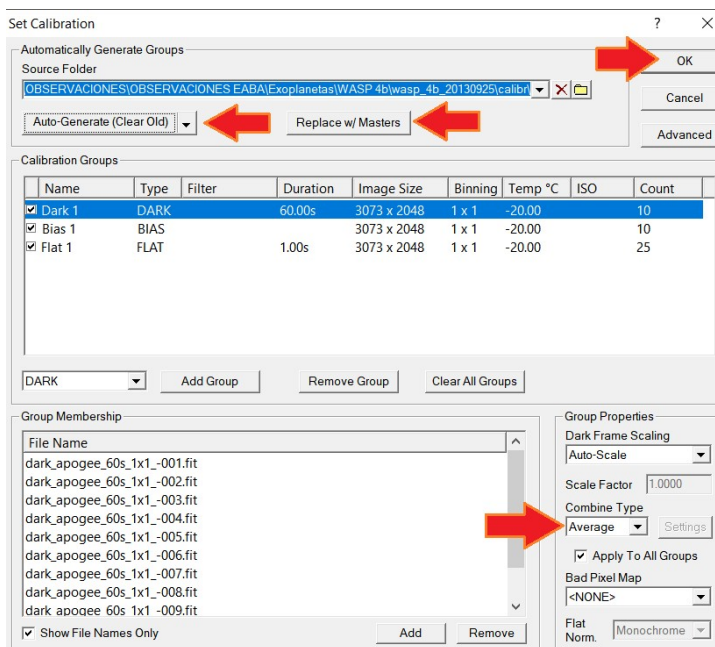
Seleccionar la carpeta “calibr”, donde guardamos las imágenes de calibración y luego clickear sobre “OK”.

Clickear sobre “Auto-Generate (Clear Old)” y se debería abrir un renglón por cada tipo de imágenes de calibración.

Combine Type: Por defecto usamos “Average”. “Sigma Clip” es recomendable cuando hay más de 9 imágenes a combinar.

Clickear sobre “Replace w/Master” y se sustituirán todas las imágenes del mismo tipo por una sola llamada

“Master”. Este reemplazo, hace que los cálculos durante la calibración, sean más rápidos.



Calibration Groups								
Name	Type	Filter	Duration	Image Size	Binning	Temp °C	ISO	Count
<input checked="" type="checkbox"/> Dark 1	DARK		60.00s	3073 x 2048	1 x 1	-20.00		10
<input type="checkbox"/> Bias 1	BIAS			3073 x 2048	1 x 1	-20.00		10
<input type="checkbox"/> Flat 1	FLAT		1.00s	3073 x 2048	1 x 1	-20.00		25
<input checked="" type="checkbox"/> Dark 2	DARK		60.00s	3073 x 2048	1 x 1	-20.00		1
<input checked="" type="checkbox"/> Bias 2	BIAS			3073 x 2048	1 x 1	-20.00		1
<input checked="" type="checkbox"/> Flat 2	FLAT		1.00s	3073 x 2048	1 x 1	-20.00		1

Fotometría de rotaciones de asteroides

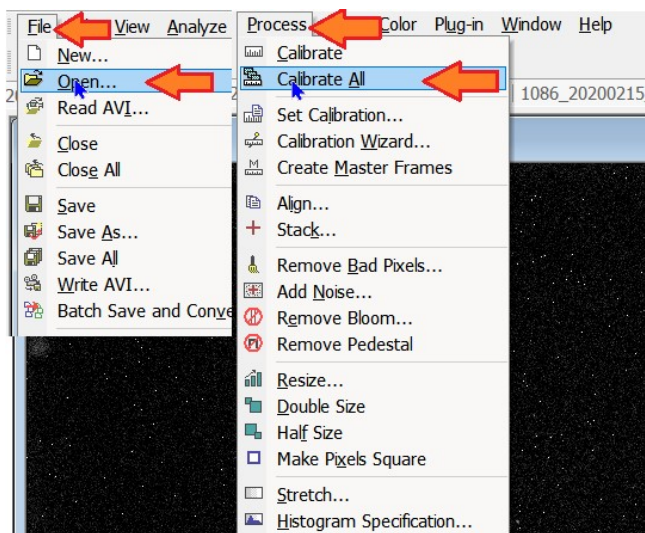
Dejar tildados solamente los renglones que tengan los Masters ("Count" = 1).

Clickear sobre "OK" para cerrar la ventana "Set Calibration".

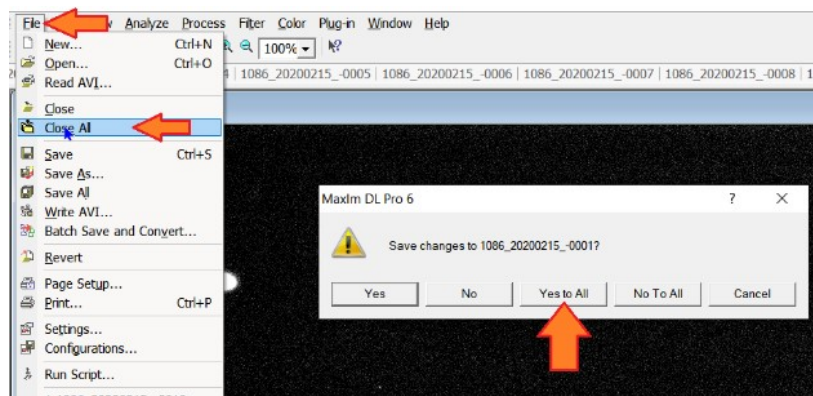
Es conveniente tener dos juegos de imágenes crudas (sin calibrar), para someter a calibrado uno de los dos juegos. Con un solo juego, ya no es posible revertir el proceso luego del calibrado. Si no resulta convincente el calibrado, tendremos un juego crudo de reserva.

Clickear sobre "File" y luego "Open" para cargar las imágenes Lights a calibrar. Abrir pocas imágenes por vez. La cantidad depende del peso de cada una.

Clickear sobre "Process" y luego "Calibrate All". Las imágenes Lights se calibran.



Clickear sobre "File", luego sobre "Close All" y finalmente sobre "Yes to All" para grabar los cambios. Se cierran todas las imágenes calibradas.



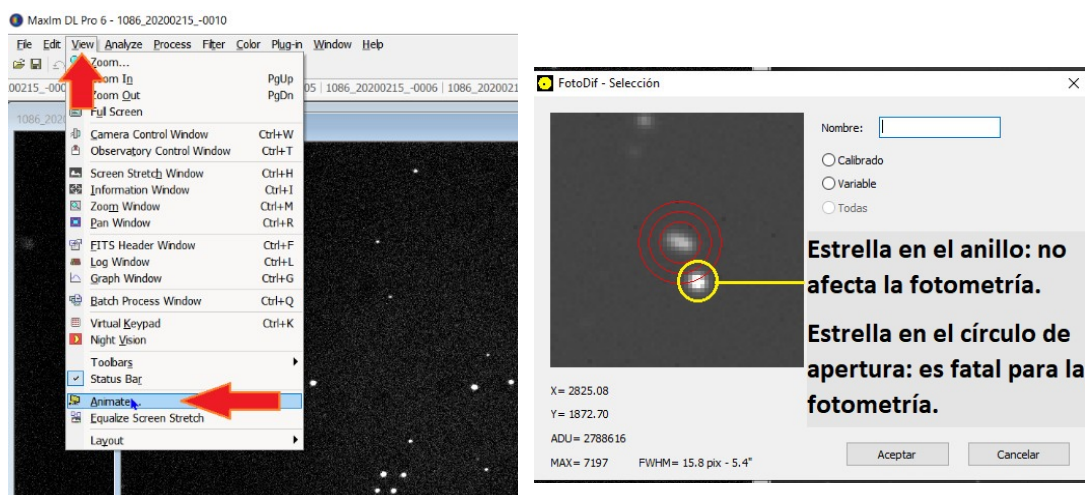
Fotometría de rotaciones de asteroides

Verificación de superposiciones asteroide-estrellas con MaxIm

Se debe verificar que en ningún momento se introduzca una estrella en el círculo de apertura. Si ello ocurre, se deberá proceder a la eliminación de las imágenes Lights. Si la estrella se introduce en el anillo de fondo de cielo, no afecta a la fotometría.

Se puede verificar con la función “Animate...” del programa MaxIm, para lo cual es conveniente que las imágenes estén previamente alineadas.

Alineación: en “Process” se debe seleccionar “Align” luego “Ad All” y “Manual 1 star” (clickeando siempre sobre la misma estrella en cada imagen).



Configuración del programa FotoDif

El programa “FotoDif” de Julio Castellano es el que utilizamos en GORA para:

1. Construir la curva de luz de una sesión de observación.
2. Elaborar el informe de una noche, o de noches consecutivas.

El autor ofrece un detallado instructivo de uso del programa que sugerimos leer en: <http://www.astrosurf.com/orodeno/fotodif/>

Configuración del programa:

Sistema óptico: escala del pixel y límite de linealidad del CCD.

Fotometría: Radio de apertura. Que cubra todo el perfil del objeto más brillante. Repetir ese valor para el anillo.

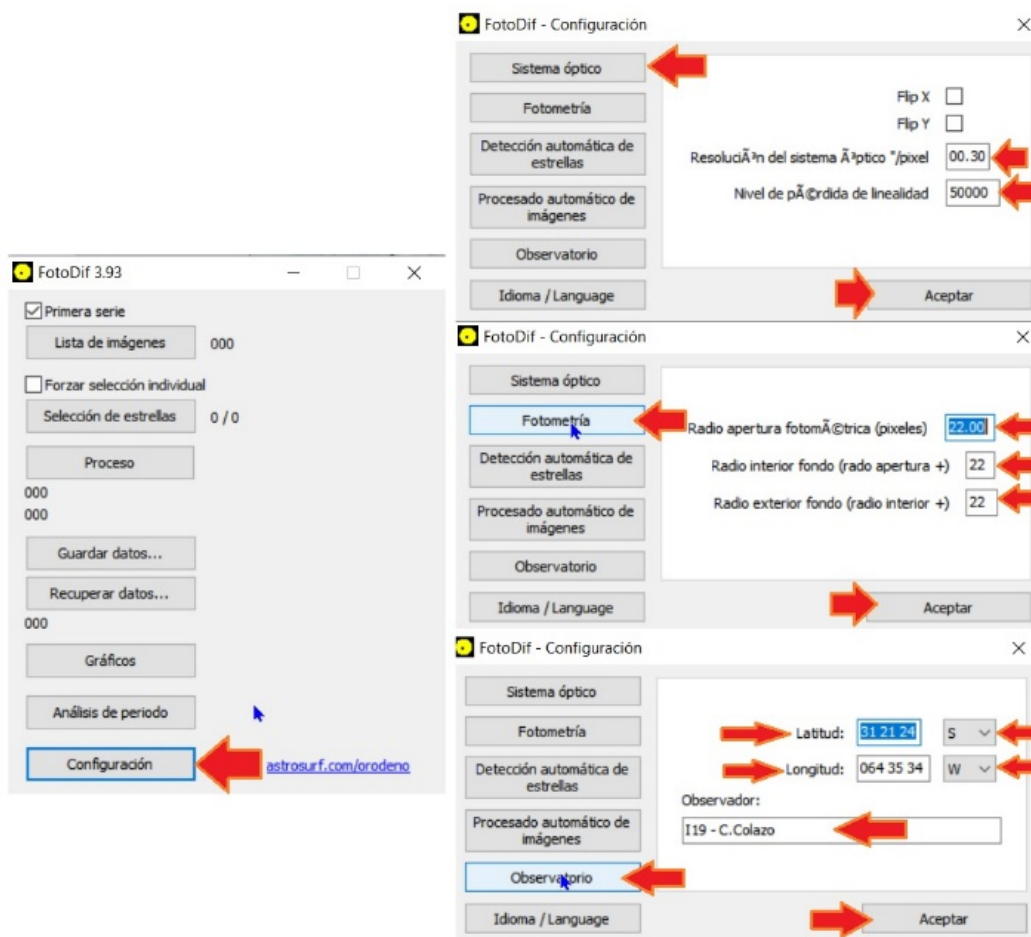
Observatorio: coordenadas e identificación del observatorio y el observador.

Se pueden cargar series de imágenes para un mismo informe, pero para ello: verificar que estén las mismas estrellas de calibración y de control en todas las imágenes de las series.

Fotometría de rotaciones de asteroides

Tildar “Primera serie” en la ventana de FotoDif, cuando se trate de las primeras imágenes que se cargan en el programa. Para las siguientes series, deberá destildarse ese casillero.

Lista de imágenes: para cargar las imágenes Lights calibradas, debemos clicar sobre “Lista de imágenes”. Seleccionar los archivos y aparece la ventana “Coordenadas”. En nuestro caso, NO es necesario completar las coordenadas del asteroide, porque trabajaremos con Fechas Geocéntricas. Clicar sobre “Aceptar”.



Selección las estrellas de calibración con SeqPlot

Instalación:

- Descargar el programa desde: <https://www.aavso.org/seqplot>
- Deberá contar con Java Runtime Environment 1.7 o superior para ejecutarse.
- Instalar y crear un acceso directo en algún lugar conveniente.

Pasos para seleccionar las estrellas:

Abrir el programa. Se despliega el cuadro de SeqPlot.

Fotometría de rotaciones de asteroides

Ingresa las coordenadas del asteroide. Admite el formato de las efemérides del MPC (hh mm ss.s -dd mm ss) por lo que se pueden copiar de ese sitio y pegarlos (con teclas Ctrl+V): en los casilleros "RA:" y "Dec:" del cuadro de SeqPlot.

Completar el casillero "Field Size" con un valor entre 1,5 y 2,0 veces el ancho del campo del equipo. Esto debe hacerse, por si el asteroide no estuviese en el centro del campo elegido, en cuyo caso podrían quedar estrellas de referencia fuera del campo que muestre SeqPlot.

Sequence Plotter 4.0 - Request Star

Choose a catalog or catalogs (the "source number" is given in parentheses):

<input checked="" type="checkbox"/> APASS (29)	<input checked="" type="checkbox"/> OC61 (32)
<input checked="" type="checkbox"/> BSM - North (28)	<input checked="" type="checkbox"/> SRO35 (18)
<input checked="" type="checkbox"/> BSM - South (37)	<input checked="" type="checkbox"/> SRO50 (33)
<input checked="" type="checkbox"/> COKER30 (44)	<input checked="" type="checkbox"/> TMO61 (42)
<input checked="" type="checkbox"/> GCPD (20)	<input checked="" type="checkbox"/> Tycho-2 (1)
<input checked="" type="checkbox"/> NOFS (10)	<input checked="" type="checkbox"/> W28 (30)
<input checked="" type="checkbox"/> K35 (34)	<input checked="" type="checkbox"/> W30 (31)

Star Name:

RA: HH MM SS.SS or degs.

Dec: (-)DD MM SS.SS or degs.

Field Size: arcminutes

Limiting Mag:

Completar el casillero "Limiting Mag" con la magnitud del asteroide incrementada en 1, para que muestre estrellas con brillo hasta una magnitud más débil a la del asteroide.

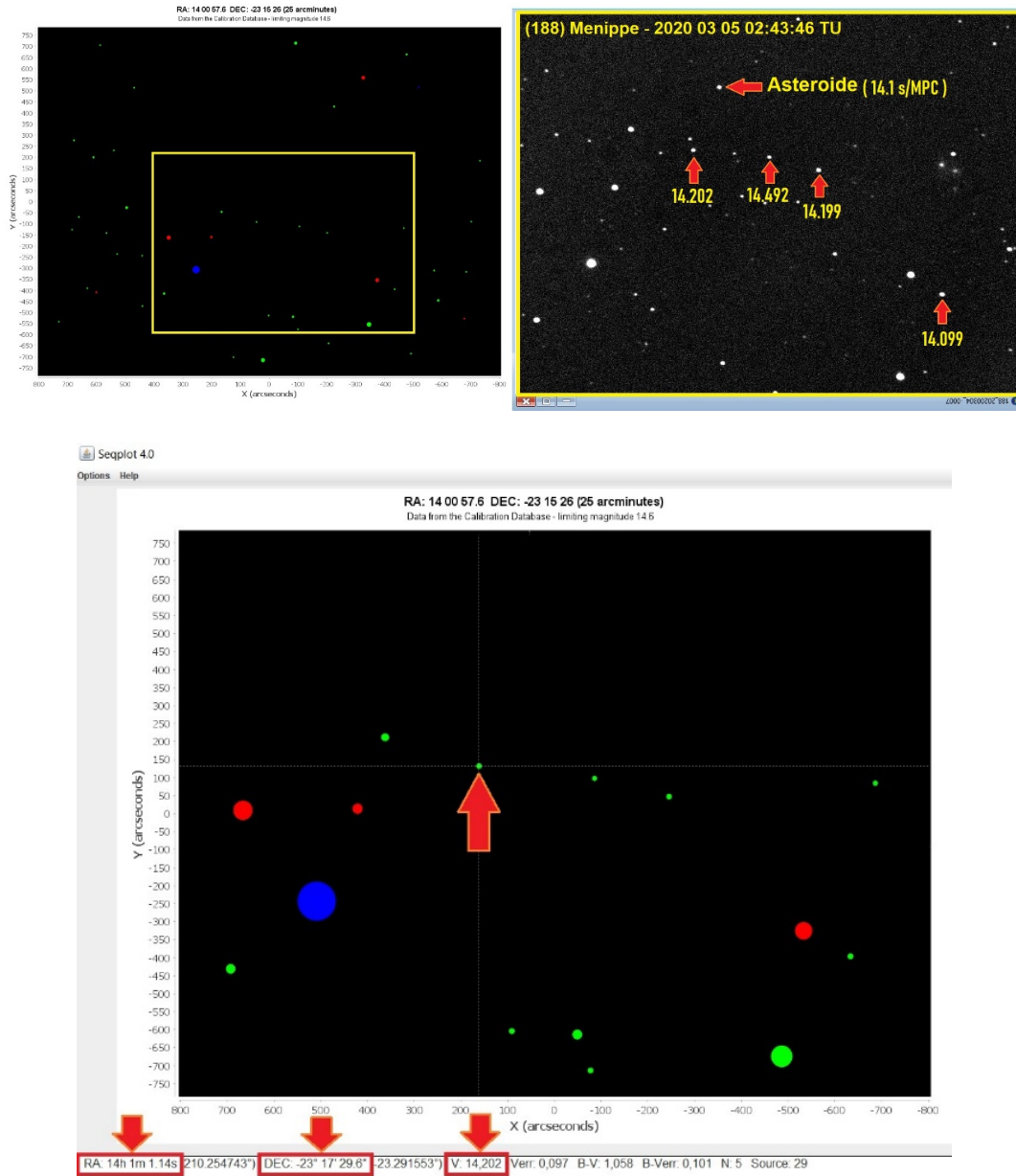
Clicar sobre "Get Plot". Se despliega la carta celeste del campo donde está el asteroide.

Identificar el campo. Podría estar rotado. Se puede hacer zoom sobre la imagen colocando el mouse en la esquina superior izquierda del área identificada. Presionar y arrastrar para seleccionar el área y luego soltar. Clicar sobre "Zoom out" para regresar al tamaño original.

Clicar sobre el menú desplegable de opciones (en la esquina superior izquierda), para cambiar los tamaños de los puntos y el tamaño relativo de los puntos, entre otros parámetros.

Fotometría de rotaciones de asteroides

Los puntos con tamaños similares, reflejan que las estrellas tienen brillos que también son similares.



El color de cada punto, refleja el rango del índice de color (B-V) al que corresponde la estrella. Rangos: azul: $(B-V) \leq 0.5$; verde: $0.5 < (B-V) < 1.1$; rojo: $(B-V) \geq 1.1$.

Las estrellas con color verde son buenas para ser elegidas como estrellas de calibración cuando se pretenda construir la curva de luz del asteroide.

Clickear sobre una estrella para generar una línea en la parte inferior de la carta. Se encuentran allí tres datos útiles para nuestro propósito: magnitud V y las dos coordenadas J2000 de esa estrella.

Fotometría de rotaciones de asteroides

Conviene verificar la posición (RA y Dec) de cada estrella de calibración, utilizando una carta celeste (en J2000), o haciendo una astrometría sobre la misma imagen, porque debemos estar seguros que hicimos una correcta identificación de esas estrellas.

- **Si se hace fotometría diferencial:** la magnitud V aportada por SeqPlot sirve de referencia para elegir estrellas con brillos similares al asteroide.
- **Si se hace fotometría relativa:** la magnitud V aportada por SeqPlot deberá ser utilizada como referencia para determinar la magnitud V del asteroide.

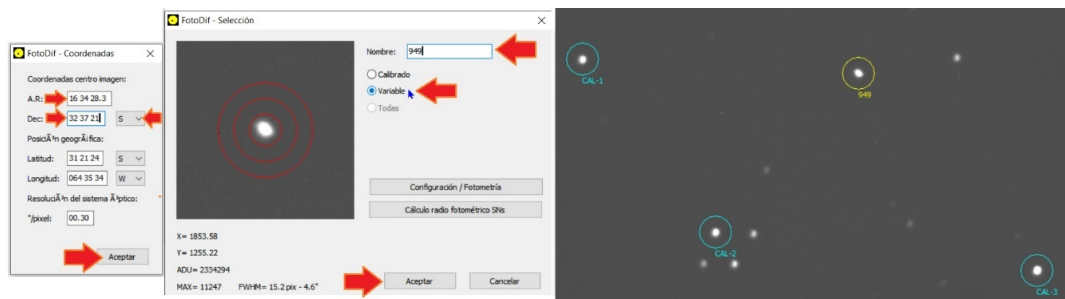
Se debe prestar atención a las siguientes **recomendaciones de uso de SeqPlot**:

- Seleccionar tres (o más) estrellas de calibración y -después- una de control.
- Elegir sólo estrellas representadas con color verde y con magnitud próxima a la del asteroide o con brillo ligeramente superior.
- Verificar la identificación de la estrella por coordenadas en una carta celeste.
- Copiar las magnitudes (de calibración y de control) con las tres cifras decimales (XX.XXX). Escribir esos números sin error, para luego ingresarlos correctamente en FotoDif.

Selección de las estrellas de calibración y de control en FotoDif

Seleccionar el asteroide como “Variable”, las estrellas de calibración como “Calibrado” y “Variable 2” para la de control.

Ingresar las magnitudes aparentes V, obtenidas con SeqPlot, tanto en el caso de las estrellas de calibrado como en el de la estrella de control.



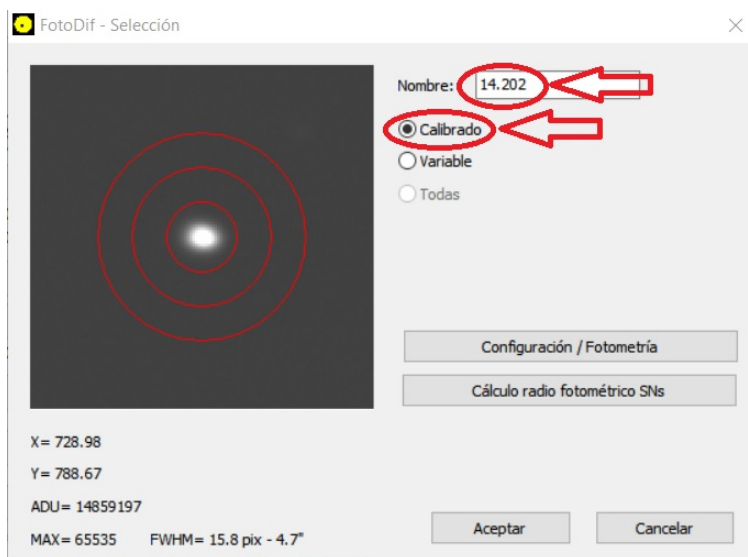
Ninguna debe estar en el borde de la imagen.

Guardar la imagen que identifica las estrellas de calibración clickeando sobre “Guardar como...”.

Procesar: Al clickear sobre “Proceso”, se inicia la medición de los brillos del asteroide y la estrella de control comparándolos con los brillos de las estrellas de calibración. Si el proceso se detiene, se deberá inspeccionar la imagen en la que se produjo la

Fotometría de rotaciones de asteroides

interrupción. Si está dañada, se cargarán imágenes desde la siguiente a la no dañada. Si está desplazada respecto a las anteriores, se cargarán desde esa imagen.

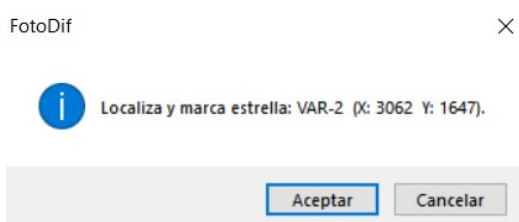
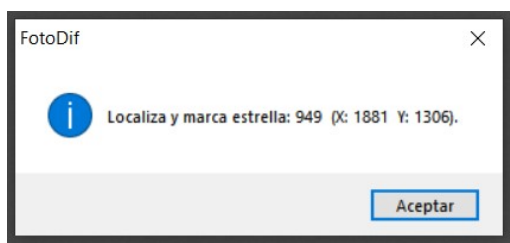


Carga de otras series de imágenes en un mismo informe de FotoDif

Si en la serie que se carga a continuación (destilando “Primera serie”), el campo y la posición del asteroide no cambian significativamente respecto de la última imagen de la serie anterior, al clicar sobre “Selección de estrellas” aparecerá el cartel que pide localizar el asteroide. Identificarlo y clicar sobre su impronta.

Luego pedirá localizar la VAR-2 (o de control). Clicar sobre “Cancelar” y debería aparecer la selección de las estrellas de calibración automáticamente.

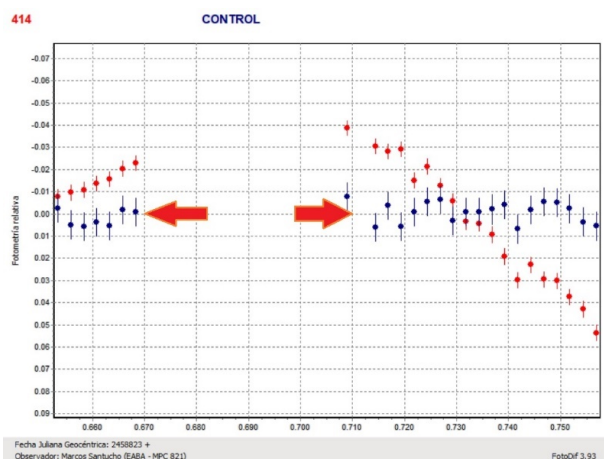
Si en la serie que se carga a continuación, el campo y/o la posición del asteroide cambiaron (Por ejemplo: cuando pasó tiempo apreciable entre las series, o se quiere vincular series de noches diferentes), se deberá tildar “Forzar selección individual” antes de seleccionar las variables y luego proceder a seleccionar las estrellas de calibración en su correspondiente orden.



Fotometría de rotaciones de asteroides

Vinculación de series separadas en el tiempo con FotoDif

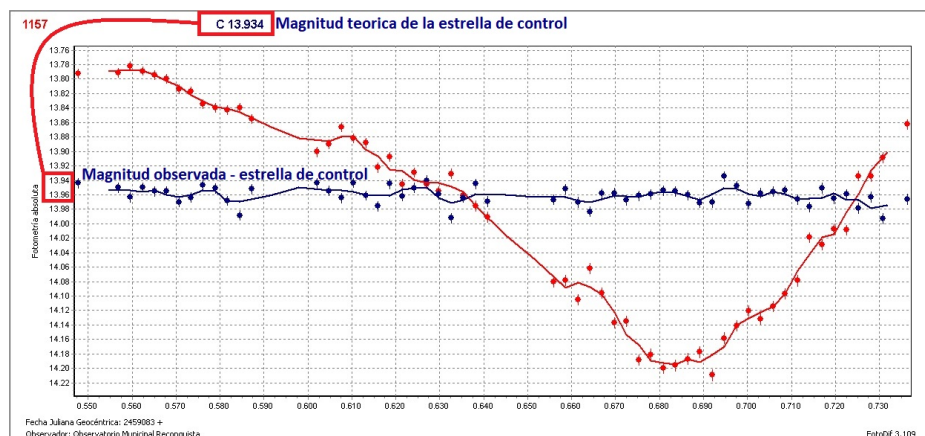
Cuando se vinculan series de una misma noche o de noches consecutivas en una misma curva, es imprescindible que se utilice una estrella de control y que el trazo de esa curva esté sobre una misma línea horizontal (de igual magnitud). Si ello no ocurre, será conveniente elaborar informes por separado.



Estrellas de control en fotometría relativa

Cuando se hace fotometría relativa, es conveniente poner la magnitud también en la estrella de control, porque ello permite verificar rápidamente si hay algún problema con las magnitudes de las estrellas seleccionadas para la calibración. Se trata de una forma práctica de saber si se está en el camino correcto, además de la verificación de que la curva corresponda a una franja horizontal.

Los resultados dependen de las estrellas de calibración que se usen. La diferencia, entre la magnitud teórica y la observada de la estrella de control, puede ser de algunas centésimas y nunca superar la décima de magnitud. El objetivo es encontrar estrellas de calibración que hagan que la estrella de control logre una magnitud observada lo más parecida posible a su magnitud teórica. Si se logra un resultado aceptable, estaremos seguros que la medición de la magnitud del asteroide es correcta.

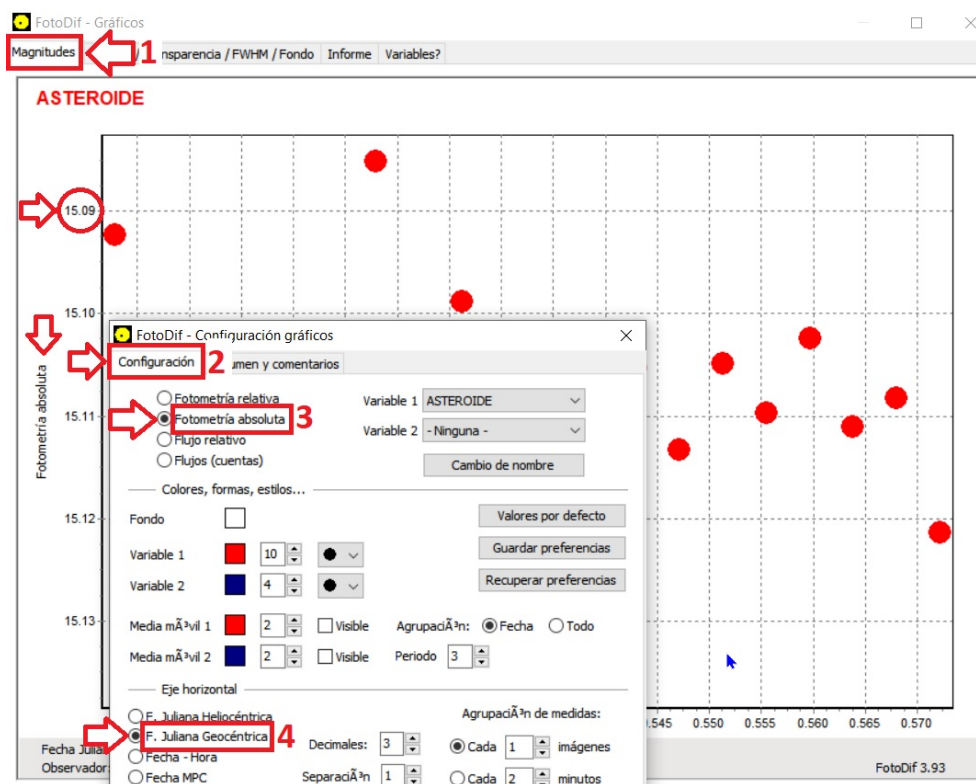
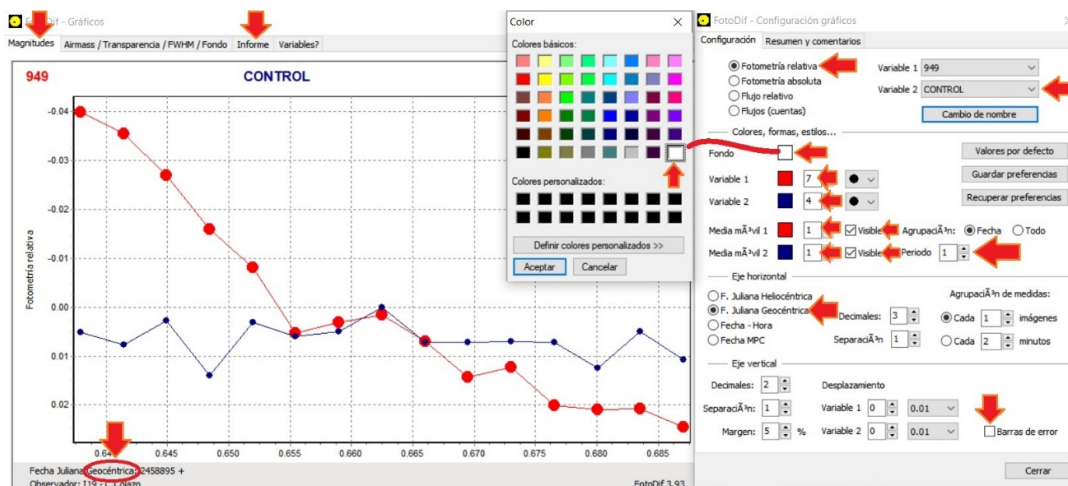


Fotometría de rotaciones de asteroides

Obtención de datos de la rotación con FotoDif

Clickeando en “Gráficos” aparece una ventana con un gráfico Magnitud-Tiempo.

Clicker sobre “Configuración” para definir parámetros del gráfico.



- Si se hace **fotometría diferencial**: los parámetros a seleccionar son “F. Juliana Geocéntrica” y “**Fotometría relativa**”.
- Si se hace **fotometría relativa**: los parámetros a seleccionar son “F. Juliana Geocéntrica” y “**Fotometría absoluta**”.

Fotometría de rotaciones de asteroides

Comprobar que a la estrella de control le corresponde una gráfica de brillo constante (aproximadamente horizontal).

Verificar que la estrella de control tenga una magnitud aproximada a la que se obtuvo del SeqPlot. Esto dará confianza que el proceso se realizó correctamente.

Guardar el grafico con la curva de la estrella de control para adjuntarla al informe.

Desactivar la “Variable 2” (de la estrella de control) para que no aparezcan esos datos en el informe.

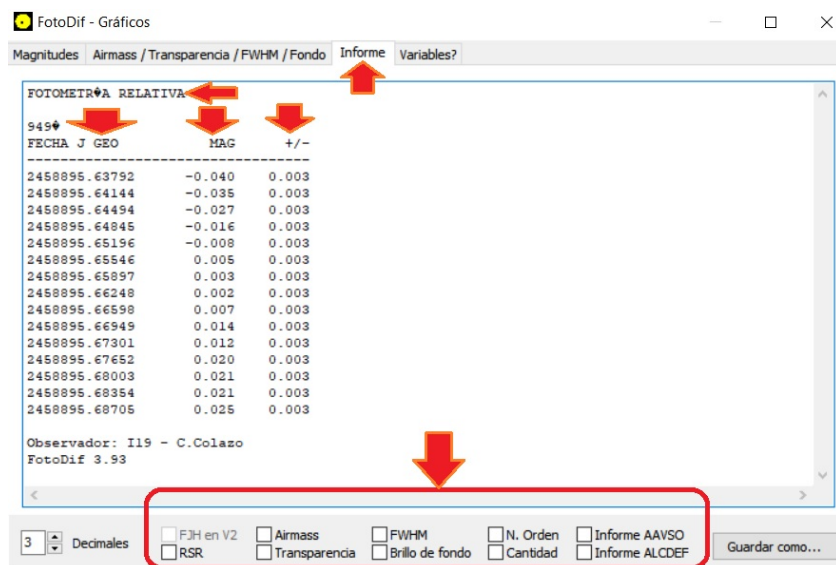
Si se observan puntos que se apartan de la secuencia de la curva, se debe analizar la imagen antes de eliminar ese punto (suelen producirse por: rayo cósmico, satélite, movimiento brusco del telescopio, etc.).

Elaboración del informe con FotoDif

Informe: únicamente con las columnas: Fecha J Geocéntrica - Magnitud - Error

En el título del informe se debe consignar:

- Número y nombre del asteroide.
- Fecha de la tarde de la observación con el formato: aaaammdd
- Siglas del observatorio.
- Observadores.



Ejemplo: 504_Cora_20190925_822_C.Pittari-G.Ferrero-M.Santucho

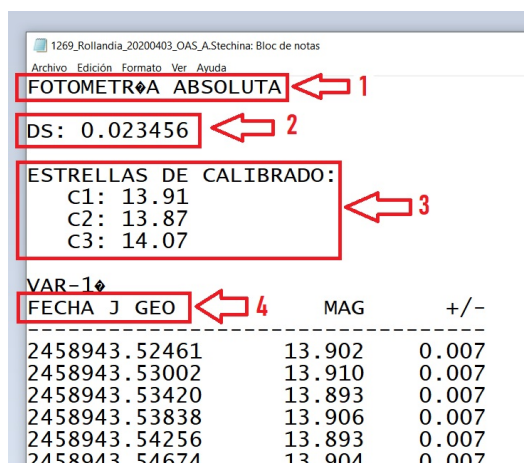
Si se vinculan dos noches de observación, se debe dejar constancia de las fechas.

Ejemplo: 470_Kilia_20200207y08_X31_C.Fornari

Fotometría de rotaciones de asteroides

Guardar el informe con formato “.txt”. Una vez guardado el informe, abrirlo para incorporar la información de la Desviación estándar de dispersión de la curva de luz, consignando después de “FOTOMETRIA ABSOLUTA” la leyenda con el valor de la Desv. Est. con el formato: “DS: X.XXXXXX” .

Verificar que figuren las magnitudes de las estrellas de calibrado y la fecha Juliana Geocéntrica.



1269_Rollandia_20200403_OAS_A.Stechina: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

FOTOMETRIA ABSOLUTA

DS: 0.023456

ESTRELLAS DE CALIBRADO:
C1: 13.91
C2: 13.87
C3: 14.07

VAR-1

FECHA J GEO	MAG	+/-
2458943.52461	13.902	0.007
2458943.53002	13.910	0.007
2458943.53420	13.893	0.007
2458943.53838	13.906	0.007
2458943.54256	13.893	0.007
2458943.54674	13.904	0.007

Archivos que se deben cargar en el sitio web de GORA:

- Informe de la fotometría obtenida con FotoDif.
- Grafico de la curva de luz que incluya la curva de la estrella de control.

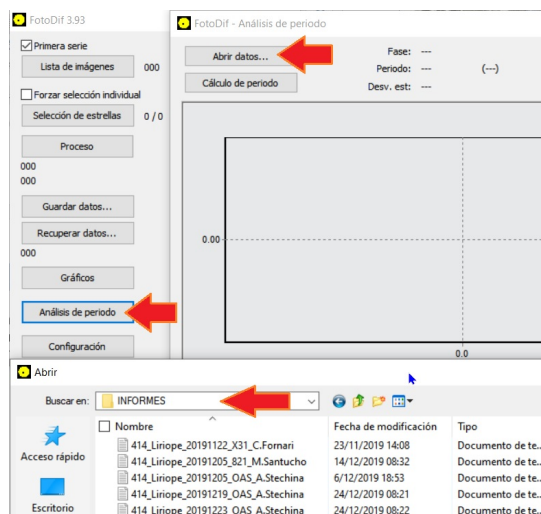
En cada observación, se sugiere archivar un registro que reflejen datos e imágenes utilizadas durante la observación: efemérides del MPC, condiciones meteorológicas, dificultades, estrellas seleccionadas, campo con el movimiento del asteroide, superposición con estrellas, etc.

Análisis del período con FotoDif

Clickear sobre “Análisis de período”. Se abre la ventana de análisis.

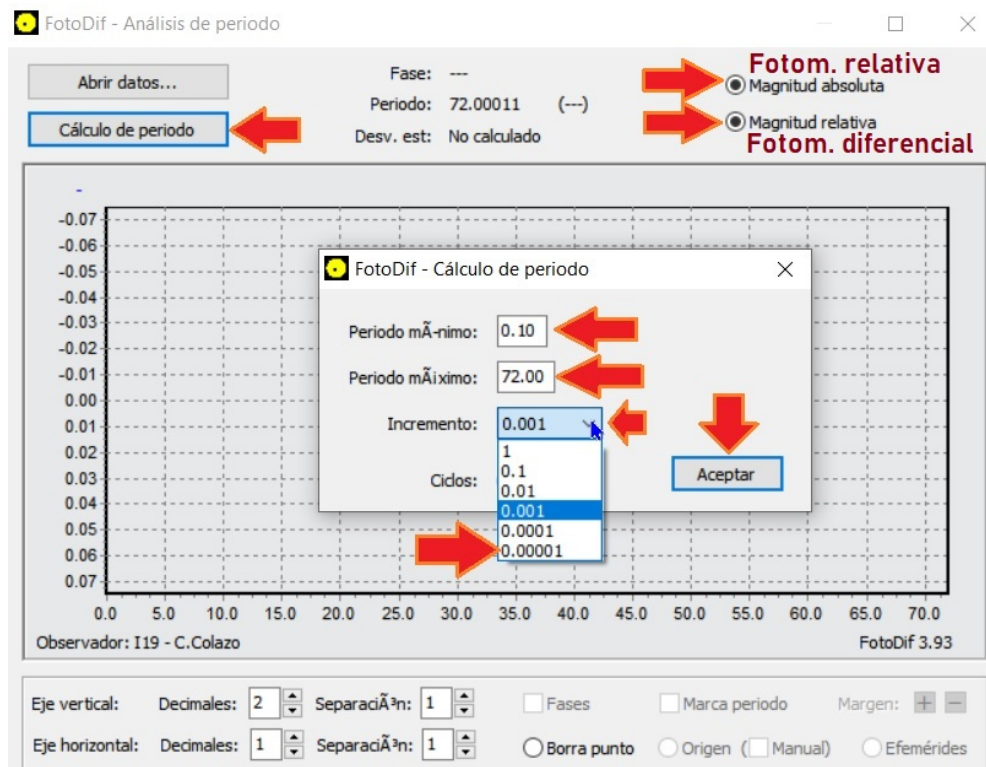
Clickear sobre “Abrir datos...” y buscar los archivos de los informes. Seleccionarlos y clickear sobre “Abrir”.

Seleccionar: “Magnitud Relativa” para aplicar fotometría diferencial o “Magnitud Absoluta” para aplicar fotometría relativa.



Fotometría de rotaciones de asteroides

Clickear sobre “Cálculo de período”. Se abre la ventana de cálculo. Fijar los períodos límites (mínimo y máximo) y los incrementos de períodos a calcular. Cuanto mayor sea la diferencia entre los límites y más pequeño sea el incremento, mayor tiempo se demorará en hacer los cálculos.



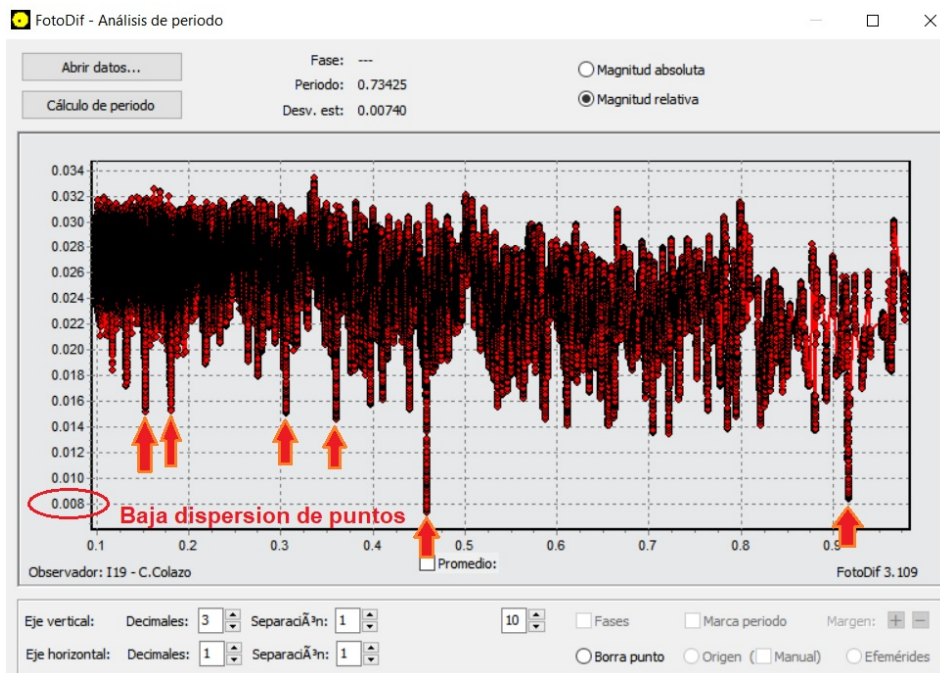
Clickear sobre “Aceptar”. Se genera el cálculo de la dispersión de puntos para el período límite mínimo, luego el período mínimo más 1 incremento, luego para el período mínimo más 2 incrementos... y así sucesivamente hasta llegar al período límite máximo.

Cuando terminan los cálculos, aparece el diagrama de promedios de residuos de dispersión.

Como vimos antes, cada punto rojo del gráfico, indica la dispersión de puntos (en el eje vertical) para un determinado período calculado (en el eje horizontal).

Para encontrar los períodos candidatos, deberemos clickear sobre los puntos que tengan baja dispersión y conviene revisar varios puntos, porque no siempre el de menor dispersión corresponde al mejor período candidato. Cuando se dispone de muchos informes y de buena calidad, el punto de menor dispersión suele ser siempre el mejor período candidato.

Fotometría de rotaciones de asteroides

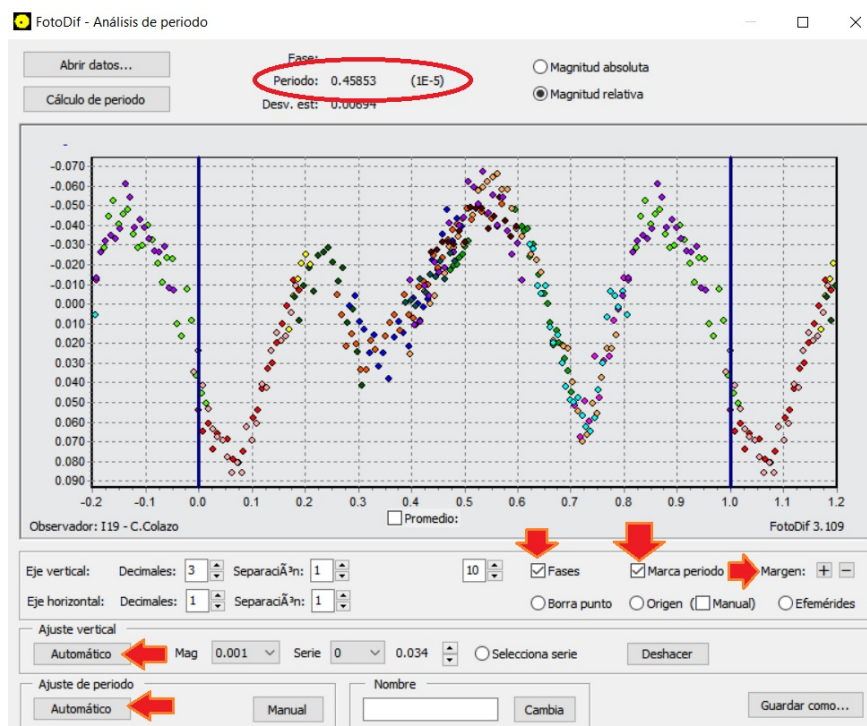


Cuando se clickea sobre un punto de baja dispersión, aparece el diagrama de fase.

Se debe clickear alternativamente (varias veces) sobre los botones “Automático” de los ajustes: vertical y horizontal.

El período candidato se lee en la parte superior y está expresado en días.

Para que el eje horizontal quede expresado en fases, se debe tildar “Fases”.



Fotometría de rotaciones de asteroides

Efemérides de fases que interesa observar con FotoDif

En ocasiones, interesa observar algún tramo determinado del diagrama de fase del período candidato. Se pretende conocer las fechas y horas en las que será observable ese tramo, para planificar observaciones que completen el diagrama de fase. En el ejemplo, faltaría completar el diagrama desde la fase 0.177, aproximadamente.

Con el generador de efemérides de Fotodif, es posible conocer las fechas en las que se observará esa misma fase, lo que permitirá programar fechas posibles de observación.

En el diagrama de fase: clicar sobre “Efemérides”.

Llevar el cursor sobre la fase desde la cual se debe iniciar la observación y clicar sobre ese punto. Aparece una ventana donde se pueden hacer ajustes.

Clicar sobre “Calcular”. Se completará el cuadro con información sobre las fechas (en T.U.) en las que se podrá observar la fase de interés.

