

EJES TEMATICOS – 11/09/2020

1. Definiciones vinculadas al fenómeno de la rotación de asteroides.
2. Condiciones astronómicas a considerar para planificar las observaciones.
3. Técnicas de análisis de datos para obtener el período de rotación.
4. Comunicación de los resultados a la comunidad científica.
5. Metodología de trabajo que aplicamos en GORA.



IV Jornadas de trabajo GORA virtual

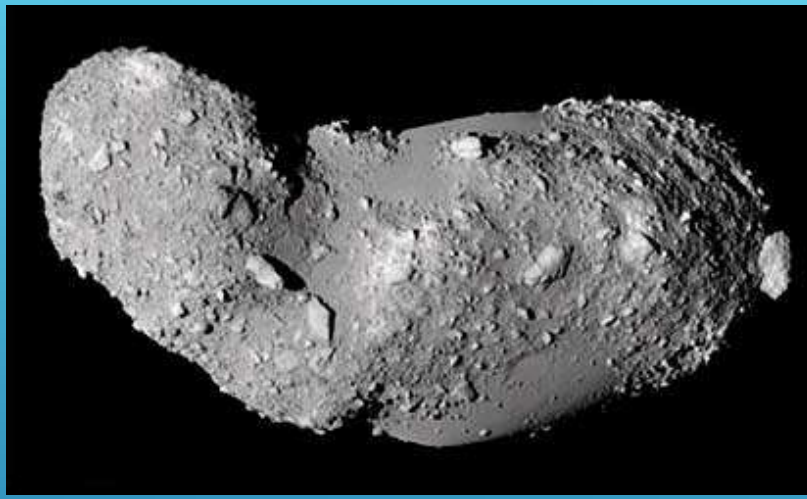
Taller para potenciales ingresantes a GORA

Viernes 11 de setiembre de 2020 – 20:00 hs

Primera parte: Fotometría de asteroides - Programa

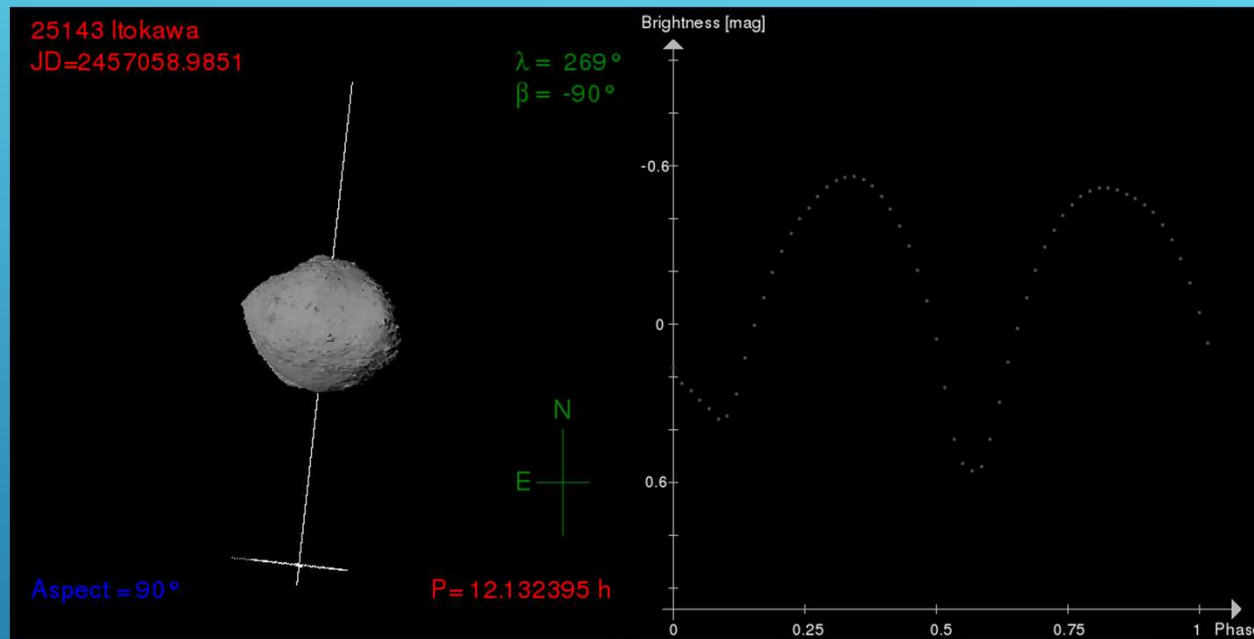
1. Las formas de los asteroides - La luz que vemos de los asteroides
2. Rotación y variación del brillo de los asteroides
3. Condiciones astronómicas para observar asteroides
4. Épocas con dificultades para observar asteroides
5. Limitaciones técnicas y del sitio para observar asteroides
6. Las fases de los asteroides y ángulo de aspecto.
7. Curvas de luz de rotaciones de asteroides
8. Fotometría CCD
9. Magnitud aparente V “teórica” de un asteroide
10. Magnitud aparente V “medida” con fotometría relativa
11. Estandarización de datos obtenidos con fotometría relativa
12. Análisis del período – Diagrama de promedios de residuos de dispersión
13. Diagrama de fases
14. Comunicación del período de rotación a la comunidad científica
15. Objetivos del Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides (GORA)
16. Observatorios e integrantes de GORA

Las formas de los asteroides - La luz que vemos de los asteroides



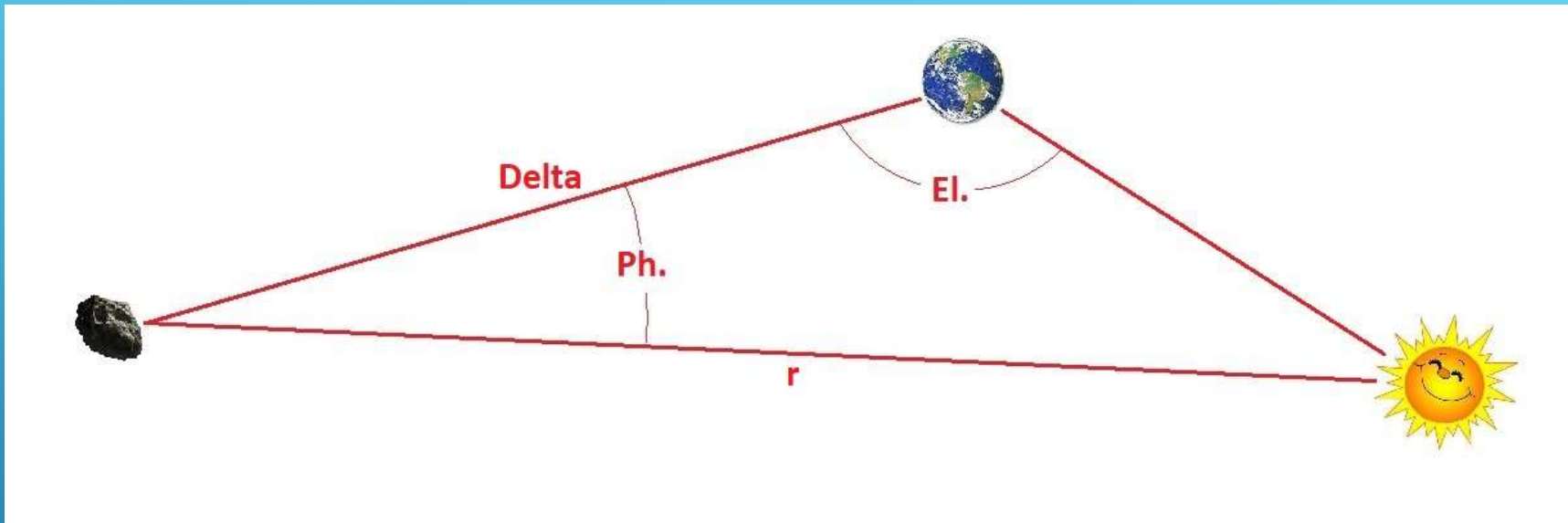
- **Forma:** Las fuerzas gravitatorias en los planetas son tan fuertes en su interior, que los materiales se deforman hasta que el astro adquiere una forma más o menos esférica.
- **Masa:** Los asteroides son “cuerpos menores” del Sistema Solar, con muy poca masa.
- **Equilibrio hidrostático:** En el interior de un asteroide las fuerzas gravitatorias son tan débiles que no logran vencer la rigidez de sus componentes sólidos, por lo que mantienen sus formas muy irregulares.
- **Reflexión de la luz:** Los asteroides reflejan parte de la luz solar que reciben.
- **Brillo, distancia y tamaño:** Debido a sus pequeños tamaños y a la gran distancia, se los observa con brillos muy débiles y con diámetros aparentes del orden de la décima o centésima de arcosegundos.
- **Observación:** Las imágenes capturadas con telescopios los muestran siempre como puntos similares a las estrellas. Aún con grandes telescopios resulta imposible observar esas formas irregulares.
- **Movimiento:** Con sucesivas capturas se detecta sus movimientos sobre el fondo del cielo.

Rotación y variación del brillo de los asteroides



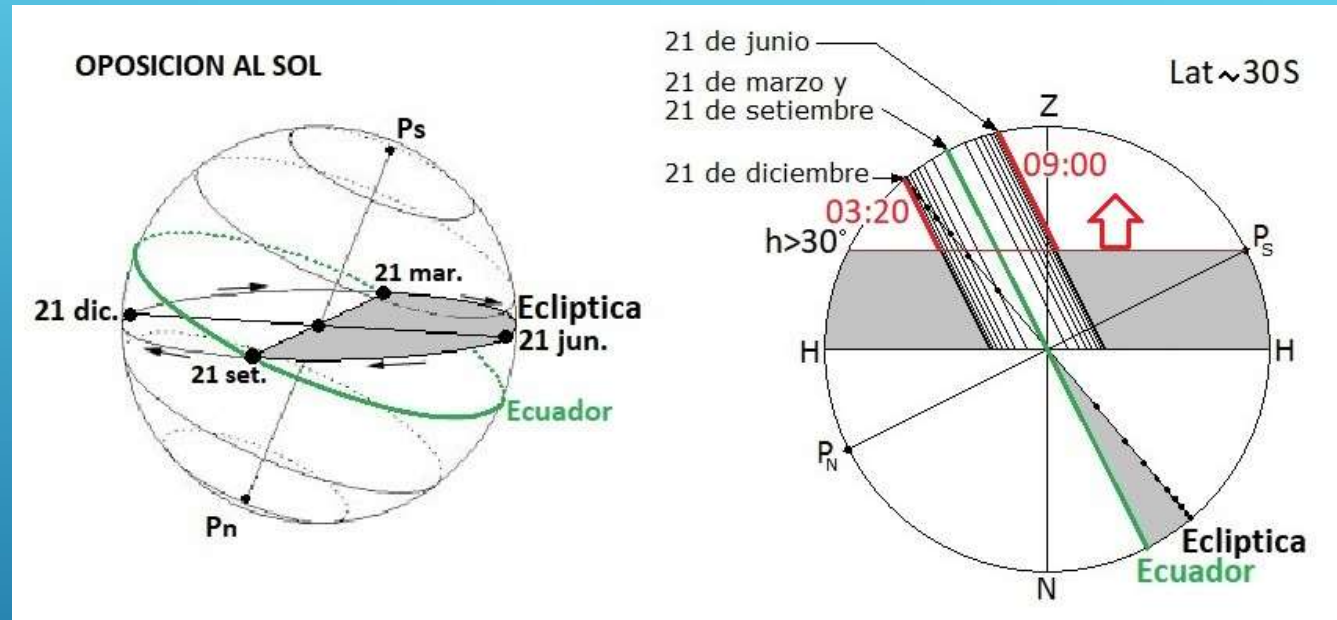
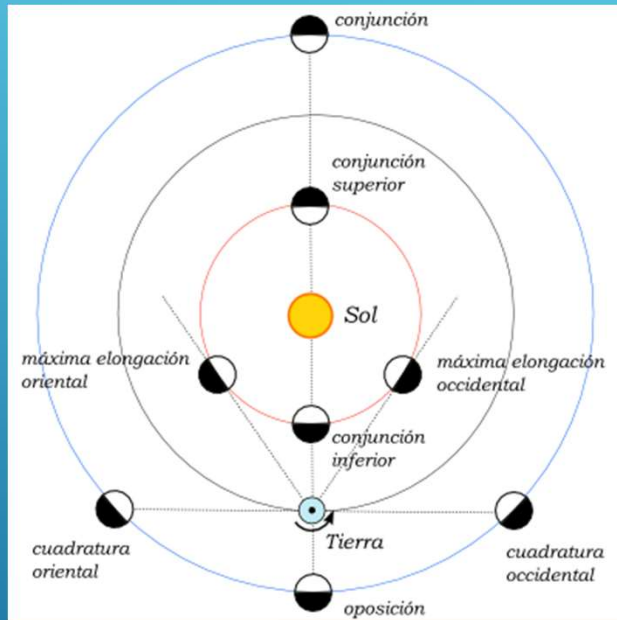
- **Cambios de brillo:** Es posible medir -imagen a imagen- el brillo recibido en el sensor de la cámara fotográfica y detectar cómo varía el brillo del asteroide a medida que pasa el tiempo.
- **Superficies reflectantes:** De a ratos el brillo aumenta cuando la luz se refleja en áreas extensas del asteroide, luego disminuye cuando la reflexión ocurre en zonas de poca superficie.
- **Periodicidad:** Al rotar sobre su eje, el asteroide repetirá el mismo baile del brillo una y otra vez cuando complete cada giro, por lo que es posible medir la rotación del asteroide con solo encontrar la periodicidad de esa fluctuación del brillo.

Condiciones astronómicas para observar asteroides



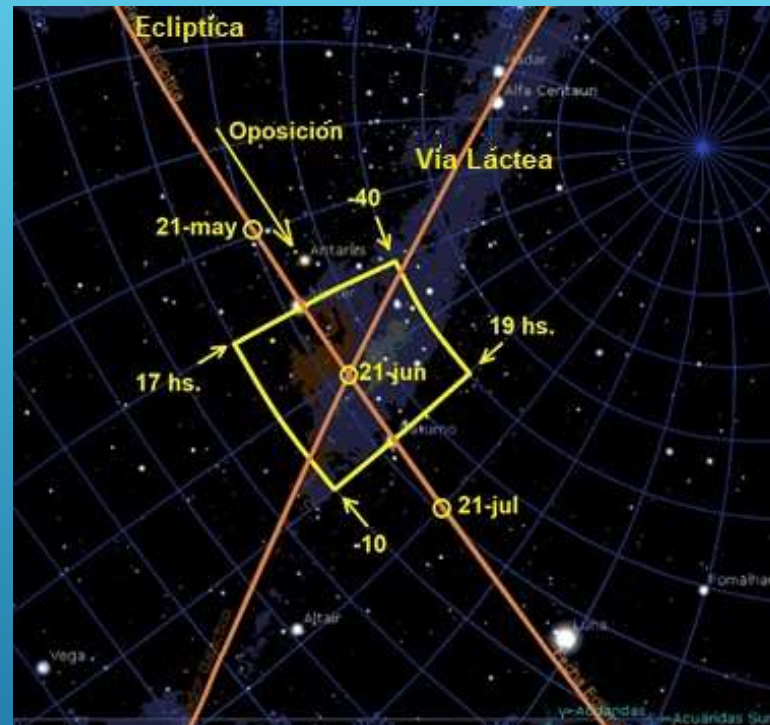
- El brillo de un asteroide depende de varios factores. Los más importantes son:
 - Tamaño del asteroide:** a mayores dimensiones, mayor superficie reflectante y mayor brillo.
 - Albedo:** proporción de luz reflejada con respecto a la que recibe. A mayor albedo, mayor brillo.
 - Distancia Sol-Asteroides (r):** a mayor distancia del Sol, menor cantidad de luz, menor brillo.
 - Distancia Tierra-Asteroides (Delta):** a mayor distancia, menor cantidad de luz, menor brillo.
 - Ángulo de fase (Ph.):** ángulo entre el Sol y la Tierra visto desde el asteroide: a mayor ángulo de fase, menor superficie desde la Tierra, menor el brillo observado. Cuando $Ph. = 0$, la fase es "llena".
 - Elongación (El.):** Es el ángulo entre el Sol y el asteroide visto desde la Tierra.

Condiciones astronómicas para observar asteroides



- **Oposición:** alineación Sol-Tierra-Asteroide ($Ph \approx 0^\circ$ y $El \approx 180^\circ$). Condición ideal para observar asteroides.
- **Condiciones favorables para latitudes australes:** La mayoría de los asteroides tienen orbitas más o menos coplanares con la Eclíptica. Durante el otoño y el invierno austral, las declinaciones de la oposición al Sol son negativas.
- **Altura del asteroide:** Durante el otoño y el invierno austral, los asteroides culminan a gran altura y se los observa varias horas por encima de los 30° .

Épocas con dificultades para observar asteroides



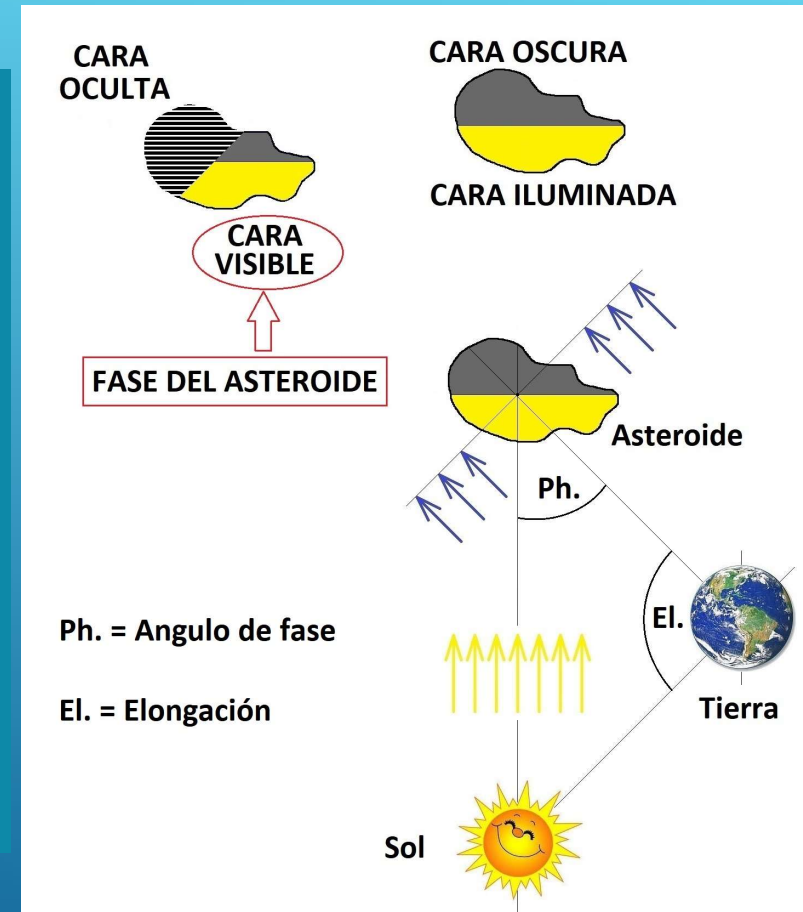
- **Dificultades durante la primavera y el verano:** la oposición tiene declinación siempre positiva, los asteroides culminan a muy baja altura y se los observa sólo unas pocas horas por encima de los 30° .
- **Dificultades durante todo el mes de junio:** coincidencia de la oposición con la Vía Láctea, los asteroides se mueven sobre un fondo muy rico de estrellas. Solución: observar asteroides con oposiciones anteriores o posteriores al mes de junio.

Las fases de los asteroides

Fase del asteroide: es la “cara” visible para un observador ubicado en la Tierra. Los asteroides, como todos los objetos del sistema solar, presentan fases diferentes vistos desde la Tierra.

Factores que definen las características de las fases:

1. **La iluminación del Sol:** define dos caras.
 - a. **Cara iluminada:** superficie del asteroide expuesta al Sol.
 - b. **Cara oscura:** superficie del asteroide que se opone al Sol.
2. **La visibilidad del asteroide desde la Tierra:** desde la Tierra, se definen otras dos caras.
 - a. **Cara visible:** superficie del asteroide expuesta a la Tierra.
 - b. **Cara oculta:** superficie del asteroide que se opone a la visual del observador en nuestro planeta.



Las fases de los asteroides

3. **El ángulo de fase:** al cambiar el ángulo de fase cambian las caras visibles del asteroide, que llamaremos "**fases de la traslación**".

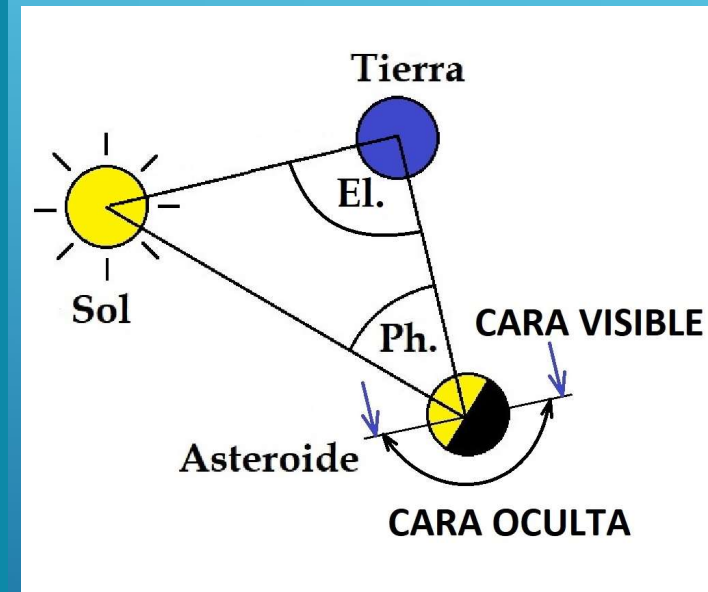
Efecto de oposición: cuando $Ph. = 0$, el asteroide, la Tierra y el Sol están en línea recta. Máximo brillo por cuatro factores:

- La cara visible coincide con la cara iluminada (fase "llena").
- La distancia asteroide-Tierra es mínima con máximo brillo.
- No se producen sombras por rugosidad en la cara iluminada.
- La retrodispersión coherente incrementa el brillo.

Asteroide antes y después de la oposición: antes y después de la oposición, el brillo del asteroide es inferior por cuatro factores:

- Cara visible: parte iluminada y parte oscura.
- La distancia asteroide-Tierra mayor que en la oposición.
- Se ven sombras de la superficie rugosa.
- Retrodispersión coherente con menor intensidad o es nula.

Asteroide en la cuadratura: cuando $El. = 90^\circ$, el asteroide culmina cuando el Sol está en el horizonte y en pleno crepúsculo. Se lo puede observar poco más de 2 horas y rara vez más de 4 horas.

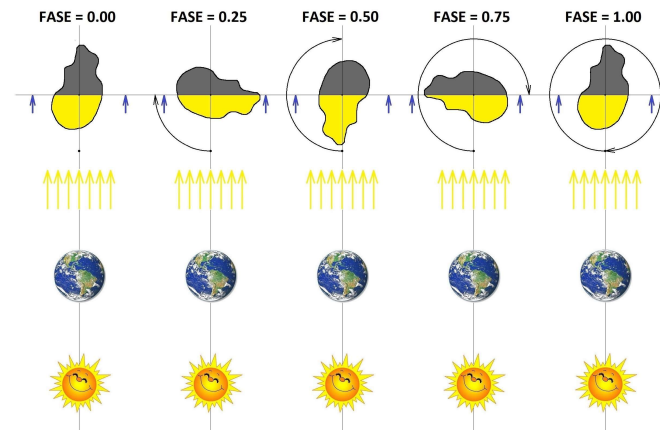


Las fases de los asteroides

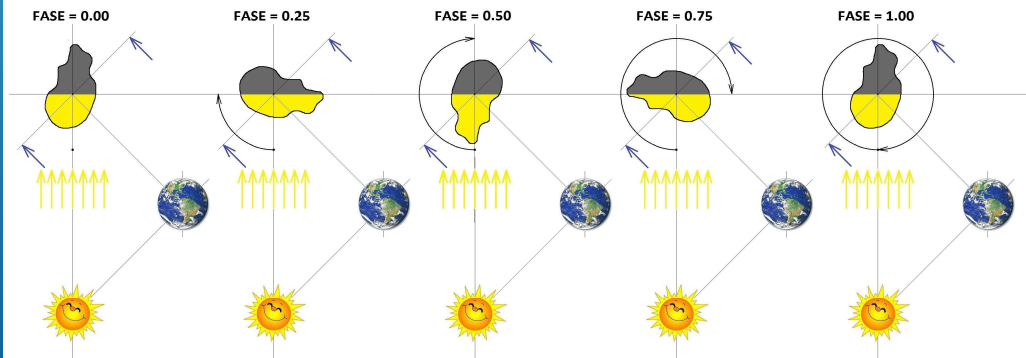
4. El movimiento de rotación del asteroide sobre su eje:

- En una cualquiera de las fases de la translación, la cara visible del asteroide también cambiará debido a su movimiento de rotación.
- **Fases de la rotación:** son las diferentes caras que se van mostrando durante la rotación del asteroide.
- **Ejemplos:** mostramos cambios de fase de la rotación en dos casos particulares de fases de la translación: en la oposición y en la cuadratura.

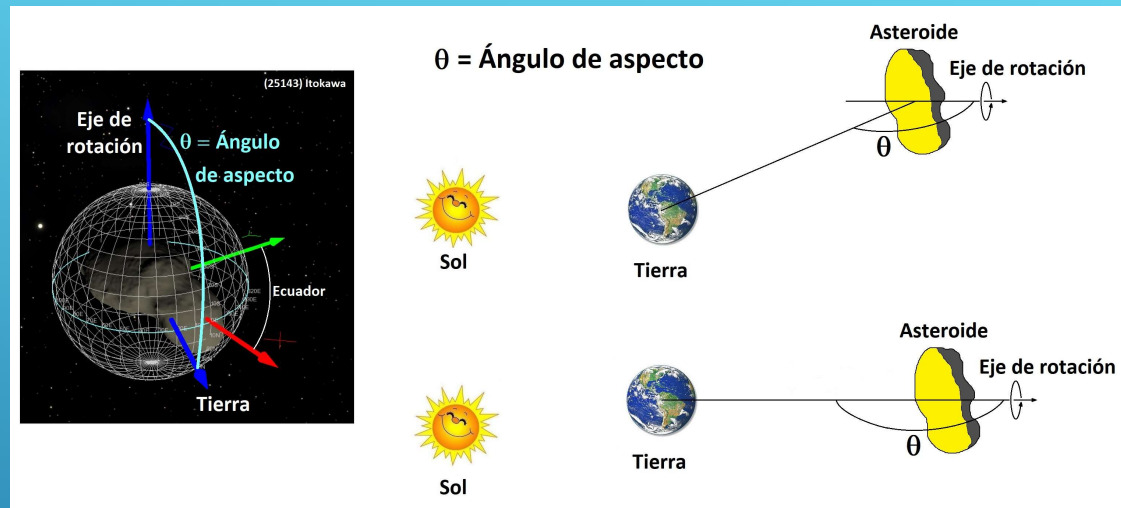
Fases de la rotación para el ángulo de fase de 0° Fase "llena" de la translación en la oposición al Sol



Fases de la rotación para el ángulo de elongación de 90° Fase "creciente" o "menguante" de la translación en la cuadratura con el Sol



Ángulo de aspecto



Ángulo de aspecto " θ ": comprendido entre la visual Tierra-asteroide y el eje de rotación del asteroide.

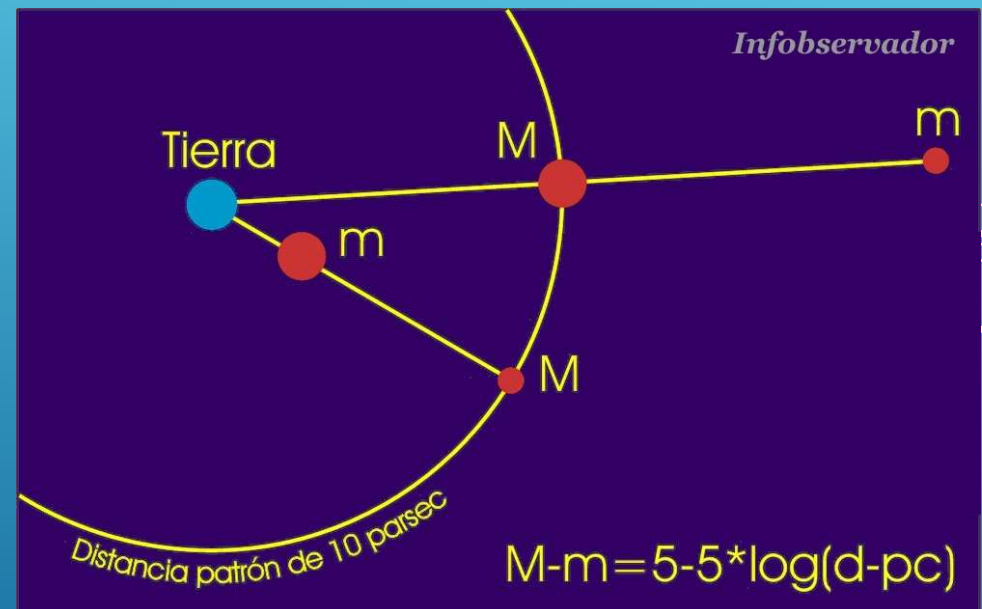
- Características de la variación del brillo observable del asteroide desde la Tierra para diferentes θ .
 - a. Ángulo de aspecto $\theta = 90^\circ$:** se produce la mayor amplitud de la curva de luz. Se observa hacia el ecuador del asteroide.
 - b. Ángulo de aspecto $\theta = 0^\circ$ ó $\theta = 180^\circ$:** no se percibirá variación de brillo (la amplitud de la curva será prácticamente cero). Se observa hacia uno de los polos del asteroide.
- **Forma tridimensional del asteroide:** La observación del objeto desde diferentes ángulos de aspecto, permite obtener la forma tridimensional del objeto.

Magnitud de un astro con impronta puntual

Magnitud aparente (m): es un número que indica la medida del brillo del astro, tal y como es visto por un observador desde la Tierra. Se trata de una escala logarítmica, por lo que una diferencia de una magnitud, corresponde a un cambio en el brillo de 2,512 veces.

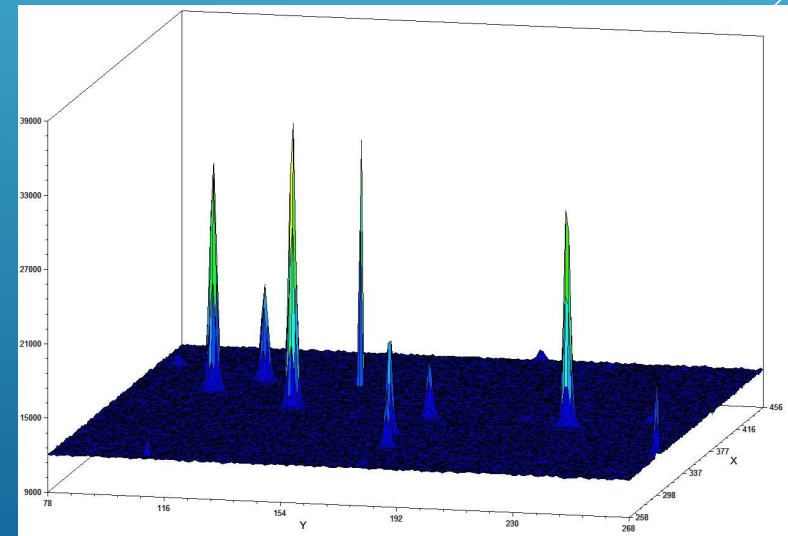
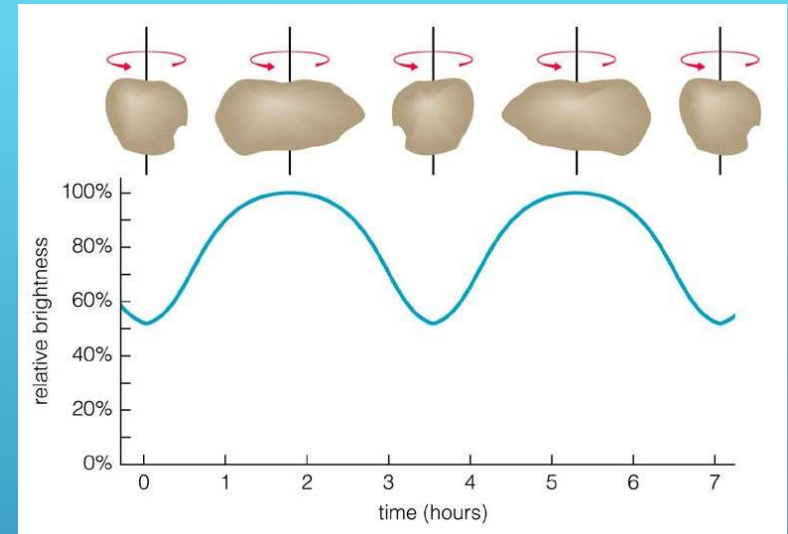
Magnitud absoluta de una estrella (M): es la magnitud aparente que mostraría esa estrella si se la colocase a una distancia de 10 pársecs, o 32,6 años luz.

Magnitud absoluta (H) de asteroides: es la magnitud aparente que mostraría un cometa o asteroide si se lo colocase a una distancia de 1 ua tanto del Sol como de la Tierra y con un ángulo de fase de 0° (completamente iluminado por el Sol).



Curvas de luz de rotaciones de asteroides

- **Curva de luz:** Si se logra medir la luminosidad del asteroide mientras rota, la representación gráfica de la luminosidad en función del tiempo es lo que denominamos “curva de luz”.
- **Medición del brillo:** Una de las formas de obtener el período de rotación de un asteroide, es con la captura de series de imágenes CCD en las que se mide el flujo de fotones registrado en cada impronta del objeto.
- **Estrellas de calibración:** El flujo de la impronta del asteroide es comparado con los flujos de las improntas de otras estrellas observadas esa misma noche.
- **Caso de período corto:** Si el período de rotación es de unas pocas horas, es posible que en una noche se logre registrar una rotación completa.

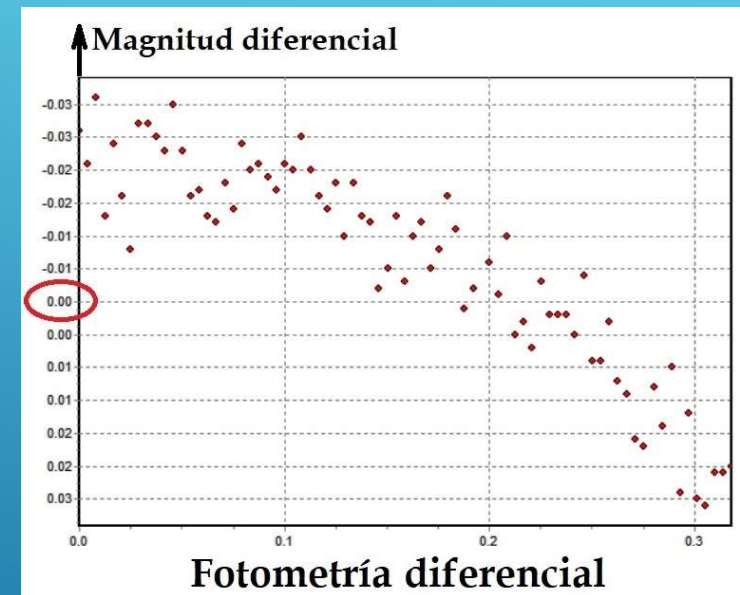


Fotometría CCD

Fotometría CCD: es la técnica que permite construir la curvas de luz. Cada curvas de luz es una “porción” de una curva más grande que se espera obtener como resultado final. Mientras más curvas de luz se logren, mejor se podrá determinar el período de rotación.

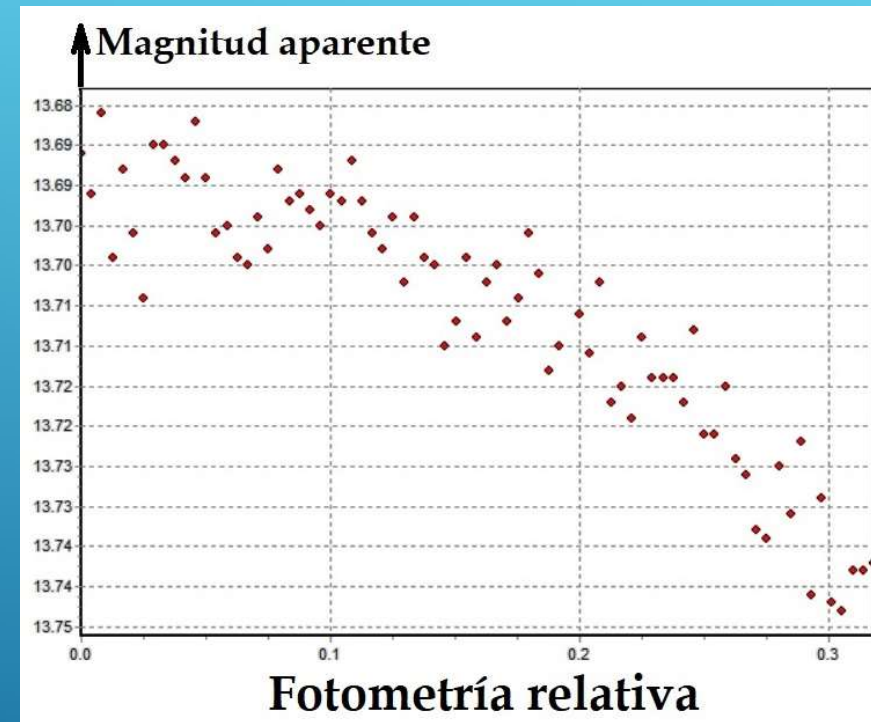
Describimos tres métodos que se utilizan frecuentemente para obtener curvas de luz:

a. Fotometría diferencial: consiste en medir la diferencia de brillo entre la estrella de comparación (de brillo constante) y el asteroide (de brillo variable). Esa diferencia de brillo se obtiene restando las “magnitudes instrumentales” de los dos objetos y que representan las cuentas de fotones (ADUs) capturados por el sensor en cada caso. Es la fotometría más usada por los astrónomos aficionados que empleamos una CCD, ya que se logra cumplir con los estándares científicos. En la fotometría diferencial, la escala de magnitud fija su cero en la estrella de comparación, con lo que: la magnitud del asteroide expresará la “diferencia” de su brillo con respecto al de la estrella.

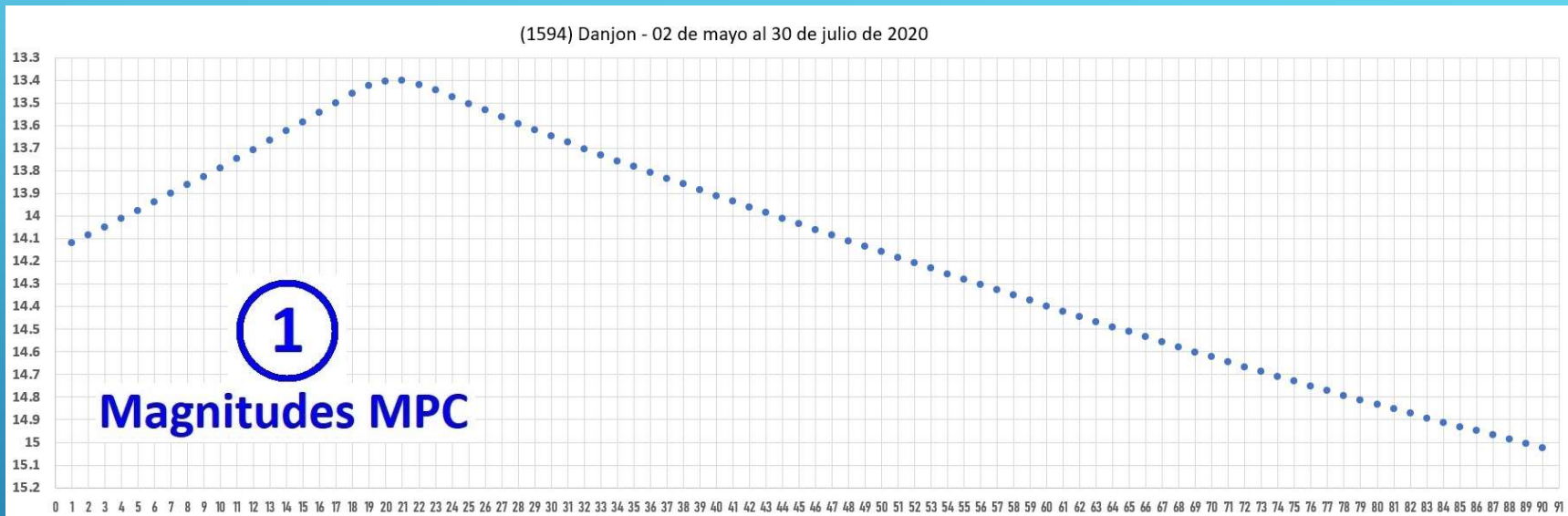


Fotometría CCD

- b. Fotometría relativa:** es una variante de la fotometría diferencial, que consiste en ingresar el dato de la magnitud aparente de la estrella de comparación (obteniéndola de un catálogo), por lo que la magnitud del asteroide se expresará ahora en la misma escala de magnitudes aparentes de las estrellas de comparación.
- c. Fotometría absoluta o "All-Sky":** consiste en medir la diferencia de brillo entre la estrella de comparación y el asteroide, pero aquí la magnitud del asteroide se obtiene haciendo calibraciones del equipo cada noche teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas en ese momento y usando para ello un conjunto de estrellas estándares, fuera del campo de visión del CCD, y recurriendo al uso imprescindible de filtros fotométricos. Es un procedimiento muy complicado para ser aplicado por astrónomos aficionados, quedando restringido al uso profesional.



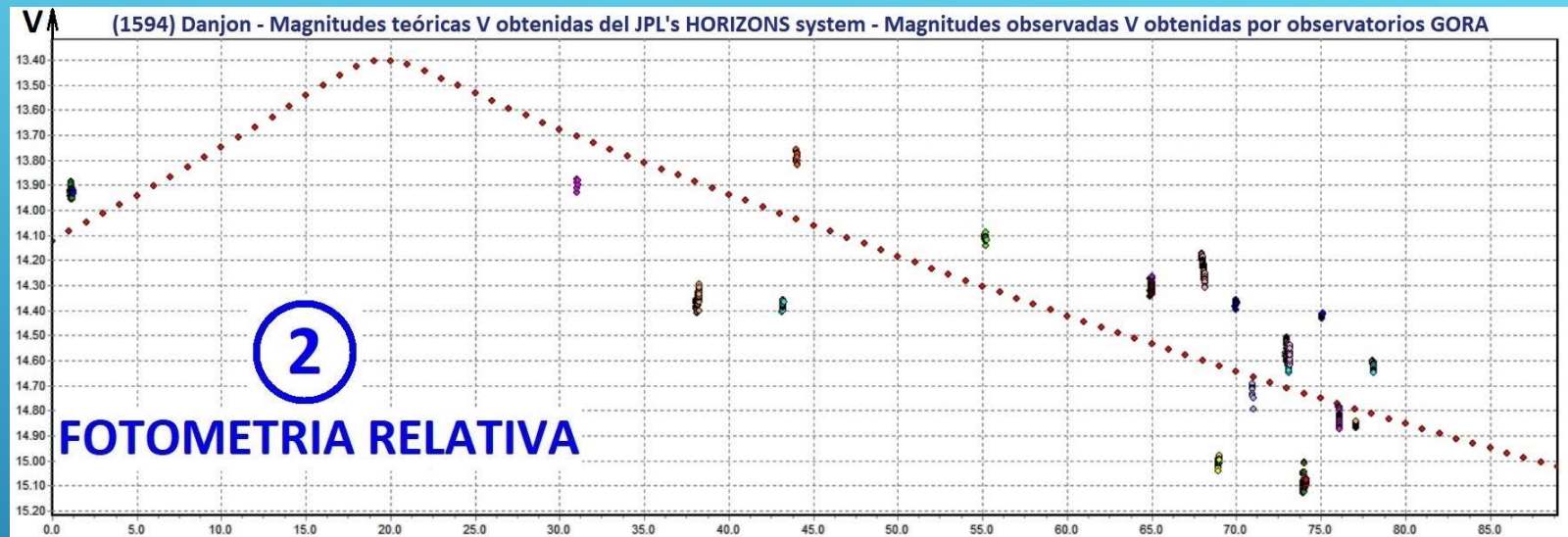
Magnitud aparente V “teórica” de un asteroide



Los servicios de efemérides del MPC y del JPL's HORIZONS system proveen la magnitud aparente V teórica del asteroide para un momento determinado. Se tienen en cuenta los siguientes factores:

- **Forma:** se supone que el asteroide esférico.
- **Albedo:** se supone que el albedo es idéntico en toda su superficie.
- **Distancia que Sol-asteroide:** define la iluminación que recibe el asteroide luego de recorrerla.
- **Reflexión de la luz en la superficie del asteroide:** de acuerdo al valor del albedo y al tamaño estimado se calcula el brillo del asteroide en base a datos acumulados hasta ese momento.
- **Distancia entre el asteroide y la Tierra:** define la luz que llega a la Tierra luego de recorrerla.
- **Fase de traslación:** según el ángulo de fase que corresponda a esa posición.

Magnitud aparente V “medida” con fotometría relativa



- **Magnitudes de las estrellas de calibración:** se extraen de catálogos de AAVSO (American Association of Variable Star Observers), mediante el programa “SeqPlot”.
- **Filtros:** para hacer fotometría relativa deberíamos utilizar filtros, pero los filtros limitan la poca cantidad de luz que podemos capturar los aficionados con telescopios de pequeña apertura.
- **Offset entre observatorios:** En GORA realizamos observaciones de un mismo asteroide con diferentes equipos que tienen sensibilidades también diferentes. Además, los observatorios están en lugares distantes con coeficientes de extinción atmosférica también diferentes. Es esperable -entonces- obtener mediciones diferentes del mismo objeto en el mismo momento (offset entre observatorios).

Estandarización de datos obtenidos con fotometría relativa

- **Fotometría de estrellas variables:** los cambios de brillo producidos, son registrados con la fotometría relativa y pueden ser analizados directamente con esos datos obtenidos.
- **Fotometría de asteroides:** los datos de la fotometría relativa no reflejan solamente los cambios de brillo por la rotación, también se “mezclan” datos de otros fenómenos astronómicos que impiden utilizar los datos obtenidos en la fotometría relativa para estudiar la rotación del asteroide.
- **Fenómenos que producen cambios de brillo del asteroide:**
 1. El cambio de la distancia del asteroide al Sol (r).
 2. El cambio de la distancia entre el asteroide y la Tierra (Δ).
 3. El cambio del "ángulo de fase" del asteroide (Φ).

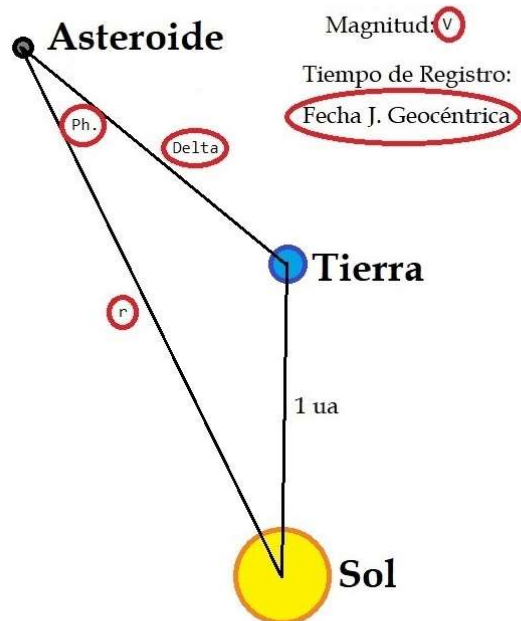
Para estudiar la rotación, es imprescindible corregir los datos de la fotometría relativa eliminando los cambios de brillo ocasionados por esas otras tres causas, para que queden sólo los de la rotación.
- **Tiempo en el asteroide:** Otro factor que se debe corregir es el tiempo Juliano Geocéntrico (J.Geo.) que se registra al momento de observar el asteroide, ya que ese no es el tiempo en el que el objeto tenía ese brillo, dado que la luz emitida desde el asteroide tarda un tiempo significativo en viajar por el espacio hasta llegar al observador y -además- esa distancia también cambia con el tiempo.

Estandarización de datos obtenidos con fotometría relativa

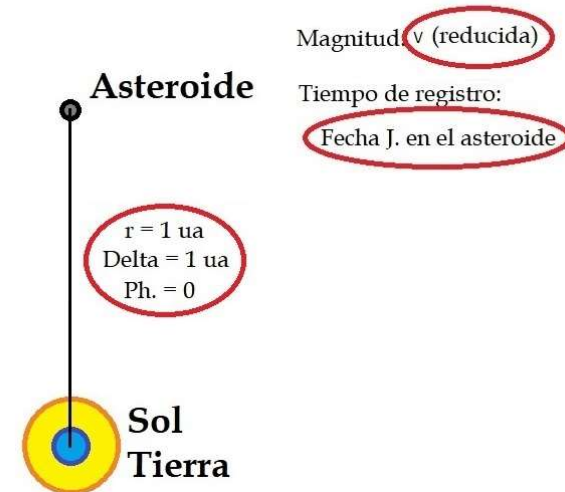
- **Estandarización:** Para poder vincular las curvas de luz, es necesario que la magnitud aparente V y el tiempo de registro J.Geo. sean reducidos a condiciones idénticas (Δ , $Ph.$, r y tiempo en el asteroide). A todo ese proceso de corrección la llamaremos “estandarización” y el programa “Períodos” de Fernando Mazzone hace estas reducciones.
- **Escala absoluta de asteroides:** Las magnitudes aparentes V son reducidas a una nueva escala basada en el concepto de “magnitud absoluta del asteroide (H)” y que corresponde al brillo que tendría el asteroide si estuviera situado a 1 ua, tanto del Sol ($r = 1$ ua) como de la Tierra ($\Delta = 1$ ua) y si su ángulo de fase fuera nulo ($Ph. = 0^\circ$).
- **Ventajas de la estandarización:** todo queda como si no hubiese movimientos entre: asteroide-Tierra-Sol y solamente hubiese movimiento de rotación. El tiempo de registro (J.Geo) es reducido al tiempo en el que se refleja la luz del Sol en el asteroide (Juliano en el asteroide).
- **Magnitud absoluta (H):** Si el asteroide fuese esférico y con superficie igualmente reflectante, todos los cálculos de reducción terminarían con valores de magnitud V reducida igual a la magnitud absoluta del asteroide (H).
- **Magnitud reducida V :** Si el asteroide es irregular, su magnitud V reducida fluctuará alrededor del valor H , mientras rota.

Estandarización de datos obtenidos con fotometría relativa

Datos de la fotometría relativa



Estandarización de datos



Magnitud absoluta del asteroide

(1269) Rollandia

01269

Date UT R.A. (J2000) Decl. Delta r El. Ph. V

h m s

2020 06 14 000000 12 55 29.6 -02 37 07 3.169 3.653 110.6 15.1 14.9

Aproximadamente igual a la Magnitud V reducida

Estandarización de datos obtenidos con fotometría relativa

Análisis del período – Diagrama de promedios de residuos de dispersión

- **Residuos de dispersión:** Los programas que se utilizan para encontrar el período de rotación, hacen ajustes para minimizar las dispersiones entre las curvas de luz obtenidas y calculan el promedio de residuos de dispersión en cada uno de esos ajustes.
- **Rangos de periodos:** para la búsqueda de períodos candidatos, se establecen rangos de períodos a explorar cuyos límites imponemos.
- **Mínimo promedio de residuos:** Los programas identifican cuál de todos ellos es el período que tiene el menor promedio de residuos (RMS) de dispersión de puntos.
- **Períodos candidatos:** A veces surgen varios períodos con bajos valores de RMS, lo que implicará continuar con las observaciones hasta que el período verdadero se destaque de los demás períodos candidatos.

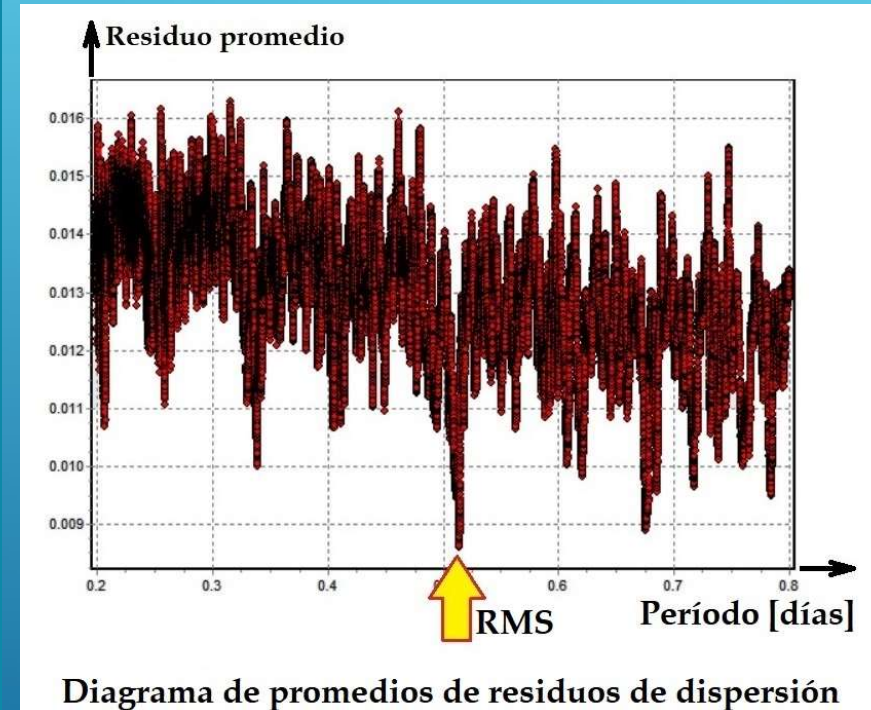
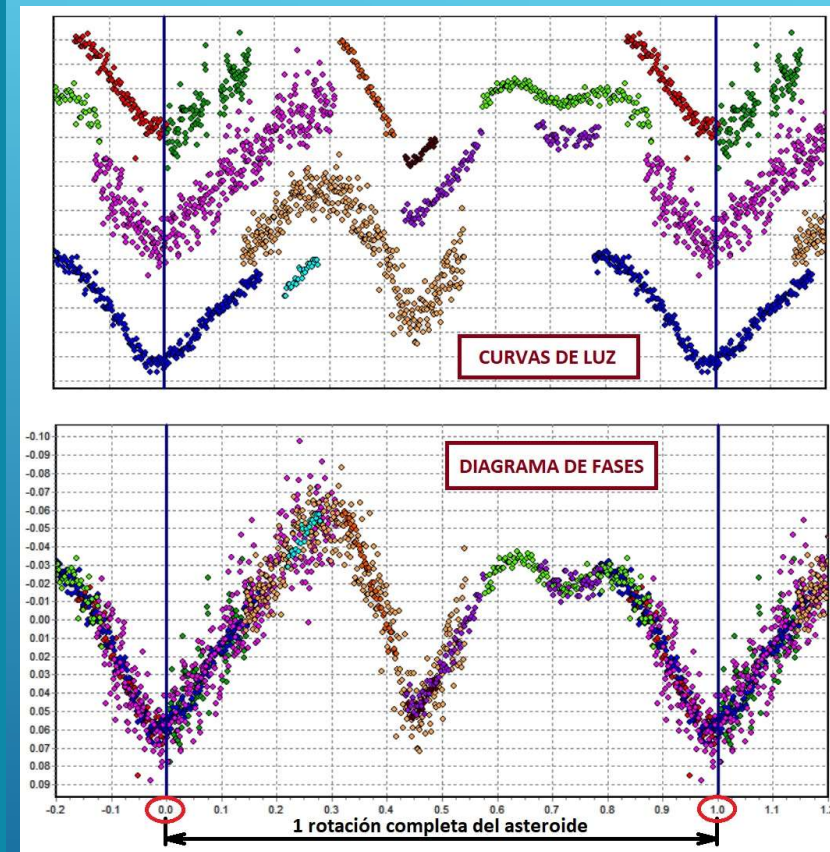


Diagrama de fases

- **Diagrama de fases:** resulta de superponer todas las curvas de luz obtenidas, de modo que refleje la forma en la que varía el brillo del asteroide a medida que cambian las fases de rotación durante un giro completo.
- **Eje de las fases:** en el eje X del diagrama de fase, se reemplaza el “tiempo” por la “fase” que le corresponde a cada instante de la rotación del asteroide. Las fases se expresan en fracciones decimales de 1.
- **Ejemplo:** Si el inicio del período se lo considera en un mínimo de brillo (fase = 0), la variación de brillo continuará hasta alcanzar mínimos y máximos, pero volverá otra vez al mínimo inicial (fase = 1).
- **Rotadores lentos:** Cuando el período es de muchas horas o días, se obtienen curvas de luz en diferentes noches con las cuales se busca combinarlas para lograr construir el diagrama de fase.
- **Precisión de la medición:** Se deben superponer curvas de luz de diferentes fechas en un lapso de varias semanas, para reducir el error en el valor que se obtenga del período.



Comunicación del período de rotación a la comunidad científica

- **Comunicación de los resultados obtenidos:** es una de las partes más importantes de nuestro trabajo. Las revistas científicas, a través de un sistema de arbitraje por especialistas, evalúan la calidad de los artículos y su recomendación, o no, para ser publicados.
- **Minor Planet Bulletin (MPB):** es la revista que concentra los resultados fotométricos de rotación de asteroides obtenidos por astrónomos aficionados y profesionales, de todo el mundo. Una vez publicada en el MPB, la información es recogida por diversas bases de datos internacionales que reúnen información sobre cuerpos menores, como: Small-Body Database del Jet Propulsion Laboratory (NASA), The Small Bodies Data Ferret, The Asteroid Lightcurve Database, entre otras.
- **Uso de datos publicados:** los datos publicados quedan disponibles permanentemente para su uso por parte de la comunidad científica: desde la utilización comparativa para un mejor conocimiento de la naturaleza de estos objetos hasta su utilización en misiones de exploración realizadas por sondas espaciales, los datos fotométricos sobre rotaciones son recursos indispensables en el avance de la investigación astronómica sobre cuerpos menores del sistema solar.
- **Objetivos de GORA:** no sólo se pretende proporcionar mediciones de períodos de rotación ya conocidos, sino que su desafío mayor consiste en avanzar hacia resultados más novedosos como consolidar una medición a partir de múltiples determinaciones imprecisas previamente realizadas de un mismo objeto, e incluso brindar conocimiento nuevo de objetos que permanecen aún sin ser medidos.

Objetivos del Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides (GORA)

1. **Trabajar cooperativamente**, valorando los aportes individuales, aprendiendo como grupo y mejorando las técnicas observacionales.
2. **Medir períodos de rotación** de asteroides con el mayor rigor científico posible, para aportarlos a las bases de datos a las que concurre la comunidad científica buscando información para hacer sus investigaciones sobre cuerpos menores del sistema solar.
3. **Promover la observación de variabilidades en objetos puntuales** donde ocurren otros eventos astronómicos frecuentes y que son accesibles para astrónomos aficionados: estrellas variables, tránsitos de exoplanetas y ocultaciones asteroidales.

Origen de GORA: Entre los años 2009 y 2014, funcionó la “Asociación de Observatorios Argentinos de Cuerpos Menores (AOACM)”. Agrupaba a observatorios aficionados que se iniciaban en la Astrometría de cuerpos menores y en la fotometría relativa de asteroides. A principios de 2018 retomamos las observaciones, pero esta vez focalizada a una actividad en particular: la rotación de los asteroides. Es así como -con la incorporación de nuevos integrantes- nació este nuevo Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides.

Observatorios de GORA

1. 821 Estación Astrofísica Bosque Alegre (MPC 821)
2. 822 Observatorio Astronómico Córdoba (MPC 822)
3. I19 Observatorio Astronómico El Gato Gris (MPC I19)
4. I39 Observatorio Cruz del Sur (MPC I39)
5. K14 Observatorio de Sencelles (MPC K14)
6. X14 Observatorio Orbis Tertius (MPC X14)
7. X31 Observatorio Galileo Galilei (MPC X31)
8. X39 Observatorio Antares (MPC X39)
9. APB Observatorio AstroPilar
10. OAC Observatorio Astronómico Calchaquí
11. OAM Observatorio de Aldo Mottino
12. OAP Observatorio Astro Pulver
13. OAS Observatorio de Ariel Stechina 1
14. OA2 Observatorio de Ariel Stechina 2
15. OCC Observatorio Candela Celeste
16. ODS Observatorio de Damián Scotta
17. OMP Observatorio Astronómico de Moquegua 1
18. OM2 Observatorio Astronómico de Moquegua 2
19. OMR Observatorio Municipal Reconquista
20. OPA Observatorio Punto Azul
21. OSB Observatorio de Sergio Babino
22. OSC Observatorio Astronómico Municipal de San Cristóbal
23. RMG Observatorio de Raúl Melia

Integrantes de GORA

01 Aldo Mottino (OAM)
02 Alejandro Hasspacher (822)
03 Andrés Chapman (I39)
04 Ariel Stechina (OAS)
05 Carla Girardini (I19)
06 Carlos Colazo (I19)
07 César Fornari (X31)
08 Claudio Pittari (822)
09 Damián Scotta (ODS)
10 Daniela Arias (OPA)
11 Eduardo José Medina (OAC)
12 Eduardo Pulver (OAP)
13 Elisa Rodríguez (I19)
14 Erick Meza Quispe (OMP)
15 Ezequiel Bellocchio (APB)
16 Fabricio Romero (OMR)
17 Guillermo Amilibia (822)
18 Guillermo Ferrero (822)
19 Horacio Medina (OAC)
20 José García (822)

21 Leonela Barreto (OSC)
22 Marcos Anzola (822)
23 Marcos Santucho (X14-822-821)
24 Marcos Zapata (OAC)
25 Marina Tornatore (I19)
26 Mario Morales Aimar (K14)
27 Mateo Borello (OMR)
28 Matías Martini (822)
29 Matías Suligoy (OMR)
30 Milagros Colazo (822-821)
31 Néstor Suárez (X39)
32 Nicolás Vasconi (OPA)
33 Patricio Tourne Passarino (OMR)
34 Raúl Melia (RMG)
35 Ricardo Llanos (OAC)
36 Ricardo Nolte (822)
37 Sergio Babino (OSB)
38 Sergio Galarza (OCC)
39 Sergio Morero (822)
40 Tiago Speranza (OMR)

Trabajos en colaboración con otros observadores

Julian Oey - Q68 Blue Mountains Observatory (MPC Q68) Leura NSW (Blue Mountains - Australia)

Grupo de Observación de Asteroides (GOAS)

Rafael Farfán - Z55 Observatorio Uraniborg (MPC Z55) Écija (Sevilla-España)

Fernando Limón - Z50 Observatorio Mazariegos (MPC Z50) Mazariegos (Palencia-España)

Jesús Delgado - Z73 Observatorio Nuevos Horizontes (MPC Z73) Camas (Sevilla-España)

Ramón Naves - 213 Observatorio Montcabrer (MPC 213) Cabrils (Barcelona-España)



GORA

Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides

