

# La Red de Detección de Bólidos y Meteoros de la Universidad de Málaga y de la Sociedad Malagueña de Astronomía



Alberto Castellón  
Universidad de Málaga  
Unidad Asociada IAA  
Sociedad Malagueña de  
Astronomía



III Congreso Pro-Am (Huesca)  
6-8 de diciembre del 2019



# Las estaciones



Jaime Zamorano (UCM)

Josep Lluís Salto (SMA)

Valpueda

Cal Maciarol



Villaverde



Madrid

Aras de Olmos

Sierra de Fuentes



El Viso



Cosmolarium

Dehesa San Francisco



BOOTES-1

Golfo de Cádiz

OAT

BOOTES-2



Mar de Alborán

# El instrumental

\* Óptica. Ojos de pez, redes de difracción



# El instrumental

- \* Óptica. Ojos de pez, redes de difracción

- \* Cámaras. CCD para fotografía y CMOS para vídeo

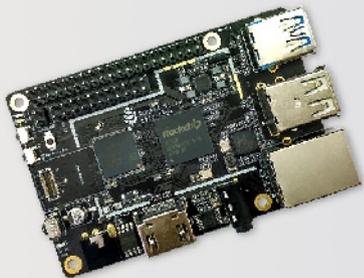
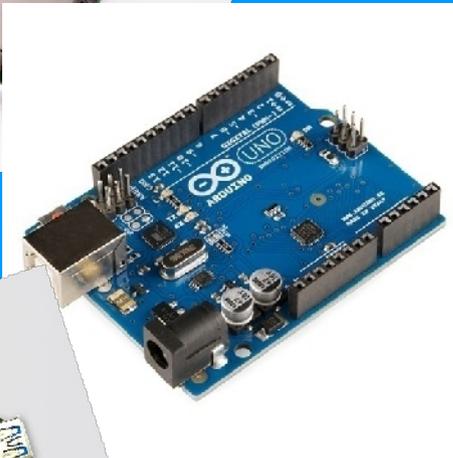


# El instrumental

- \* Óptica. Ojos de pez, redes de difracción

- \* Cámaras. CCD para fotografía y CMOS para vídeo

- \* Hardware informático. Raspberry Pi 3-4, Rock64, Arduino UNO



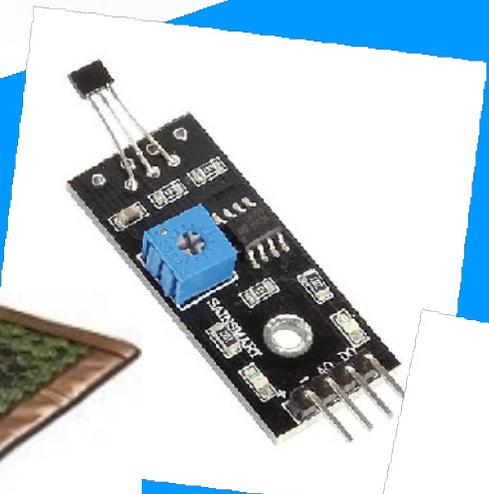
# El instrumental

- \* Óptica. Ojos de pez, redes de difracción

- \* Cámaras. CCD para fotografía y CMOS para vídeo

- \* Hardware informático. Raspberry Pi 3-4, Rock64, Arduino UNO

- \* Elementos electrónicos. Sensores fotovoltaicos, de humedad/temperatura, magnéticos, resistencias calentadoras, ventiladores



# El instrumental



\* Óptica. Ojos de pez, redes de difracción

\* Cámaras. CCD para fotografía y CMOS para vídeo

\* Hardware informático. Raspberry Pi 3-4, Rock64, Arduino UNO

\* Elementos electrónicos. Sensores fotovoltaicos, de humedad/temperatura, magnéticos, resistencias calentadoras, ventiladores

\* Otros elementos. Cables, cúpulas, carcasas, tarjetas de memoria, discos duros externos

# Último modelo de estación



# Último modelo de estación



# Último modelo de estación



# El software

## Soft de detección/depuración

\* Se activa cuando el Sol baja más de  $10^\circ$  bajo el horizonte.

\* Se comparan parejas de fotogramas.

\* Si son distintas a partir de un corte, se graba una secuencia de 40 fotogramas con marcas de tiempo.

\* Si la temperatura dista menos de  $1^\circ\text{C}$  del punto de rocío, se encienden ventilador y alfombrilla. Si supera los  $35^\circ\text{C}$ , solo ventilador.

\* Finaliza cuando el Sol sube por encima de los  $10^\circ$  bajo el horizonte.

\* Se resta una máscara de horizonte a los primeros tres fotogramas.

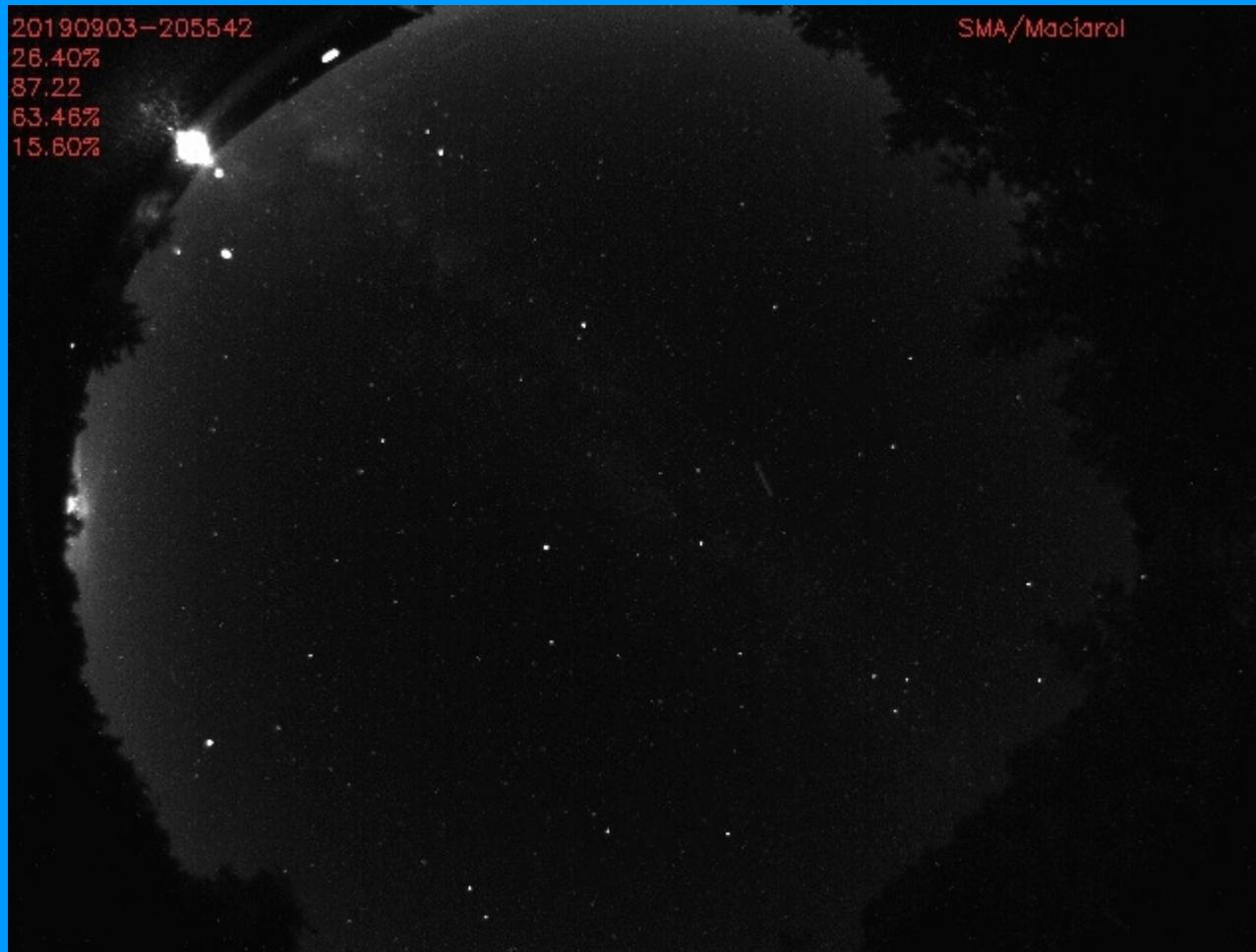
\* Si la detección se ha producido fuera de la máscara, se descarta el vídeo. (Suceso terrestre.)

\* Se comparan los 3 primeros fotogramas dos a dos. Si solo hay una diferencia, se descarta el vídeo. (Rayo cósmico, avión, relámpago.)

\* Los vídeos no descartados se suben a la nube de la SMA.

# El software

## Soft de detección/depuración



Aplicación de máscara de horizonte a una imagen

# El software

## Soft de detección/depuración



Vídeo desechado por rayo cósmico

# El software

## Soft de detección/depuración



2019-09-09T20:51:49.7046

Vídeo desechado por avión

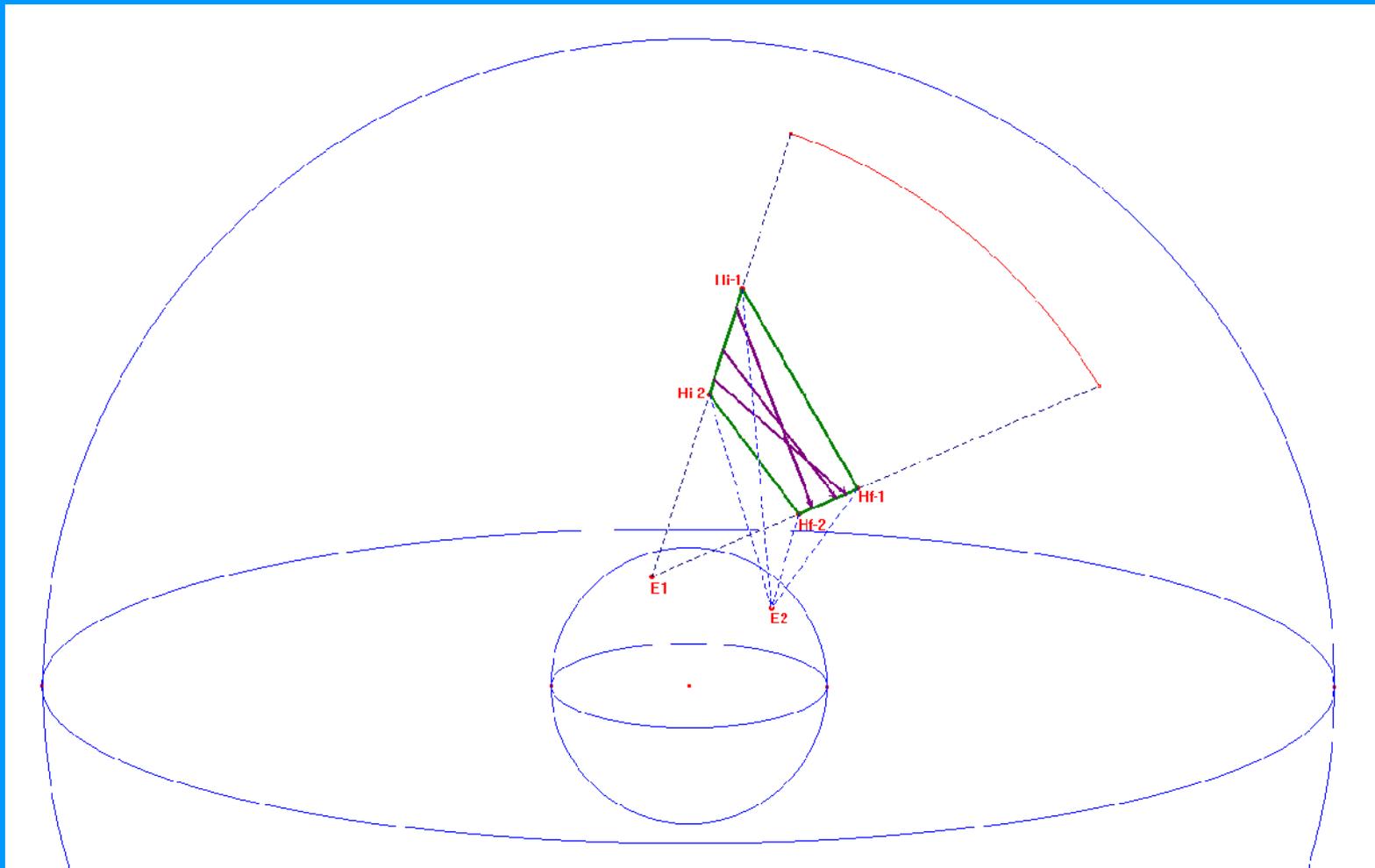
2019-09-16T19:32:39.9554



Detección que ha superado los expurgos

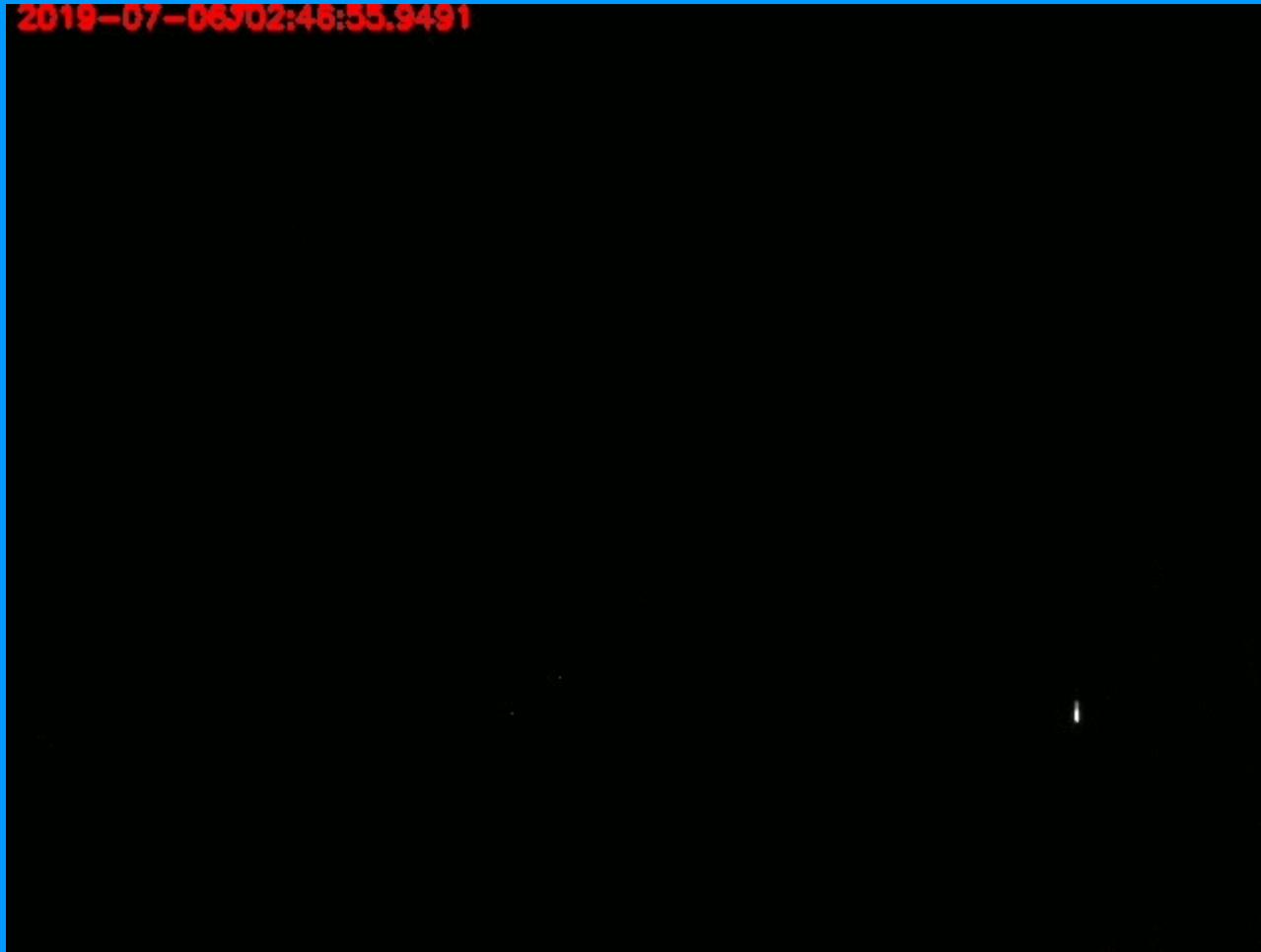
# Software de procesamiento

\* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.



# Software de procesado

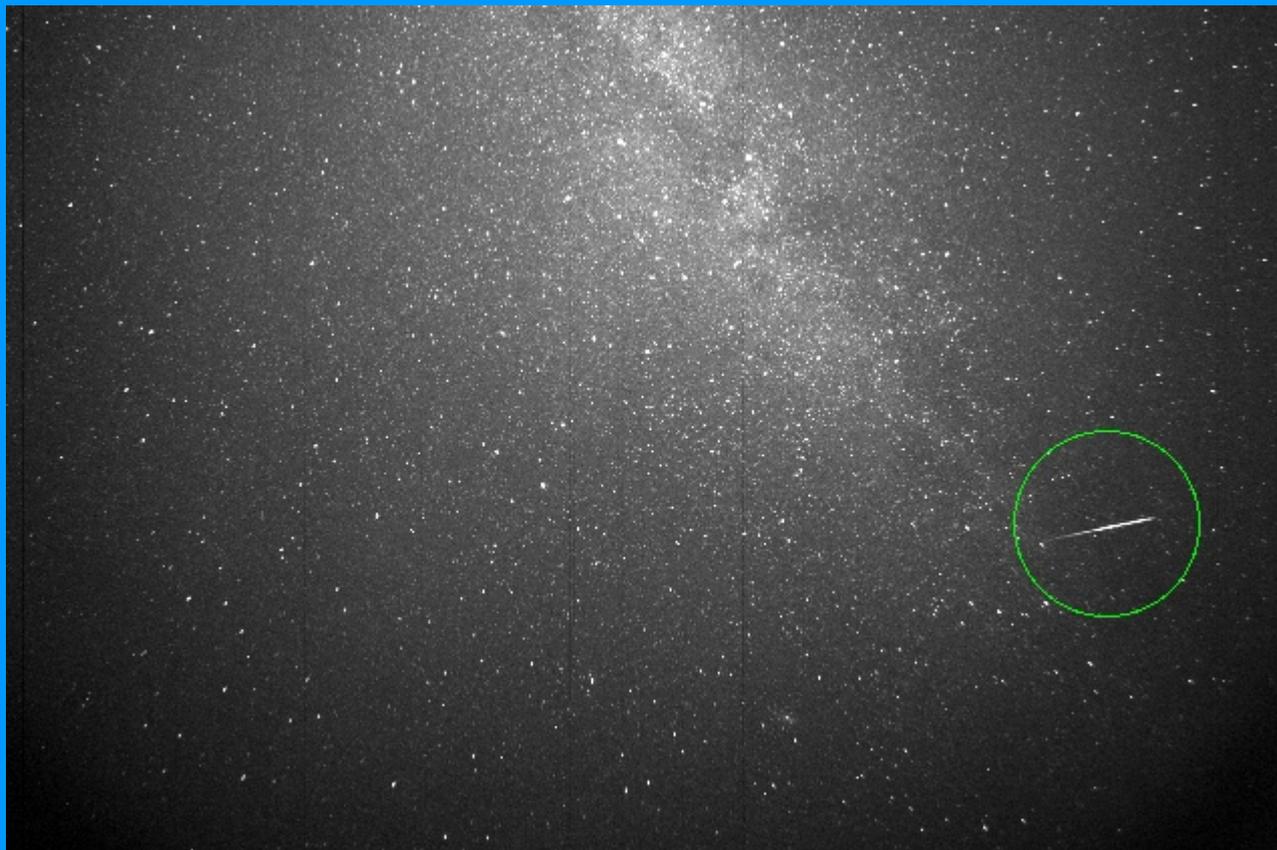
\* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.



Cámara de vídeo de BOOTES-1

# Software de procesamiento

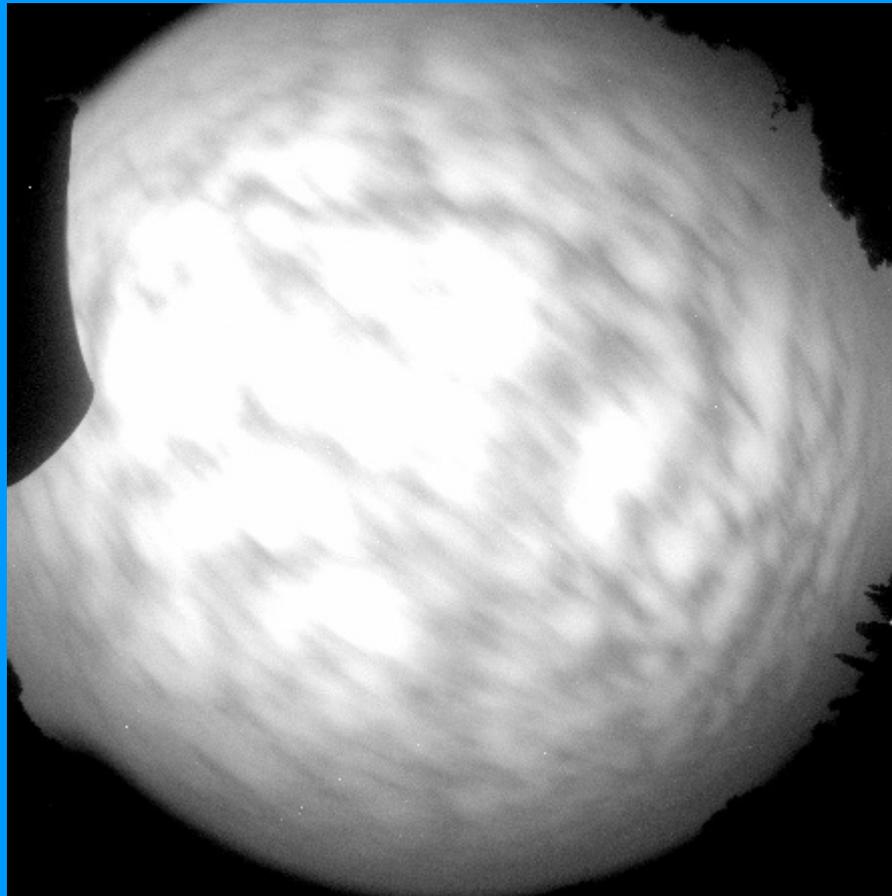
\* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.



Cámara allsky de BOOTES-1

# Software de procesamiento

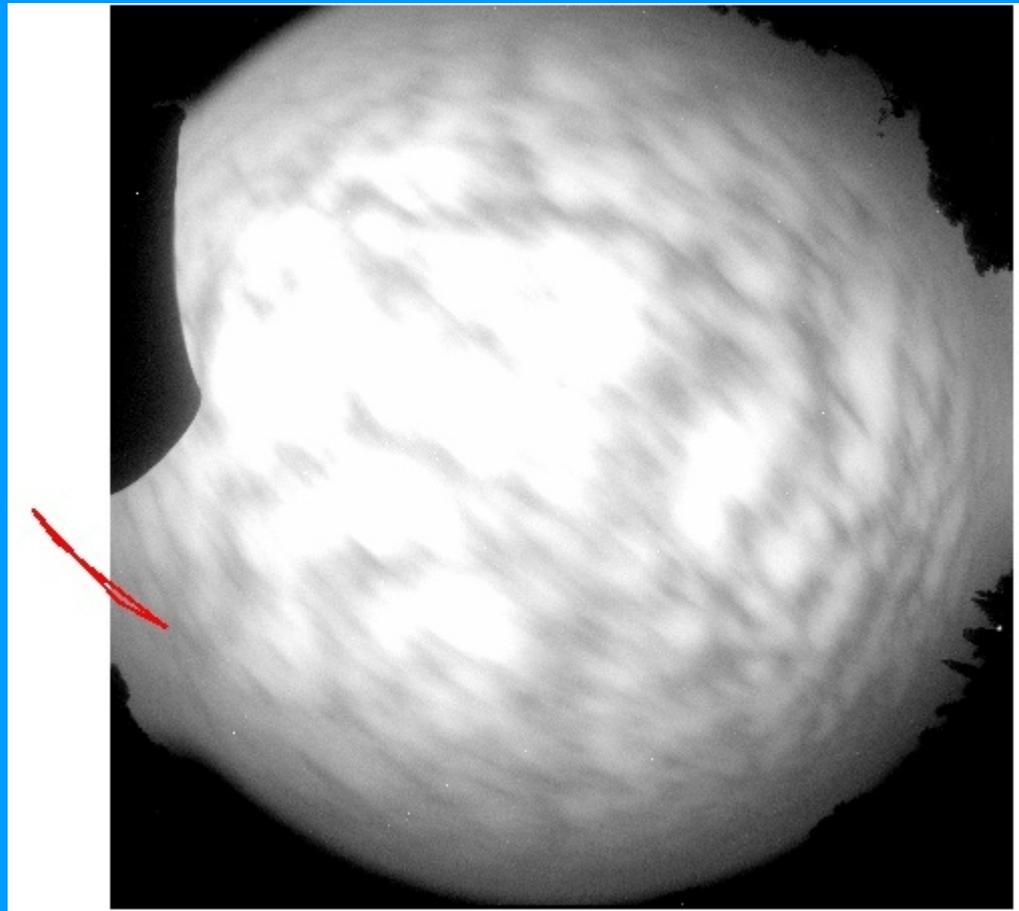
\* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.



Cámara de imagen de BOOTES-2.  
¡Fatalidad! Está nublado.

# Software de procesamiento

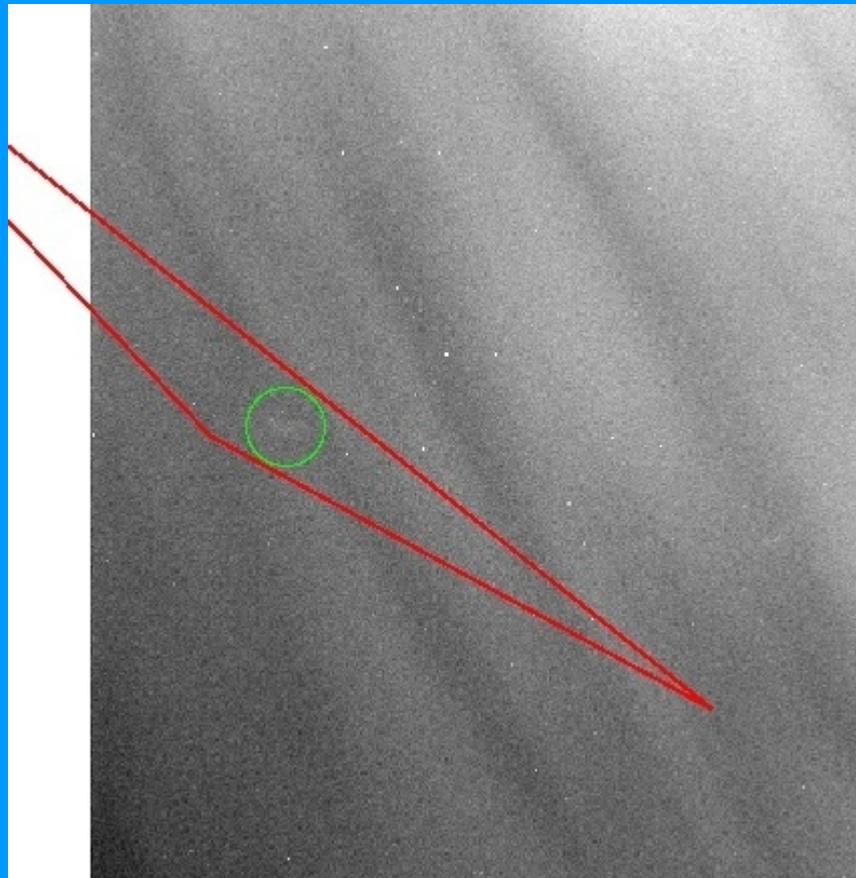
\* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.



Que no cunda el pánico.  
El bólido debe estar dentro del trapecio en rojo

# Software de procesamiento

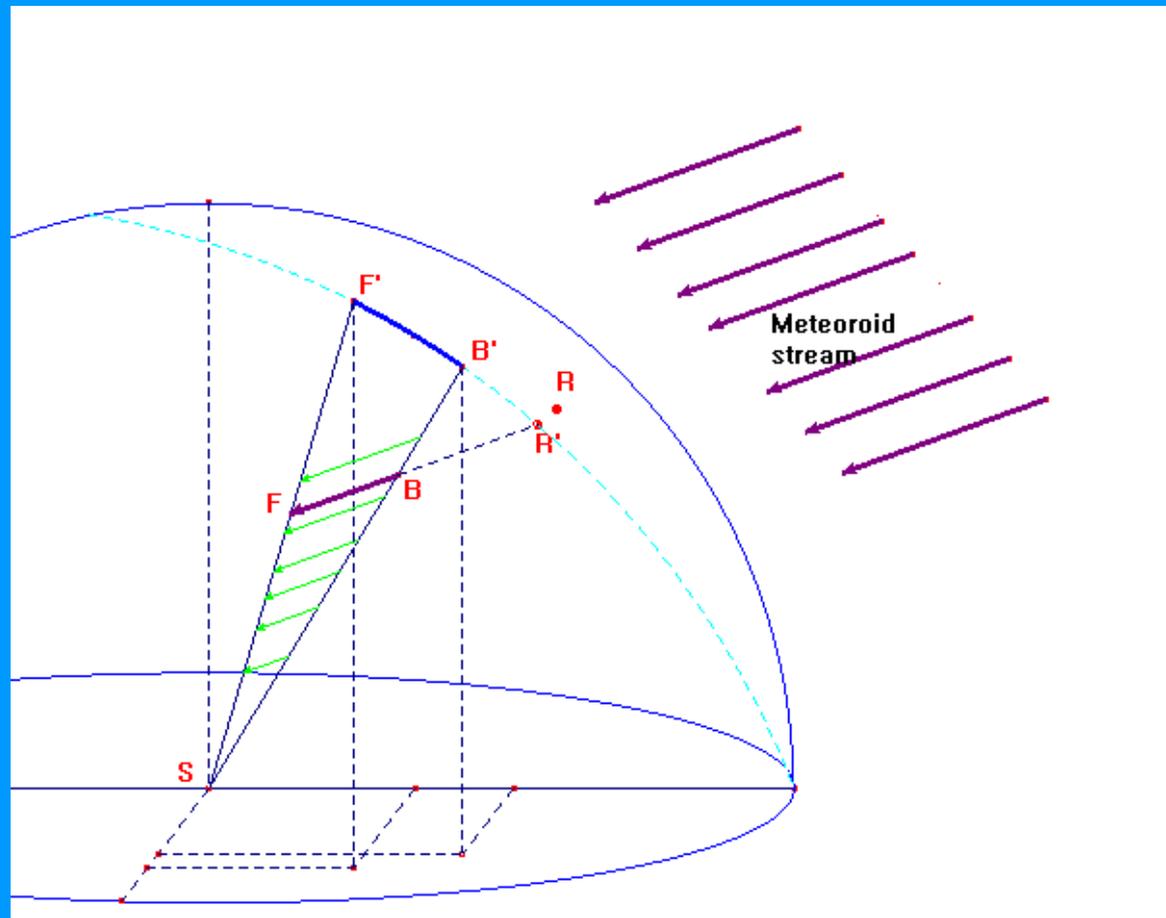
\* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.



En el instante de mayor brillo ha conseguido  
Traspasar las nubes.

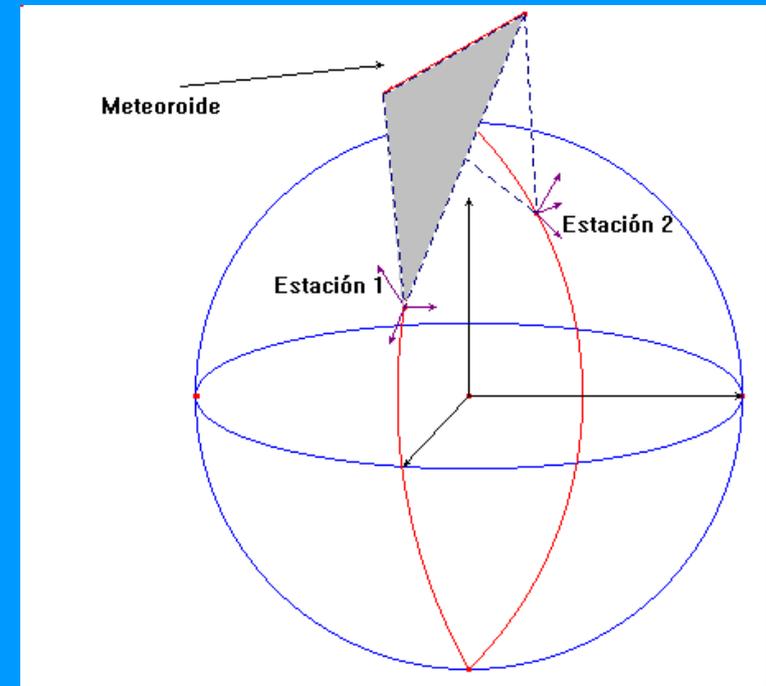
# Software de procesamiento

- \* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.
- \* Si solo se ha detectado con una estación, pero puede asociarse a una lluvia activa a la fecha, se estiman su trayectoria, magnitud y masa dentro de un rango.



# Software de procesamiento

- \* Si ha habido una detección positiva en una estación, se busca en las estaciones que tienen zona de exploración común.
- \* Si solo se ha detectado con una estación, pero puede asociarse a una lluvia activa a la fecha, se estiman su trayectoria, magnitud y masa dentro de un rango.
- \* Si se detecta con dos o más estaciones, se calcula su trayectoria atmosférica y radiante y, si al menos una de las estaciones era de vídeo, sus elementos orbitales, magnitud absoluta y masa fotométrica.



# Un caso real. Bólido del 20190106



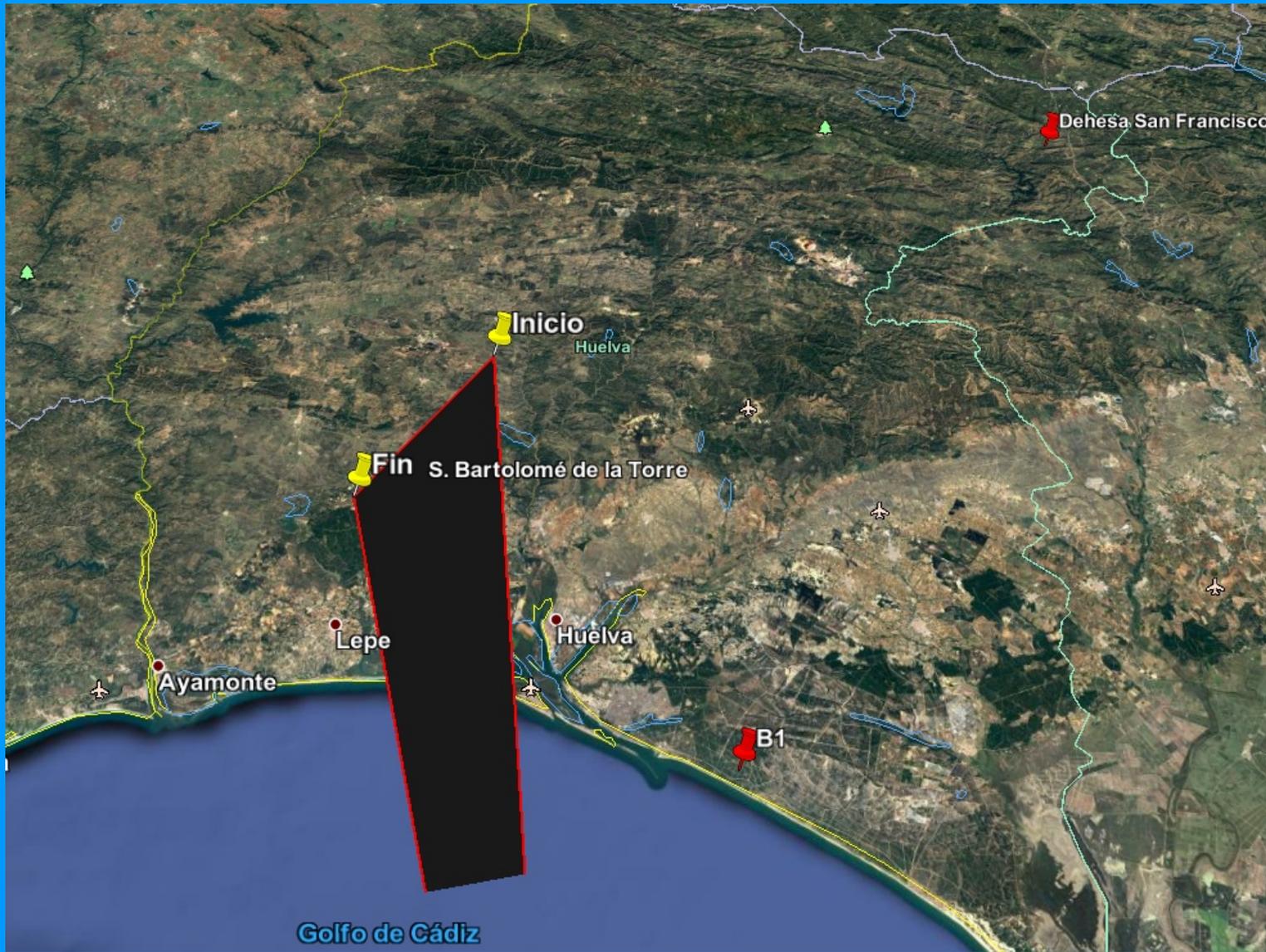
Vídeo de Dehesa San Francisco

# Un caso real. Bólido del 20190106



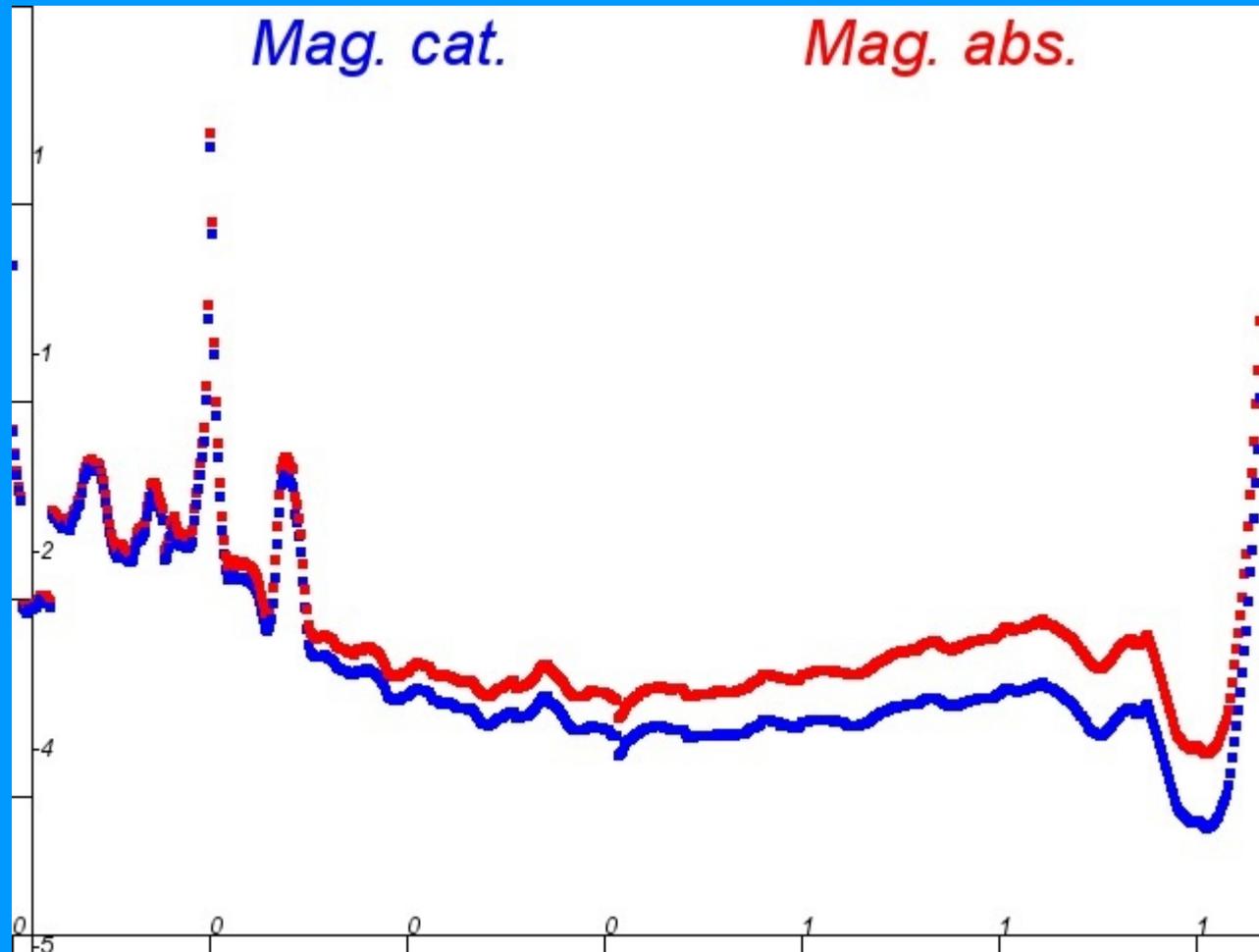
Imagen desde BOOTES-1

# Un caso real. Bólido del 20190106



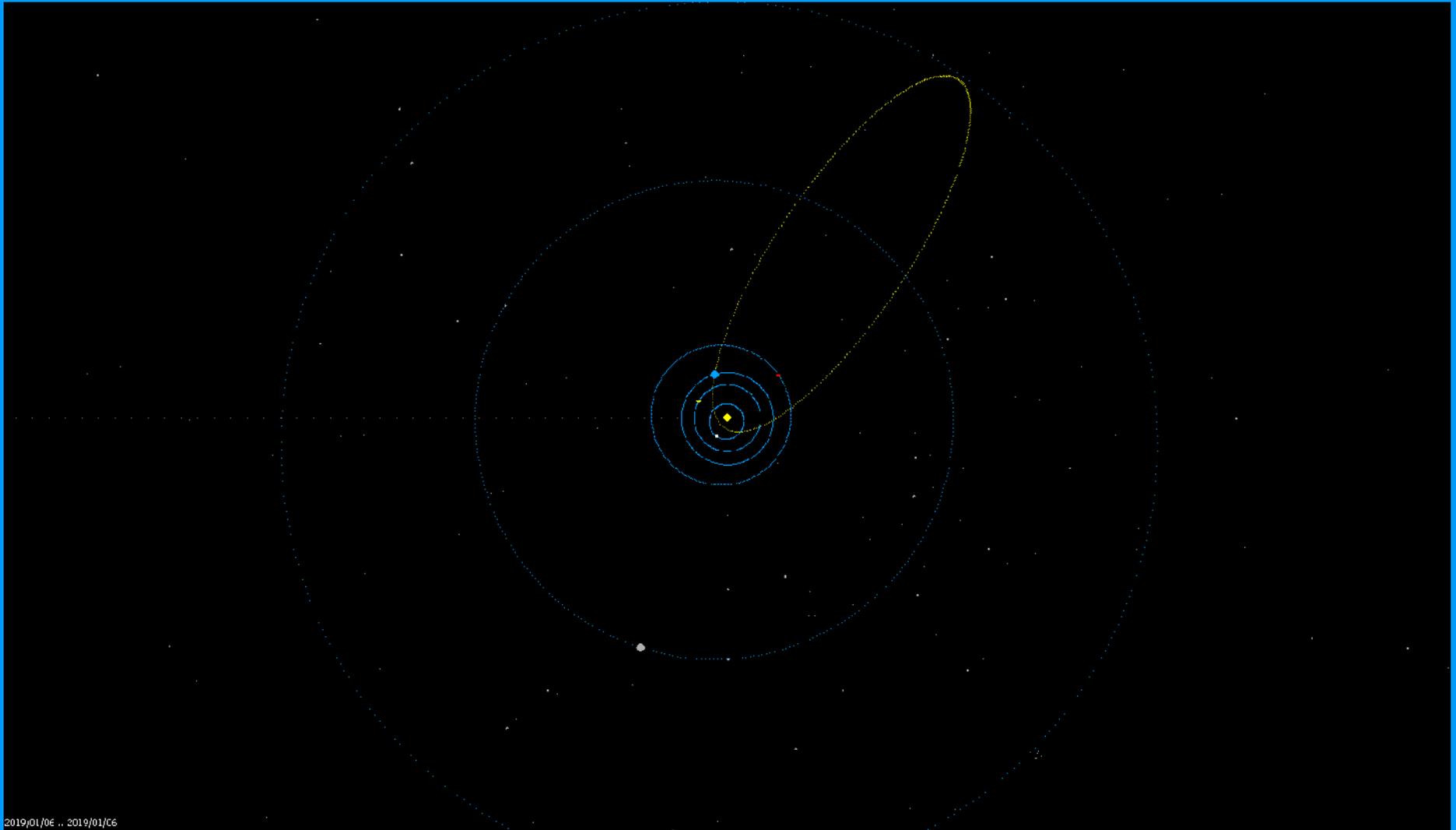
Trayectoria atmosférica

# Un caso real. Bólido del 20190106



Evolución de la magnitud (máx. -4.4)  
Masa: 1.83 g

# Un caso real. Bólido del 20190106



Órbita. Elementos orbitales

# Possible meteorito



# Possible meteorito



# Resumen de resultados (2014-2019)

* Alertas de vídeo:	5.986
* Alertas de imagen:	3.058
* Meteoros procesados con dos estaciones:	684
* Publicaciones internacionales:	7
* Publicaciones nacionales:	3
* Conferencias/ponencias/póster:	16

# Trabajos actuales y pendientes

- \* Completar la cobertura peninsular
- \* Renovar los equipos de las estaciones más antiguas
- \* Dirección/coordiación de trabajos universitarios (TFG, TGM, tesis doctorales)
- \* Estudiar la inmensa información acopiada para publicarla
- \* Ampliar los algoritmos de expurgo de detecciones falsas con técnicas de inteligencia artificial (lógica borrosa, learning machine)
- \* Estudiar los espectros de los meteoros (las últimas estaciones instaladas equipan redes de difracción)

# El equipo humano

(por orden alfabético)

Juan Carlos Aznar

Rodrigo Caballero

Felipe Calvo

Alberto Castellón

Francisco Gálvez

Andrè Kunzi

Dietmar Leiden

Rosa López

Antonio Martín

Eduardo Martínez

José Manuel Núñez

Josep Lluís Salto

Carlos Spínola

Blanca Trughton



Y esto es todo

Gracias por su atención

<http://meteoros.astromalaga.es>