Actividad atmosférica en Neptuno durante 2013-2016:

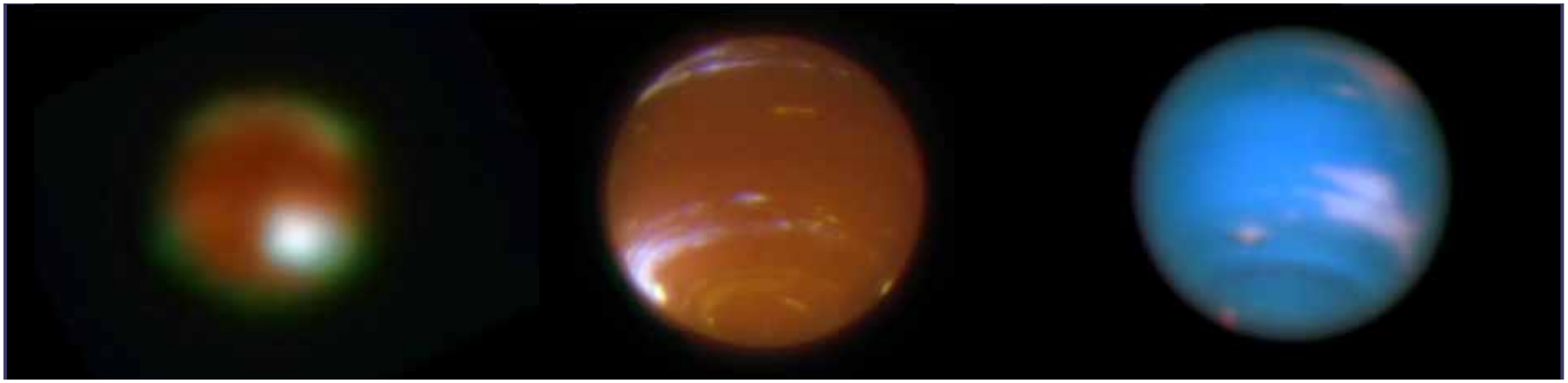
Observaciones amateur, PlanetCam, GTC, Keck, VLT y Hubble

Ricardo Hueso[1], A. Sánchez-Lavega[1] , I. de Pater[2], M. H. Wong[2], A. Simon[3] , I. Ordoñez-Etxeberria,...

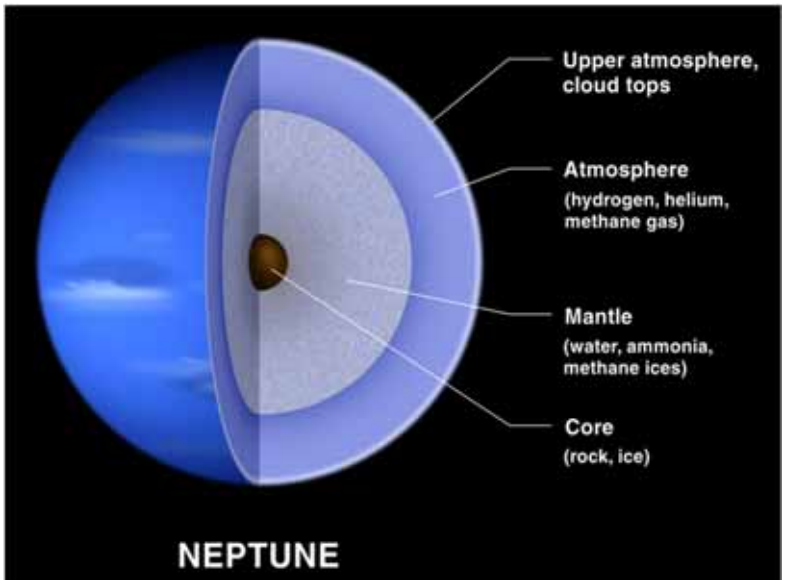
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

1 UPV/EHU
2 Berkley University
3 NASA Goddard

(con datos proporcionados por más de 80 colaboradores incluyendo ~50 astrónomos aficionados)



Neptuno: Uno de los dos gigantes helados del Sistema solar



Masas:	**14.5** Masas terrestres	**&**	**17.1** Masas terrestres
Radios:	R = 25,559 km (4.01 R_{Earth})	&	R = 24,766 km (3.88 R_{Earth})
Periodos de rotación:	17h 14min 24s	&	16h 6min 36 s

Formados por hielos pero con **atmósferas extendidas de hidrógeno y helio (5,000 km).**
Abundancias superiores de Helio y de gases como el metano comparados con Júpiter y Saturno.
Nubes de metano e hidrocarburos.

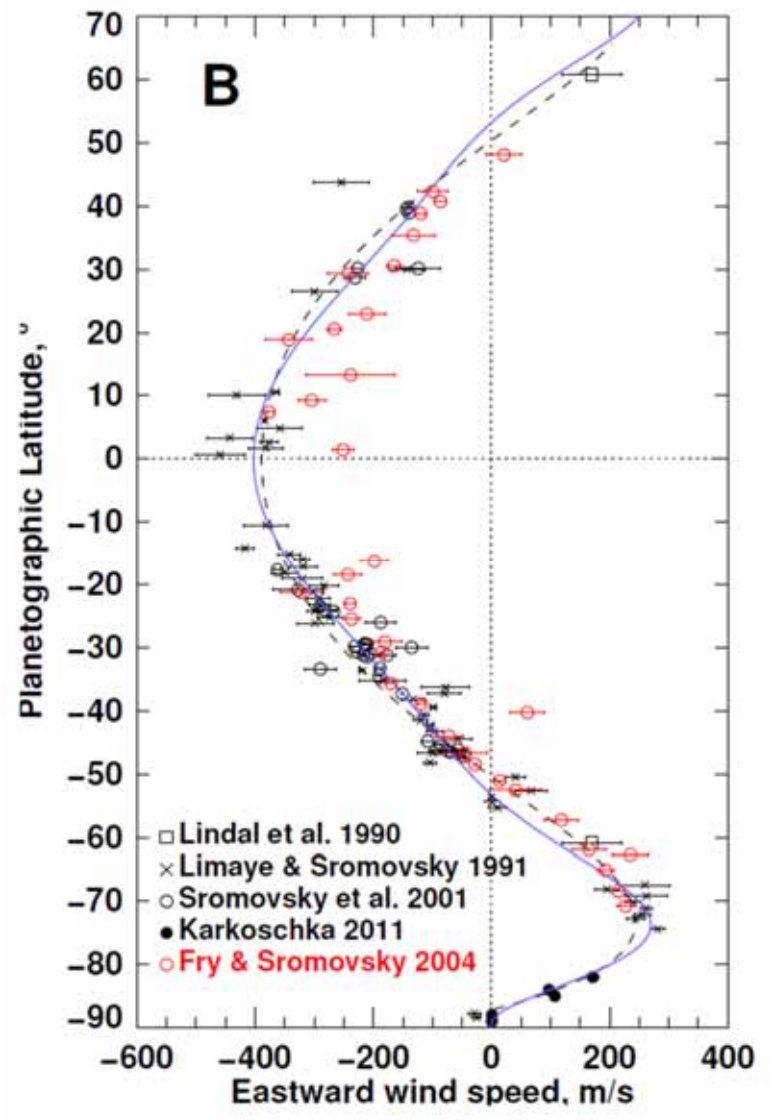
Orbitas

Urano a = 19.2 AU (P = 84 años), Inclinación axial: 97.9º
Neptuno a = 30.1 AU (P = 165 años), Inclinación axial : 29.6º

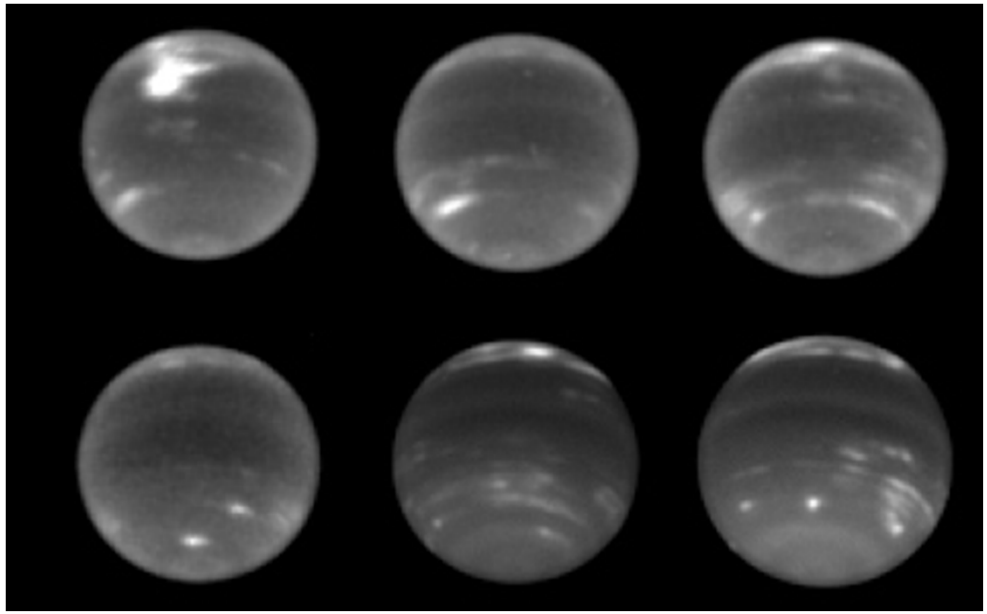
Meteorología en Neptuno:

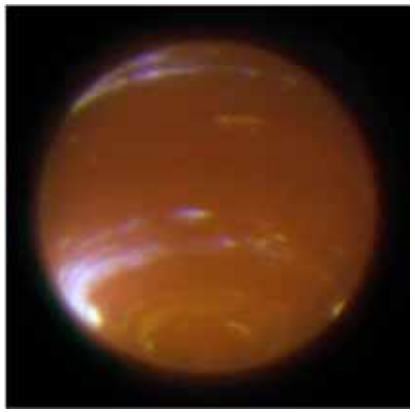
- ***Largas estaciones***
- ***Vientos extremos***
- ***Tormentas & vórtices***
- ***Nubes "compañeras"***

Dinámica atmosférica de Neptuno: Los vientos más intensos del Sistema Solar



Sánchez-Lavega et al. in "Zonal jets" (2017)
(datos recopilados por Larry Sromovsky, Univ. de Wisconsin)





Es generalmente muy difícil encontrar estructuras nubosas de larga vida en imágenes de Neptuno.

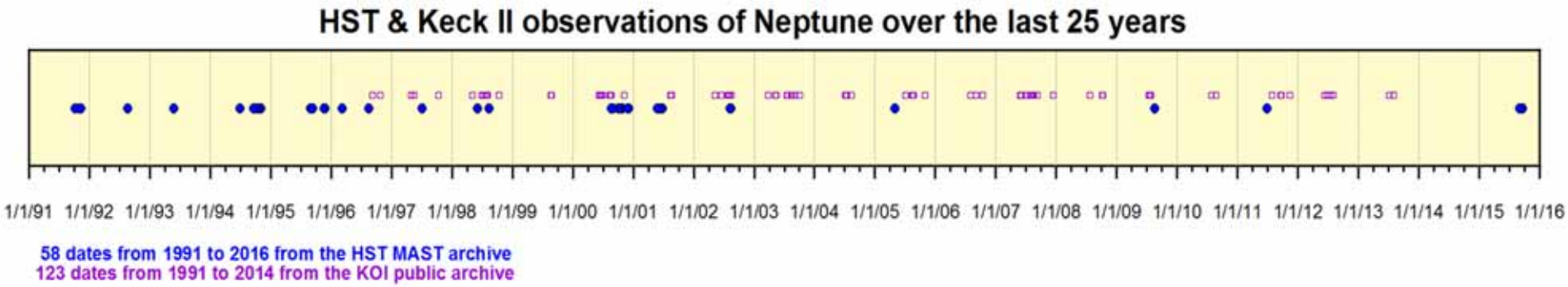
Hay una fuerte variabilidad en los vientos ligada a observaciones de nubes a diferentes alturas.

Observar Neptuno

Difícil en alta resolución espacial

Pequeño tamaño aparente (2.31-2.35 ")
Bajo brillo (Magnitud = 7.85; 6,000 más oscuro que Júpiter)
Bajo contraste de las nubes en el rango visible.
Nubes visibles en el infrarrojo cercano donde el planeta es >10 veces más oscuro.

Acceso a la mejor óptica adaptiva en los mayor telescopios o Hubble

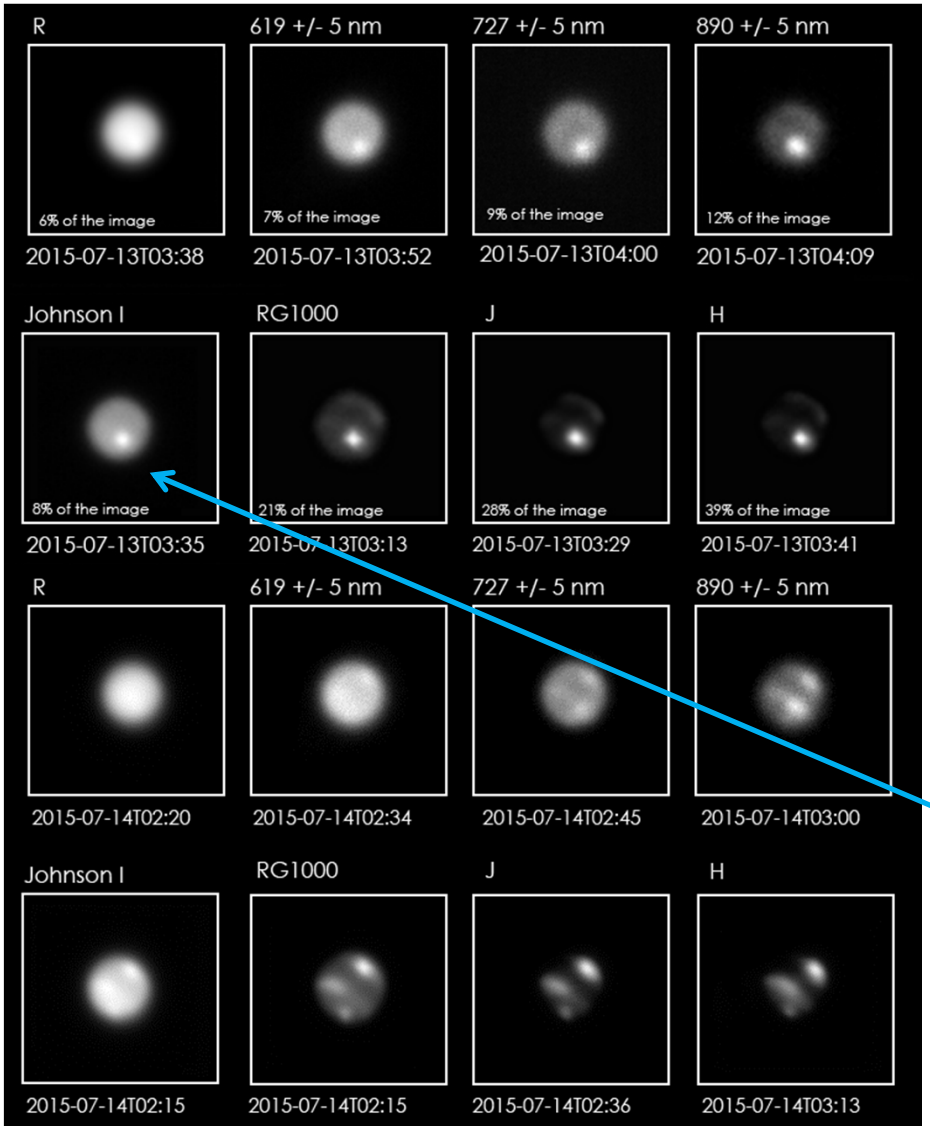


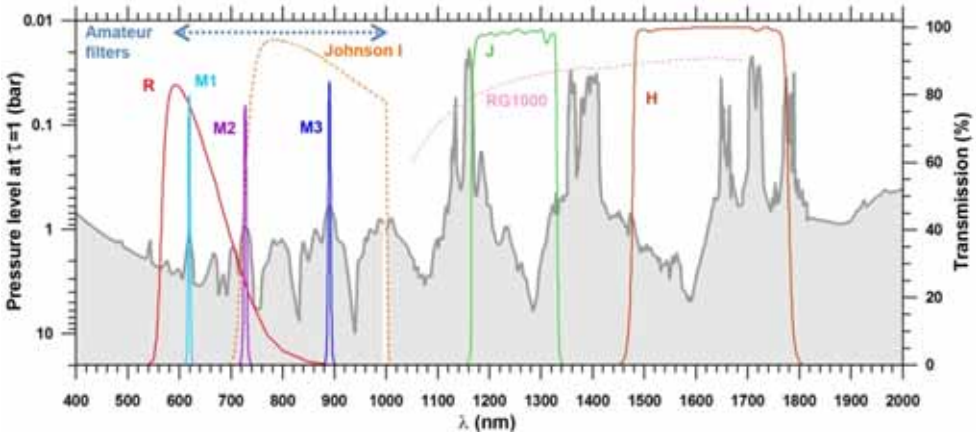
200 observaciones con el Keck, HST en 25 años + observaciones en otros telescopios (VLT, Gemini, IRTF).
No son suficientes para comprender la meteorología extrema de Neptuno.

Telescopios "medianos" (2-m) y "amateurs" pueden completar la línea temporal de observaciones de Neptuno proporcionando un contexto fundamental a las observaciones de alta resolución espacial.

Neptuno observado por PlanetCam@Calar Alto2.2m

Primeras observaciones con este instrumento de Neptuno (Julio de 2015)





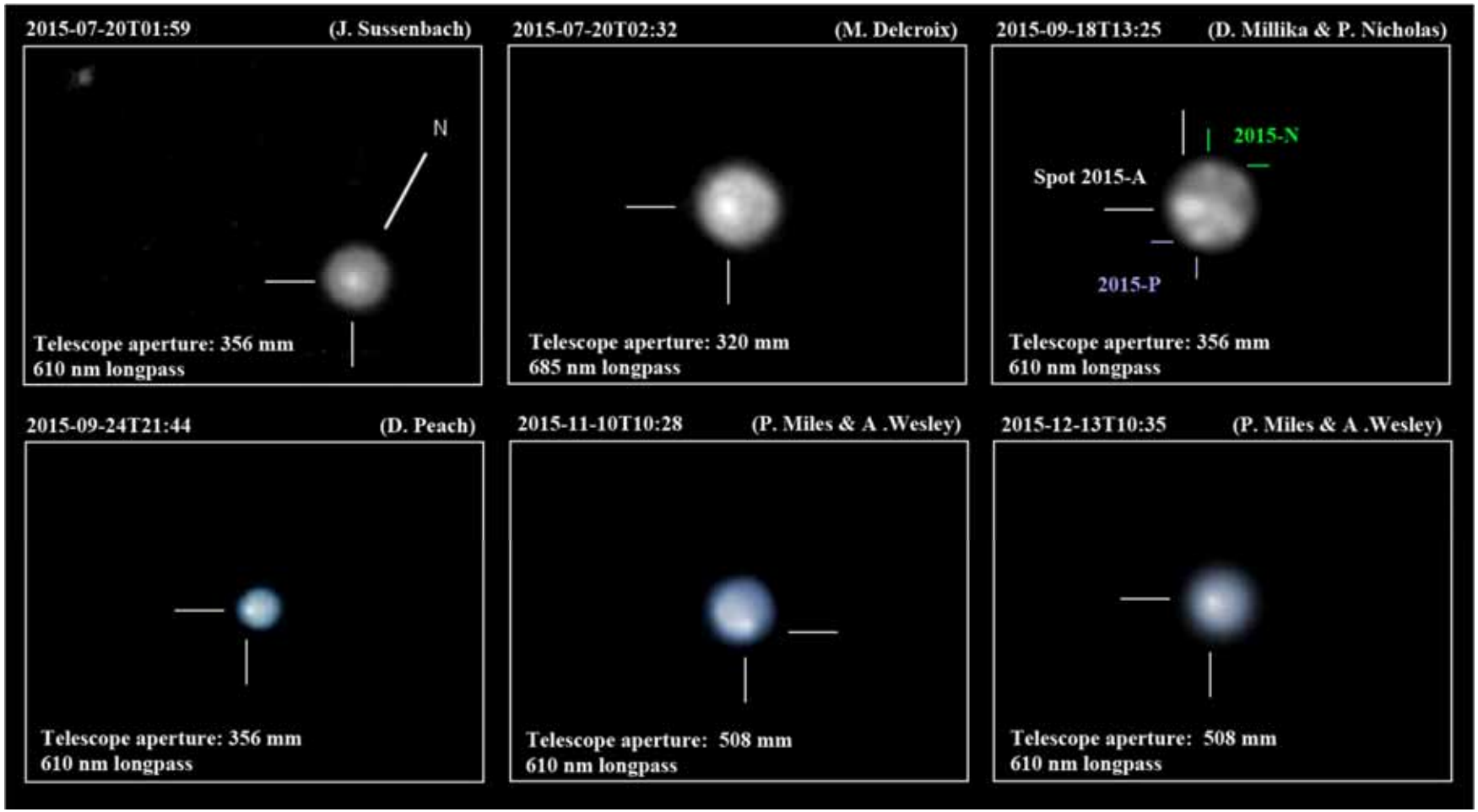
M1 (619 nm): 1,1 bar
M2 (727 nm): 0.9 bar
M3 (890 nm): 0.5 bar
SWIR > 0.2 bar

Nubes "superficiales" a 0.2 bar o niveles superiores

Brillo "excepcional" en el visible en
la banda I (accesible a amateurs) y en bandas J y H

ALERTA a la comunidad amateur y profesional

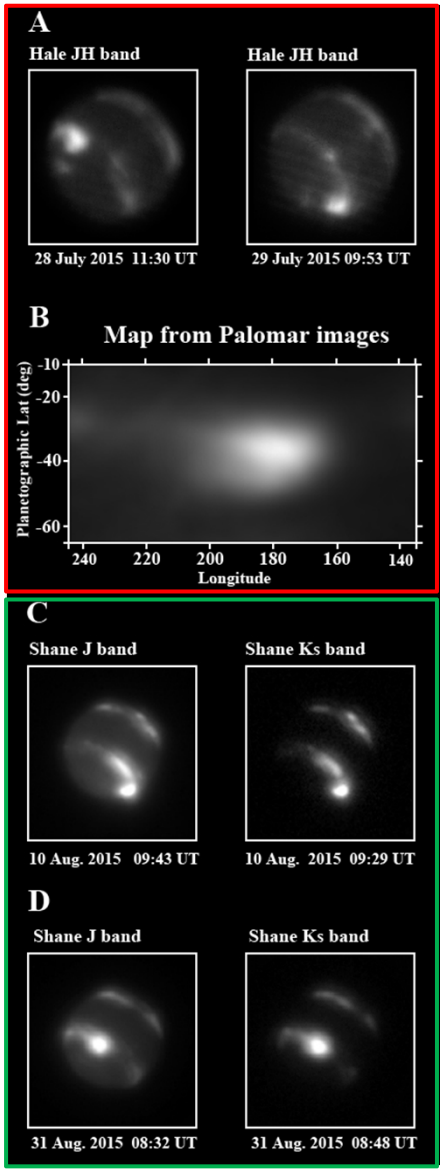
Respuesta inmediata y positiva!

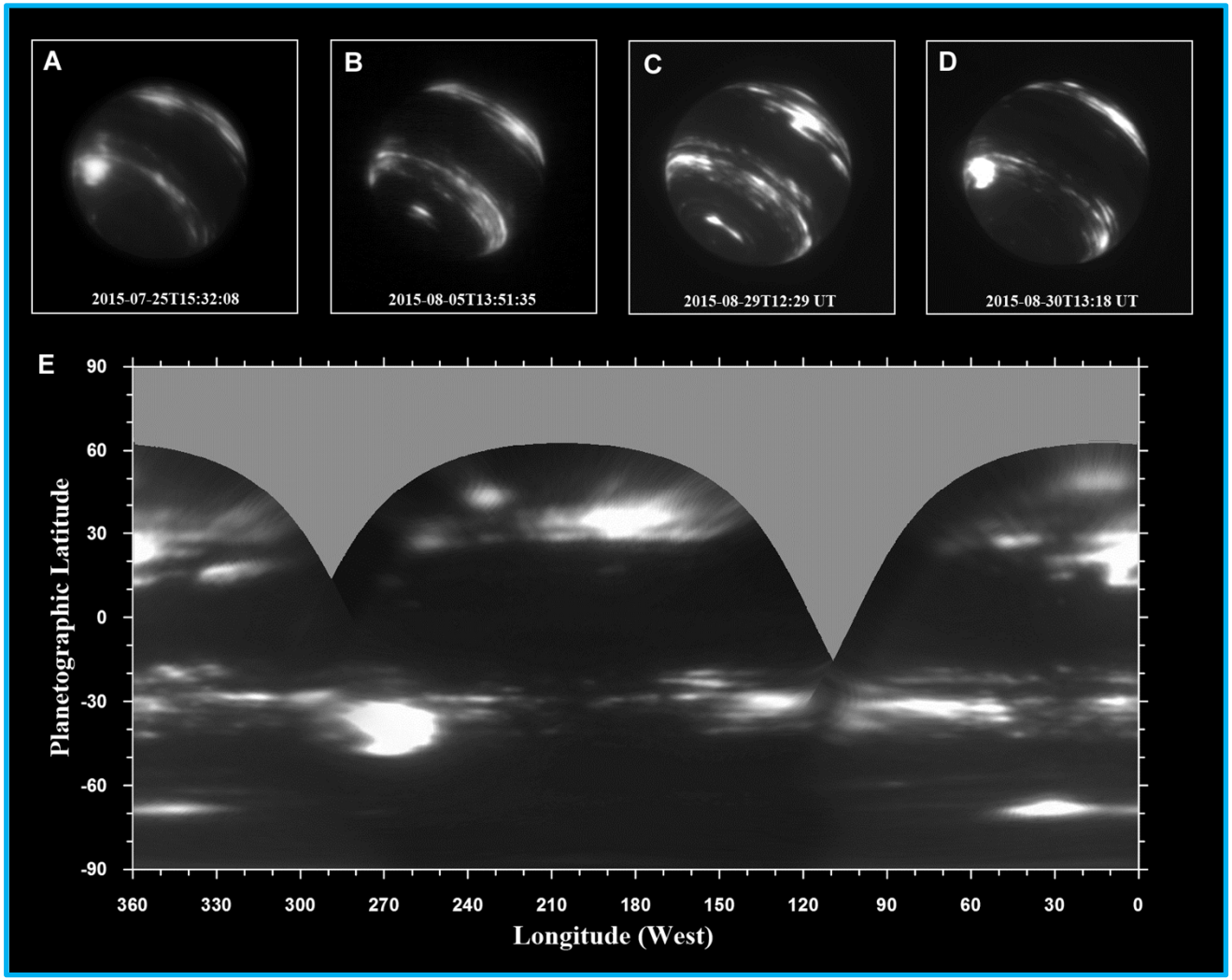


> 20 amateurs entre Julio y Diciembre. Contribuciones esenciales desde Australia y Holanda.

Apoyo fundamental amateur en **Marc Delcroix**

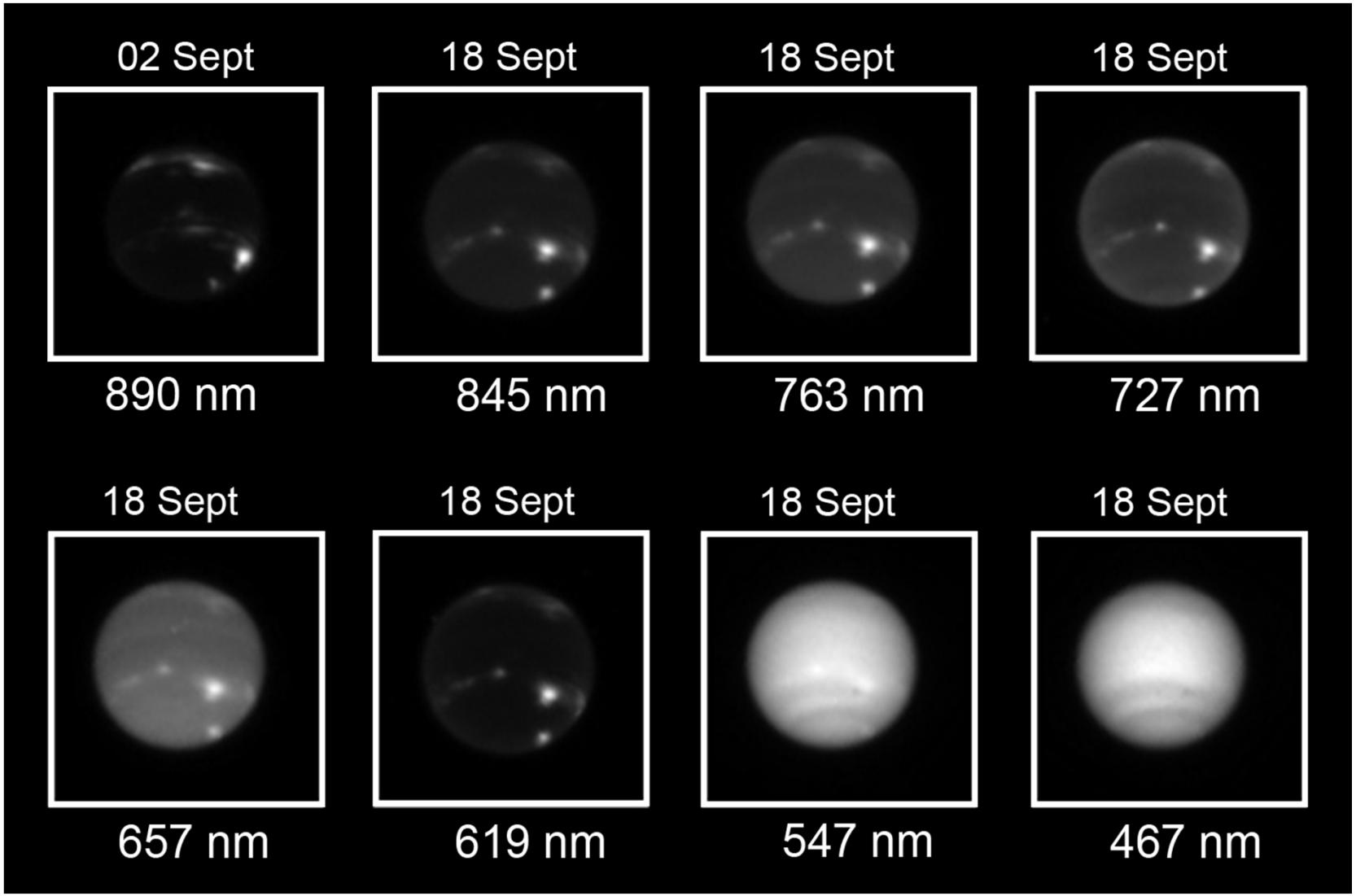
Puerta abiertas para una fuerte colaboración internacional



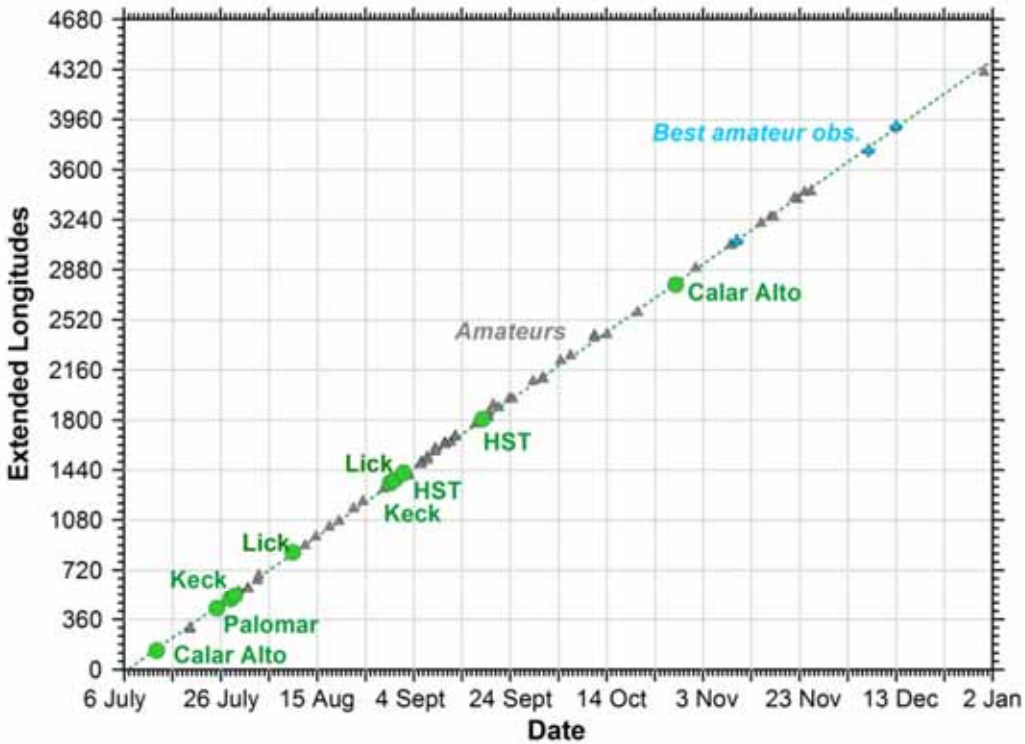


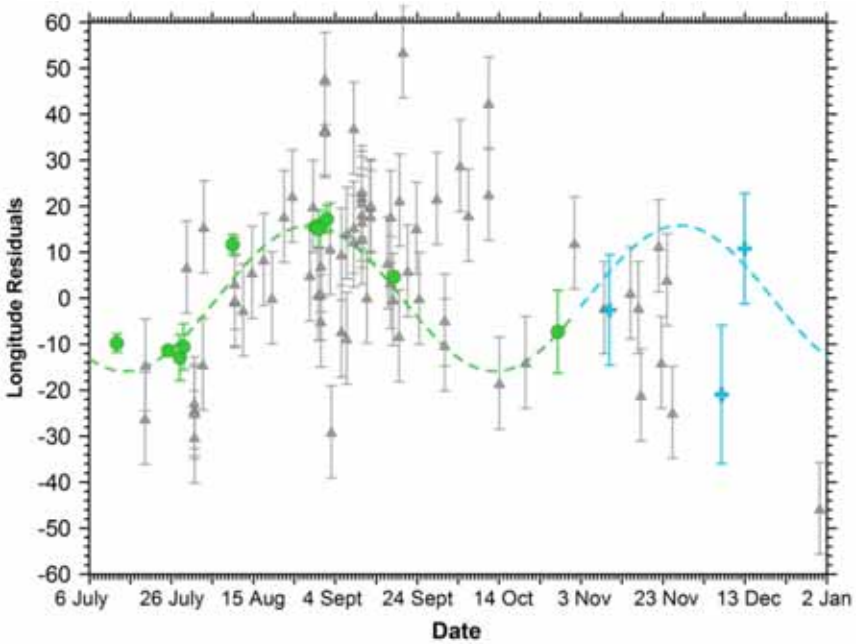
Hale Telescope 5.1-m (AO) **(Palomar observatory)**
Shane Telescope 3.0-m (AO) **(Lick Observatory)**
Keck II 9.5 m (AO) **(Keck observatory)**

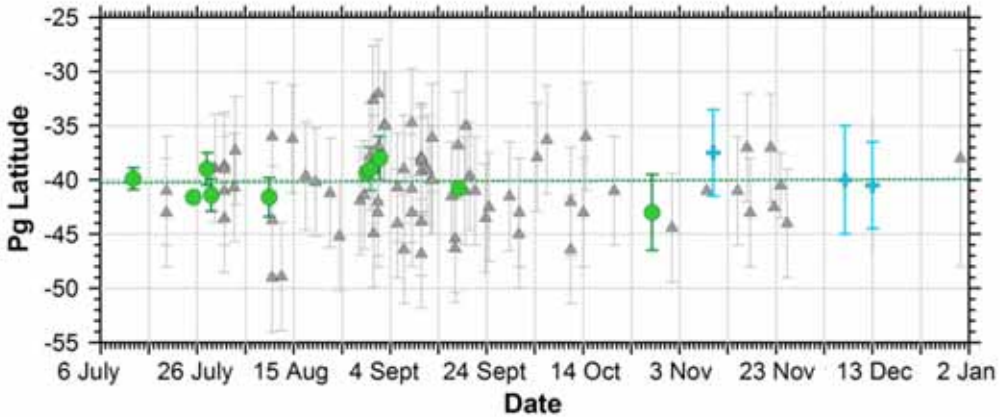
HST/OPAL y otros programas de HST (de Pater)



Global tracking of the bright feature



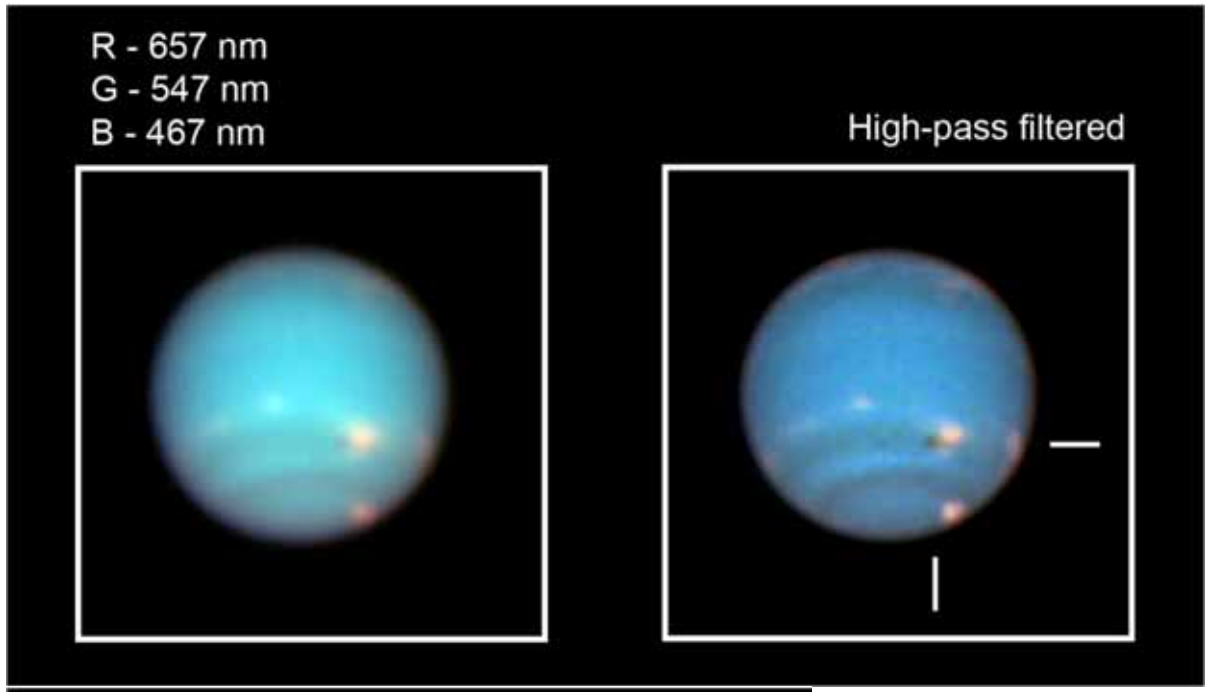




Oscilación de 90 días con 10º de amplitud.

Comportamiento similar a las oscilaciones de las manchas negras de Neptuno

Neptune's Southern Dark Spot in 2015 (SDS-2015)

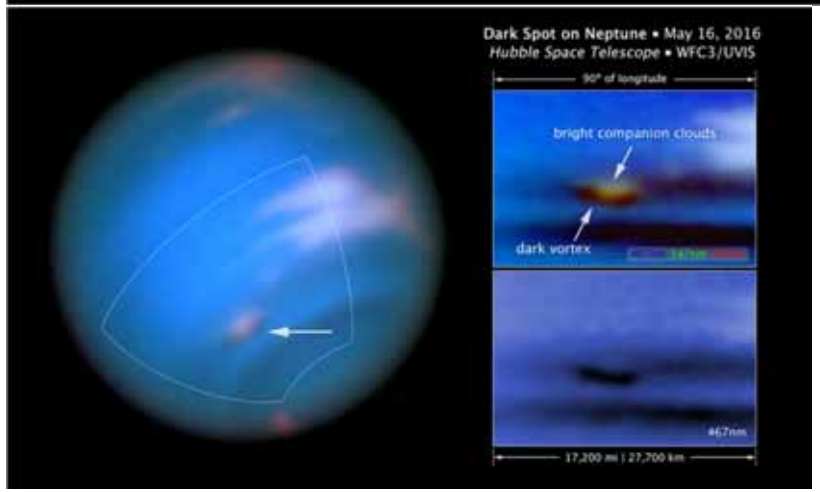


Imágenes del programa OPAL (Septiembre 2015)

Cycle 23: Neptune Dark Vortex and Bright companion cloud, Hueso et al., Rejected.

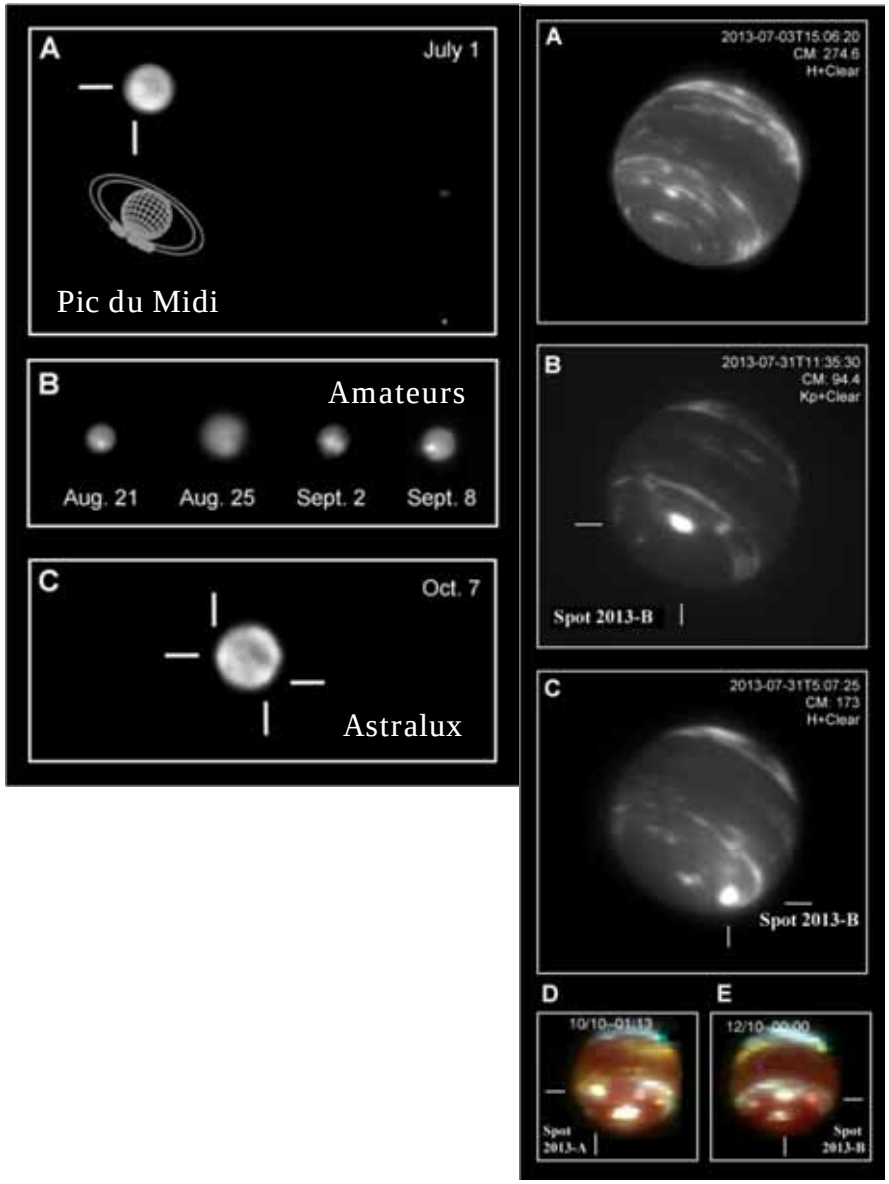
Cycle 24:
The Spectacular Demise of a Neptunian Dark Vortex, de Pater et al. Rejected.

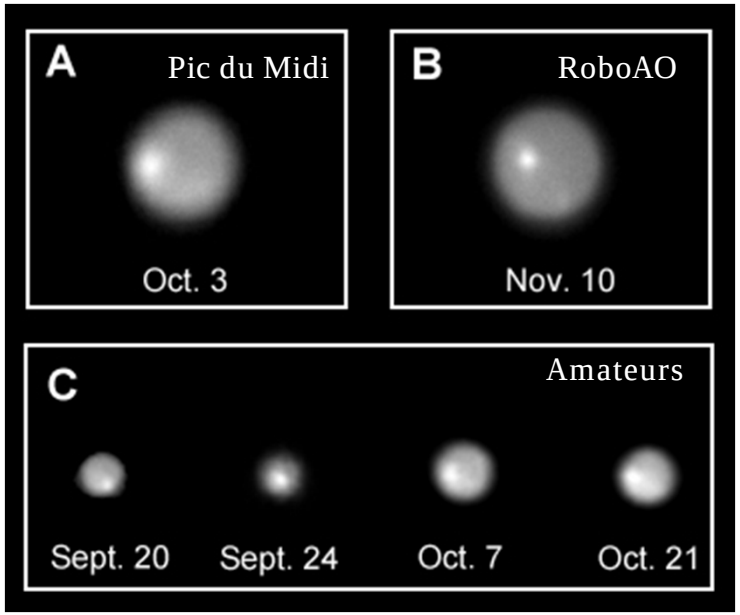
Cycle 24:
A new Dark Vortex, Wong et al.

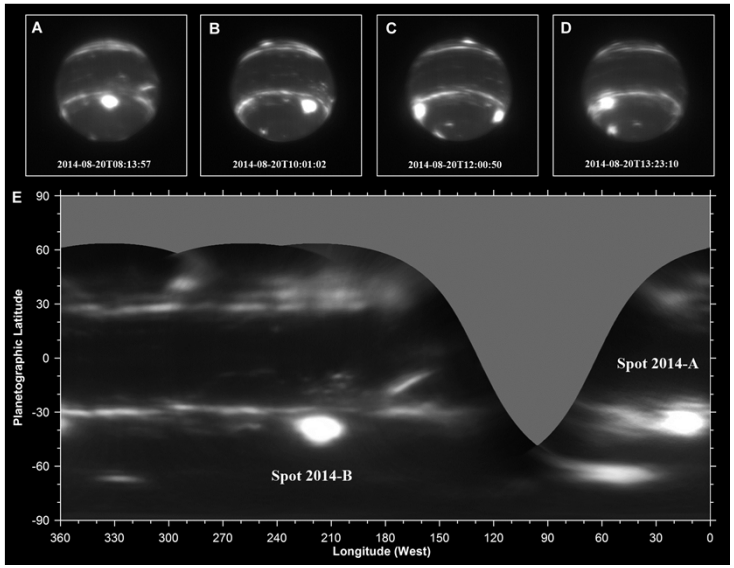


16 de Mayo de 2016
Wong, Tollefson, de Pater, Hueso, Sánchez-Lavega (en preparación)

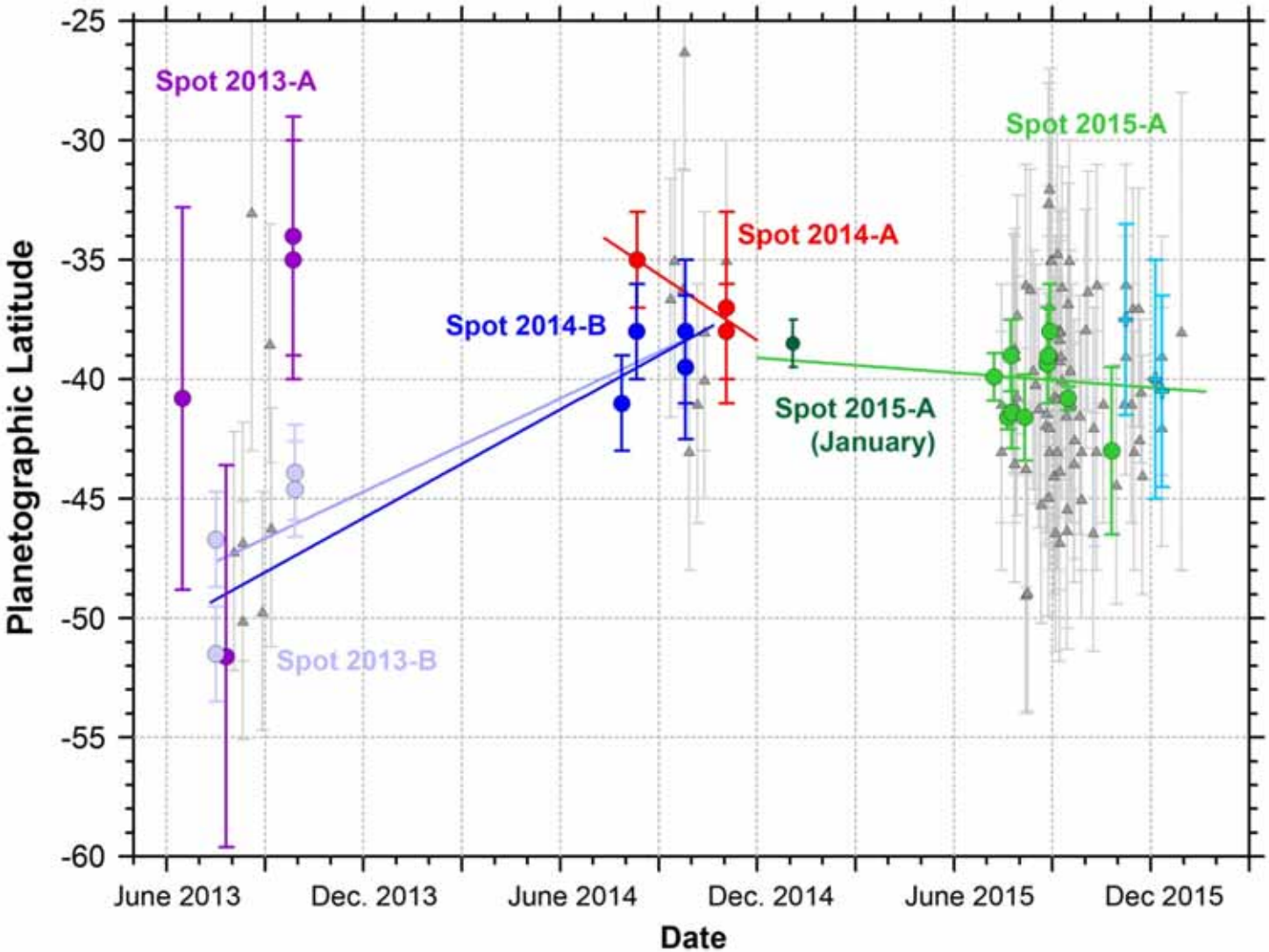
Back in time: Datos de 2013 y 2014



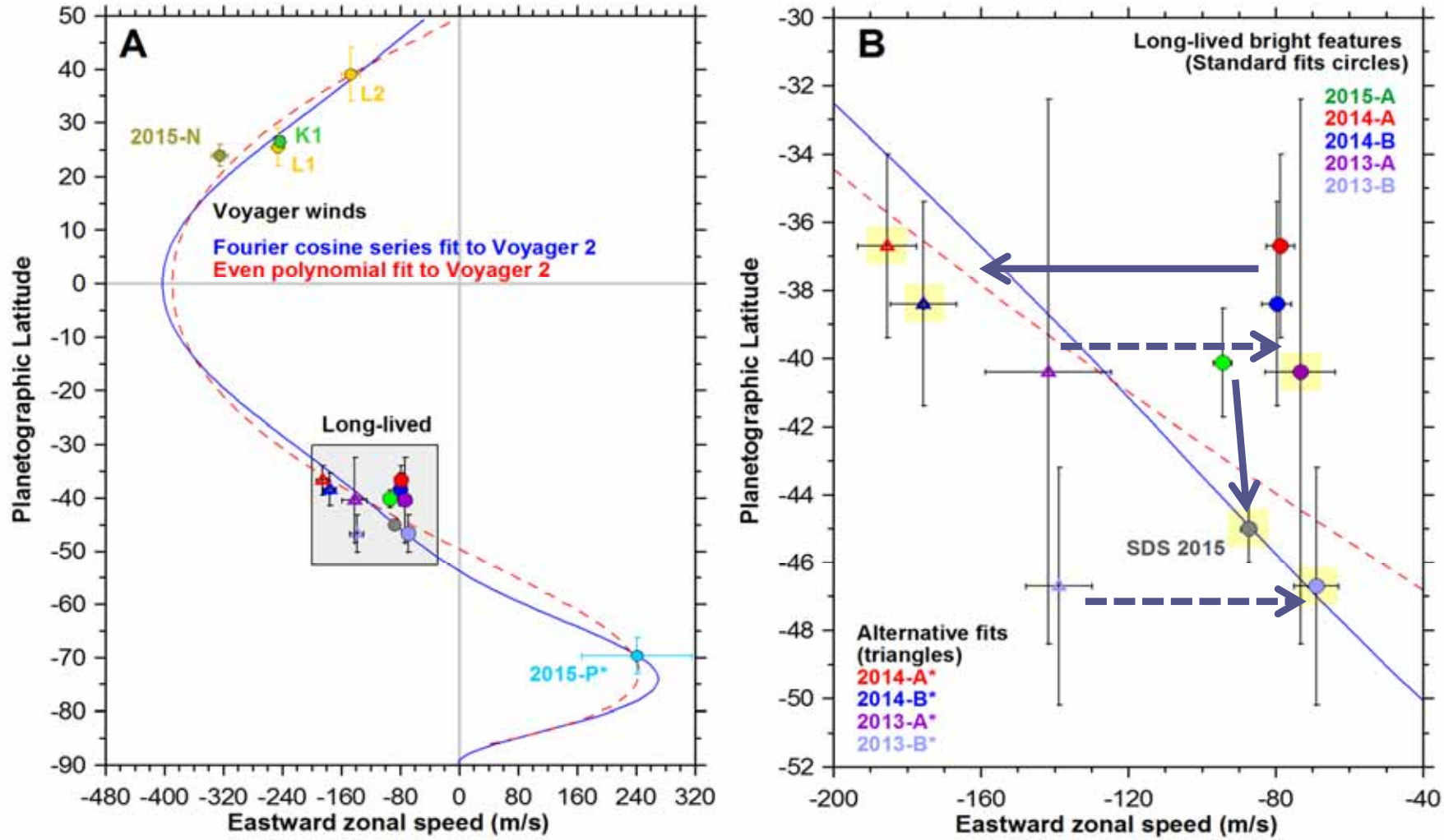




… que sugieren que podemos identificar el origen de la estructura brillante de 2015 a partir de la fusión de dos estructuras semejantes en 2014.

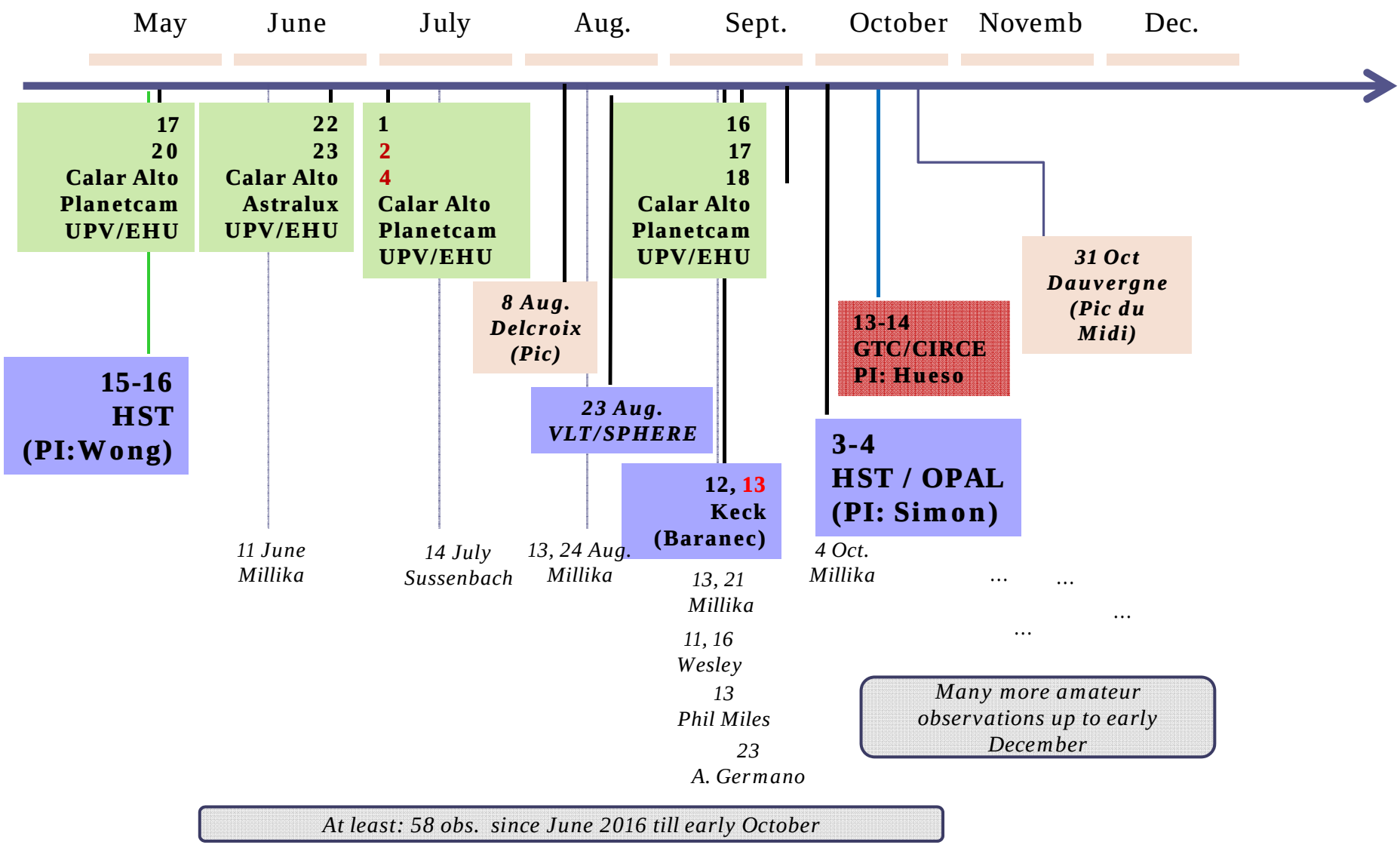


Vientos globales (2013-2015)

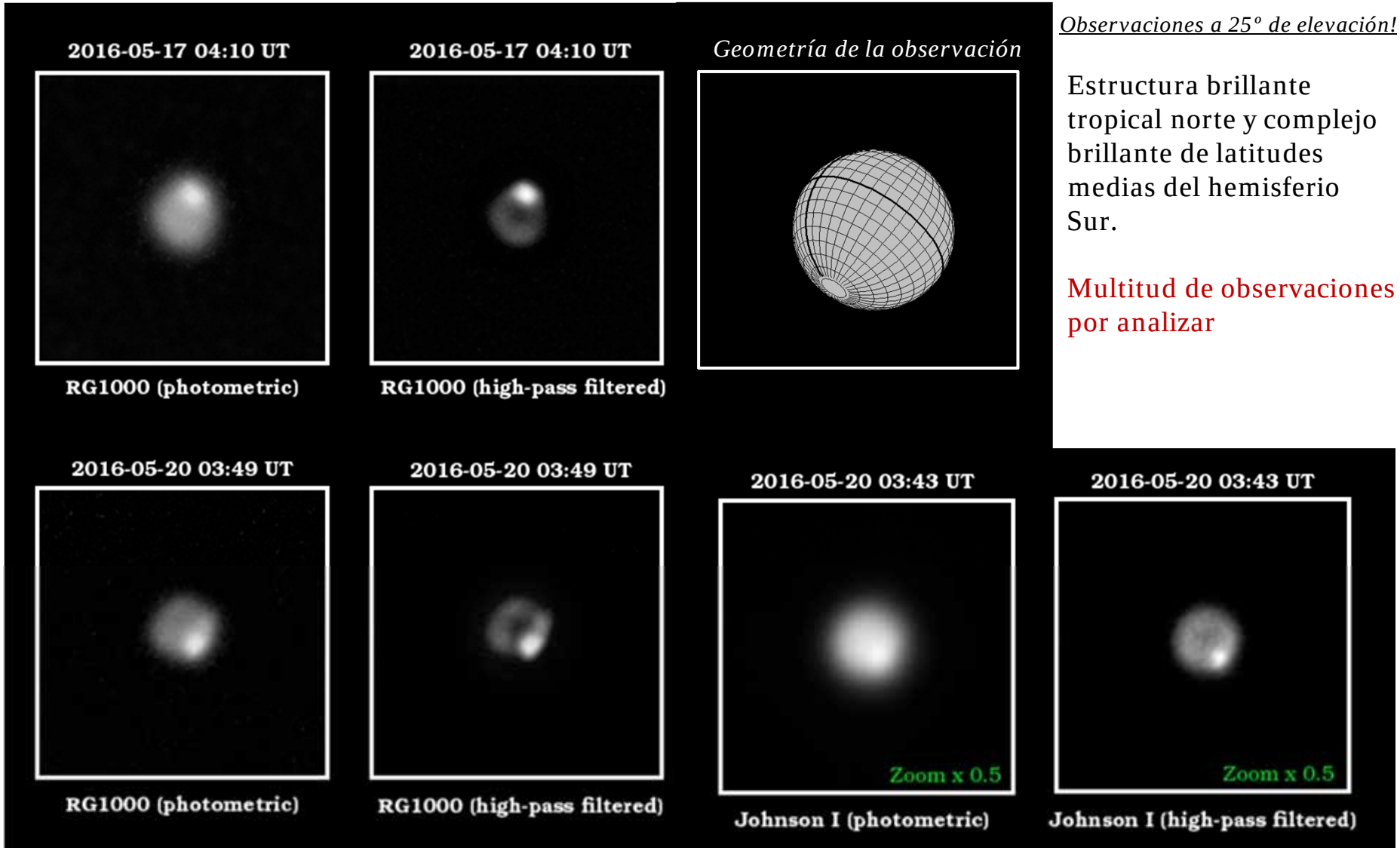


Hueso et al., "Neptune long-lived atmospheric features in 2013-2015 from small (28-cm) to large (10-m) telescopes ", Icarus, 2017 (en prensa)

ACTIVIDAD DE NEPTUNO en 2016



Mayo 2016: Planetcam@Calar Alto



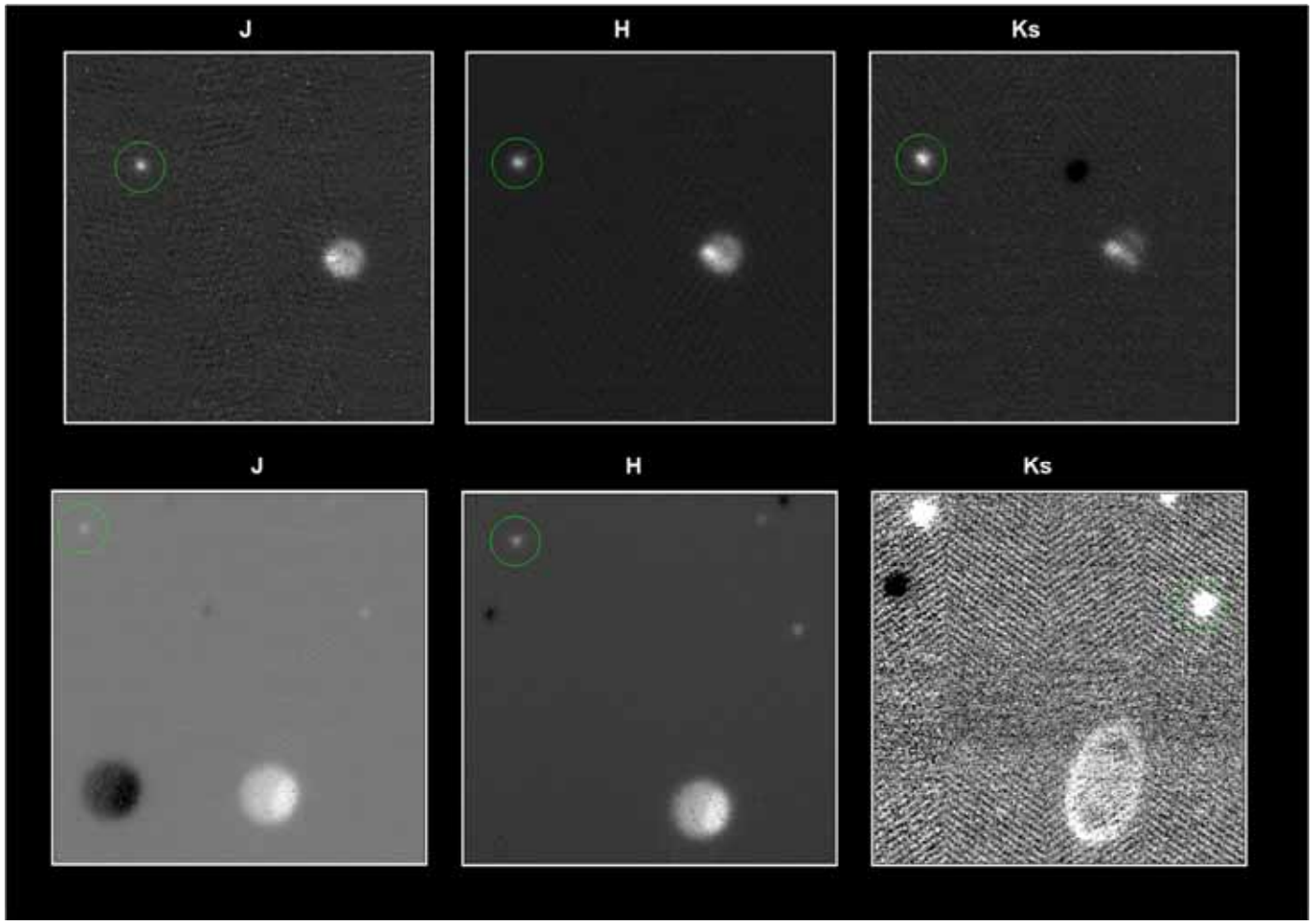
Observaciones a 25º de elevación!

Estructura brillante tropical norte y complejo brillante de latitudes medias del hemisferio Sur.

Multitud de observaciones por analizar

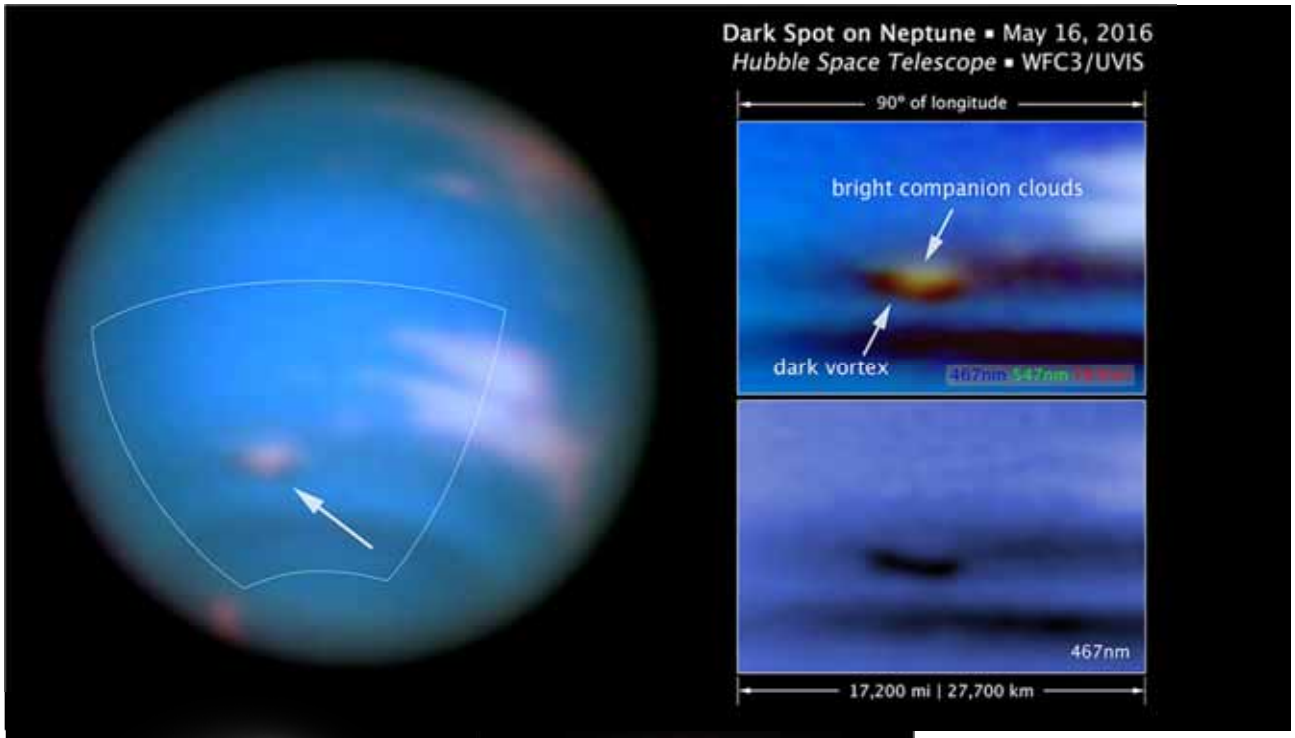
Octubre 2016: GTC/CIRCE

Ejemplo de fotogramas individuales sin calibración ni substracción de dark.
2 noches de 4 horas para Neptuno y Urano.

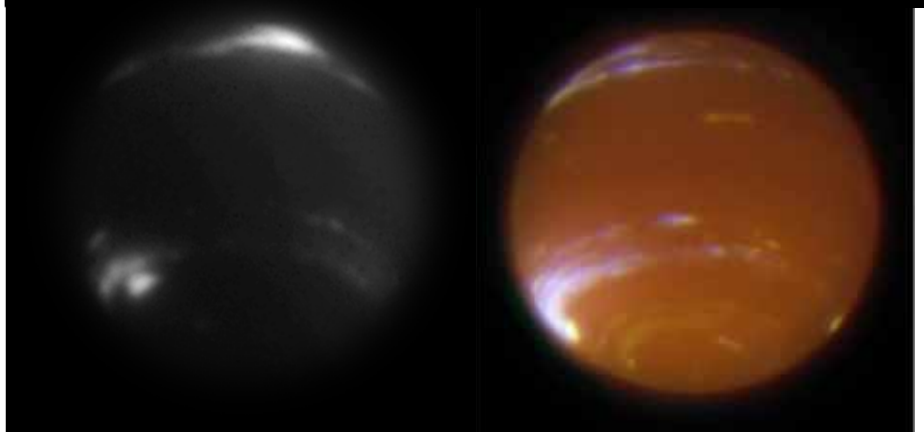


Resultado procesado a partir de fotogramas individuales.
Esperamos mejorar el análisis de esta observación en un factor 2-3

Otros datos pendientes de análisis



16 demayo de 2016
HST
Wong, Tollefson, de Pater, Hueso, Sánchez-Lavega



23 agosto 2016: VLT/SPHERE
Benoit Carry, Bruno Sicardy, Stefán Renner

16 Octubre de 2016: Keck
de Pater

Conclusiones

• El seguimiento de la atmósfera de Neptuno requiere el uso de datos muy variados incluyendo **observaciones amateur.** Telescopios "modestos" (2.2m en Calar Alto) han mostrado el potencial de hacer ciencia de frontera un área reservada al HST o a los telescopios de la clase 8m con óptica adaptativa.

• El cinturón de nubes brillantes de latitudes medias sur ha tenido **dos grandes estructuras en 2013 y 2014**. A finales de 2014 estas dos estructuras se fusionaron dando lugar a **una única estructura en 2015**.

• La **estructura brillante de 2015 está "anclada" a un vórtice negro** más profundo en la atmósfera y es de hecho un sistema de nubes compañeras "orográficas". La estructura brillante presentó una **oscilación en longitud de 90 días** característica de otras Manchas Negras de Neptuno.

• La mancha negra de 2015 tiene su equivalente en un **vórtice negro observado en el 2016**. El aspecto general de actividad del planeta ha cambiado con respecto a los tres años anteriores. **Las estructuras más brillantes del planeta son el sistema de nubes de latitudes medias del hemisferio Sur desligada de la mancha negra y las nubes brillantes tropicales del hemisferio norte.**