

Meteorología marciana con MSL/RMS

Caracterización de 'Dust Devils' y comparación de datos estacionales con modelos

Iñaki Ordóñez-Etxeberria, Ricardo Hueso, Agustín Sánchez-Lavega
Departamento de Física Aplicada I, E.T.S. Ingeniería, Universidad del País Vasco



Grupo de Ciencias Planetarias

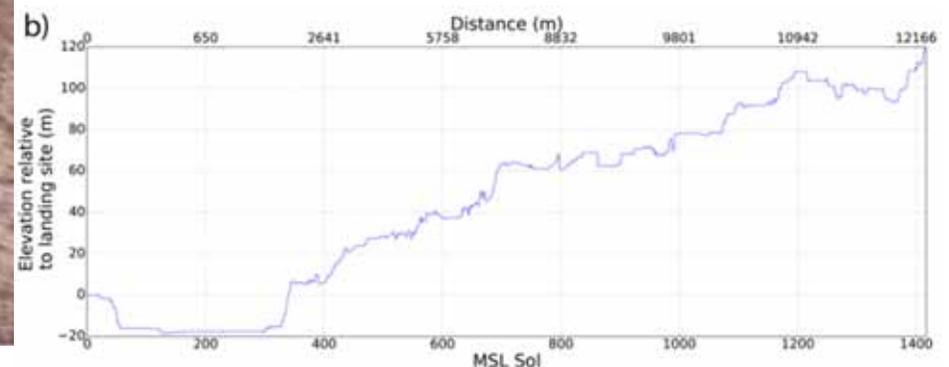
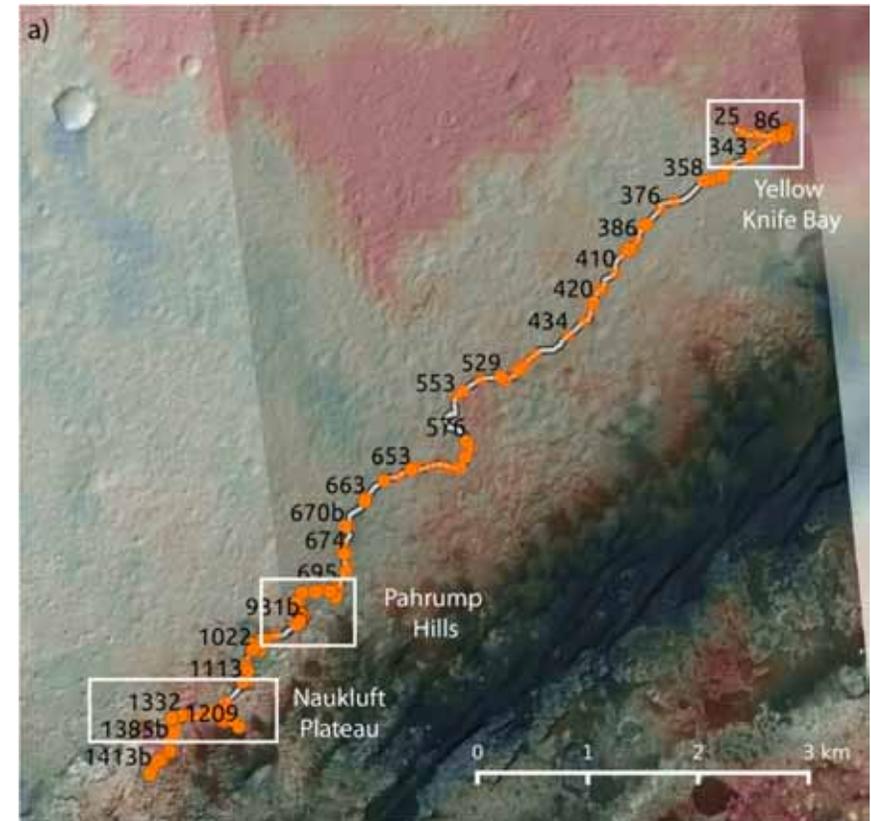
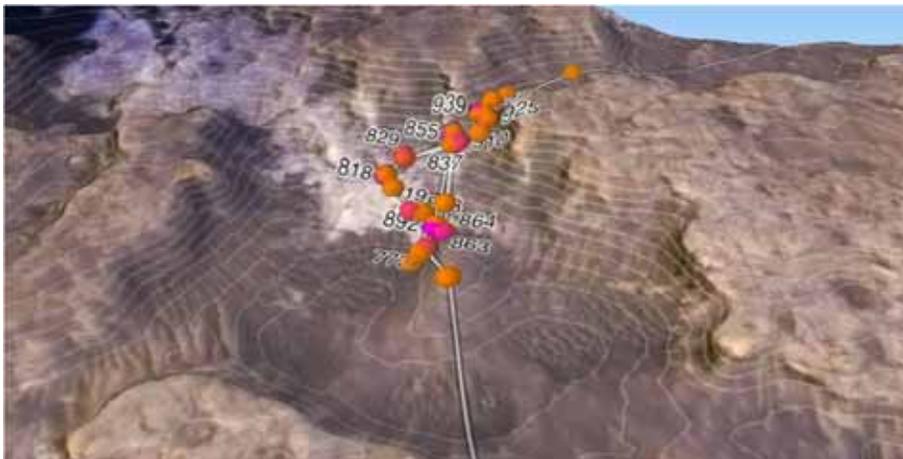


Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

MSL Curiosity

- Localizado en el cráter Gale 4.5° S
- 1417 soles de datos analizados.
(desde 7 de agosto 2012 al 1 de agosto de 2016)
- Recorrida una distancia de 12 km.
- Salvado un desnivel de 120 m.
- Más de 2 años marcianos de observación.
- Algunas regiones con topografía compleja.



REMS en MSL Curiosity

- Rover Environmental Monitoring Station
- Sensores de temperatura, humedad, presión, viento, UV.
- Frecuencia de observación de 1 Hz.
- 32% del tiempo observado.
- 2 picos diarios de observación.
- Huecos por labores de mantenimiento y conjunción solar.

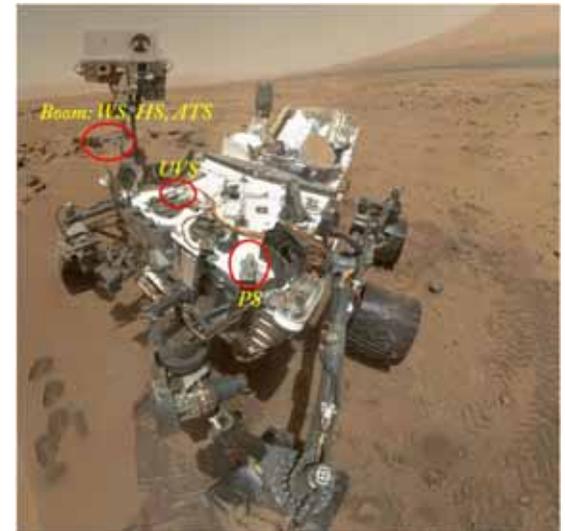
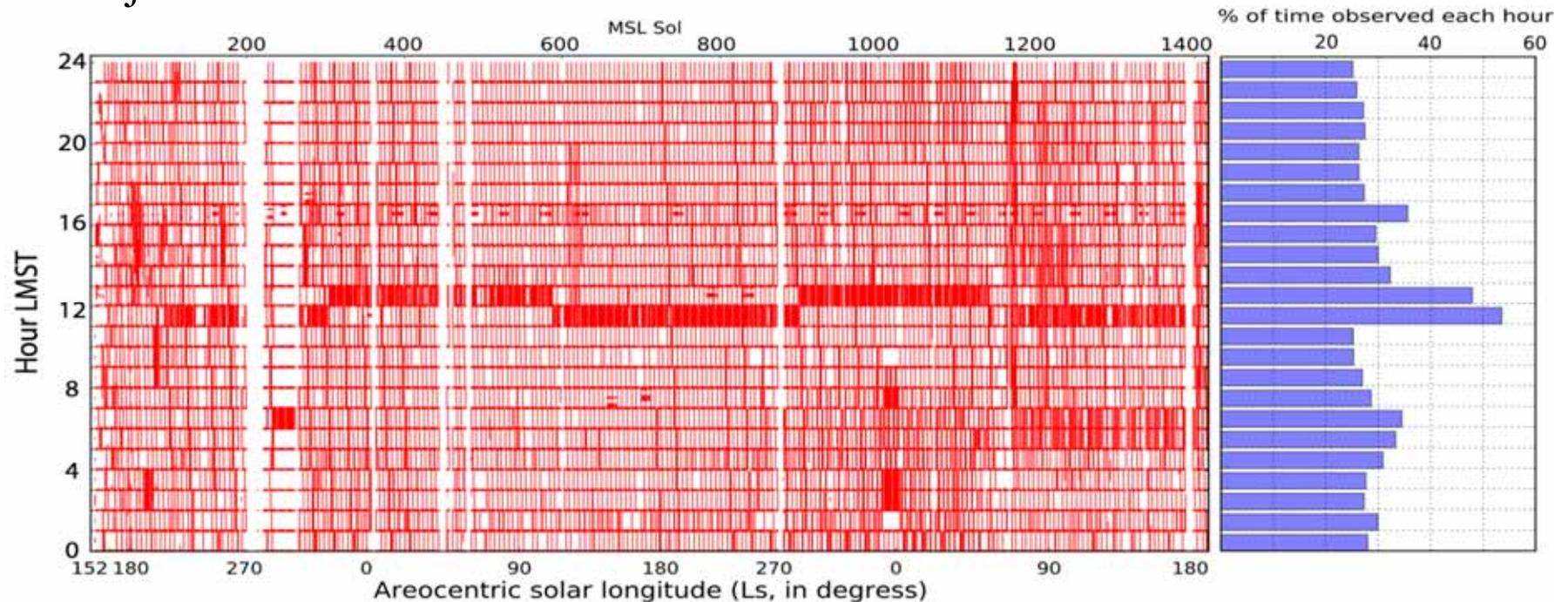
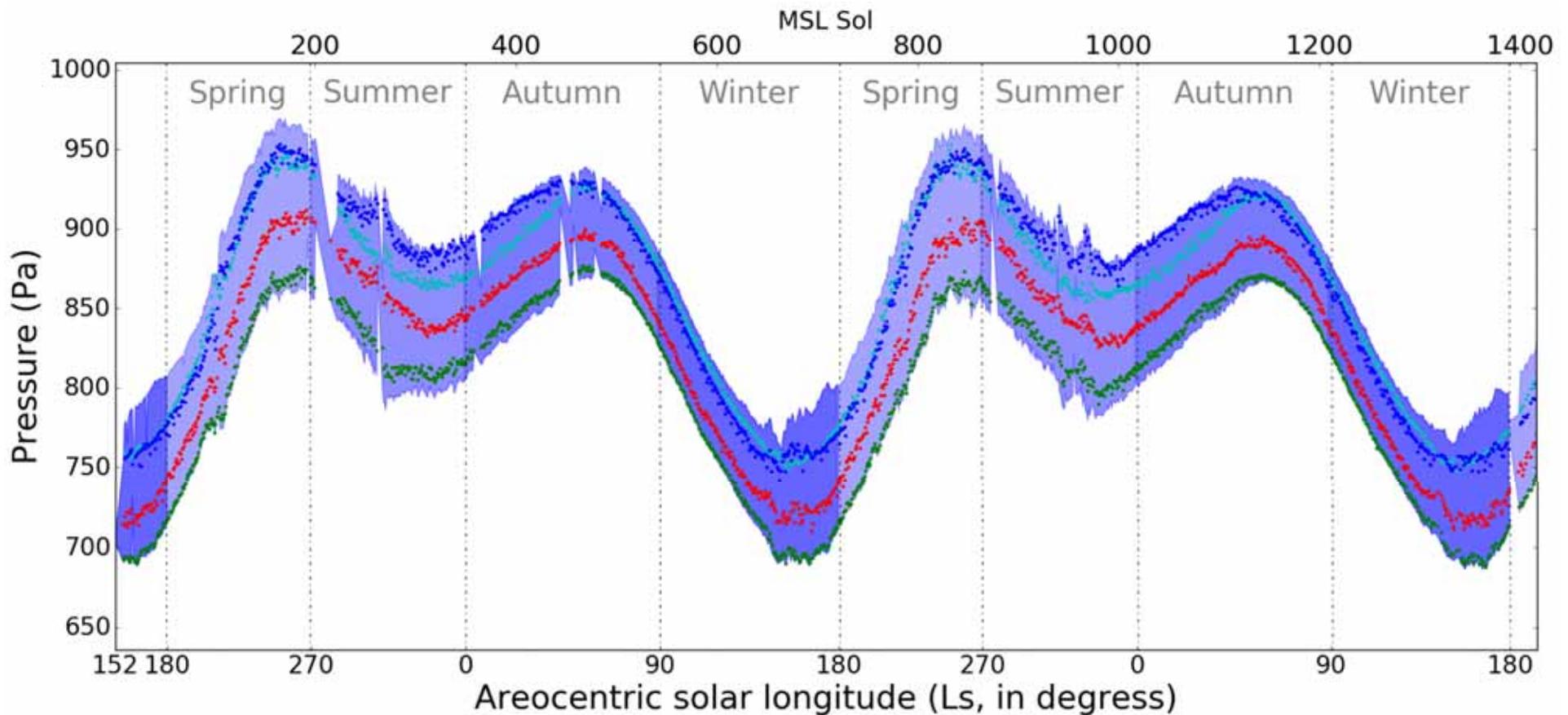


Image Credit: NASA/JPL-Caltech/Malin Space Science Systems



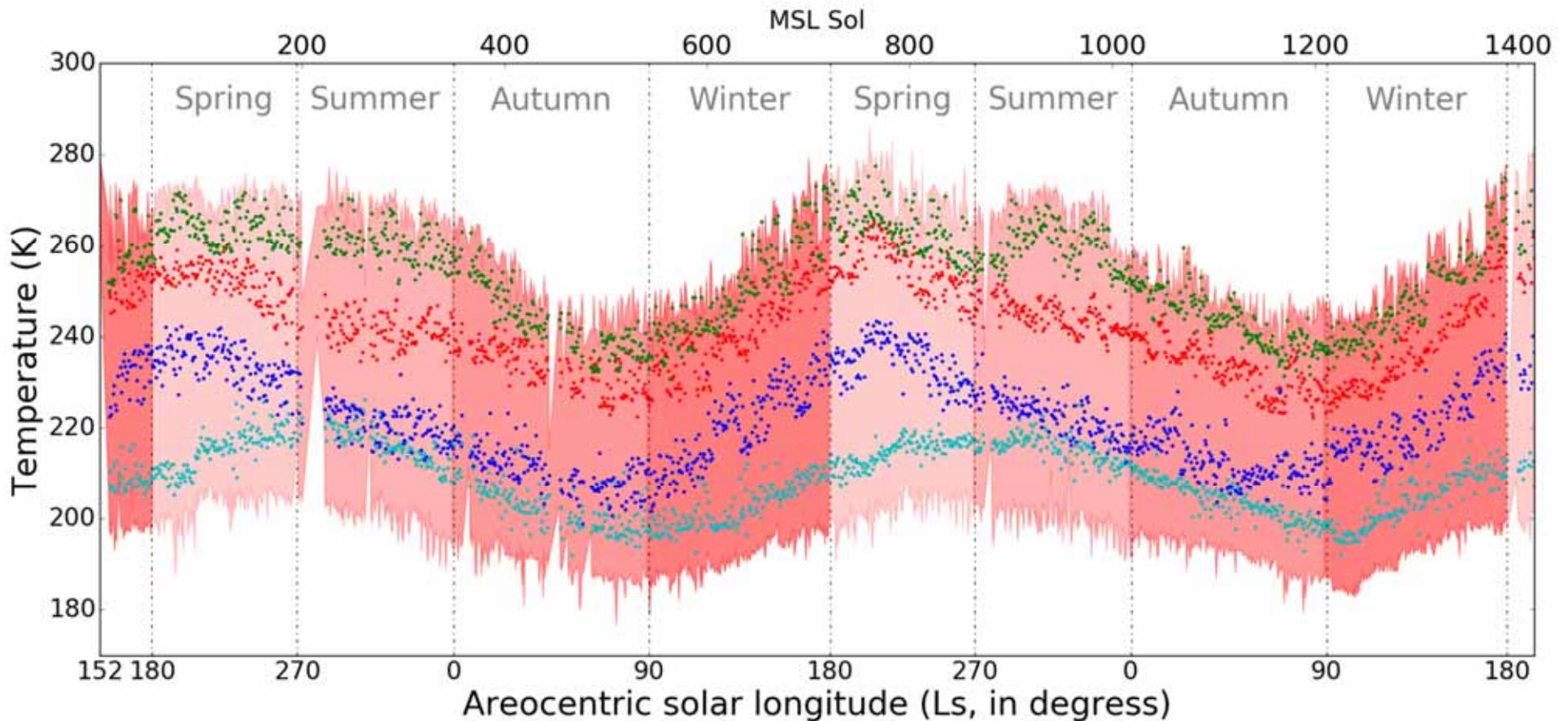
Presión durante dos años marcianos

- Respuesta estacional clásica (VL1 y VL2).
- Condensación y sublimación de los casquetes polares. Afecta al 30% del CO₂ de la atmósfera.
- Estabilidad horaria.



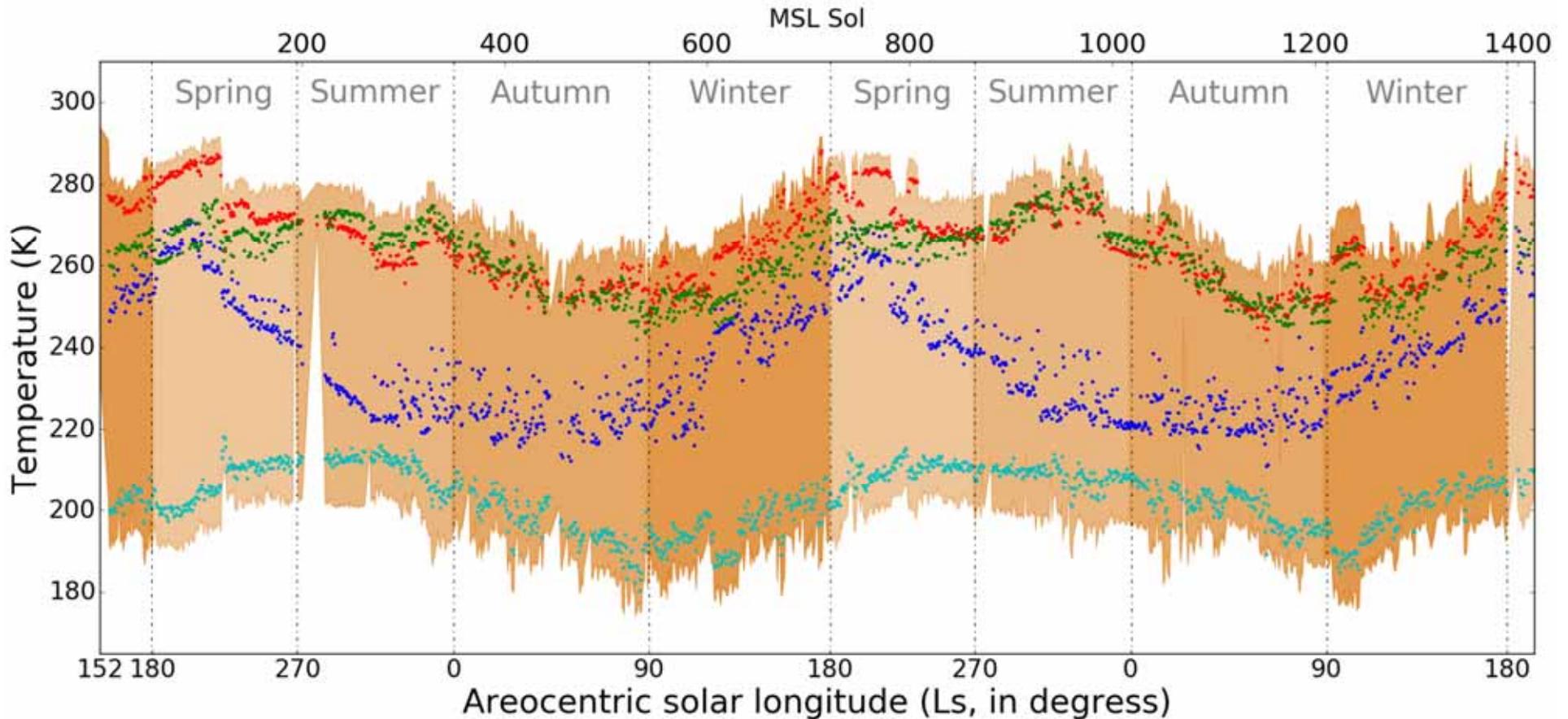
Temperatura aire y suelo durante dos años marcianos

- Respuesta estable tanto en aire como suelo
- Cráter Gale muy cercano al ecuador.
- Temperatura del suelo variable dependiendo de la inercia térmica del terreno.

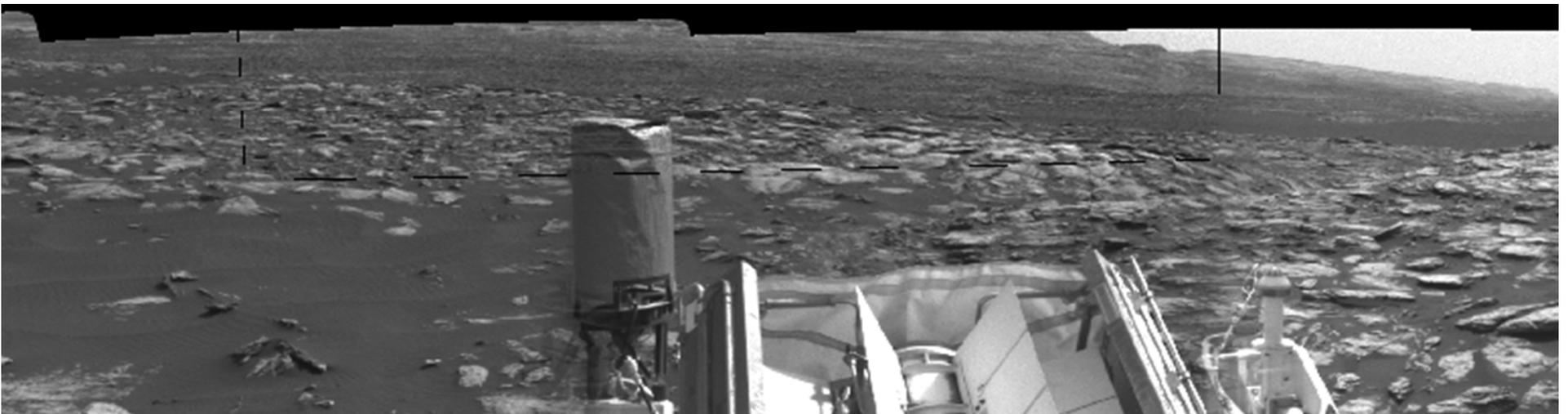
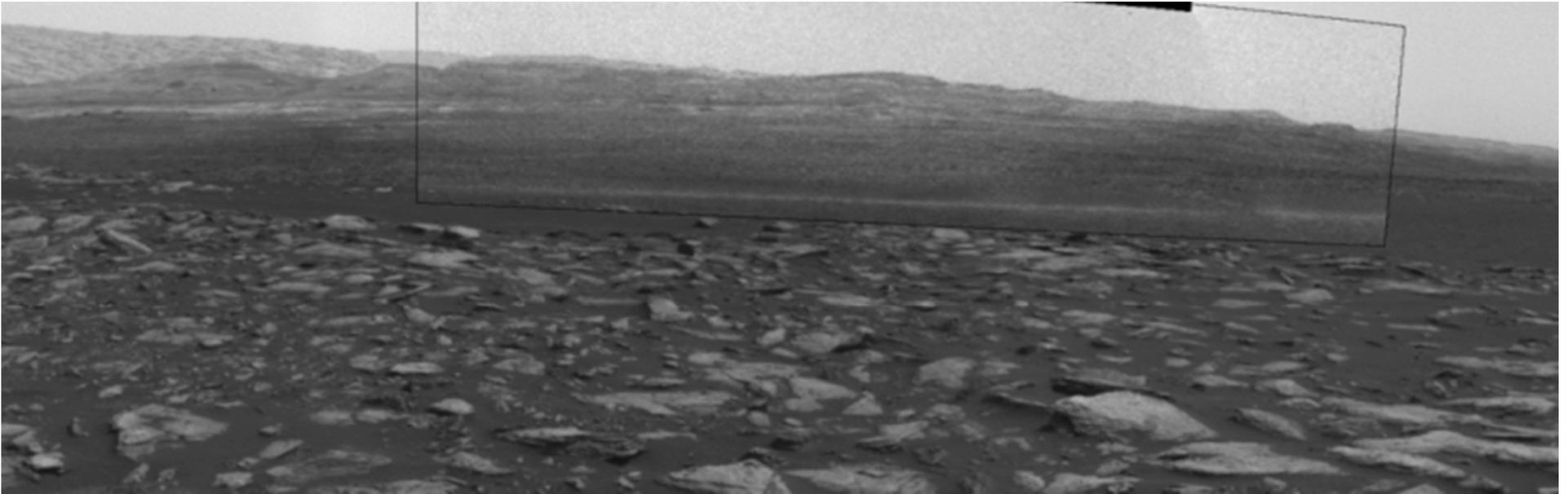


Temperatura aire y suelo durante dos años marcianos

- Respuesta estable tanto en aire como suelo
- Cráter Gale muy cercano al ecuador.
- Temperatura del suelo variable dependiendo de la inercia térmica del terreno.

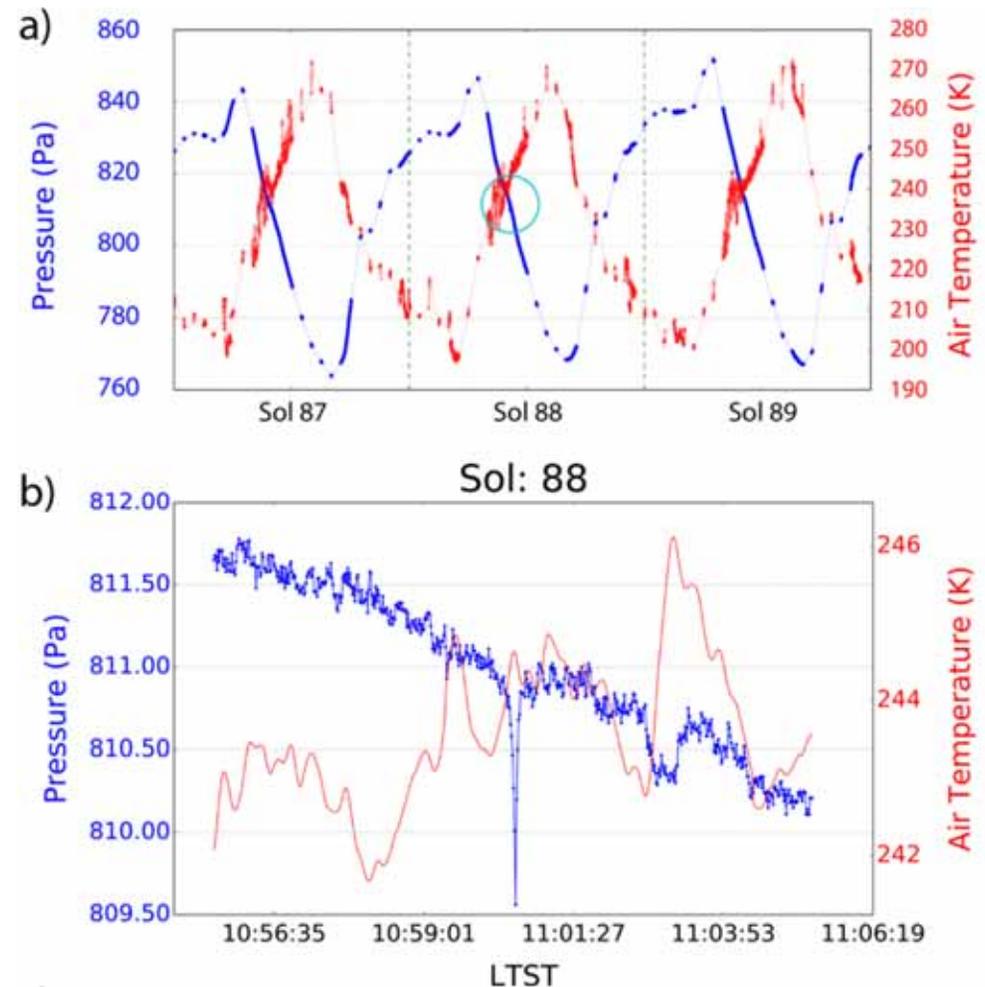


Búsqueda sistemática de Dust Devils



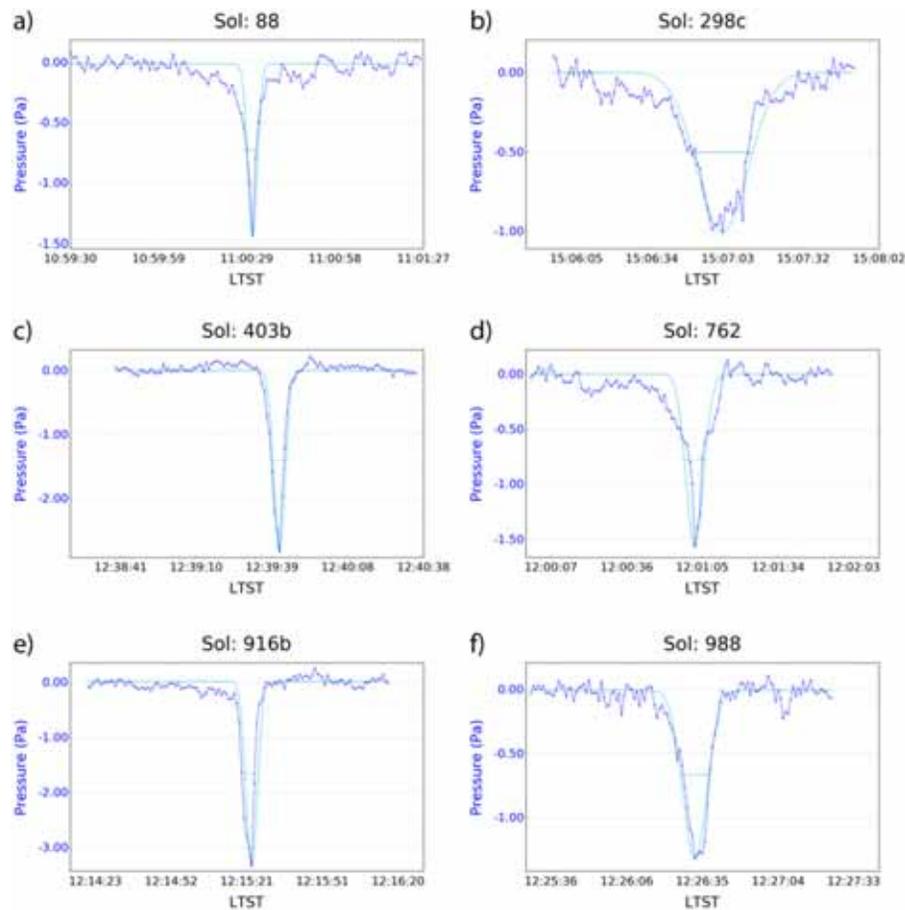
Búsqueda sistemática de Dust Devils

- Correlación entre presión y temperatura durante cada sol.
- Detección de caídas de presión bruscas.
- Descenso de al menos 0.5 Pa.
- 40 millones de datos para analizar.
- Signatura similar a la observada por otras misiones.
- No siempre correlación entre caída de presión e incremento de temperatura.
- Ajuste de la señal a una función gaussiana, para parametrizar duración y caída de presión.

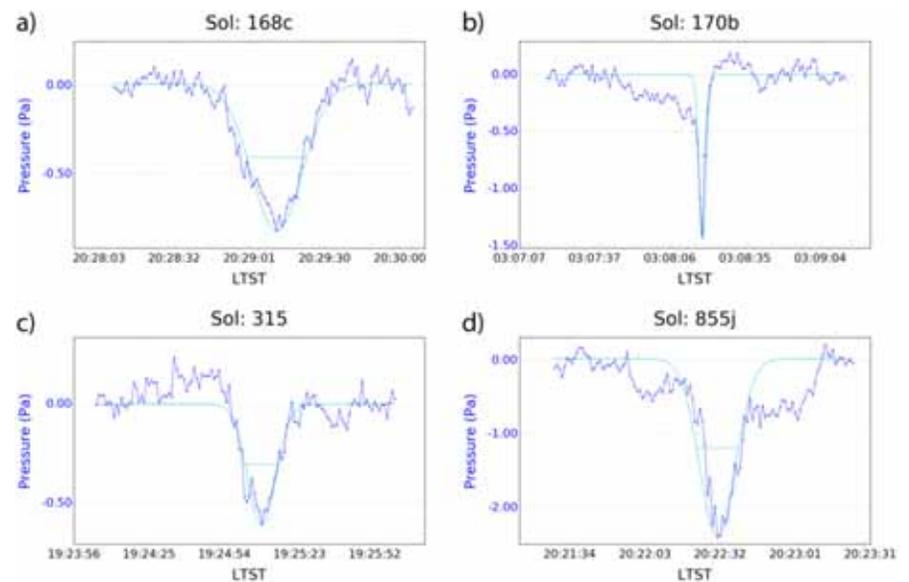


Búsqueda sistemática de Dust Devils

Diurnos, 635 eventos:

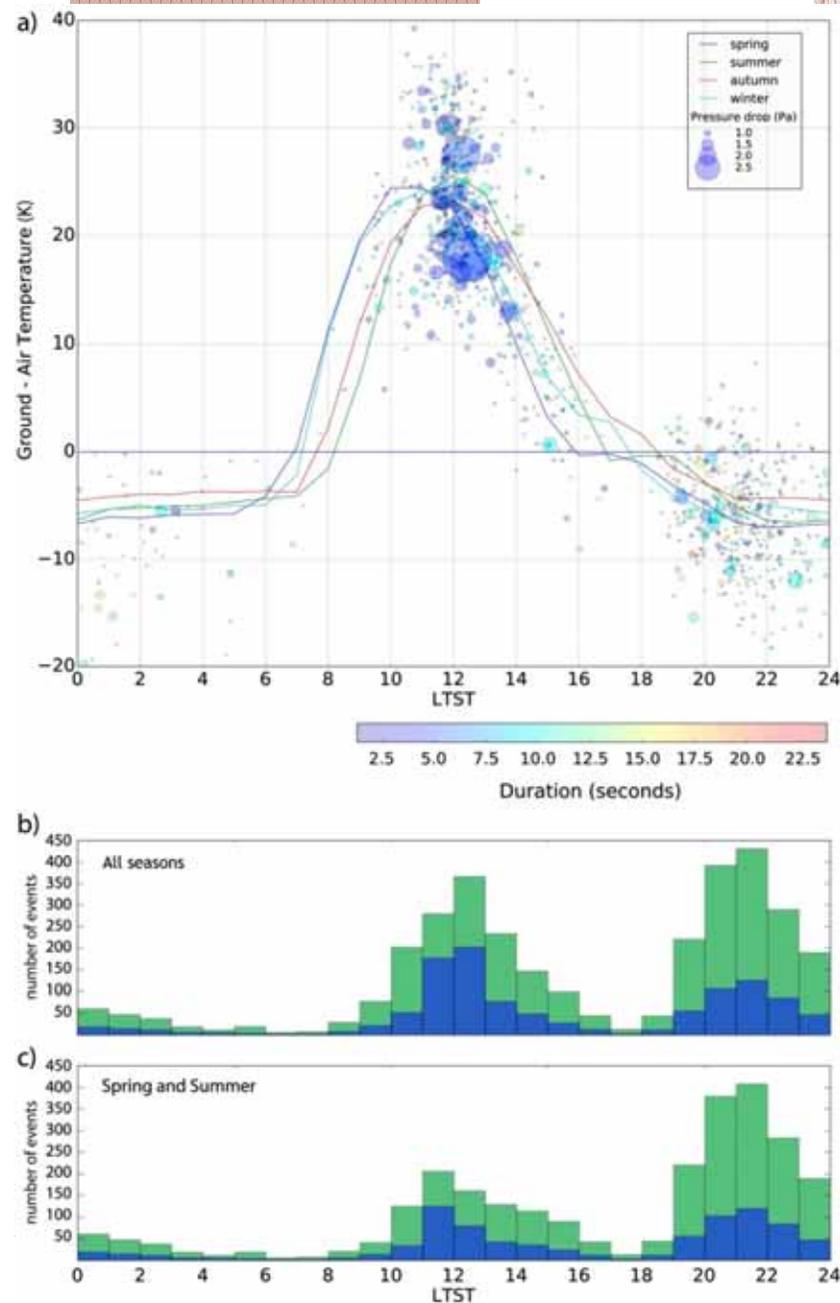


Nocturnos, 494 eventos:
Similares en forma a los diurnos.



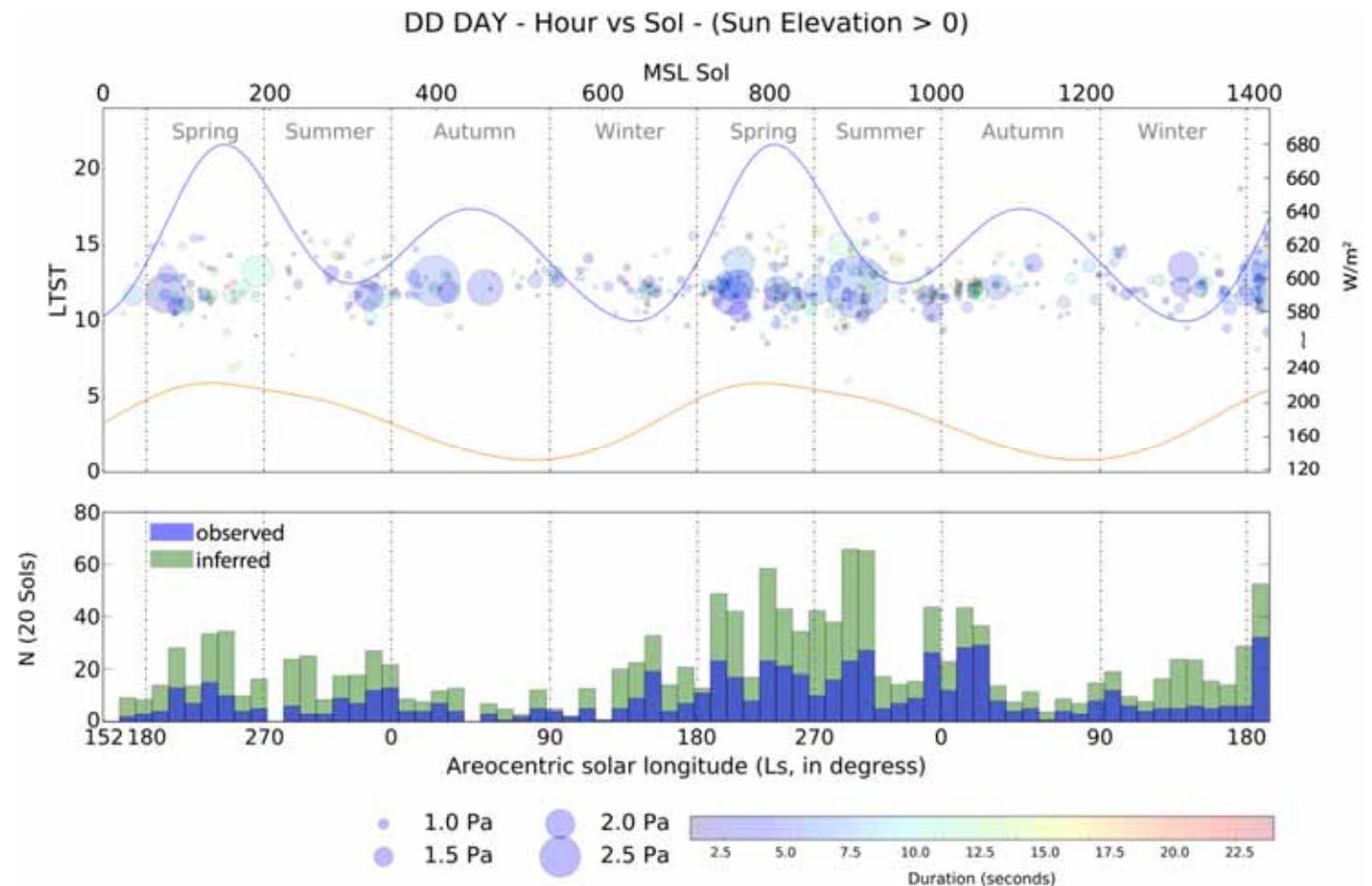
Búsqueda sistemática de Dust Devils

- Dos grupos diferenciados:
 - Diurnos
 - Origen convectivo
 - Centrados al mediodía
 - Más intensos
 - Nocturnos
 - Sin actividad convectiva
 - Primeras horas de la noche
 - En primavera y verano son más numerosos que los diurnos.
 - Menos intensos



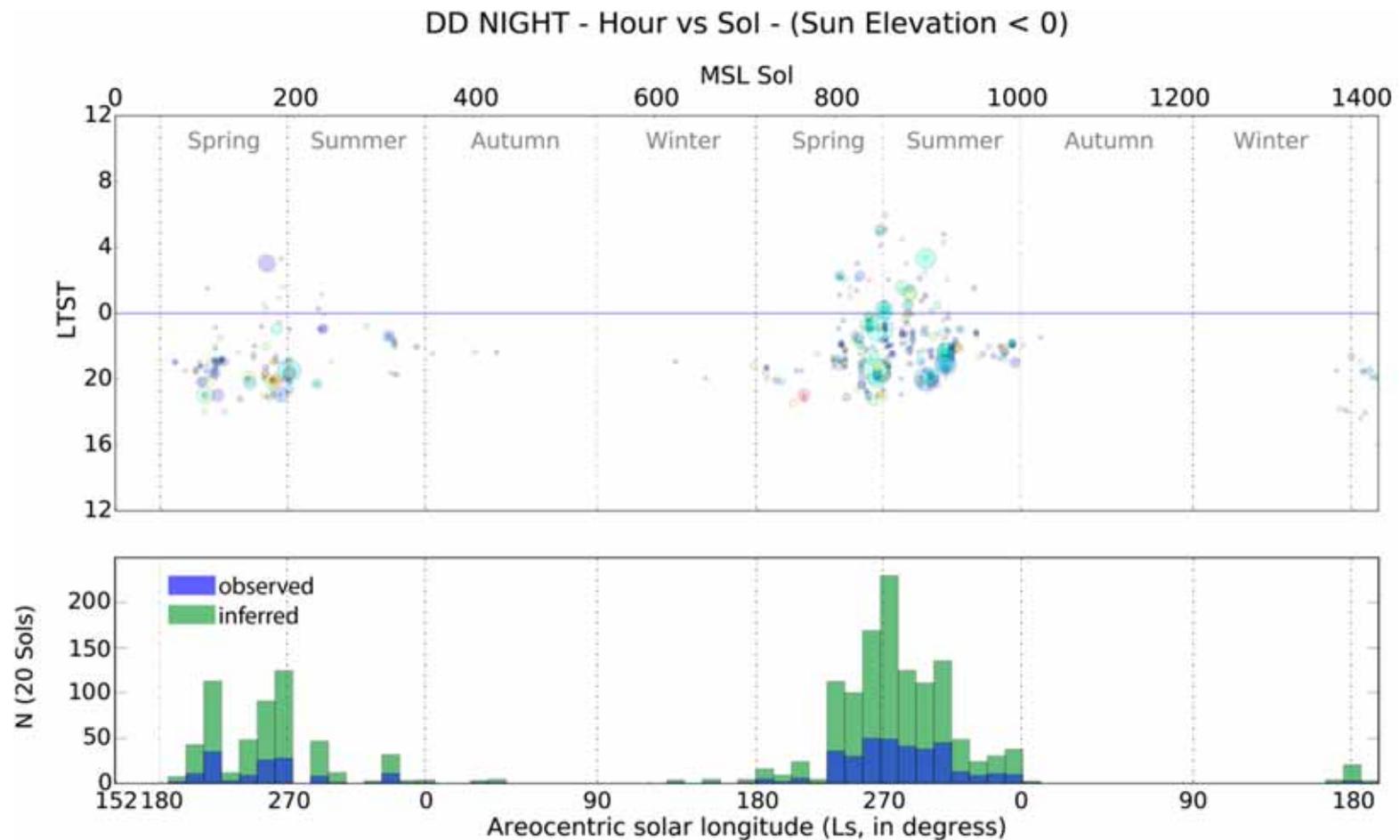
Distribución estacional de diurnos

- Origen convectivo
- Centrados al mediodía
- Más intensos



Distribución estacional de nocturnos

- Marcada estacionalidad: primavera y verano
- Fundamentalmente a primera hora de la noche

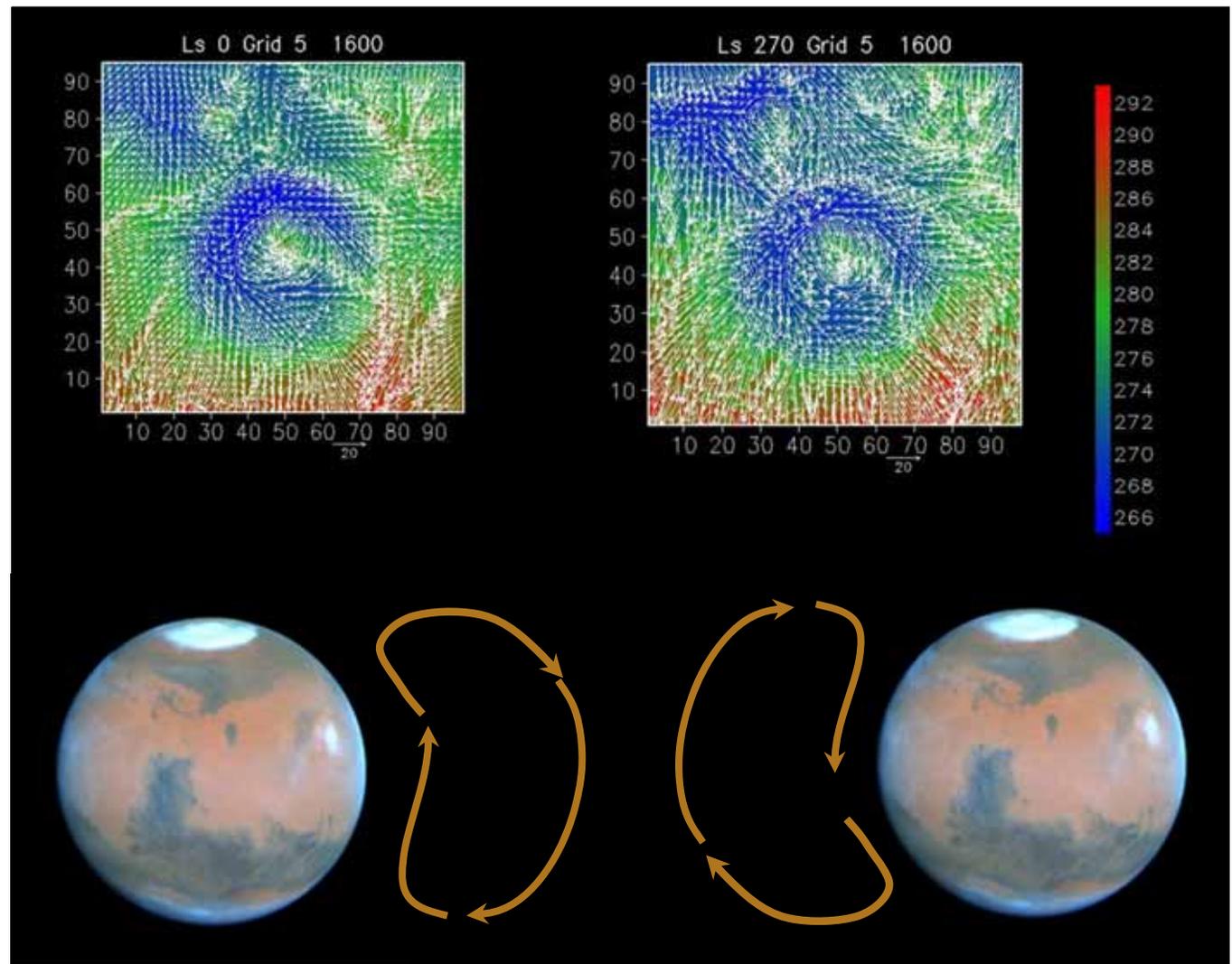


Encaje con MRAMS

Pla-García et al., 2015. The meteorology of Gale Crater as determined from Rover Environmental Monitoring Station observations and numerical modeling. Part I: Comparison of model simulations with observations.

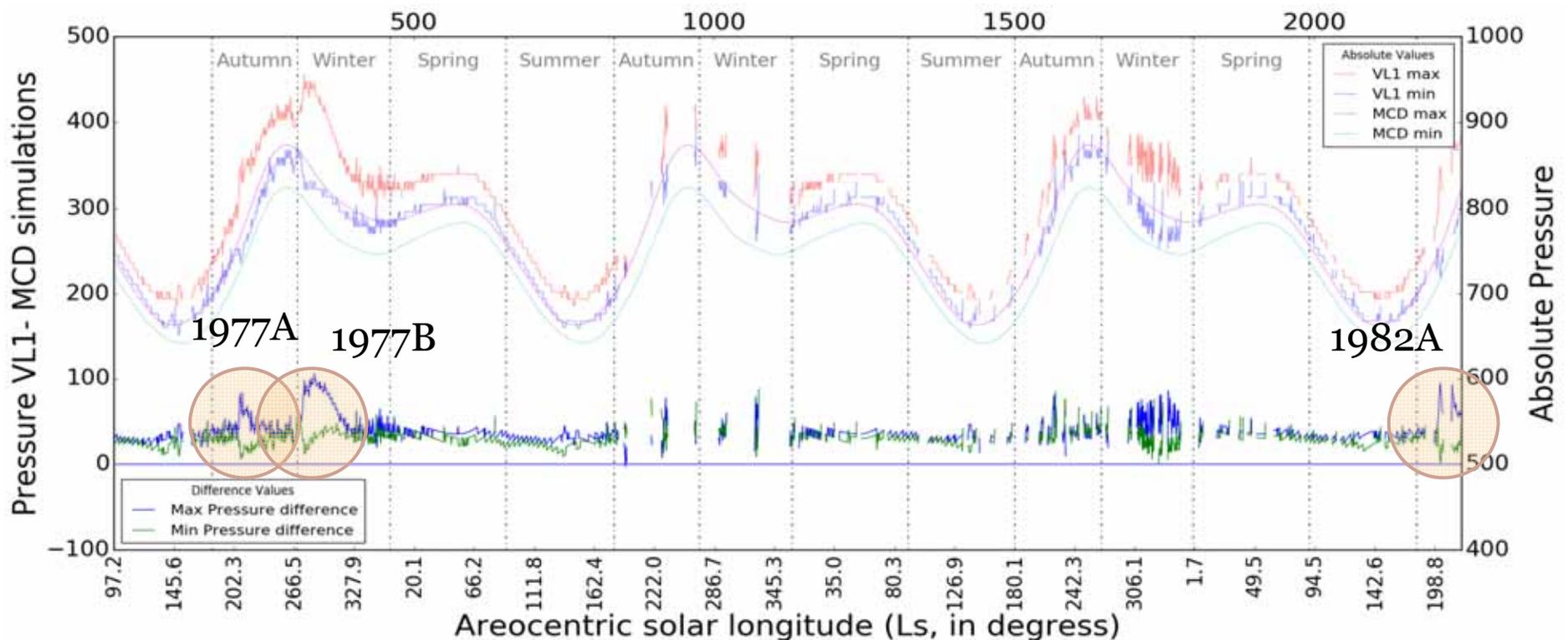
Rafkin et al., 2015. The meteorology of Gale Crater as determined from Rover Environmental Monitoring Station observations and numerical modeling. Part II: Interpretation.

- Habitualmente la dicotomía entre Norte y Sur predomina en el régimen de vientos en Gale.
- Sin embargo en verano, la célula de Hadley es más potente y por la noche es el viento dominante.
- Permite la entrada de aire desde el norte, a través de un antiguo caudal “Peace vallis”.
- Esta entrada anómala de aire frío del norte provoca las turbulencias atmosféricas que REMS detecta.



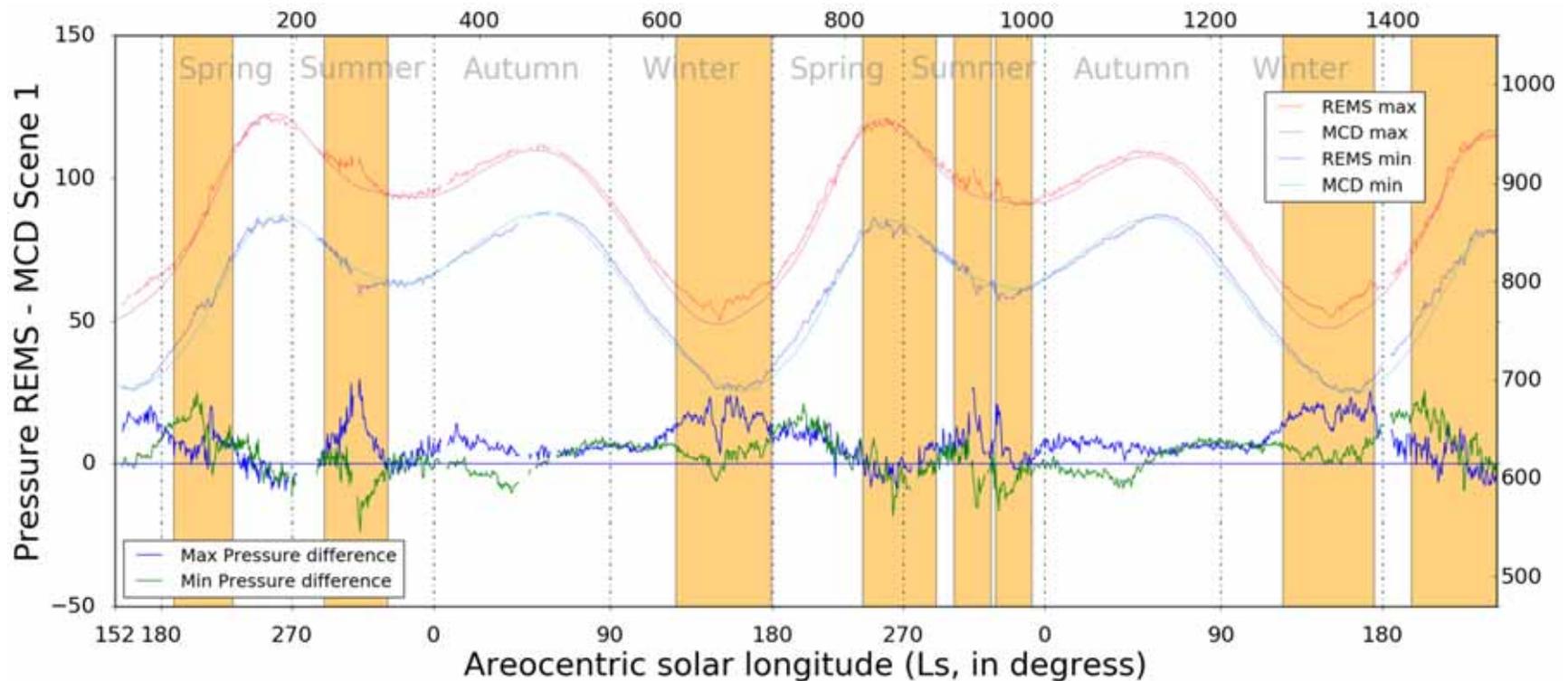
Comparación observaciones con MCD

- **General Circulation Models (GCM)** permiten predecir y simular las condiciones meteorológicas en Marte, incluyendo los puntos en los que han aterrizado las distintas misiones.
- Comparamos los resultados de The Mars Climate Database **MCD** del LMD con los datos tomados in-situ por las diferentes misiones.
- **Eventos peculiares** se muestran en los datos cuando se dan diferencias entre la previsión del modelo y lo realmente observado.
- **Validamos el método con los datos de VL1 y VL2**, y la presencia de 3 tormentas de polvo.



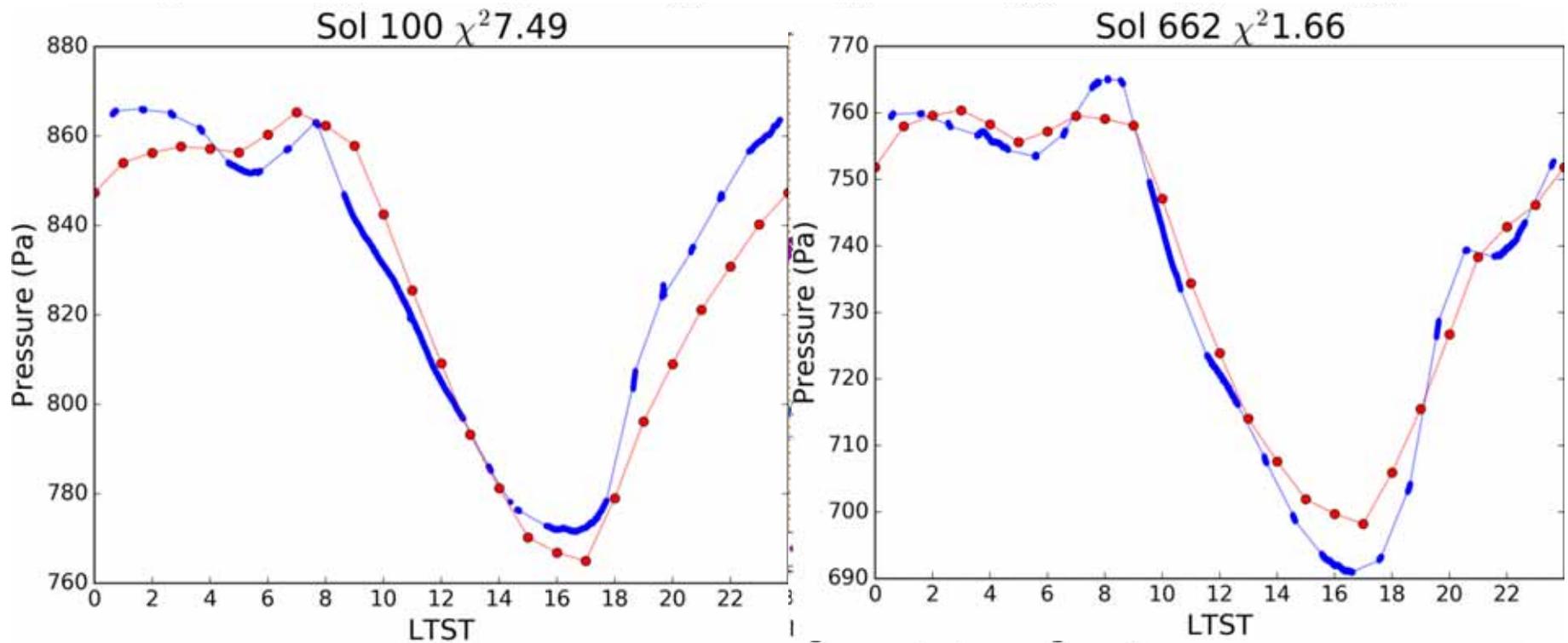
Comparación de MCD con datos de Presión de REMS

- Encontramos 7 desviaciones entre lo observado y el modelo
- Análisis χ^2 sol a sol
- Búsqueda de correlación con opacidad
- Relación con amplitud de armónicos



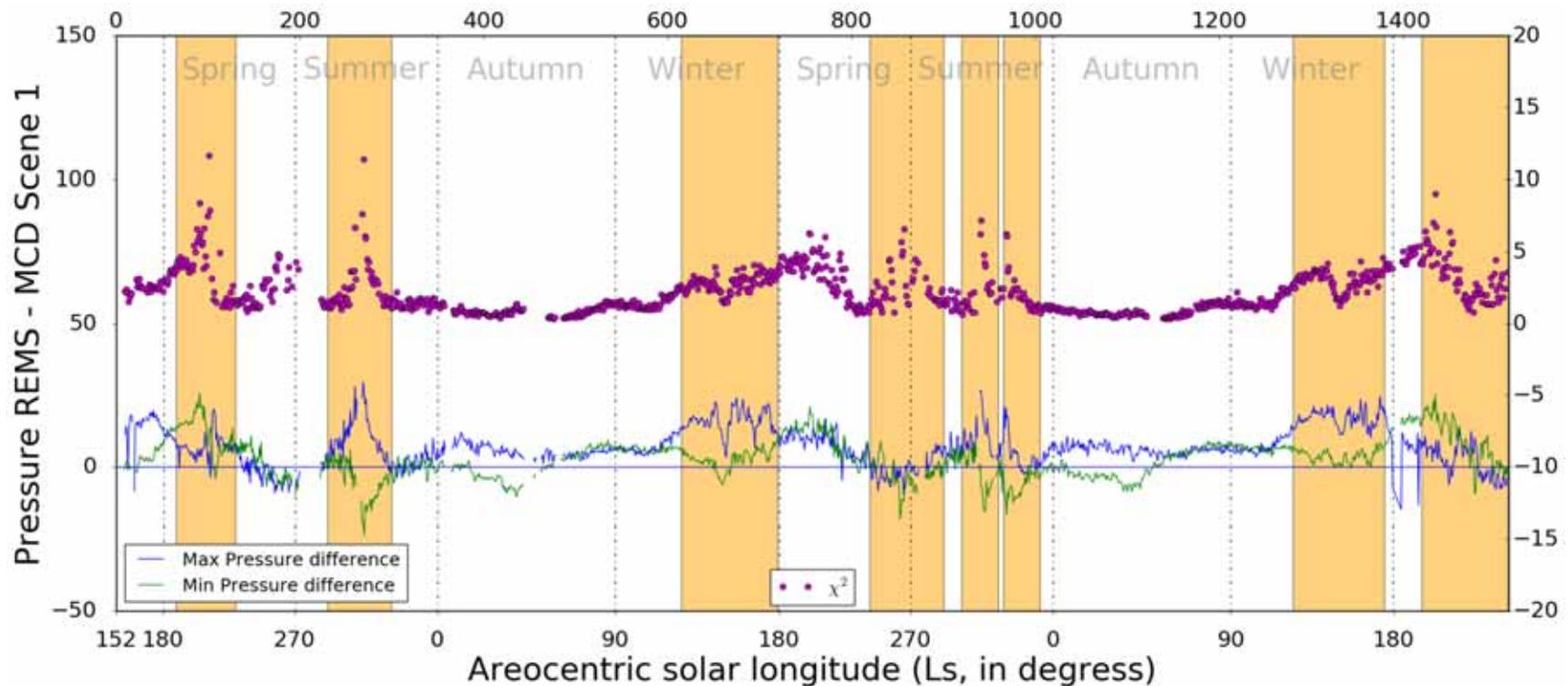
Comparación de MCD con datos de Presión de REMS

- Encontramos 7 desviaciones entre lo observado y el modelo
- Análisis χ^2 sol a sol
- Búsqueda de correlación con opacidad
- Relación con amplitud de armónicos



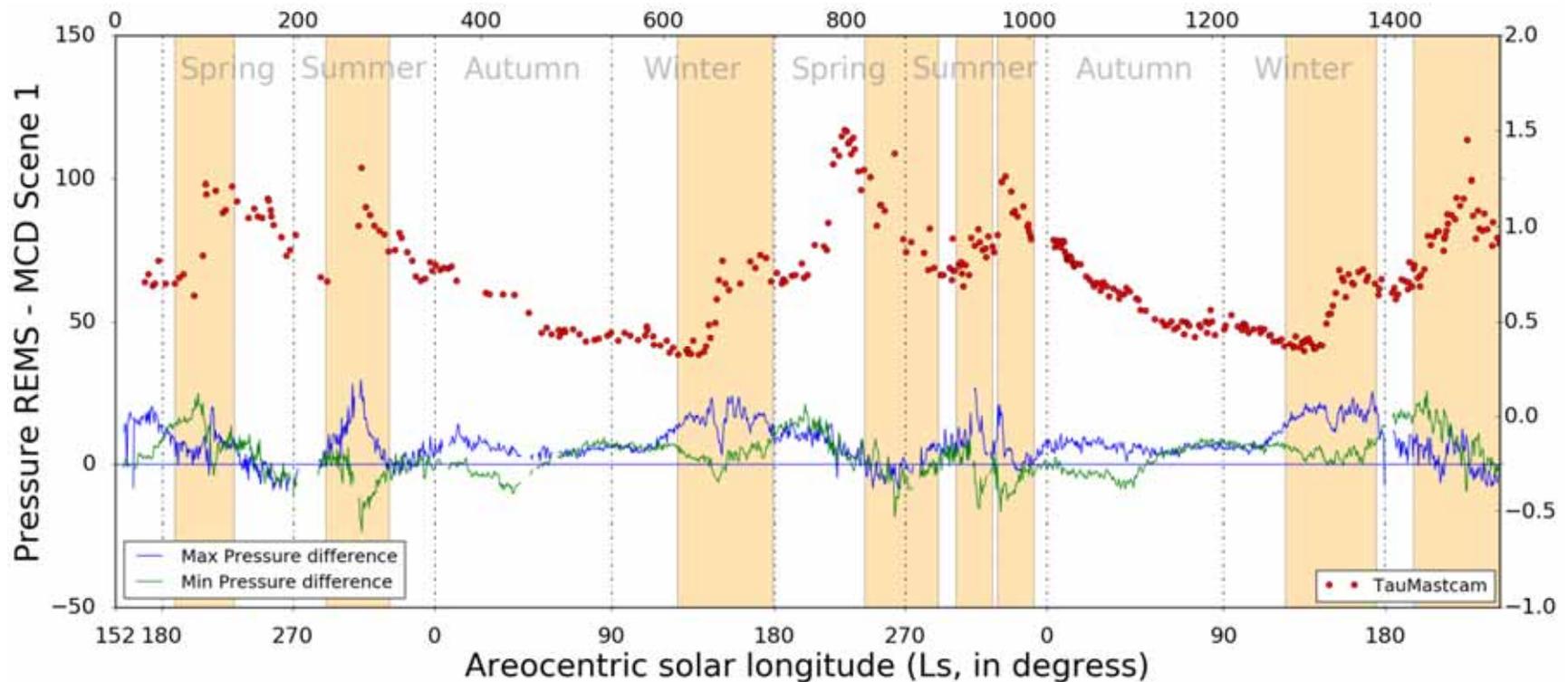
Comparación de MCD con datos de Presión de REMS

- Encontramos 7 desviaciones entre lo observado y el modelo
- Análisis χ^2 sol a sol
- Búsqueda de correlación con opacidad
- Relación con amplitud de armónicos



Comparación de MCD con datos de Presión de REMS

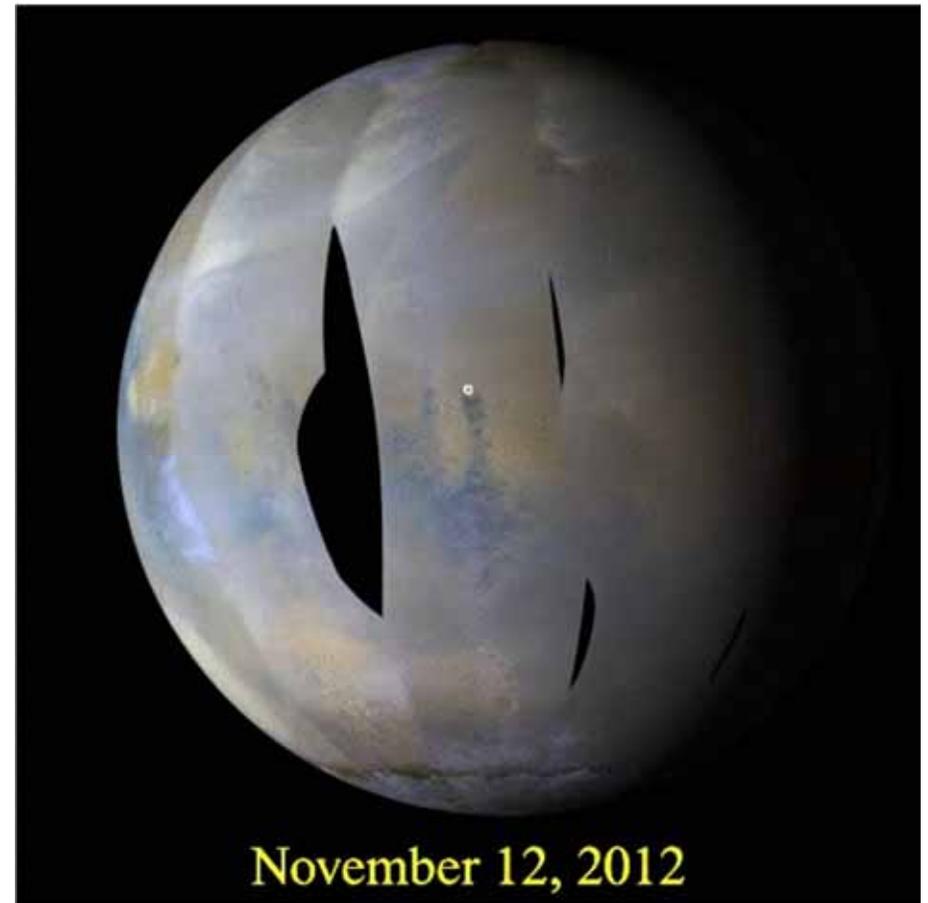
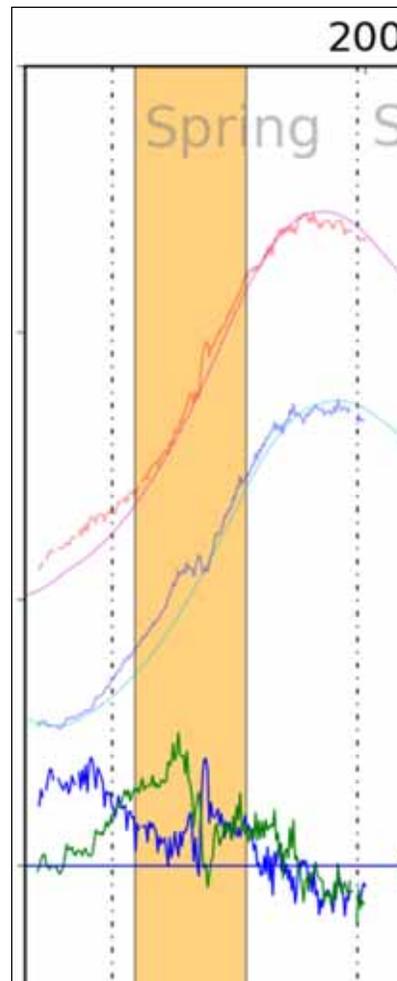
- Encontramos 7 desviaciones entre lo observado y el modelo
- Análisis χ^2 sol a sol
- Búsqueda de correlación con opacidad
- Relación con amplitud de armónicos



Comparación de MCD con datos de Presión de REMS

Sol 101.
17 noviembre 2012

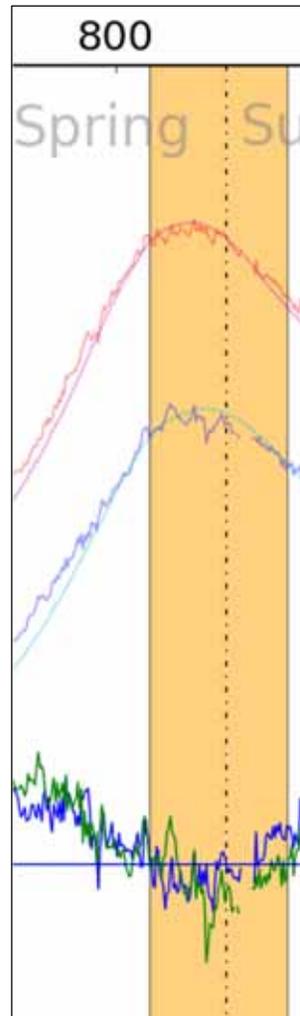
La formación de una tormenta en Hellas parece añadir polvo sobre el cráter Galer, modificando los valores esperados de presión.



Comparación de MCD con datos de Presión de REMS

Sol 854.
31 diciembre 2014

Una tormenta local
introduce polvo
directamente sobre la
posición de MSL.



MEDA

- Estos trabajos se enmarcan también en la futura explotación de datos científicos del instrumento MEDA.
- Más potente que REMS
- Mars Environmental Dynamics Analyzer:
 - Radiation/dust sensor.
 - Pressure sensor.
 - Wind sensor.
 - Air temperature sensor.
 - Surface temperature sensor.
 - Relative humidity sensor.



Meteorología marciana con MSL/RMS

Caracterización de 'Dust Devils' y comparación de datos estacionales con modelos

Iñaki Ordóñez-Etxeberria, Ricardo Hueso, Agustín Sánchez-Lavega
Departamento de Física Aplicada I, E.T.S. Ingeniería, Universidad del País Vasco



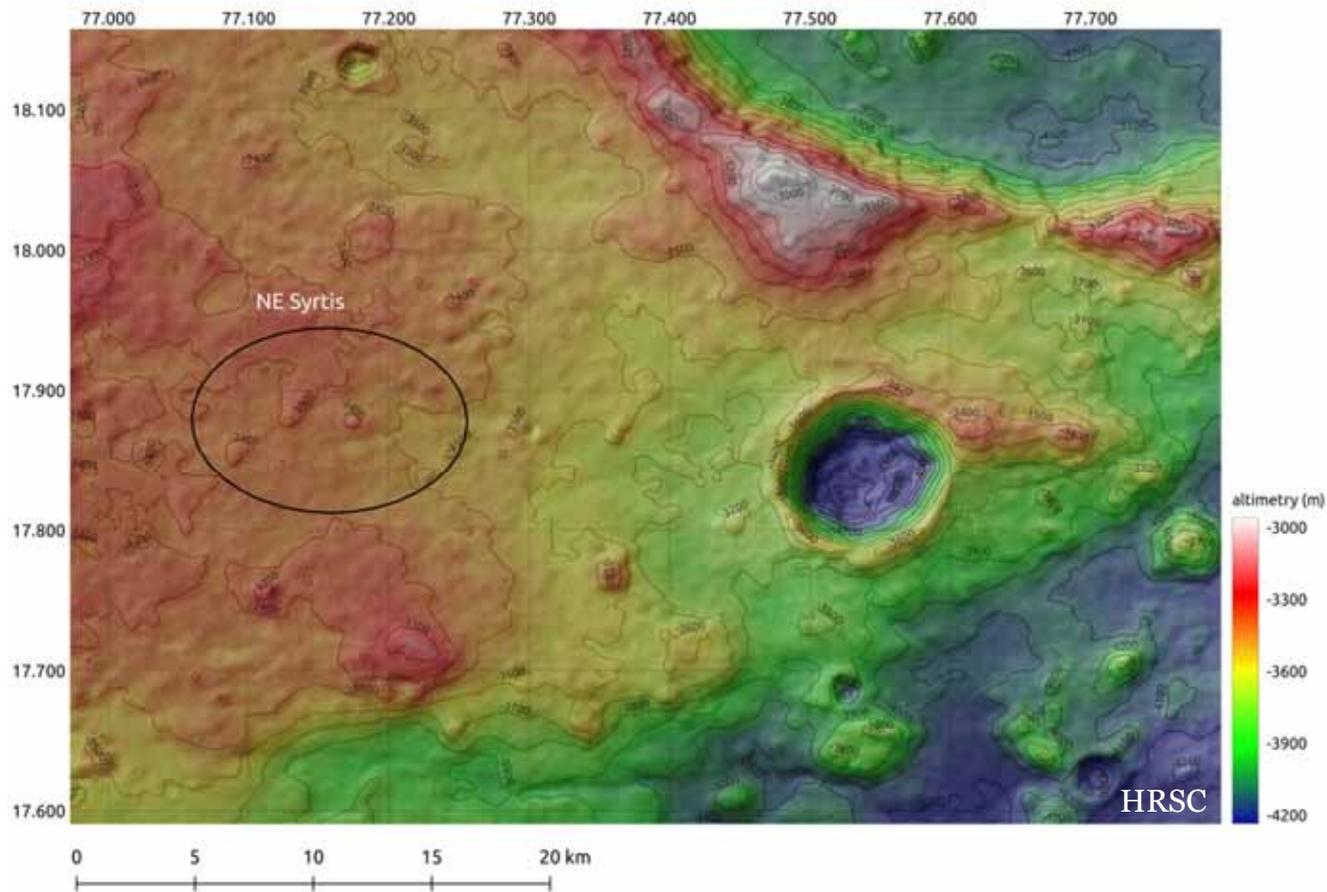
Grupo de Ciencias Planetarias



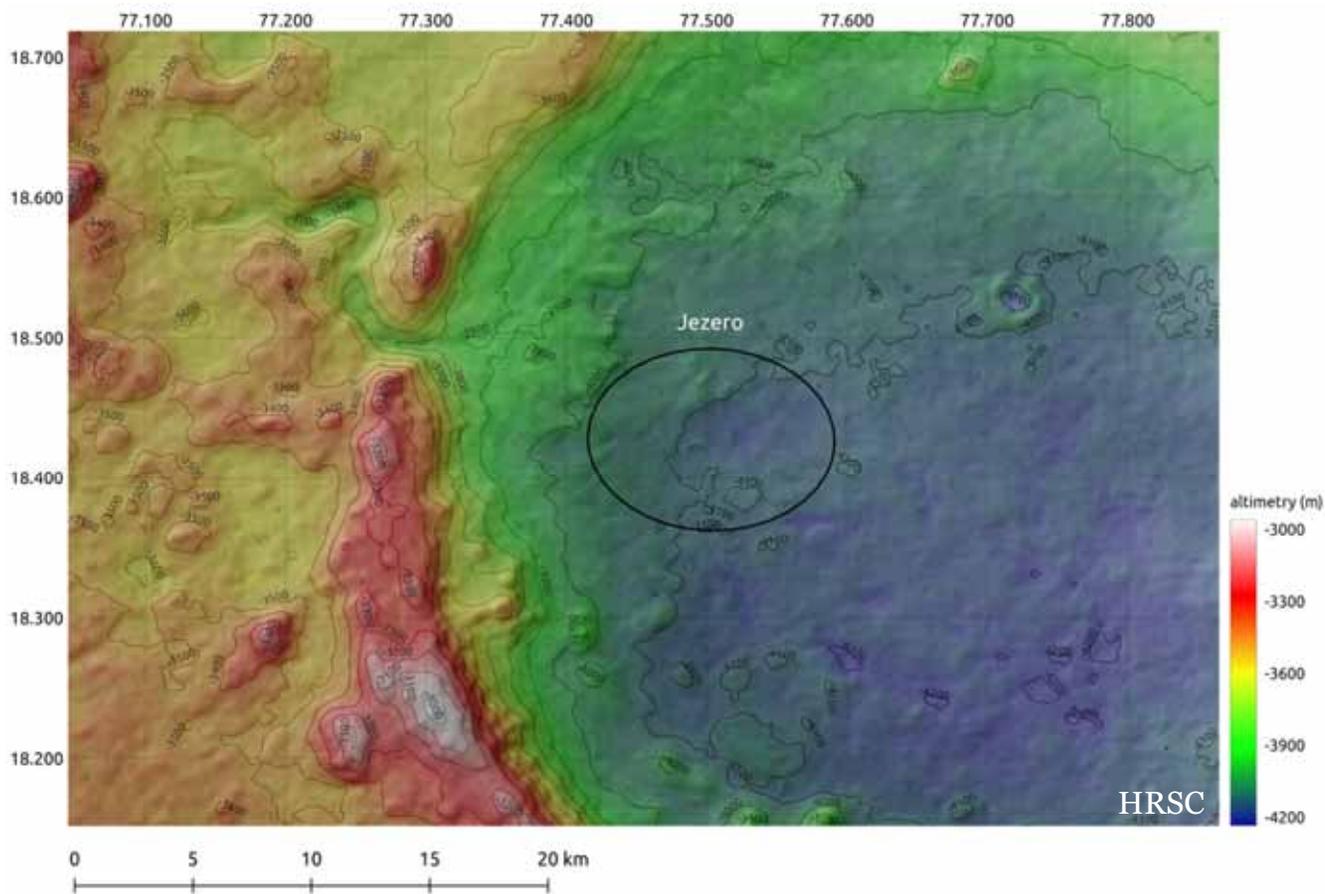
Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

MEDA



MEDA



Las dos
mismas
tormentas
detectadas
por VL1 y VL2

