



La importancia del control térmico en

CARMENES



Presentación Calar Alto

Este año celebramos los 50 años de su inauguración
Altitud unos 2200 mts situado en Almería
Disponemos de 4 telescopios principales y varios auxiliares
3,5 mT diámetro 30 mts altura 40 mts (~15 plantas)

Calar Alto high-Resolution search for M dwarfs with Exoplanets with Near infrared and optical Echelle Spectrographs CARMENES

Carmenes busca Exoplanetas en la zona habitable (gravedad, temperatura, etc)

Un poco de Historia:

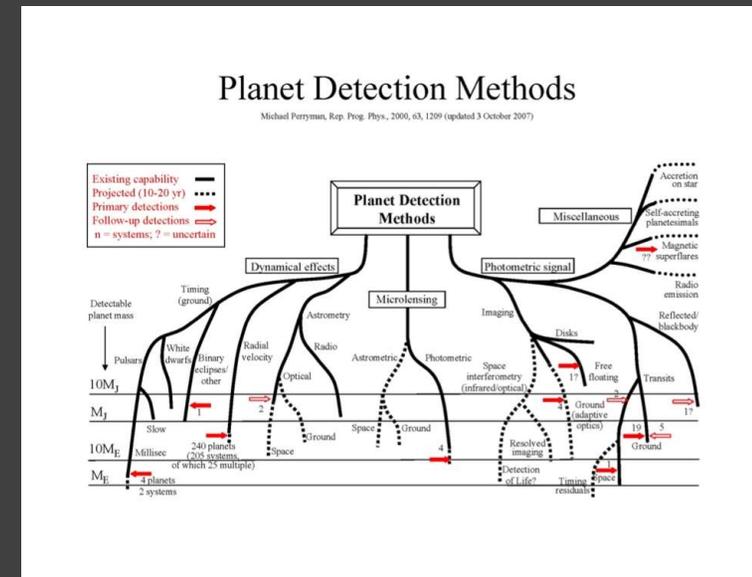
- 2009 – 01 Estudio fase A
- 2009 – 10 Fin CDR (Diseño conceptual)
- 2012 – 04 Fin FDR (Diseño Final)
- 2015 – 12 Comisionado
- 2016 – 03 Fin comisionado y comienzo de operación

Características:

- Rango longitud de onda 520 – 1710 nm sin gaps
- Resolución Espectral Vis 94,600 – NIR 80,400

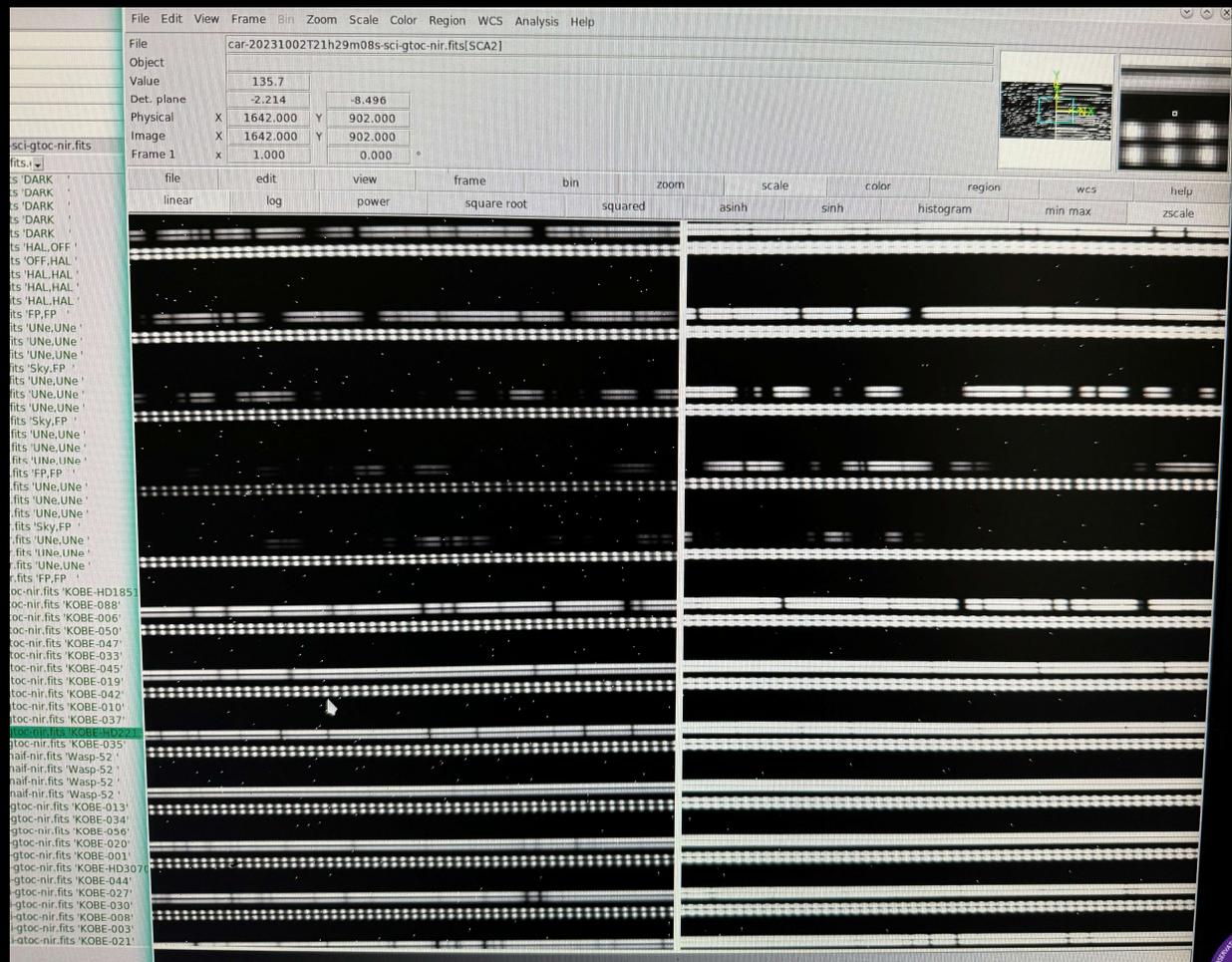
Algunos métodos de detección:

- Luz reflejada (10x masa Júpiter)
- Tránsitos (10x masa Tierra)
- Velocidades Radiales (~ masa de la tierra)

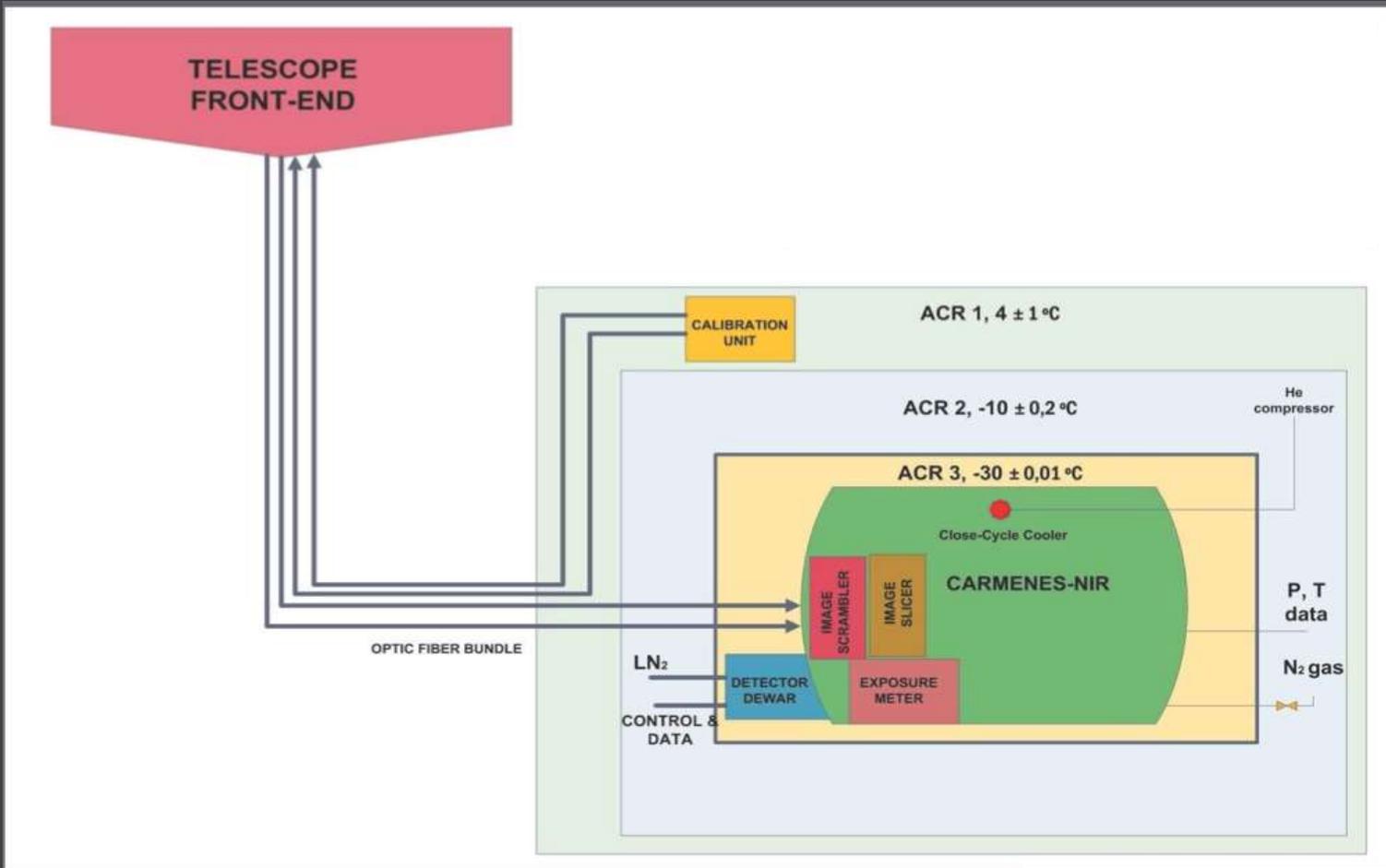


Medimos el desplazamiento de las líneas espectrales respecto a las de las lámparas de calibración

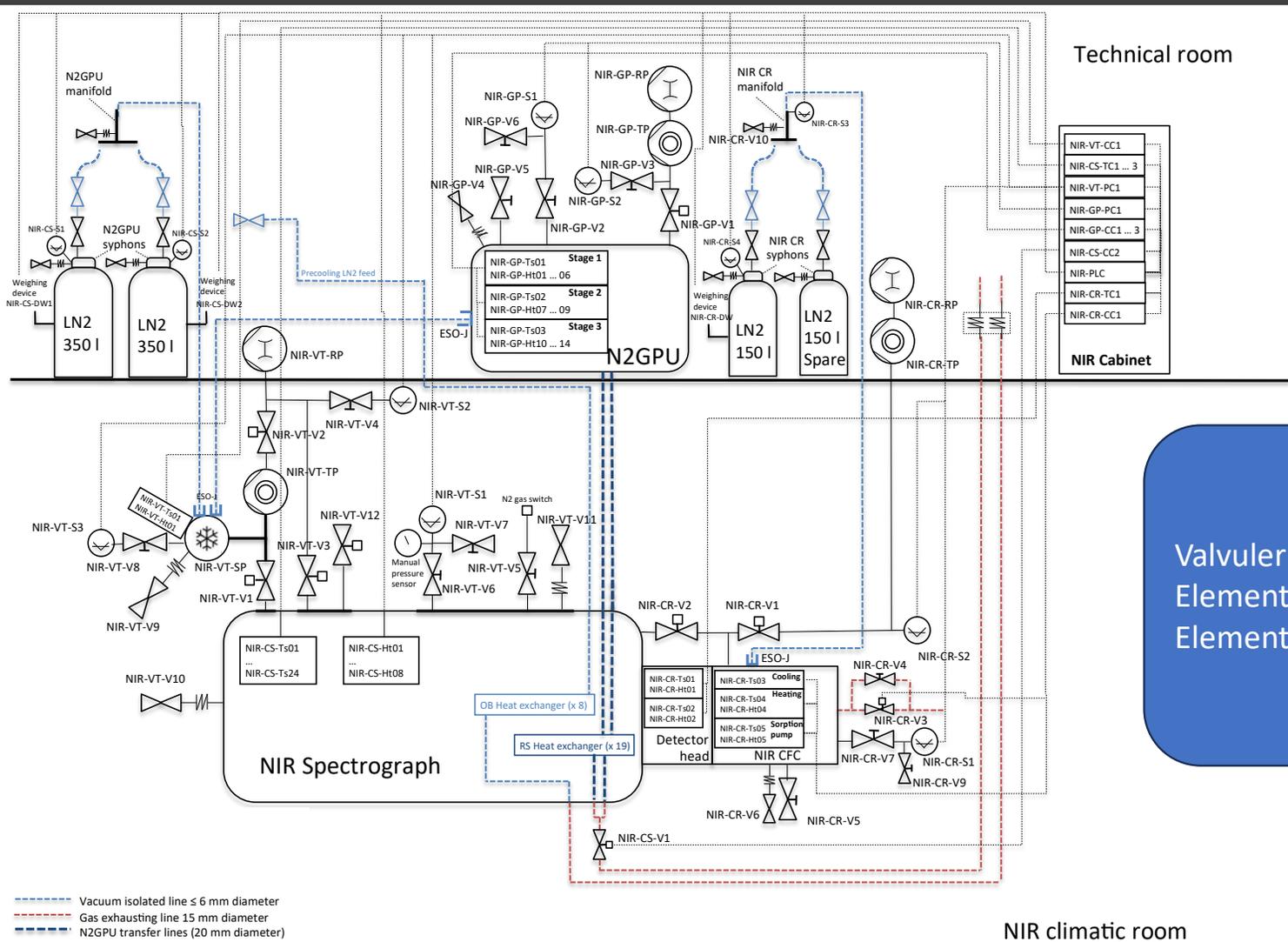
Cualquier variación de temperatura en el sistema provoca un desplazamiento de las líneas por dilatación/contracción mecánica de elementos ópticos



Funcionamiento esquemático de Carmenes

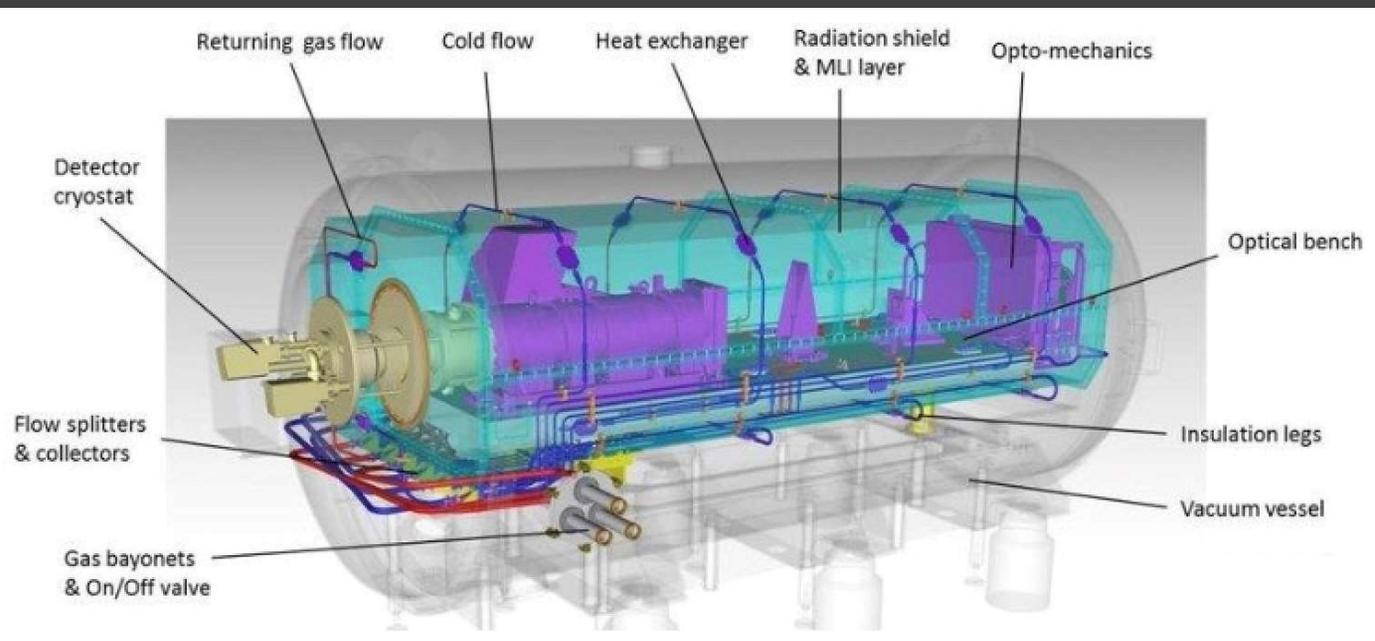


- 2 Fibras de cielo:
 - Objeto
 - Cielo
- 2 Fibras de Calibración:
 - Lámparas FP
 - Lámparas espectrales



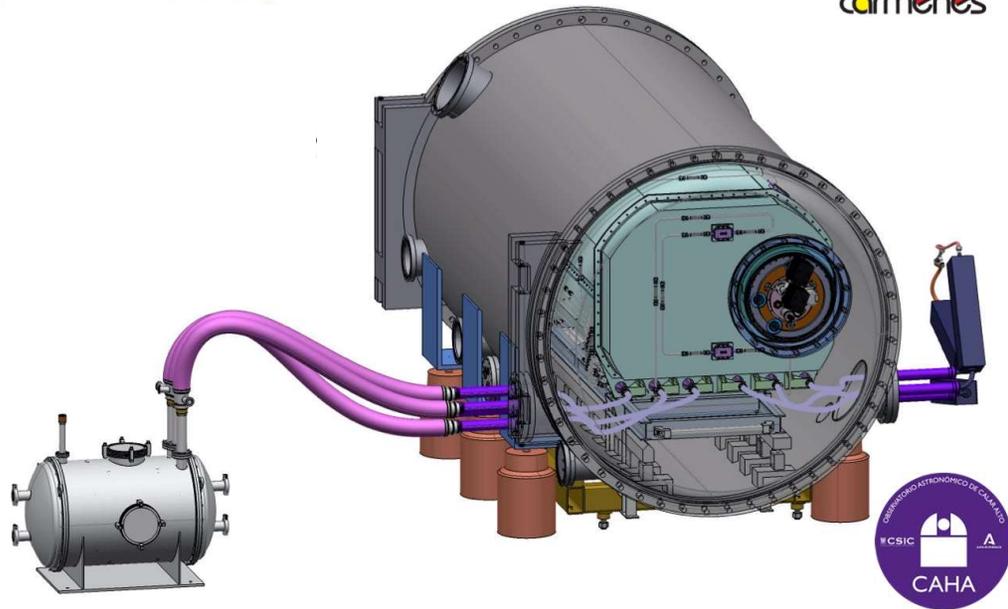
Valvulería criogénica y vacío
 Elementos de control térmico
 Elementos de seguridad

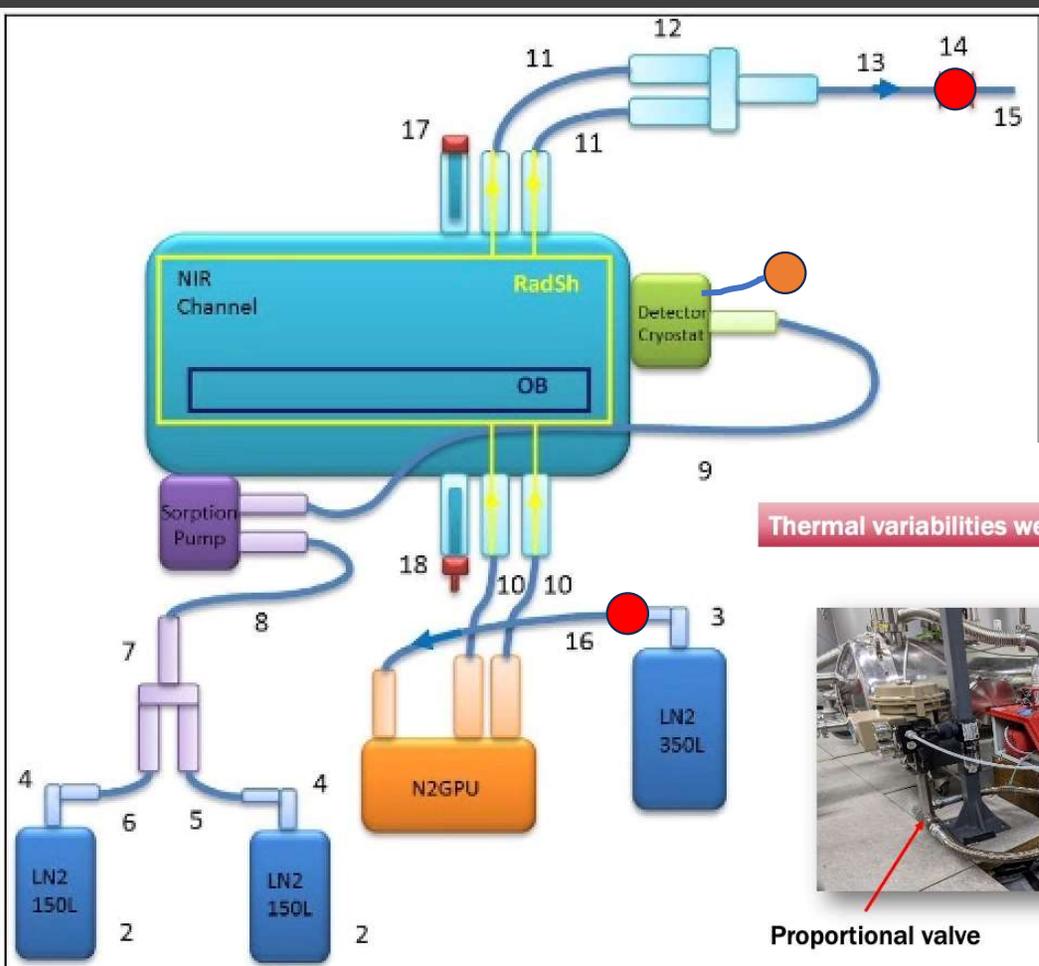
NIR climatic room



Pongámonos en contexto:

- N2GPU: Unidad de preparación de N2
- VT: Tanque que contiene la Óptica al vacío y Temperatura constante





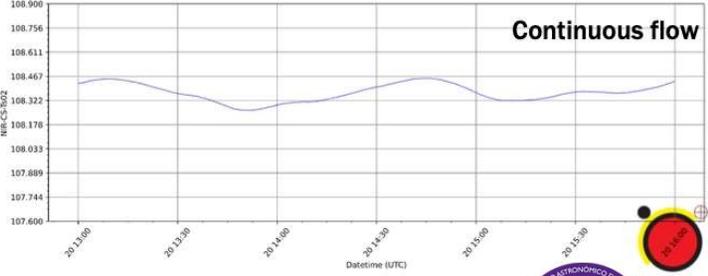
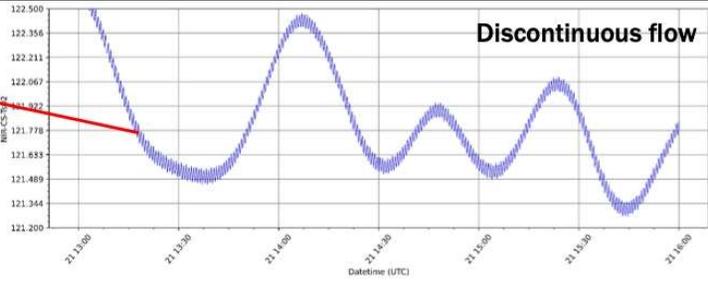
Mejora 1:
 Cambio de válvulas tipo on/off por proporcionales
 Mejora sustancial en la estabilidad térmica del RS

Thermal variabilities were reflected in RV



Proportional valve

ON/OFF valve



Mejora 2:

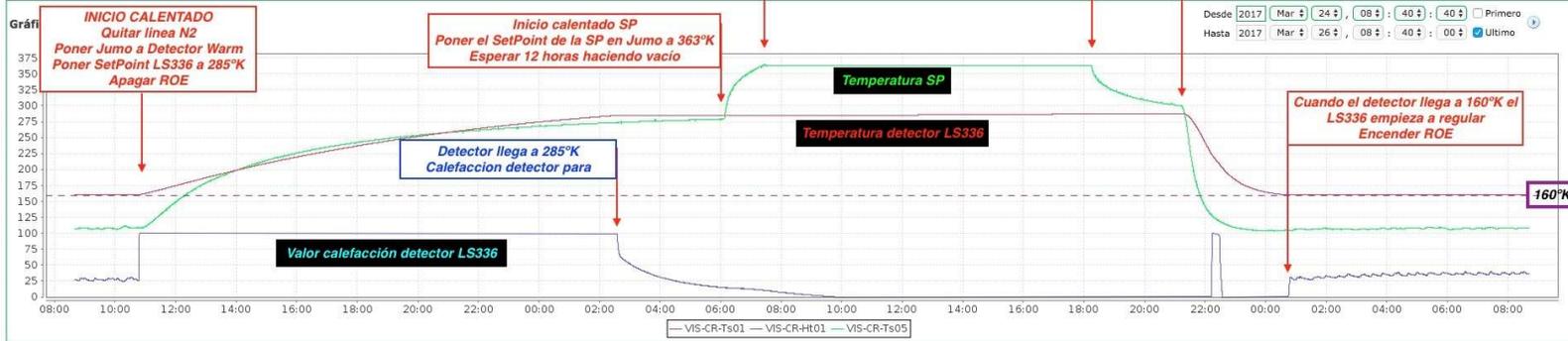
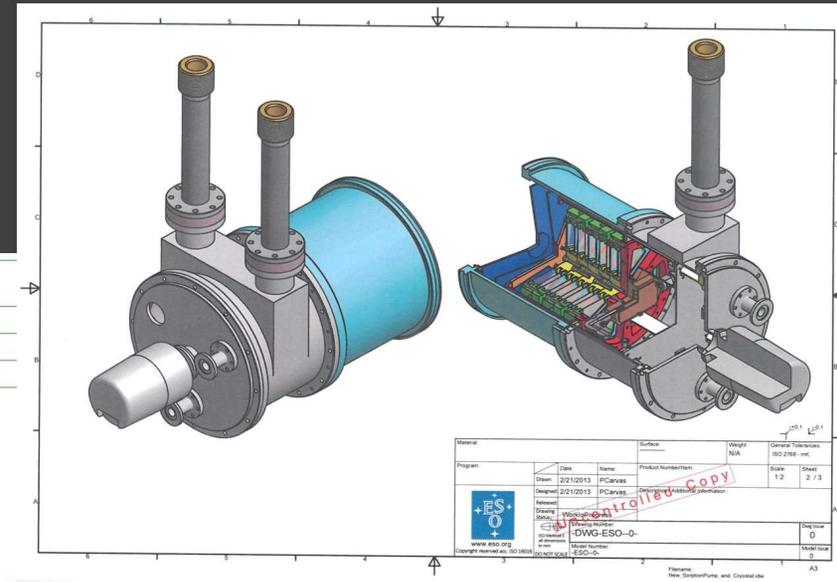
Establecimiento de la periodicidad en la regeneración de las Sorption Pumps:

- NIR CR
- NIR VT
- VIS CR
- VIS VT

- Puntos**
- ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt0)- Fallo ¿?
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt1)- Fallo ¿Reset Alarmas?
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt2)- Fallo Coimatacion Filtro
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt3)- Fallo Caudal de Aire
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt4)- Fallo Tª Sala
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt5)- Fallo Clixon
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt6)- Fallo Variador
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Bt7)- Fallo Termico Ventilador
 - ☑ Ecofred - - CAL Alarma (Word)
 - ☑ Ecofred - - CAL EstadoProp ResCalef
 - ☑ Ecofred - - CAL Mando
 - ☑ Ecofred - - CAL Temp Alarma Max Sala
 - ☑ Ecofred - - CAL Temp Alarma MIN Sala
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt0)- Fallo Bombas Primarias B1
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt1)- Fallo bombas primarias B2
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt10)- Fallo General - Falta 24V
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt12)- Fallo Bombas Secundarias B1
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt13)- Fallo Bombas Secundarias B2
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt14)- Fallo Bombas Primarias B1 Caudal
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt15)- Fallo Bombas Primarias B2 Caudal
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt16)- Fallo Bombas Secundarias B1 BS
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt17)- Fallo Bombas Secundarias B2 BS
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt18)- Fallo Enfriadora
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Bt19)- Fallo Sala tecnica O2
 - ☑ Ecofred - - HID Alarma (Word)
 - ☑ Ecofred - - HID Mando
 - ☑ Ecofred - - HID Temperatura deposito

Lista de Supervisión

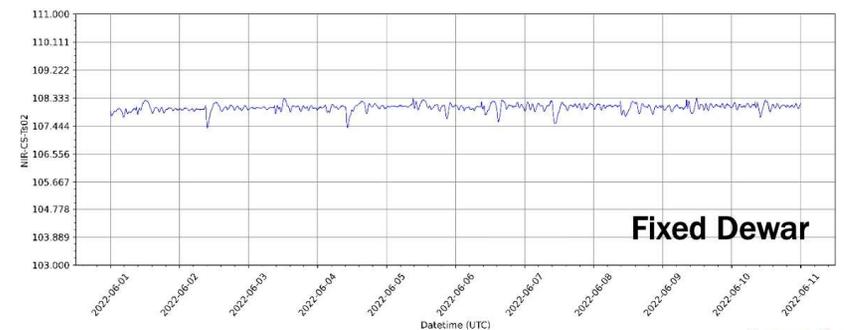
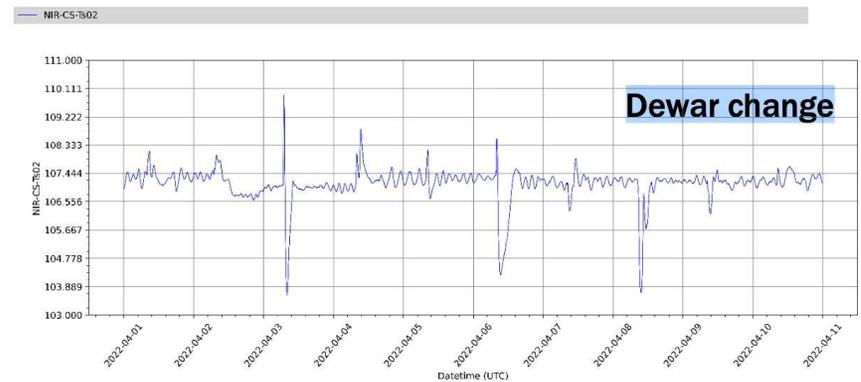
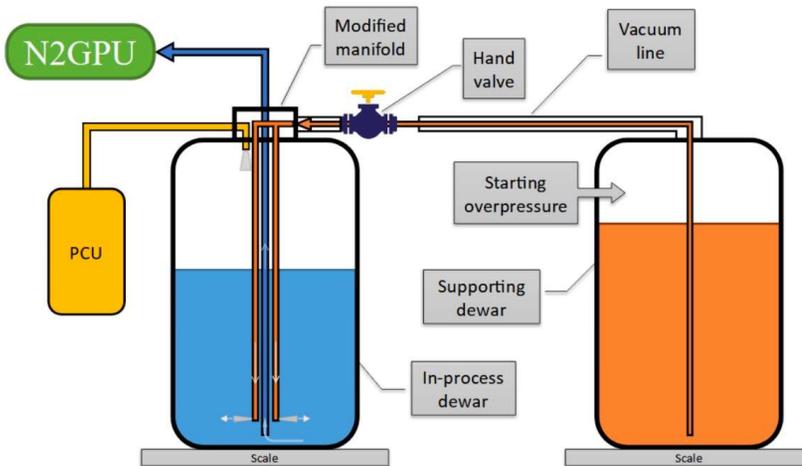
| | |
|--|----------------------------------|
| ☑ VIS-PLC - VIS-CR-S1 MANGO | Valor Vacio en Cryostato CR |
| ☑ VIS-CR-Tc1 (LKS 336) - VIS-CR-Ts01 | Temperatura detector LS336 |
| ☑ VIS-CR-Tc1 (LKS 336) - VIS-CR-Ht01 | Valor calefacción detector LS336 |
| ☑ VIS-PLC - VIS-IS_Ts07 MANGO | Temperatura Banco óptico |
| ☑ VIS-CR-CC1 (IMAGO 500) - VIS-CR-Ts05 | Temperatura SP |



Mejora 3:
Recarga de botella N2 en lugar de sustituirla por una nueva

Fixed dewar feeding the cooling system

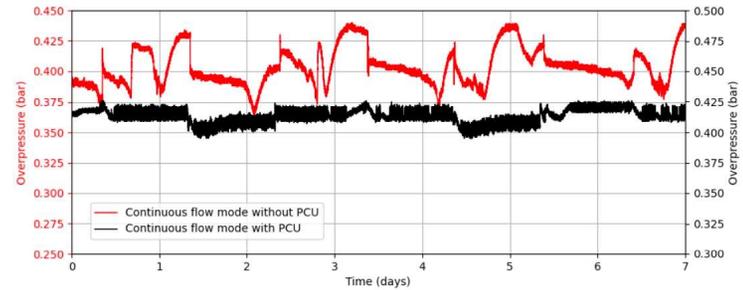
- **Problem:** The daily dewar change causes thermal instabilities that may reach the night and affect the RVs.
- **Proposed solution:** Feed the CS with a fixed dewar that is refilled every day with another supporting dewar.



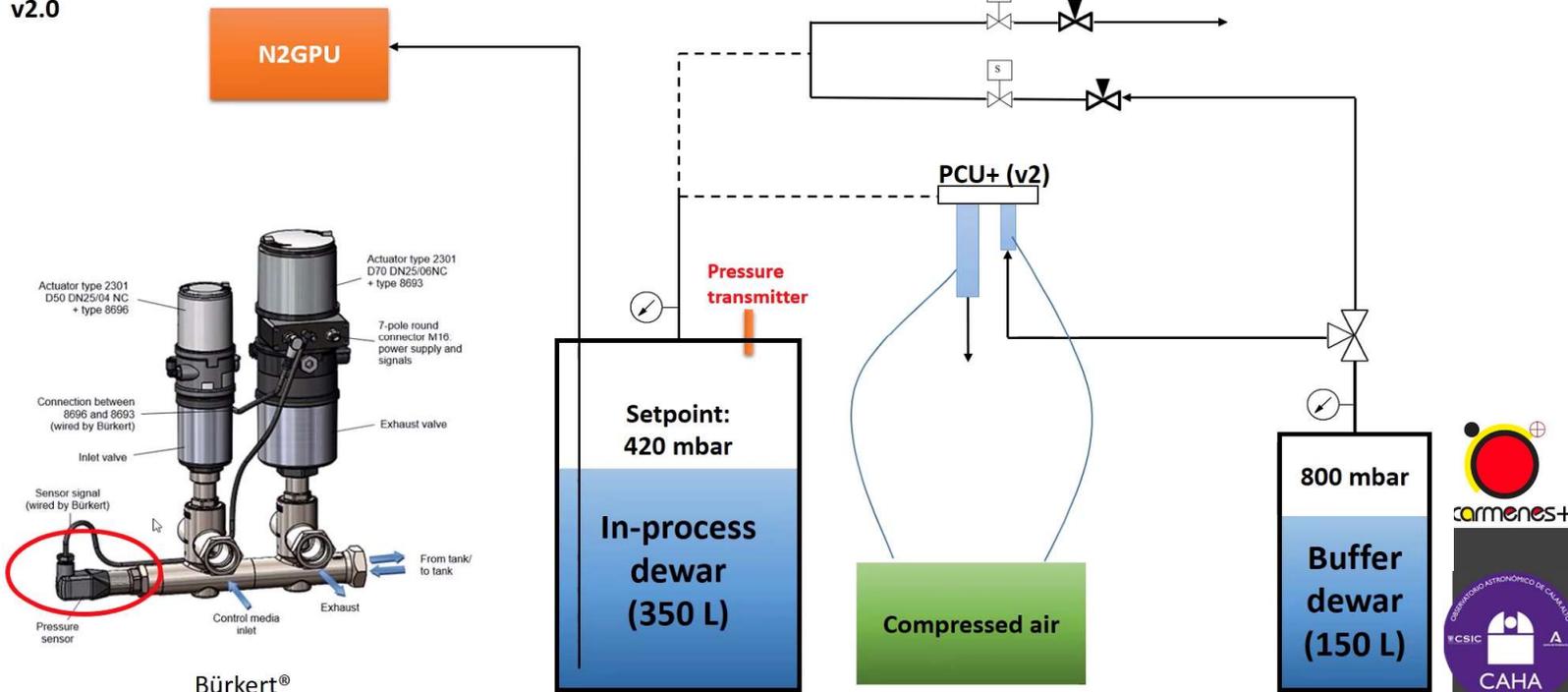
Mejora 4:
Hemos conseguido que la presión de la botella de procesos se mantenga constante gracias a la incorporación de una unidad de control de flujo mediante válvula proporcional

PCU: Pressure Control Unit

- **Problem:** As the LN2 column is reduced inside the in-process dewar, the feeding over-pressure drops.
- **Solution:** This system keeps the in-process dewar feeding pressure within a defined range (0.41 - 0.42 bar)
- A stable feeding pressure leads to a better thermal stability of the CS



PCU+
v2.0

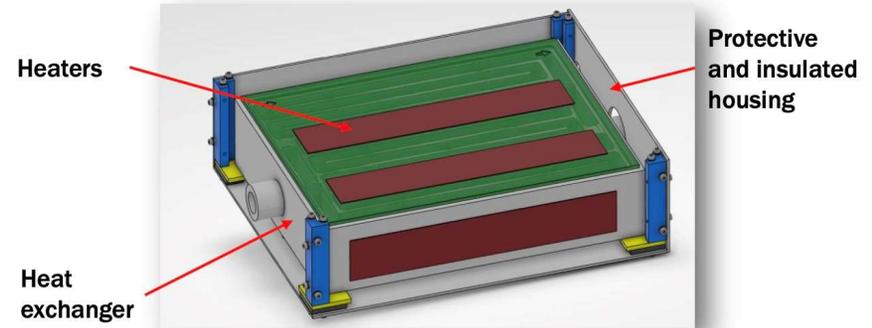
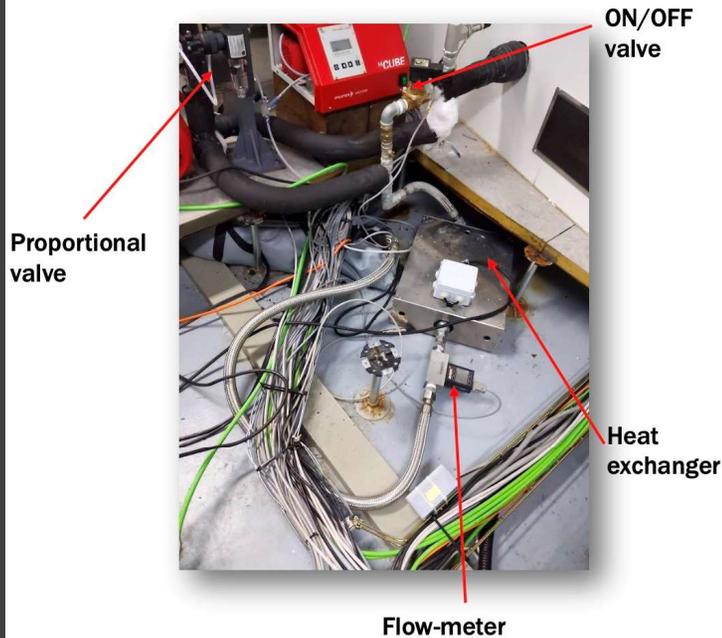


Mejora 5:

- Calentado N2 de salida para evitar su congelación
- Regulación de temperatura Rad Shield mediante el caudal de salida de escape

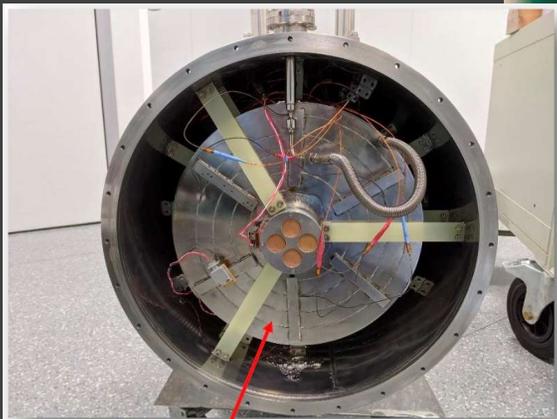
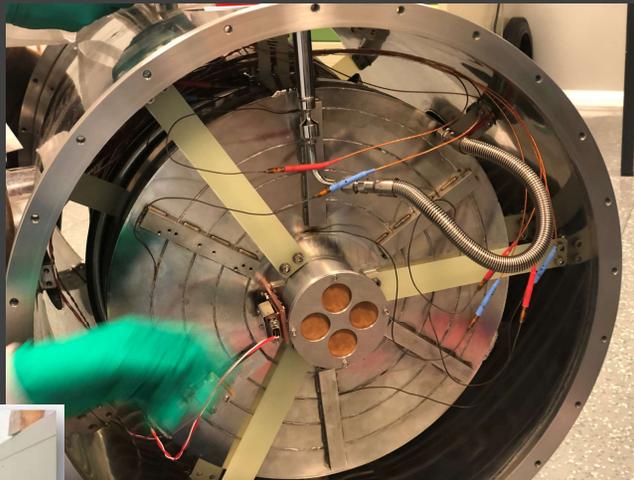
EGWS: Exhaust Gas Warm Up System

- This system consists of a heat exchanger that brings the coolant to room temperature to avoid frost along the exit line.
- EGWS also enables a flow-meter

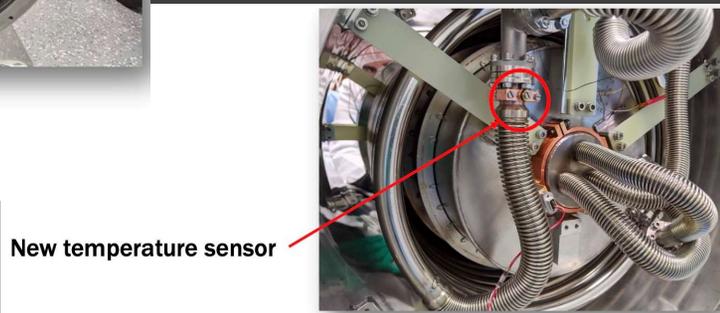


Mejora 6:

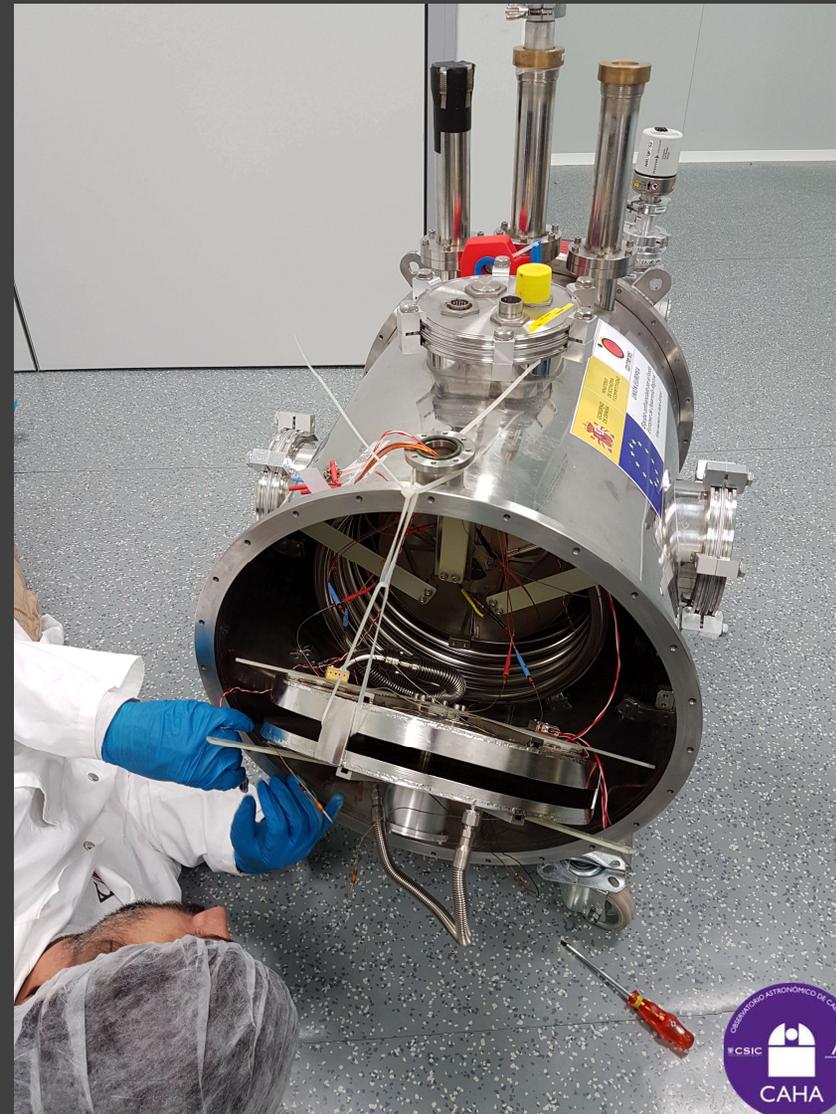
- Cambios internos en la N2GPU (Posición de sensores y calefactores)
- Regeneración SP



N2GPU heat exchanger



New temperature sensor



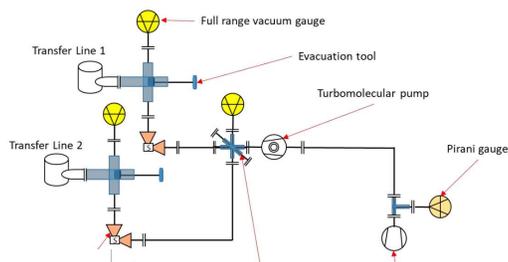
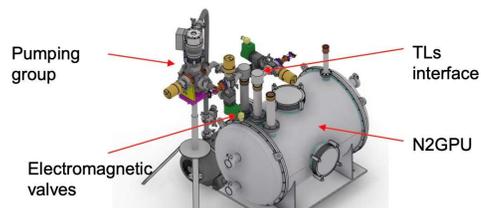
Mejora 7:
Vacío automático
de las líneas N2

AVSTL: Automatic Vacuum System for Transfer Lines

The system keeps the pressure inside the TLs around 10^{-7} mbar

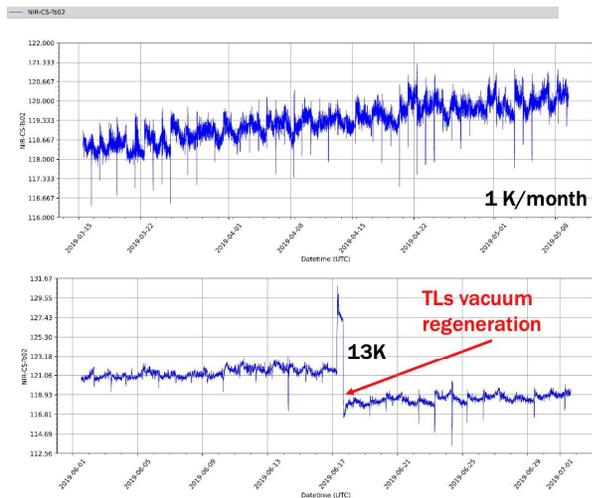


Thermal drifts and thermal jumps due to vacuum degradation are suppressed!



AVSTL: Automatic Vacuum System for Transfer Lines

Problem:



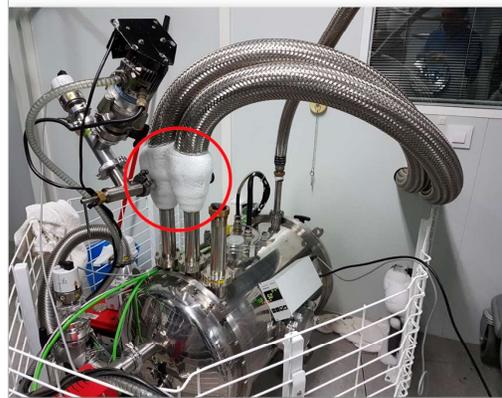
Long-term thermal drift

Impact on RV!



Thermal jumps

AVSTL: Automatic Vacuum System for Transfer Lines



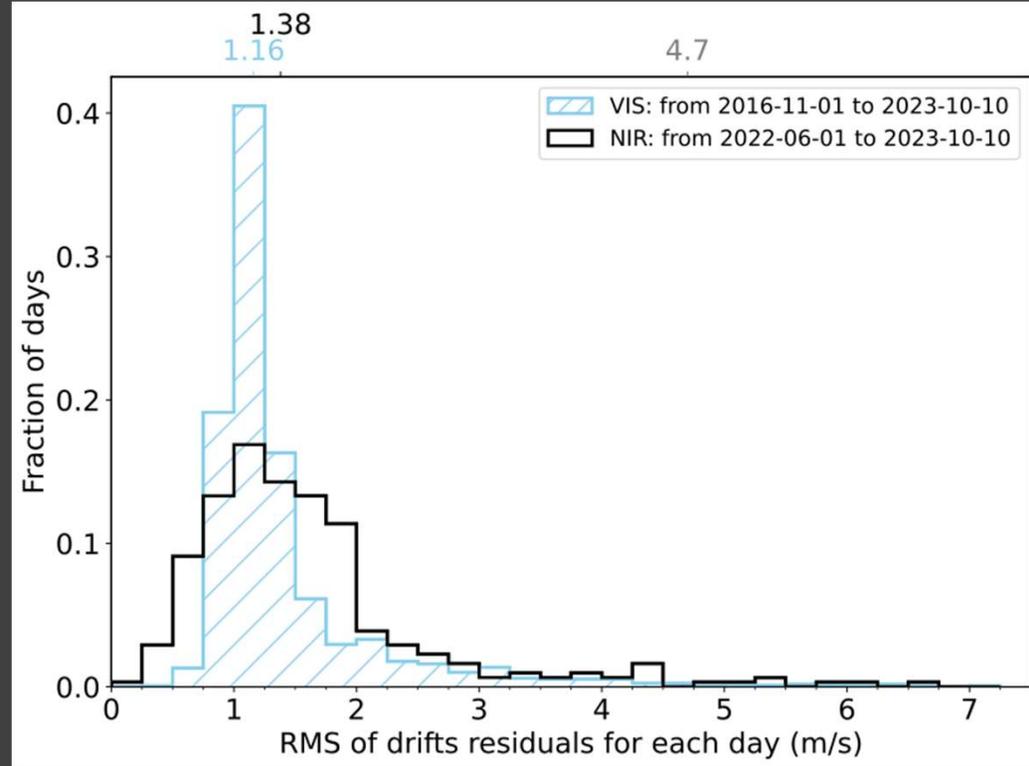
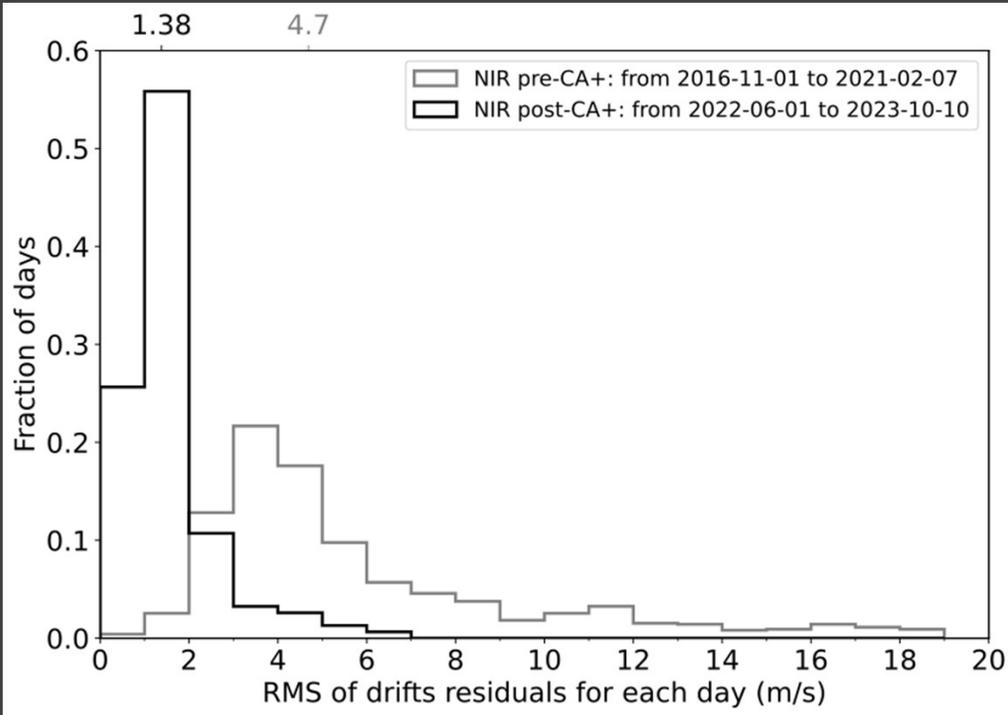
Before AVSTL



AVSTL

Resultados tras las últimas mejoras:

Canal NIR tras últimas actuaciones



Comparativa canales NIR-VIS

Logros:

- Primera exotierra (Teegarden C) Planeta más parecido a la Tierra
- Primera detección de O₂ en un Exoplaneta
- Primera detección de Si en un Exoplaneta



<https://www.caha.es/es/noticias/notas-de-prensa/detectan-oxigeno-por-primera-vez-en-la-atmosfera-de-un-exoplaneta-muy-caliente>

<https://www.caha.es/es/noticias/notas-de-prensa/la-supertierra-mejor-estudiada-hasta-la-fecha>

<https://www.caha.es/es/noticias/notas-de-prensa/dos-exotiemras-detectadas-en-la-zona-habitable-de-la-cercana-estrella-enana-roja-gj-1002>

<https://www.caha.es/es/noticias/notas-de-prensa/carmenes-estudia-la-mas-hinchada-de-las-atmosferas-exoplanetarias>



Los Grandes Retos en el estudio de exoplanetas:

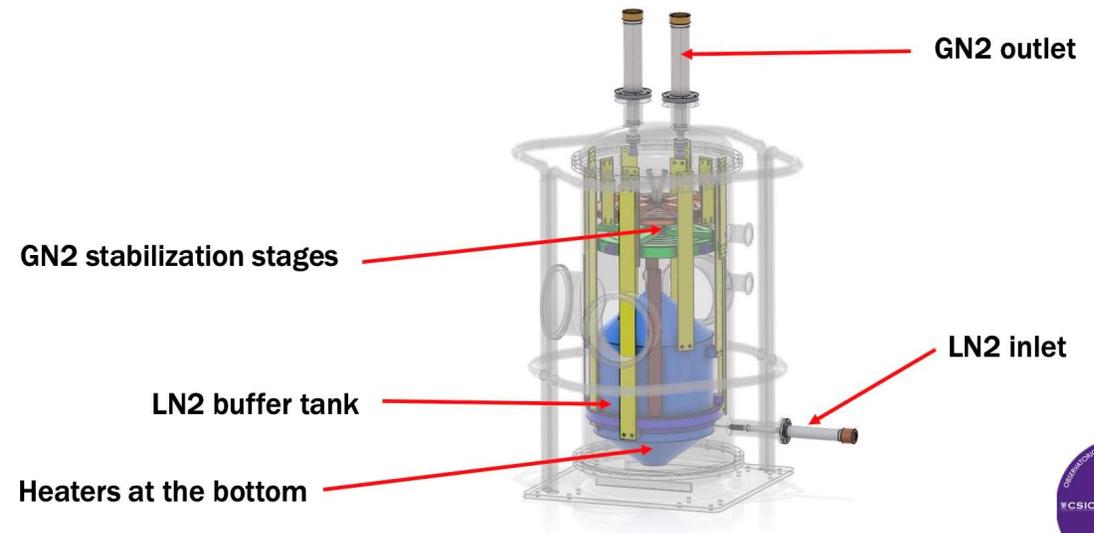
- Estudio de Arquitecturas planetarias en estrellas tipo solar
- Estudio de Atmósferas en gran diversidad de planetas
- Estudio de la Geología, la Climática y procesos fisico-químicos en exoplanetas
- ¿Está dominada la atmósfera exoplanetaria por N₂/CO₂?
- ¿Qué porcentaje de H₂O hay en los exoplanetas?
- ¿Hay presencia de gases con biomarcadores?
- Estudio de Exo-cometas

A día de hoy estamos trabajando en nuevas mejoras:

- Unidades de calibración
- Investigar nuevas fuentes de errores

Future work...

- Refill the in-process dewar every 2 days (**on going**)
- Make the refilling process automatic
- Improve the control of the proportional valve (Migration from NIR PLC to CA+ PLC) (**on going**)
- and we still have a PLAN B! An ambitious and comprehensive solution → N2GPU-Evo(lution)!





Gracias por vuestra atención

Jens Helmling