


Encuentro RIA-AstroMadrid  
Desarrollo de instrumentación astronómica en España  
Perspectivas y estrategia para la próxima década  
25-27 septiembre, 2013



RIA  
RED DE INFRAESTRUCTURAS DE ASTRONOMÍA

# The Raman laser spectrometer (RLS) on the Exomars ESA 2018 rover mission

**Fernando Rull, Eva Diaz and the RLS team**



**Centro de Astrobiología CSIC-INTA, INTA  
Unidad Asociada UVA-CSIC al CAB**

# El Programa ExoMars

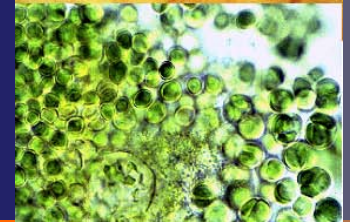
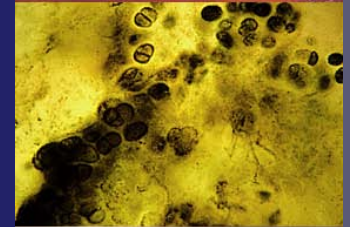
## Objetivos originales ExoMars

### OBJETIVOS DE DEMOSTRACIÓN TECNOLÓGICA

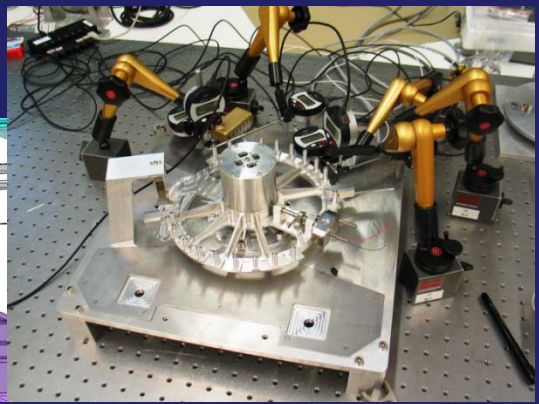
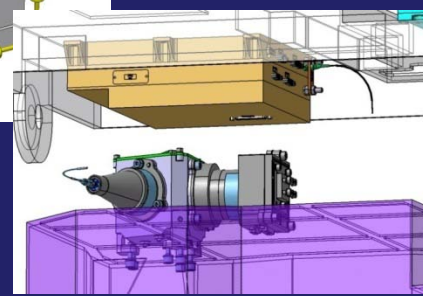
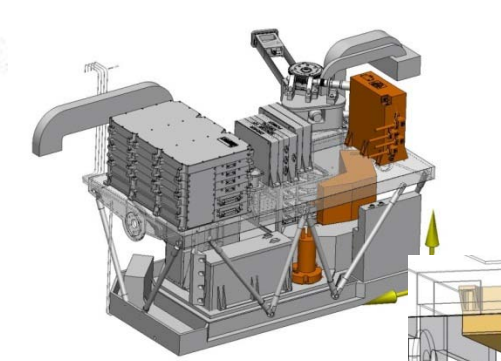
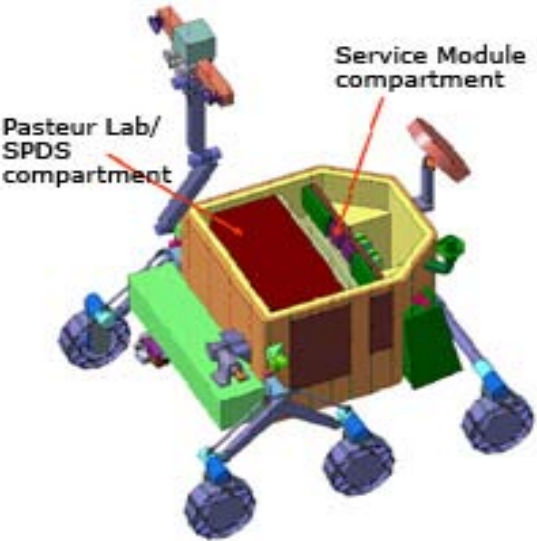
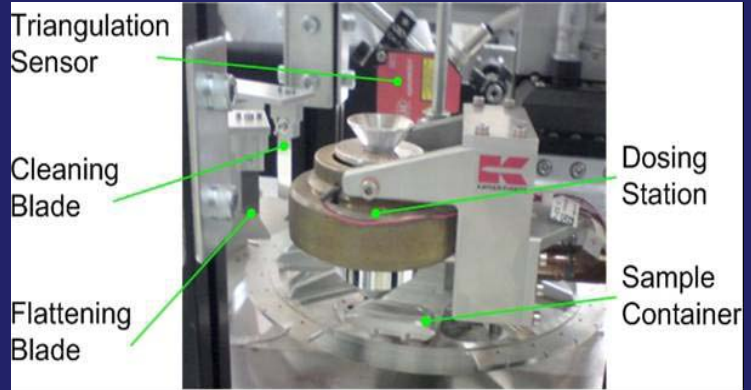
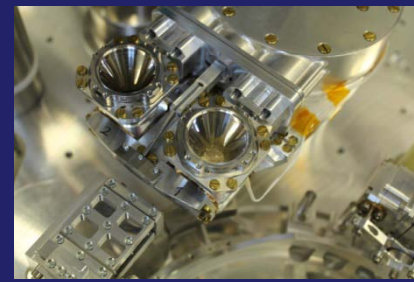
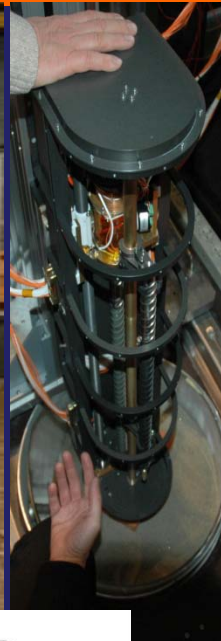
- Entry, Descent, and Landing (EDL) of a large payload on the surface of Mars;
- Surface mobility with a rover having several kilometres range;
- Access to the subsurface with a drill to acquire samples down to 2 metres;
- Automatic sample preparation and distribution for analysis with scientific instruments.

### OBJETIVOS CIENTÍFICOS (por orden de prioridad)

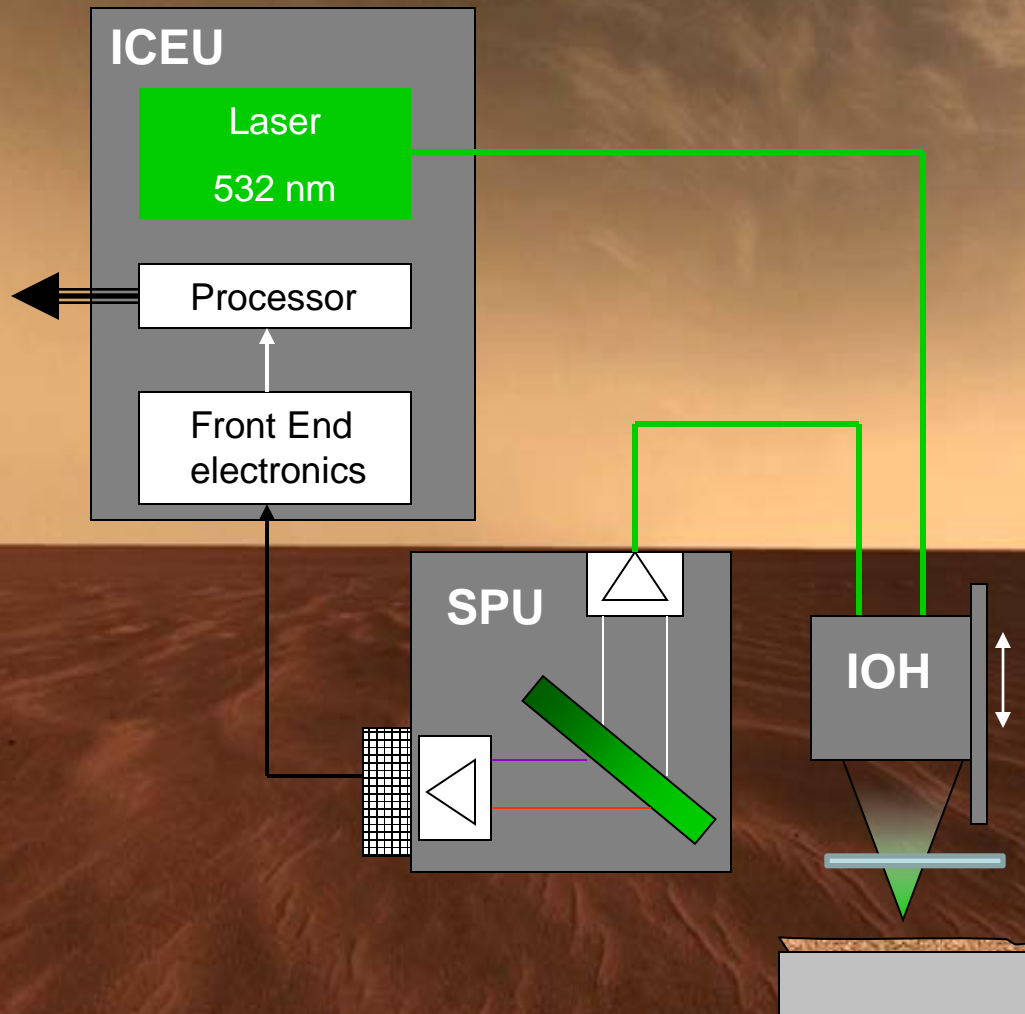
- To search for signs of past and present life on Mars;
- To characterise the water/geochemical environment as a function of depth in the shallow subsurface;
- To study the surface environment and identify hazards to future human missions;
- To investigate the planet's subsurface and deep interior to better understand its evolution and habitability.



# El Rover de ExoMars



# The Raman Instrument (RLS)



The **RLS functional flow** is as follows:

1. the powdered sample will be illuminated by means of the **iOH optics**, with the **laser** light coming (through the excitation fiber) from the pump diode housed at the ICEU.
2. The Raman signal obtained will be properly filtered and delivered by the iOH (through the reception fiber) to the **SPU**.
3. At the SPU the Raman signal will be sent through the transmission diffraction grating to the **CCD**.
4. Image obtained will be sent to the ICEU **FEE** (Front End Electronics), and processed by the processor electronics, previous to be sent to the Rover.

# El instrumento Raman dentro de la misión

El espectrómetro Raman (Raman Laser Spectrometer, RLS) es parte de la carga de pago Pasteur de la misión ExoMars de la ESA y ha sido catalogado como instrumento esencial para la misión. En la presente configuración de la misión, el espectrómetro Raman analizará muestras de la superficie y debajo de la superficie dentro del laboratorio analítico del "Rover". Estas muestras son recogidas por un perforador y preparadas dentro del laboratorio analítico en forma de polvo cristalino..

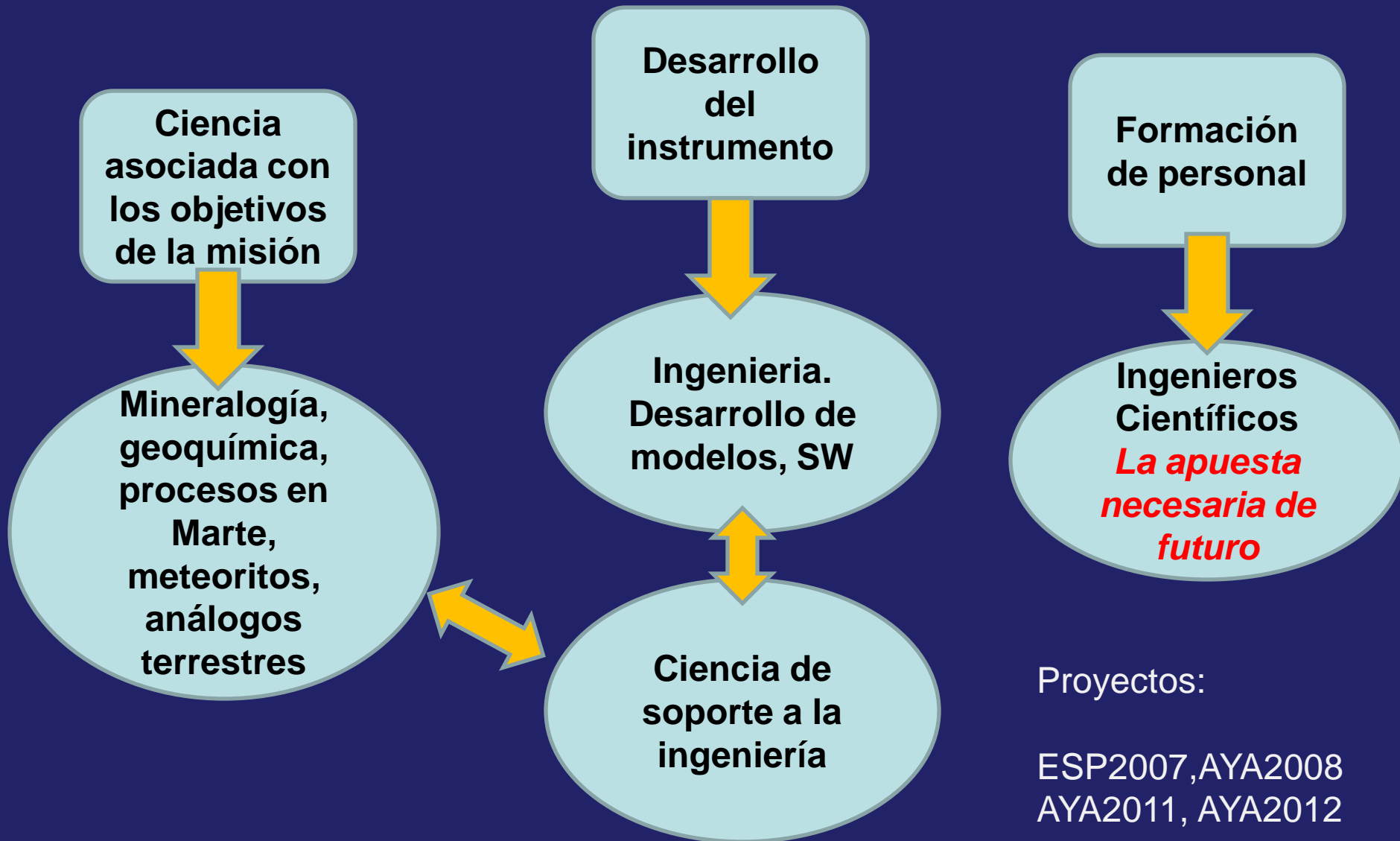
## Objetivos científicos del instrumento Raman dentro de la misión

- ***Búsqueda de signos de vida pasada o presente:***
  - Posible detección directa de compuestos orgánicos
  - Identificación de minerales indicadores de actividad biológica
- ***Estudio de procesos relacionados con la actividad del agua***
  - Identificación de fases minerales producidas por la interacción fluido-roca
  - Caracterización de minerales ígneos y sus productos de alteración

## Objetivos tecnológicos del instrumento Raman

- ***Desarrollo de un espectrómetro Raman para misiones planetarias:***
  - Unidad de espectrómetro de transmisión
  - Laser, iOH

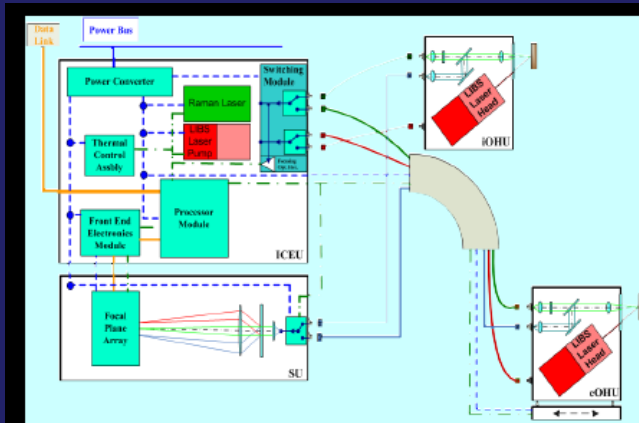
# El proyecto español



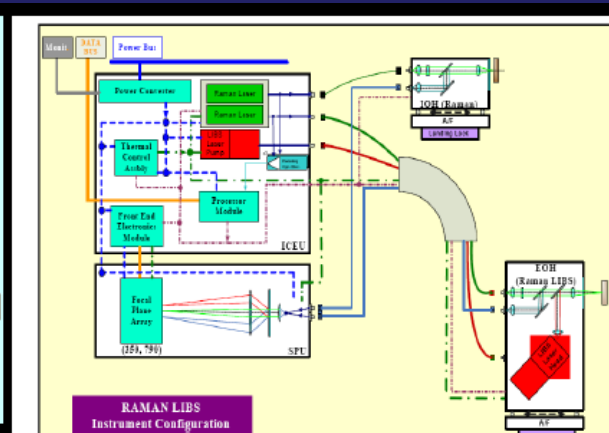
Proyectos:

ESP2007, AYA2008  
AYA2011, AYA2012

# Desarrollo del instrumento

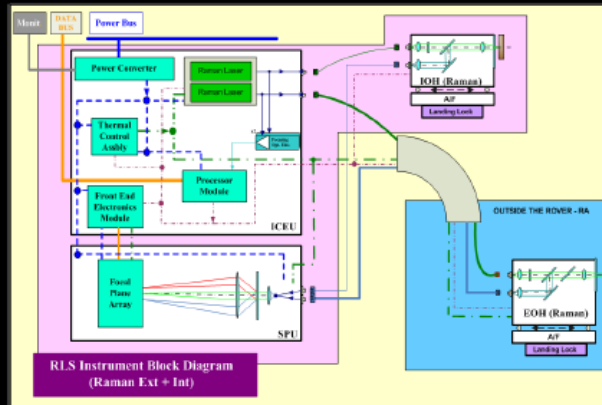


Raman-LIBS, PM#1, Sept. 2007



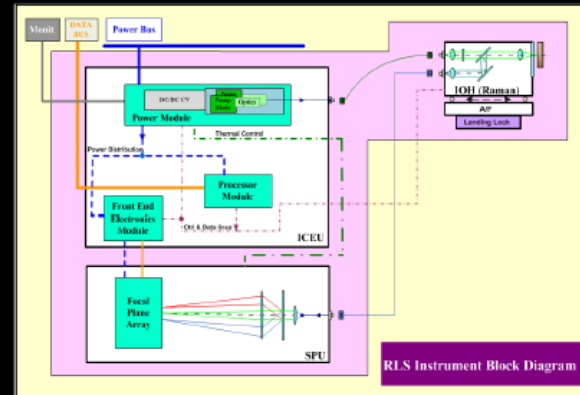
RAMAN LIBS Instrument Configuration

Raman-LIBS, SRR, Julio/2008



RLS Instrument Block Diagram (Raman Ext + Int)

Raman Ext-Int, PDR, Feb-2009



RLS Instrument Block Diagram

Raman Interno, configuración actual

La configuración del instrumento original ha sufrido reducciones impuestas por necesidades de reducción de masa y cambios en el Rover:  
Desde el Raman/LIBS con cabezal externo e interno inicial hasta el Raman interno actual

science

- Imaging: ext. & int.
- LIBS: ext. & int.
- Raman: ext. & int.

2002-2003

DREAM instrument

- LIBS: ext. & int.
- Raman: ext. & int.

A & A-1 (240-840nm)

Trade-off Options

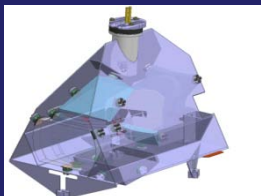
2005

BASELINE

- LIBS: ext.
- Raman: ext. & int.

B (240-840nm)

EBB



2007 Solicited AYA 2008

- LIBS: ext. & reduced  $\lambda$  range
- Raman: ext. & int.

C (350-840nm)  
C1 (535-750nm)

2008

- Imaging: ext.
- Raman: ext. & int.

D (535-670nm)

BASELINE at SRR (Mass > 3kg)

E (535-670nm)

ESA letter 20/06/2008  
Mass limit 2.5kg

FLOOR instrument

- Raman: ext. & int.

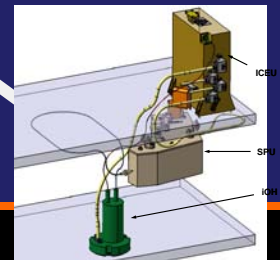
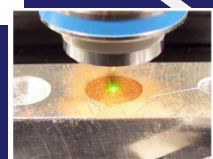
- Raman: ext.

Not acceptable

PCR#2 Mayo 2009

- New Operation mode: Raman: int. on powder

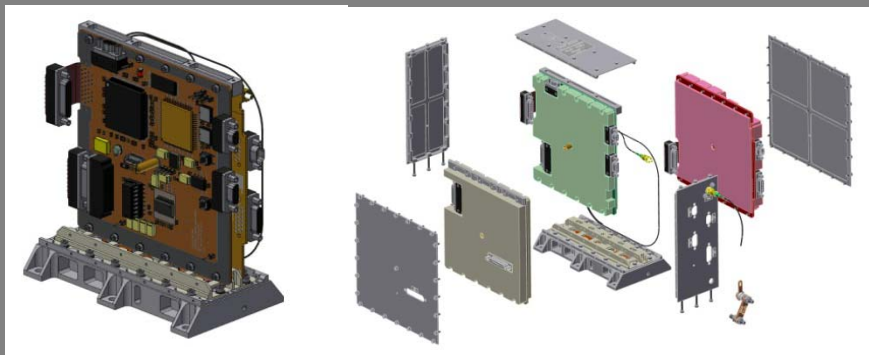
Instrument trade-off



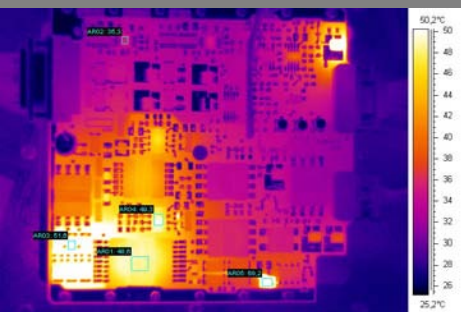
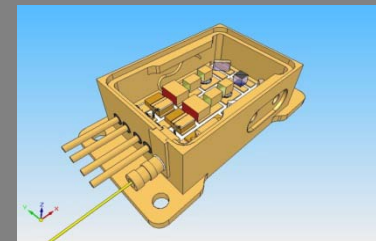
# Diseño del instrumento Raman

## Instrument Control and Excitation Unit- ICEU

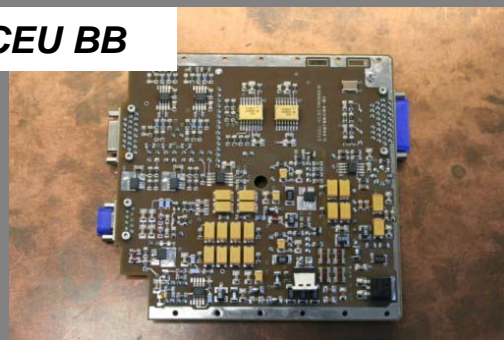
Laser



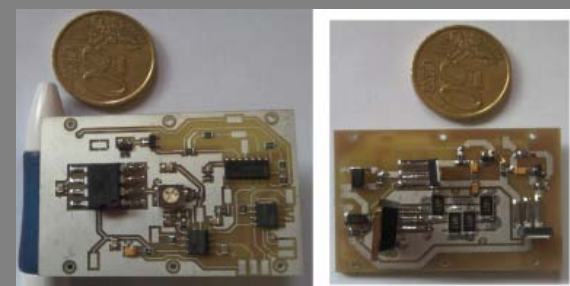
Laser prototypelll



ICEU BB



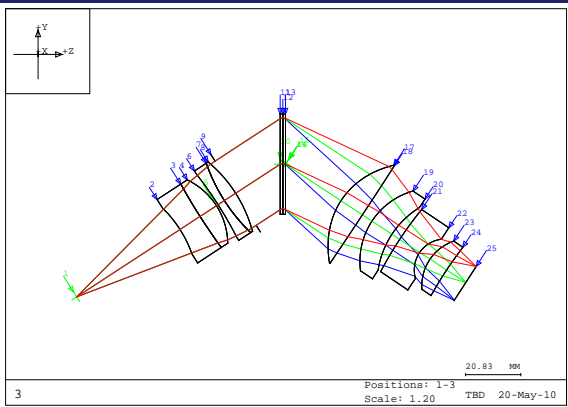
Thermal Model



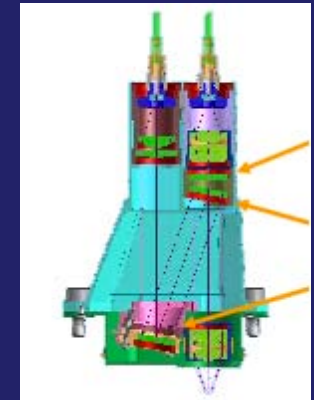
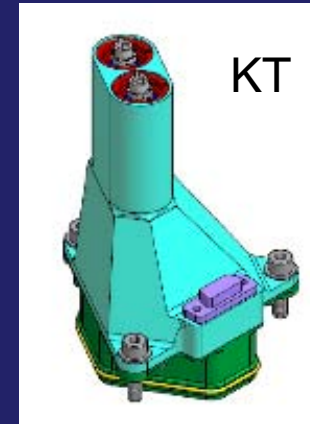
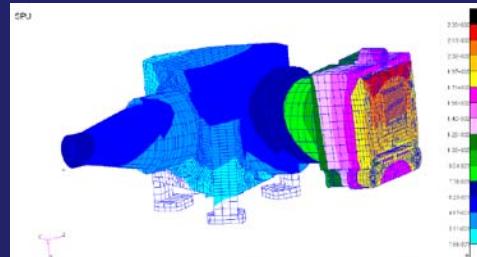
Laser control electronics BB

# Diseño del instrumento Raman

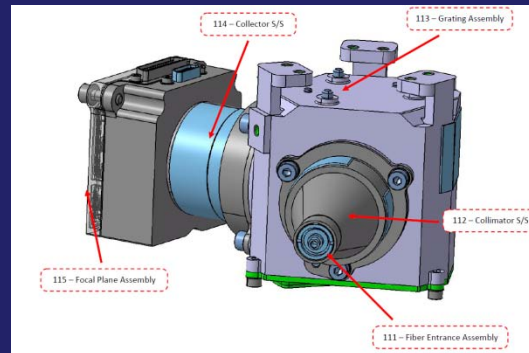
## SPU: Spectrometer Unit and iOH



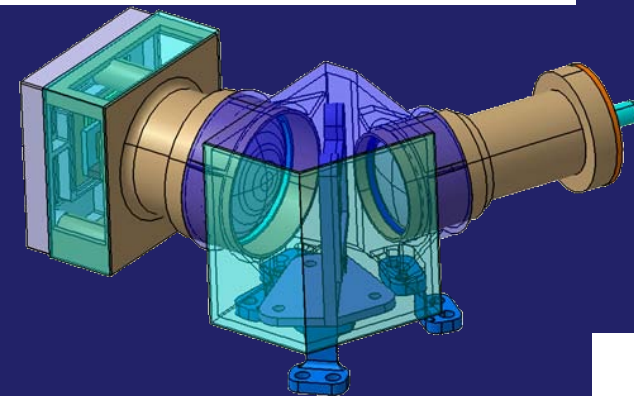
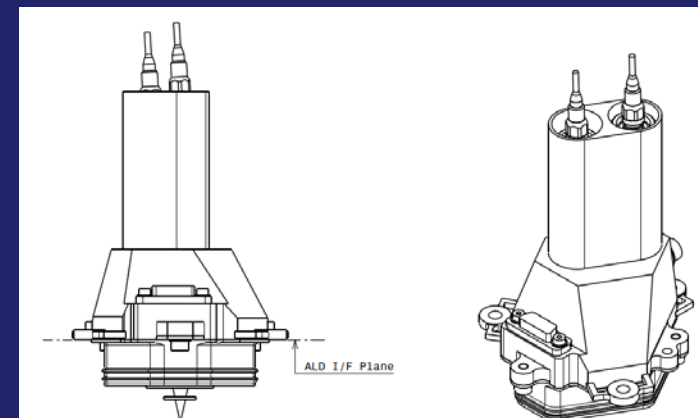
Thermal Model

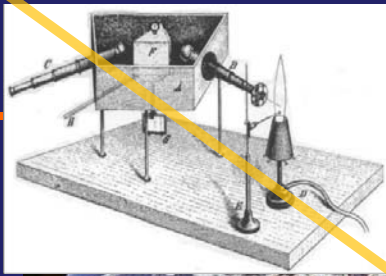


Mechanical Model



INTA-LIDAX





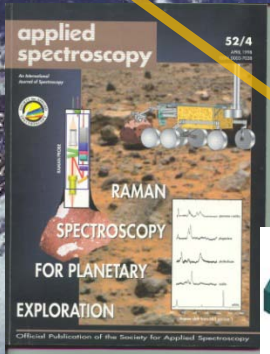
Kirchhoff\_Bunsen\_1823



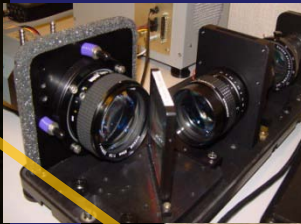
Raman first spectrograph 1928



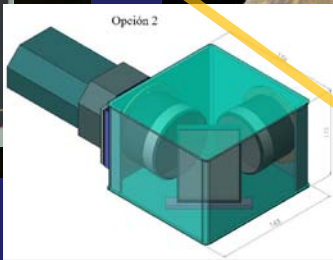
Larry Haskin et al. 1998



Rull-UVA-BB 2003



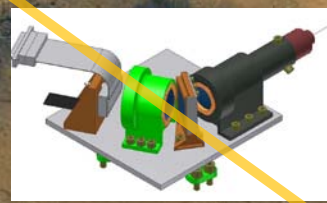
S. Sharma 2008



Rull-UVA-BB/NTE 2005

rls-int-tn-006-DraftB

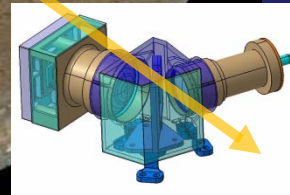
PM#7 2009



RLS-2012

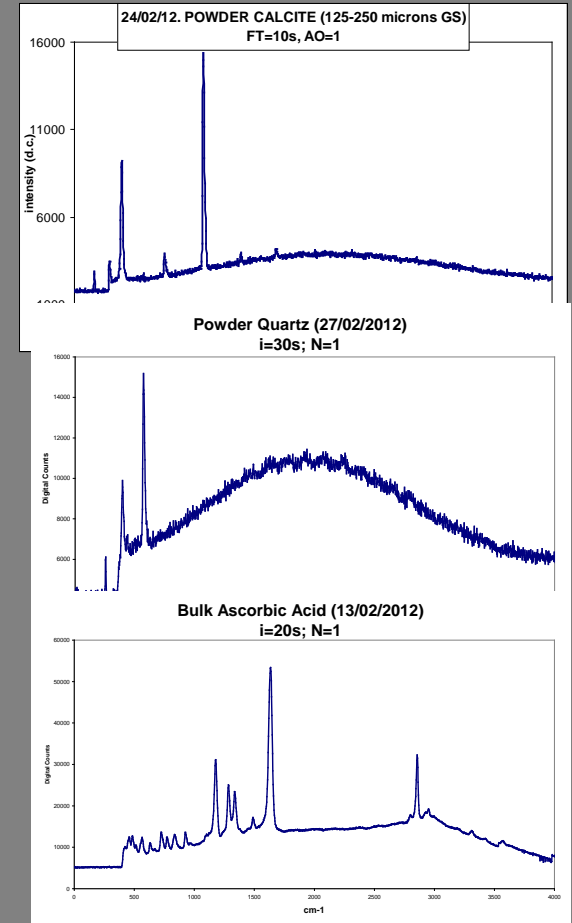
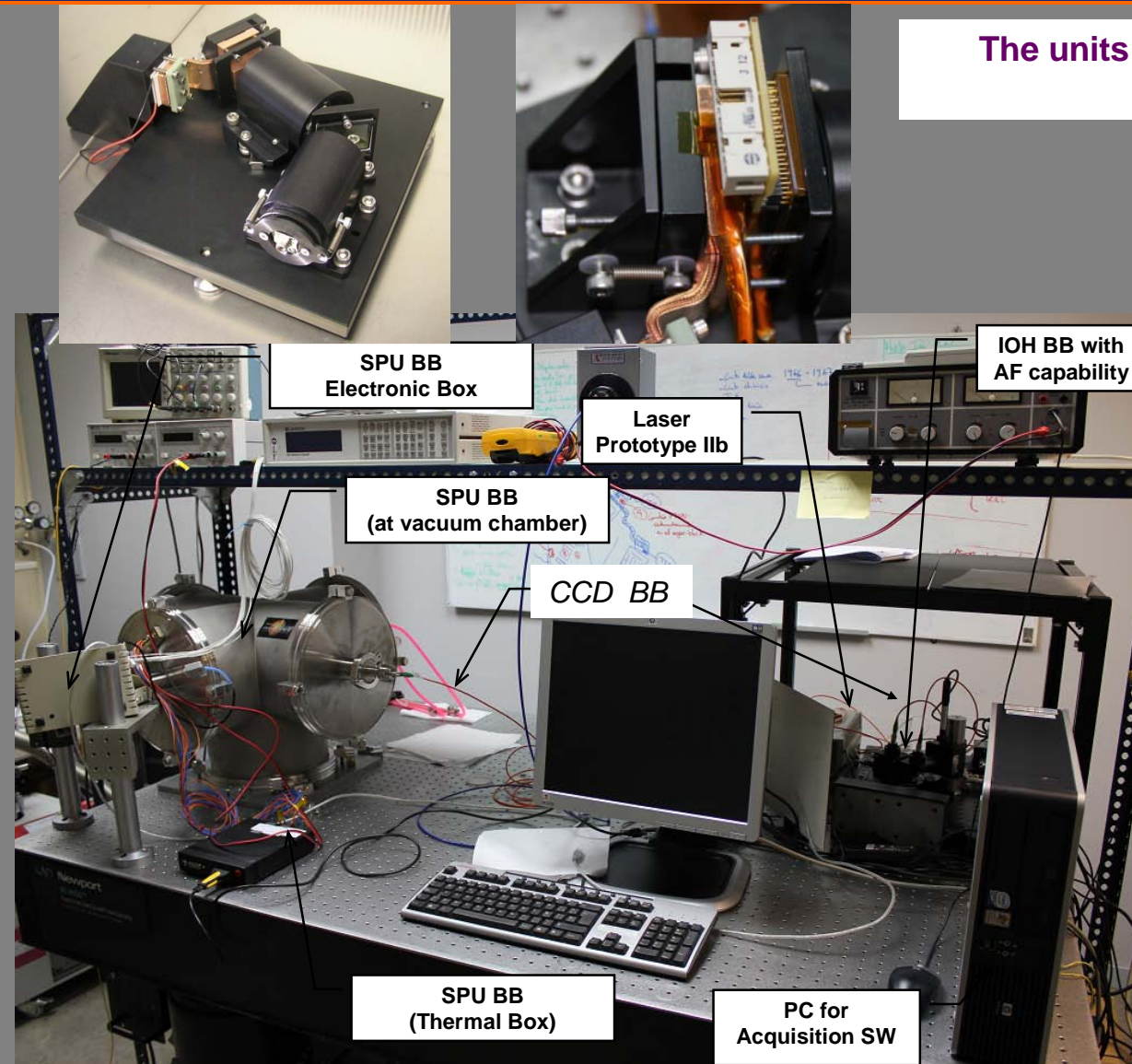
# El espectrómetro Raman Camino de Marte (Exomars 2018)

Rull-UVA-Lidax 2011

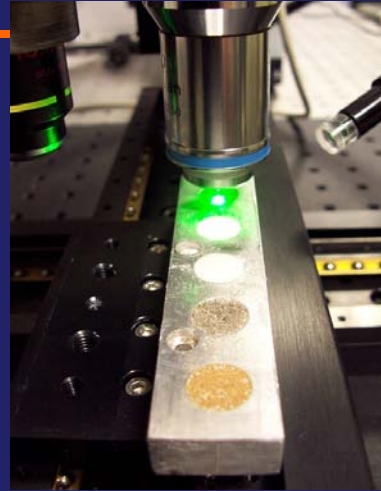
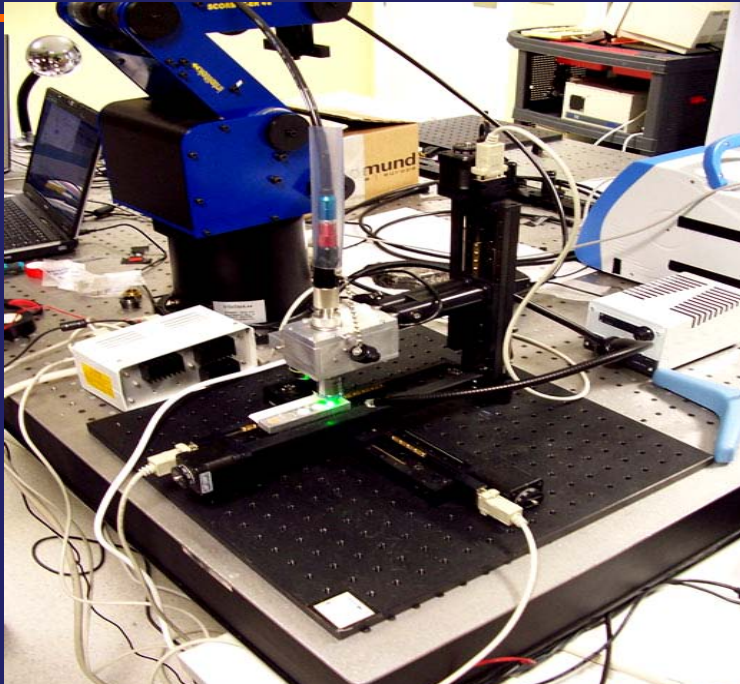


# Instrument BB INTA

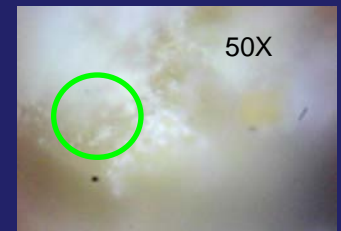
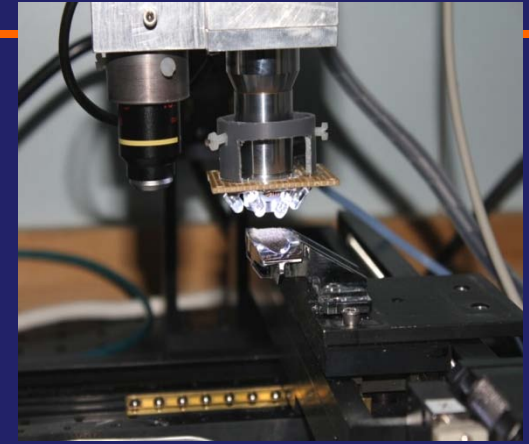
The units BB are being integrated into the instrument BB at INTA



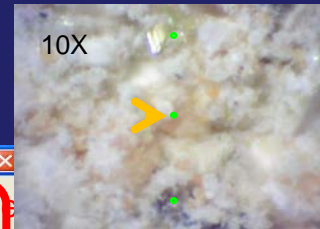
# Simulador de la operación sobre polvo cristalino en la Unidad Asociada



One-line automatic mode



50X



10X

**Simulador EXOMARS**

**Position Control**

5	-9490	XGO	-9490 um	OFF	GO (0,0,0)
5	275	YGO	275 um	OFF	SET (0,0,0)
5	775	ZGO	775 um	OFF	GO to PREV

**XYZ stages**    **Illumination**    **Lights**    **Spectrometer**

**Lights**    ON    OFF

**Laser**    ON    OFF

**h-Raman Control**

Connect    Get DARK    Acq. Time (s)

Disconnect    Get SPECTRUM    1    SET

Spectrum name    Spectrum    Accs.

50X     Go to 10X

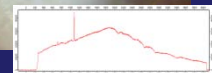
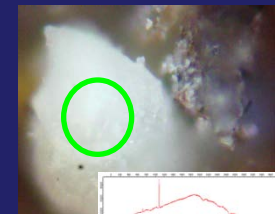
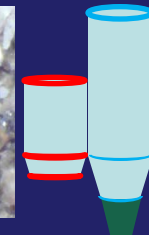
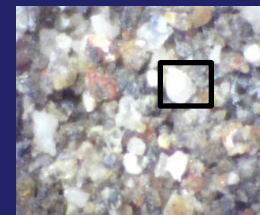
2D-positioning    GO    PRUEBAS - autofocus visual    Resultado prueba    XY Spot Calibration

Automatic

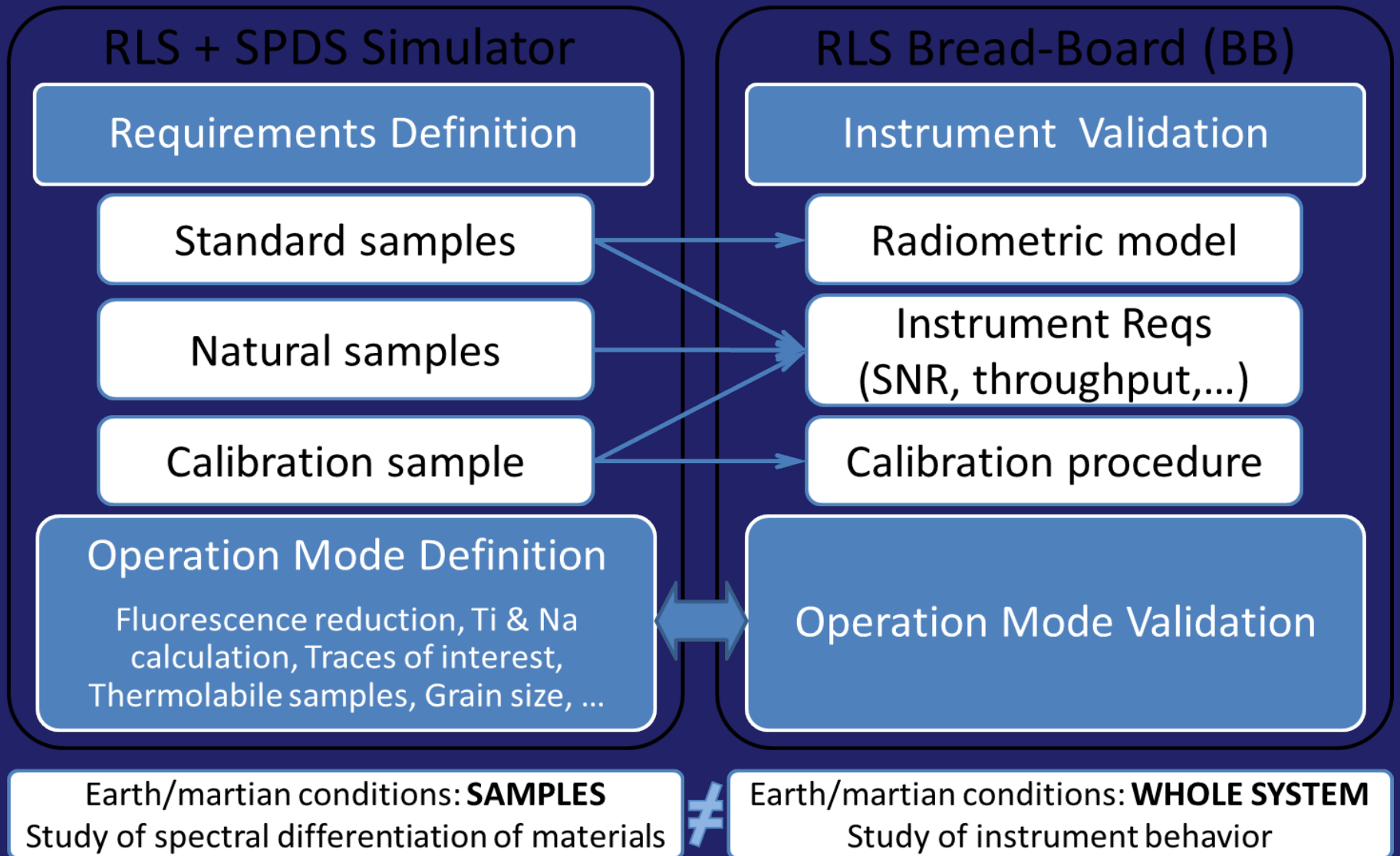
10X image

50X image

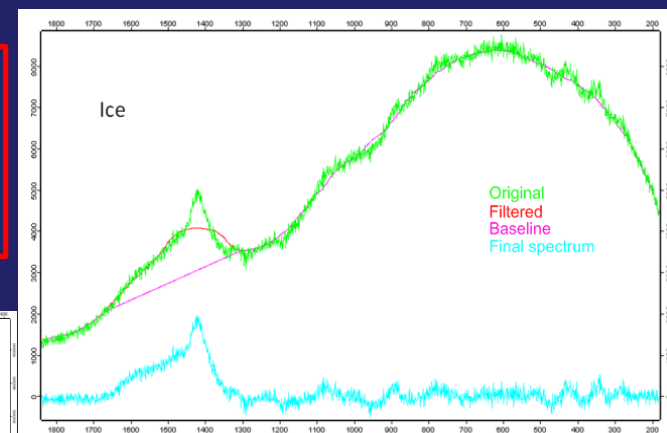
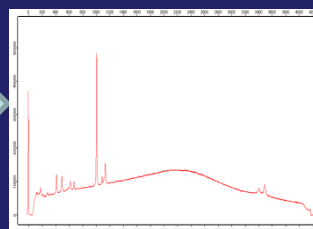
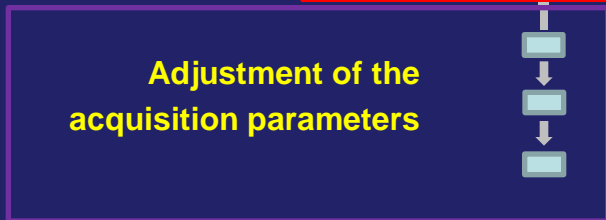
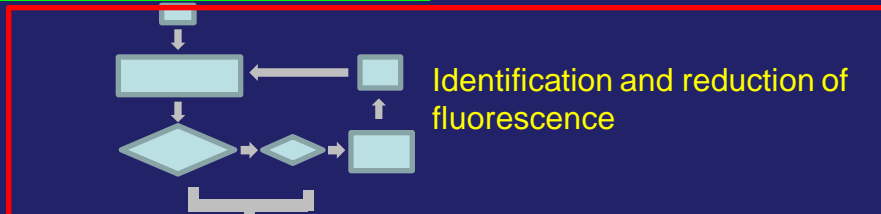
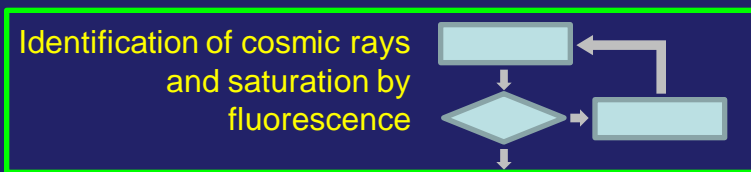
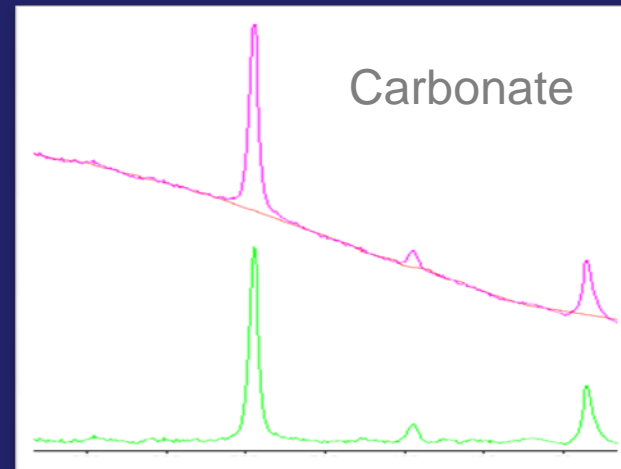
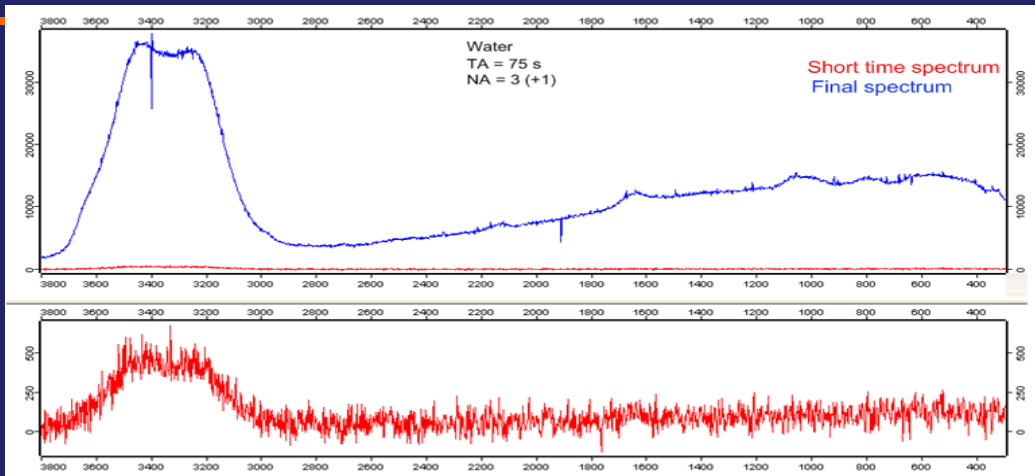
Collaborative science



# ISSE: RLS Exomars Simulator and BB



# RLS operation mode algorithms



# GSE

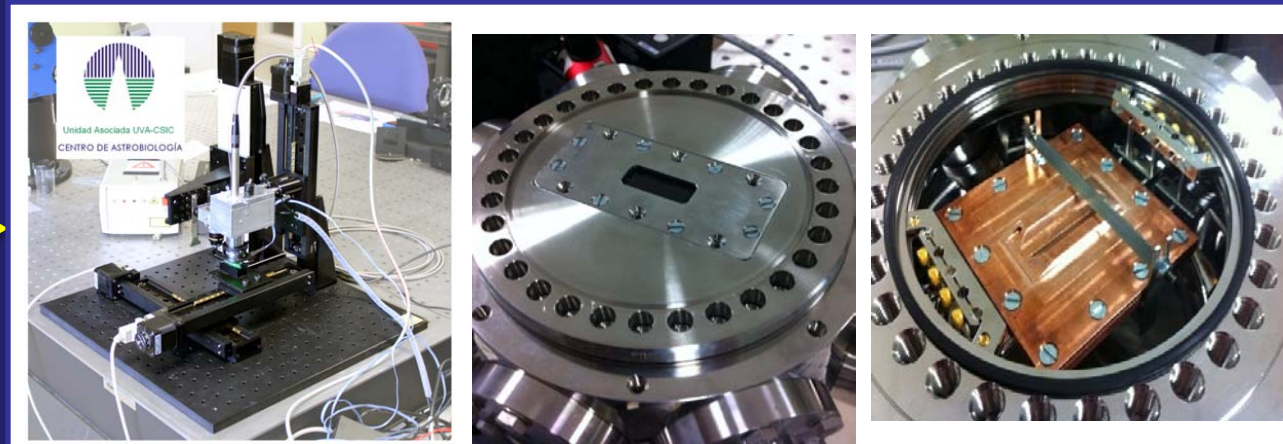
Automatic Recognition of Raman Spectra

Database with spectra in **Earth and Mars relevant conditions**

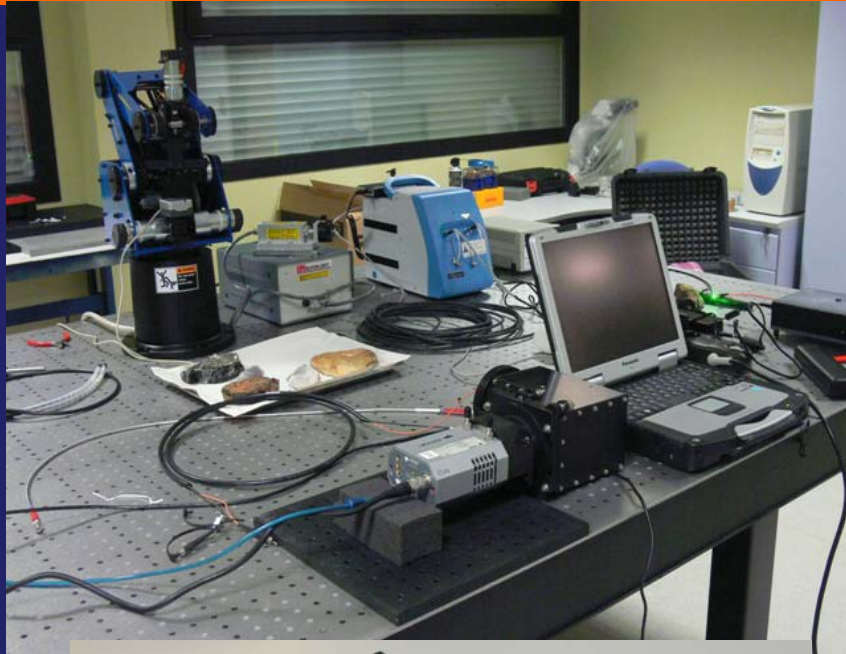


RLS Exomars  
SPDS Simulator

**ISSE**  
(Instrument Science  
Support Equipment)



# Ciencia Asociada (prototipos y modo de operación )





Rio Tinto



Svalbard (AMASE)



Tenerife



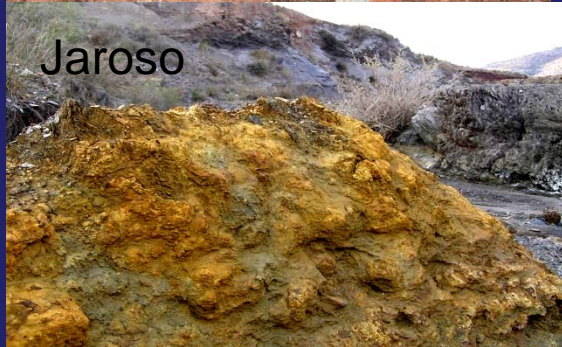
Jaroso



Mauritania



Barberton



# El Equipo de Trabajo



## España:

- Investigador Principal (PI)
- Instrument Project Manager (IPM)
- Organización y gestión del consorcio europeo
- Garantía de Producto y protección planetaria a nivel consorcio
- Ingeniería de Sistemas del Instrumento
- Montaje, Integración, Verificación, y Calibración a nivel Sistema
- Ingeniería de Operaciones
- Segmento Terreno: contribución científica al centro de operaciones
- Desarrollo del espectrómetro (con contribución de otros países)
- Desarrollo del Láser ubicado en la unidad electrónica (ICEU)
- Desarrollo del cabezal óptico**
- Desarrollo de cableado entre unidades
- Desarrollo de SW embarcado
- Desarrollo de equipo soporte a nivel sistema

## Alemania:

Desarrollo de las conexiones ópticas: fibras ópticas y conectores

## Reino Unido:

Desarrollo del detector CCD del espectrómetro y electrónica de proximidad ubicada en la unidad electrónica (ICEU)

## Francia:

Adjunto al Investigador Principal (Co-IP)  
Desarrollo de la Unidad electrónica (con contribuciones de otros países)  
Participación en la calibración del Instrumento

## Holanda y USA:

Contribución científica