XII JORNADAS DE INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS - 22 al 26 de abril 2024

SESIONES INFORMATIVAS Y DE PUERTAS ABIERTAS

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (FTA)

- Astrofísica estelar y exoplanetas

David Montes

XII JORNADAS DE INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS - 22 al 26 de abril 2024

PROGRAMA DE CHARLAS:

El curriculum científico: hay vida más allá del expediente académico
Lucas Pérez García
Lunes 22 abril. Aula M2. 13:00

Doctorado: ¿aventura o calvario? Experiencias desde las trincheras
Víctor Zamora (Estudiante de doctorado, 3er curso)
Martes 23 abril. Aula M2. 13:00

La biblioteca universitaria en la carrera del investigador
Adela Salgado García y Raquel Benito Alonso
(Biblioteca de la Facultad)
Miércoles 24 abril. Aula M2. 13:00

Posibilidades para iniciar la carrera investigadora
David Montes Gutiérrez
Vicedecano de Investigación y Doctorado de Físicas
Jueves 25 abril. Aula M3. 13:00

SESIONES INFORMATIVAS Y DE PUERTAS ABIERTAS:

Los departamentos e institutos de la Facultad organizan **jornadas informativas** y de **puertas abiertas** durante la semana.

INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD:

En la planta baja y en la página web se podrán ver **pósters** con información sobre grupos y líneas de investigación en los departamentos e institutos de la Facultad:

- Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
- Física de la Tierra y Astrofísica
- Física de Materiales
- Física Teórica
- Óptica
- Sec. Dept. Arquitectura de Computadores y Automática

Ver programa en la página web:
https://fisicas.ucm.es/jornadas-intro-inv-2024

Astrofísica estelar y exoplanetas

(Grupo UCM: Sistemas Estelares, Espectrometría y Fotometría)

***** *"De las estrellas frías a los exoplanetas"***
David Montes (Prof. del Dpto, IP proyecto, Director del grupo UCM)
***** "***Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES***"**
Fernando Labarga (Doctorando del Dpto)
***** "*Códigos para la determinación de parámetros estelares*"**
Hugo Tabernero (Postdoc TAU-UCM del Dpto)
***** "*Descifrando los parámetros atmosféricos estelares de estrellas M con CARMENES*"**
Emilio Gómez Marfil (Postdoc MS del Dpto)
***** *"La metalicidad de las estrellas M más allá de la espectroscopía de alta resolución"***
Christian Duque Arribas (Doctorando del Dpto)
***** "Cinemática, actividad y edades de las estrellas M de CARMENES"**
Miriam Cortes Contreras (Prof. del Dpto)
***** *"Detección de Exoplanetas en entrellas M (transitos y vel radial)"***
Ester González Álvarez (Postdoc MZ del Dpto)
***** "*La relación Litio-edad*"**
Marta Lúthien Gutiérrez Albarrán (Postdoc colaboradora del Dpto)

SESIONES INFORMATIVAS Y DE PUERTAS ABIERTAS

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (FTA)

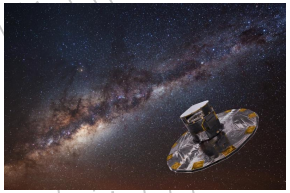
- Astrofísica estelar y exoplanetas

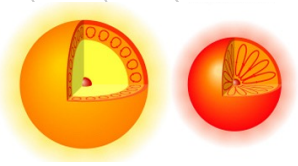
Lugar: Seminario 215, Dpto. FTA, planta 4ª
Fecha y hora: 24 abril 2024 a las 15:30

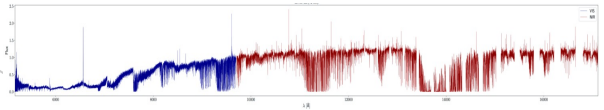
De las estrellas frías a los exoplanetas:

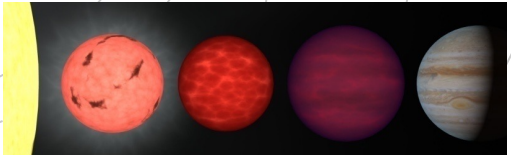
David Montes (FTA)

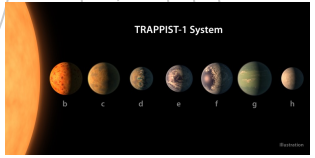
SEEF (Sistemas Estelares, Espectroscopía y Fotometría)





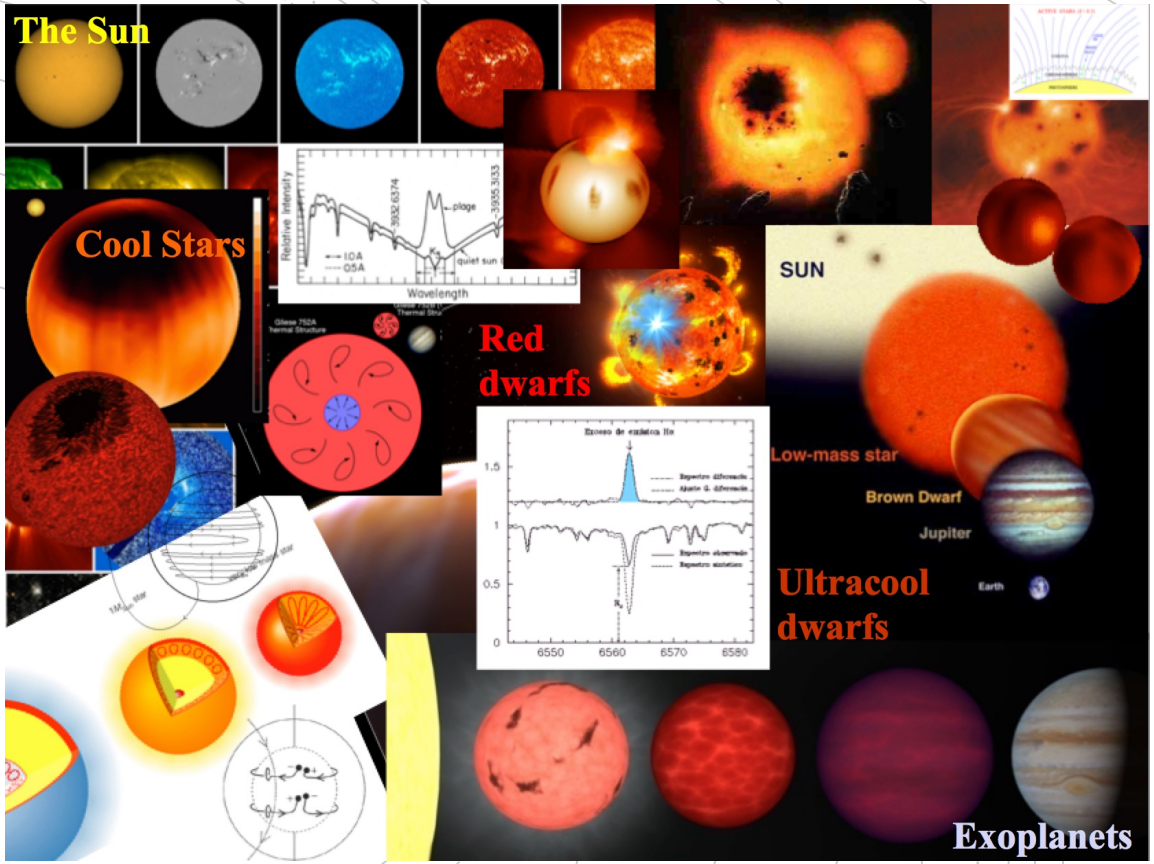






IPARCOS

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:



IPARCOS

SEEF
(Stellar Systems, Spectroscopy and Photometry)

- **UCM** (Univ Complutense de Madrid)

  https://www.ucm.es

- Facultad. C.C. **Físicas**

  https://fisicas.ucm.es

- Dpto. de Física de la Tierra y **Astrofísica**

  https://www.ucm.es/fisica_de_la_tierra_y_astrofisica/

- **IPARCOS**-UCM (Instituto de Física de Partículas y del Cosmos de la UCM)

  https://www.ucm.es/iparcos/

- Grupo de investigación (**SEEF**)

  https://webs.ucm.es/info/Astrof/invest/actividad/actividad.html

IPARCOS

SEEF
(Stellar Systems, Spectroscopy and Photometry)

David Montes

https://fisicas.ucm.es/grupos/grupo/66

Grupos de Investigación

910491 SISTEMAS ESTELARES. ESPECTROSCOPIA Y FOTOMETRÍA

BUENO (87.00).

Centro:	F. CIENCIAS FISICAS www
Ámbito - Área AEI:	ÁREA DE EXPERIMENTALES - FÍSICA Y CIENCIAS DEL ESPACIO
Valoración :	BUENO (87.00)
Acrónimo - E_Mail:	- dmontes@ucm.es
Director/es:	MONTES GUTIERREZ, DAVID
Miembros:	CABALLERO HERNANDEZ, JOSE ANTONIO; CASTRO RUBIO, ELISA DE ; CORTES CONTRERAS, MIRIAM ; DUQUE ARRIBAS, CHRISTIAN ; FERNANDEZ FIGUEROA, MARIA JOSE; GOMEZ MARFIL, EMILIO ; GONZALEZ ALVAREZ, ESTER ; GORGAS GARCIA, FRANCISCO JAVIER ; ROCA FABREGA, SANTI ; TABERNERO GUZMAN, HUGO MARTIN
Líneas de investigación:	Actividad cromosférica estelar, estrellas de los últimos tipos espectrales; Grupos cinemáticos y cúmulos estelares jóvenes.; Regiónes de transición y Coronas estelares, emisiones ultravioleta y rayos X; Caracterización espectroscópica de estrellas frías con posibles planetas o componetes subestelares; Espectrosopia de alta resolución, parámetros estelares
Palabras clave:	Actividad magnetica; cinematica; abundancias; fulguraciones; Cromosferas; Estrellas frías; Espectroscopia; Actividad estelar; Exoplanetas
Acceso a su web:	Acceder

IPARCOS

910491 **SISTEMAS ESTELARES. ESPECTROSCOPIA Y FOTOMETRÍA**
ÁREA DE EXPERIMENTALES. FÍSICA Y CIENCIAS DEL ESPACIO. BUENO (87.00).

SEEF
(Stellar Systems, Spectroscopy and Photometry)

Portal de Producción Científica — Universidad Complutense Madrid — IDENTIFÍCATE

GRUPOS | INVESTIGADORES/AS | RESULTADOS

Sistemas estelares. Espectroscopia y fotometría

DETALLE | LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN | PROYECTOS | PUBLICACIONES | COLABORAC



Constituido el 22 de diciembre de 2004

Responsable: DAVID MONTES GUTIÉRREZ

Facultad: Ciencias Físicas

Departamento: Física de la Tierra y Astrofísica

Centro/Instituto: Instituto de Física de Partículas y del Cosmos (IPARCOS)

Correo electrónico: dmontes@ucm.es

Página web: http://www.ucm.es/info/astrof/invest/actividad/actividad.html

IPARCOS

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:

- **Prof.**
  - Prof. David Montes (PTU)
  - Profa. Miriam Cortés Contreras (PAD)
  - Prof. F. Javier Gorgas (CU)
  - Profa. Elisa De Castro
  - Profa. Mª José Fernández-Figueroa
  - Prof. Manuel Cornide,
- **PostDocts:**
  - Dr. Hugo M. Tabernero (contrato TAU-CM)
  - Dra. Ester González Álvarez (MZ)
  - Dr. Emilio Gómez Marfil (MS)
  - Dra. Marta L. Gutiérrez Albarran
  - Dr. Enrique Díez Alonso (Univ. Oviedo)
  - Dr. F. Javier Alonso Floriano (Leiden Univ.)
  - Dr. Shinjirou Kouzuma (Chukyo Univ. Japan)
  - Dr. Javier López-Santiago
  - Dra. Mª.Cruz Gálvez

IPARCOS

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:

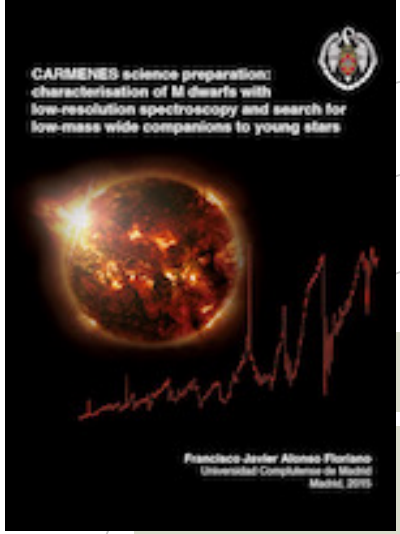
- **PhD students:**
  - Fernando Labarga Ávalos
  - Christian Duque Arribas
  - Julián A. Rodríguez Baquerizo
  - Álvaro López Gallifa
  - Daniel Revilla Martínez de Albéniz
  - Dr. Miguel Ángel López García
  - Dr. Victor Pereira Blanco
  - Dra. Inés Crespo-Chacón
  - Dra. Magdalena Hernán Obispo
  - Dra. Raquel M. Martínez Arnáiz
- **Other col.:**
  - José Antonio Caballero (CAB)
  - Alexis Klutsch (IfA&A, *Tübingen, Germany*)
  - Jonay Isaí González Hernández (IAC)
  - Dr. Antonio Frasca (Catania),

- Subproject title: “**Characterization of late-type dwarfs: exoplanet hosts and young stars**”.
- Coordinated project title: "**Evolución y caracterización de sistemas planetarios**”.
Funding body and reference: Ministerio de Ciencia e Innovación (Ministry of Science and Innovation); **PID2022-137241NB-C44**, «Proyectos de generación de conocimiento» («Projects for the generation of knowledge”»).
Participant entities: UCM, CAB, IAA, IAC;
Duration, from: 2023 to: 2026.
Principal investigator: **D. Montes**

- Project: “**Tecnologías avanzadas para la exploración del Universo y sus componentes**”,
Plan complementario en el área de astrofísica y física de altas energías en el marco del componente 17, inversión 01 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (**PRTR**) financiado por la Unión Europea – Next Generation-EU por importe de 1.621.500 €. **PR47/21 TAU-CM PRTR-CM** (CM) and (PRTR), IP: Ignazio Scimemi, IPARCOS institute.
Participant entities: Universidad Autonoma de Madrid (centros CIAFF-UAM, IFT-UAM); Universidad Complutense (centro IPARCOS); CSIC (Centro de Astrobiologia CAB); CIEMAT (Fisica de Particulas, CIEMAT-FP).
Duration, from: 31 dec 2020 to: 30 mar 2025

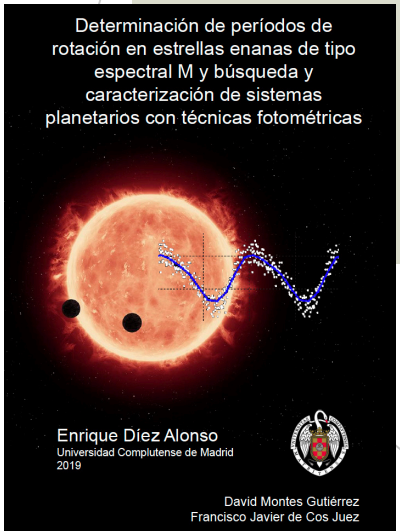
- Subproject title: “**Enanas frias como anfitrionas de exoplanetas: parámetros estelares y actividad magnética**”.
Funding body and reference: Ministerio de Ciencia e Innovación
(**PID2019-109522GB-C54** /AEI/10.13039/501100011033) Proyectos I+D Excelencia.
Participant entities: UCM, CAB, IAA, IAC
Duration, from: 2020 to: 2023
Principal investigator: **D. Montes**

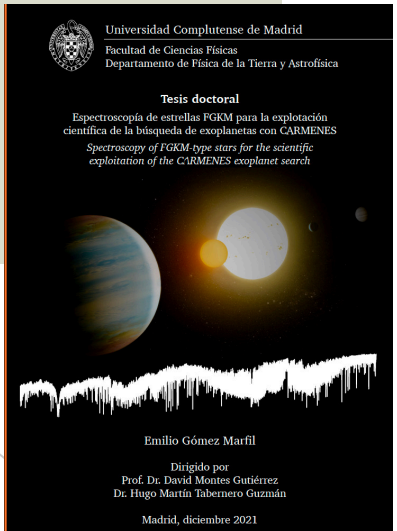
Últimas tesis doctorales defendidas

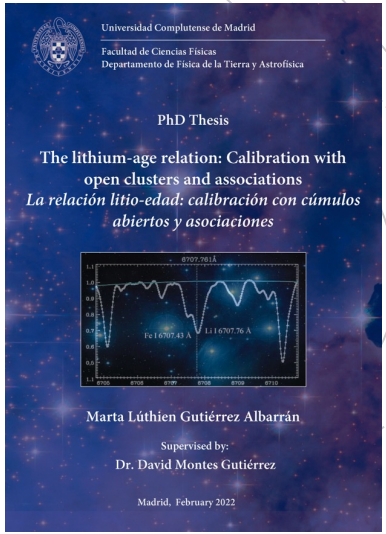






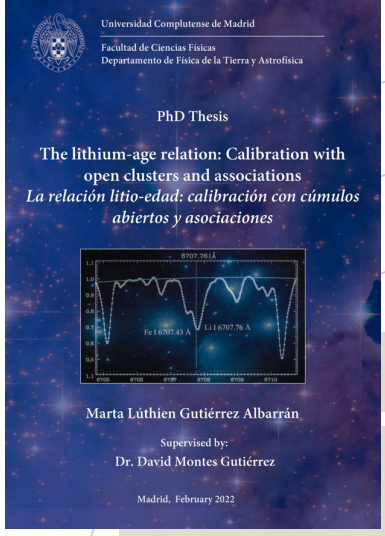




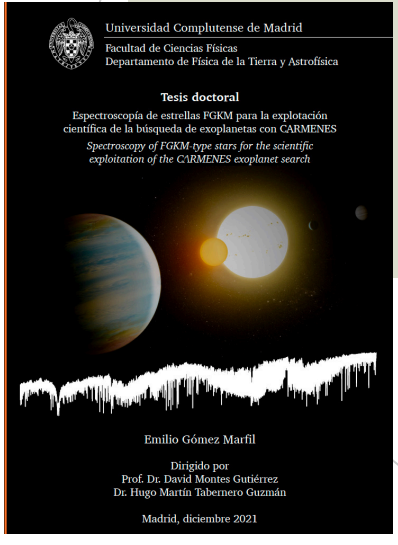


https://webs.ucm.es/info/Astrof/users/dmg/tesis_dirigidas_dmg.html

Recent PhD Thesis defended



- Titulo: "**La relación Litio-Edad: calibración con cúmulos abiertos y aociacion**
  Autor: Marta Lúthien Gutiérrez Albarran
  Director: David Montes
  Universidad Complutense de Madrid. Año de inicio: 2014-2015, TP
(Fecha de lectura: 10 mayo 2022) - Enlade a la Tesis - 2022PhDT.....6G



- Titulo: "**Espectroscopia de estrellas FGKM para la explotación científica de la búsqueda de exoplanetas con CARMENES**"
  Autor: Emilio Gómez Marfil
  Director: David Montes y Hugo Taberbernero
  Centro: Universidad Complutense de Madrid. Año de inicio: 2016-2017
(Fecha de lectura: 4 febrero 2022) - Enlade a la Tesis - 2022PhDT.....16M

PhD Thesis in progress

- Titulo: “**Composición química detallada y cinemática de estrellas FGKM de la vecindad solar**”
  Autor: Julián A. Rodríguez Baquerizo
  Director: David Montes y Hugo Taberbernero
  Centro: Universidad Complutense de Madrid
  Año de inicio: 2021-2022. To be defended: 2026

- Titulo: “**La metalicidad de las estrellas M: calibraciones fotométricas y espectroscópicas**”
  Autor: Christian Duque Arribas
  Director: David Montes y Hugo Taberbernero
  Centro: Universidad Complutense de Madrid
  Año de inicio: 2020-2021. To be defended: 2025

- Titulo: “**La actividad cromosféria de las estrellas M de CARMENES**”
  Autor: Fernando Labarga Ávalos
  Director: David Montes
  Centro: Universidad Complutense de Madrid
  Año de inicio: 2016-2017, TP. To be defended: 2024

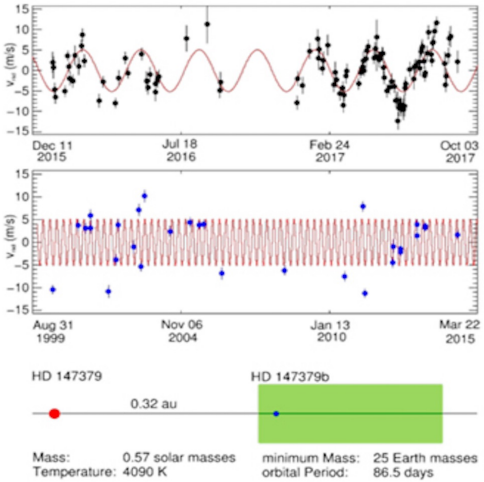
Areas of research:

IPARCOS

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:

EXOPLANETAS

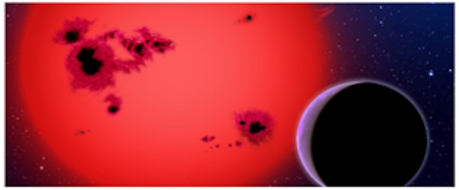
CARMENES es un espectrógrafo de alta resolución en el óptico e infrarrojo cercano para el telescopio de 3.5m del observatorio de Calar Alto.



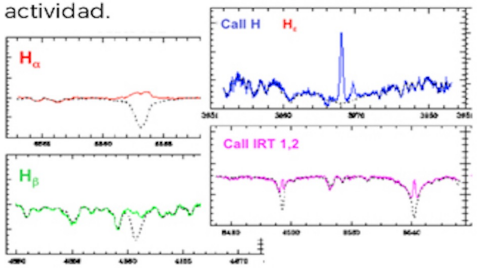
Está optimizado para la búsqueda de planetas alrededor de estrellas muy poco masivas (tipo espectral M). Es capaz de obtener velocidades radiales con una precisión de 1 m/s.

ACTIVIDAD ESTELAR

Fenómenos asociados a la actividad magnética en estrellas frías (tipos FGKM).



Espectroscopía de alta resolución para determinar sus principales parámetros atmosféricos, abundancias químicas y actividad.



La misión Gaia proporciona astrometría que permite estudiar la cinemática.

Exploraciones como GES (Gaia ESO survey) complementan desde Tierra estas observaciones.

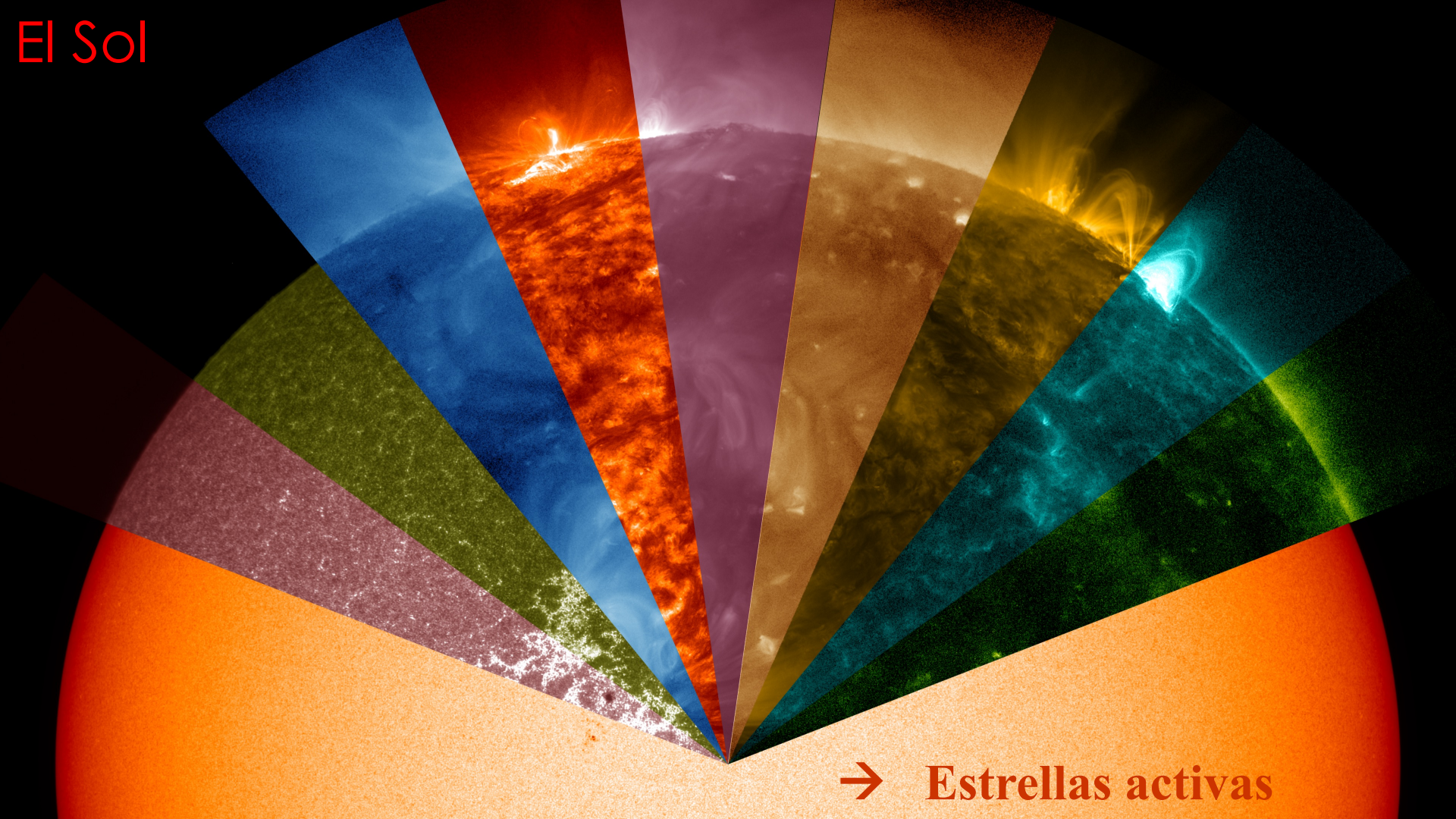
IPARCOS

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:

Areas of research:

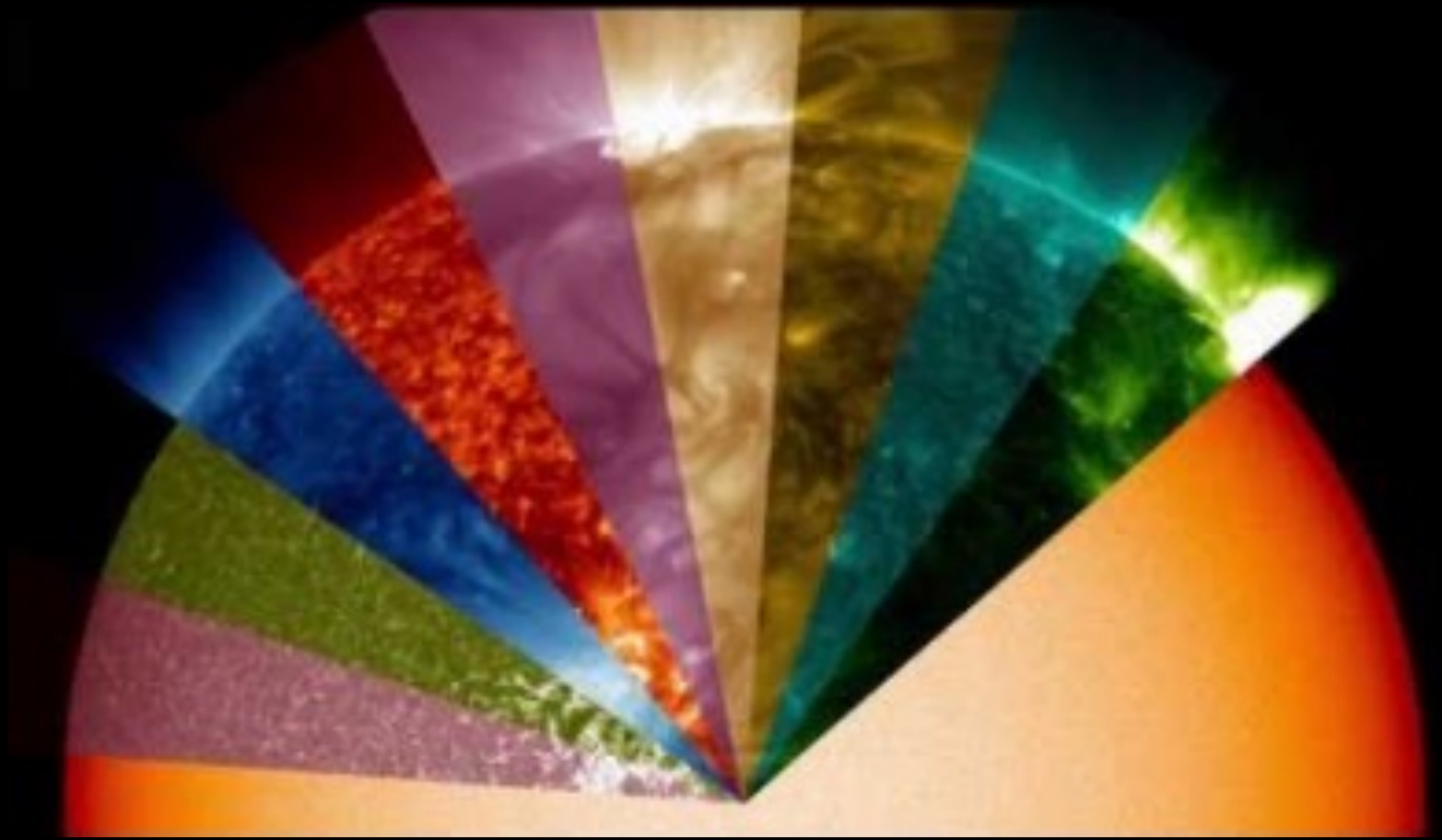
- Cool Stars (FGK)
- Stellar parameters ($T_{\rm eff}$, log$g$), [Fe/H])
- Abundances ([X/H], [X/Fe])
- Stellar activity (starspots, chromosphere, transition region, corona, flares, prominences, etc…)
- Rotation, age, kinematics
- Open clusters
- Stellar kinematic groups
- Nearby stars
- Red dwarfs stars (M)
- Exoplanets (detection and characterization)

El Sol



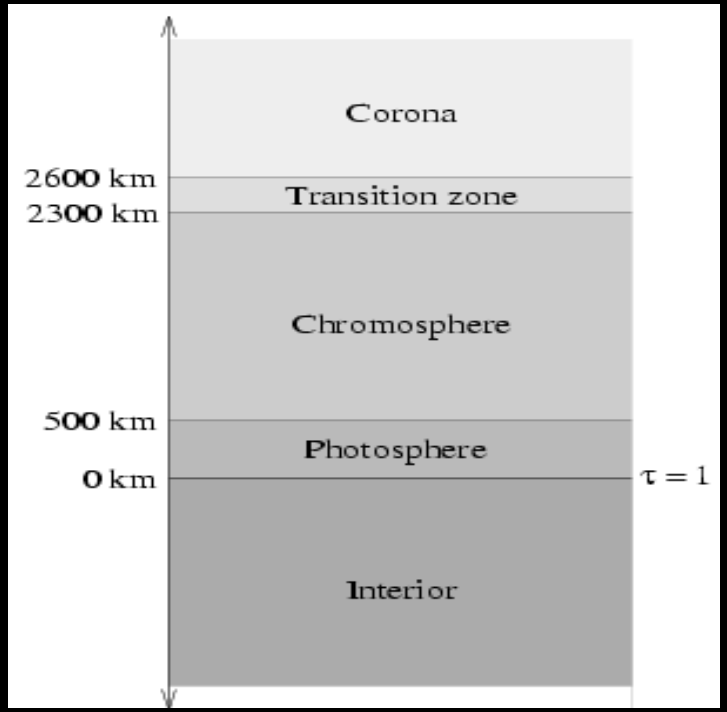
→ **Estrellas activas**

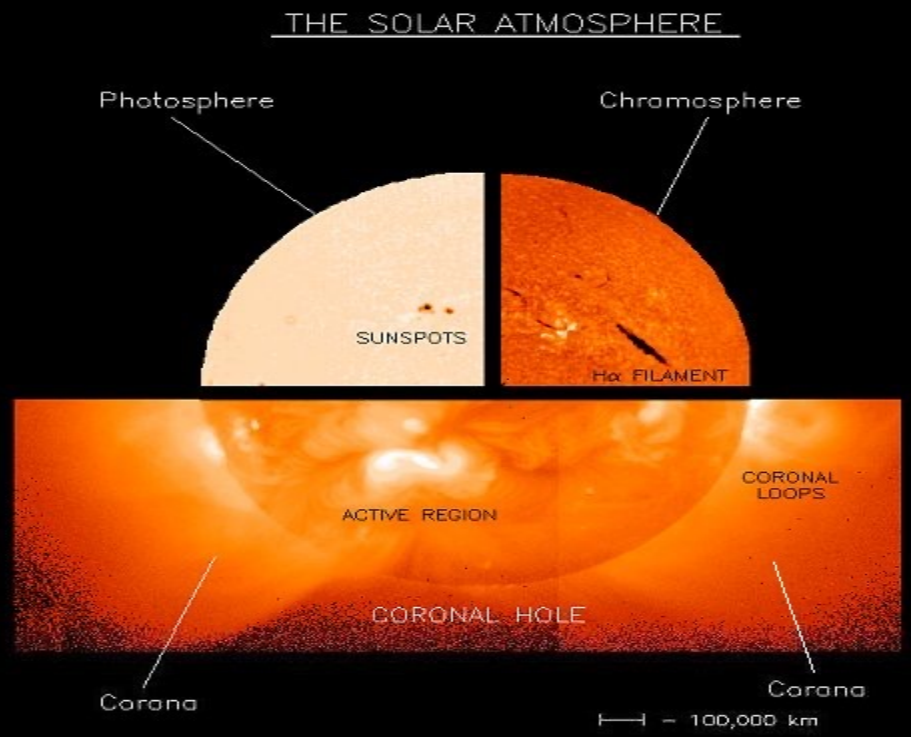
Jewel Box Sun

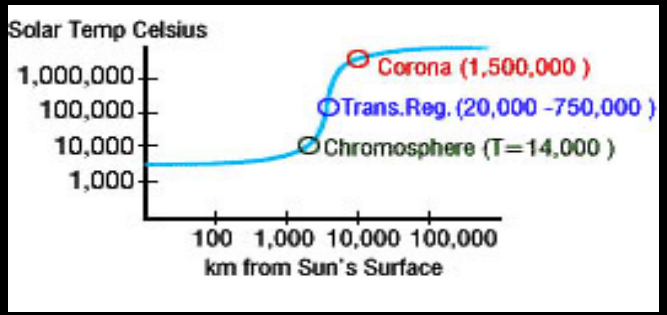


NASA movie of the sun based on data from NASA's Solar Dynamics Observatory, or SDO, shows the wide range of wavelengths - invisible to the naked eye - that the telescope can view. SDO converts the wavelengths into an image humans can see, and the light is colorized into a rainbow of colors.

Atmósfera del Sol:
Cromosfera,
Región de Transición
y Corona.







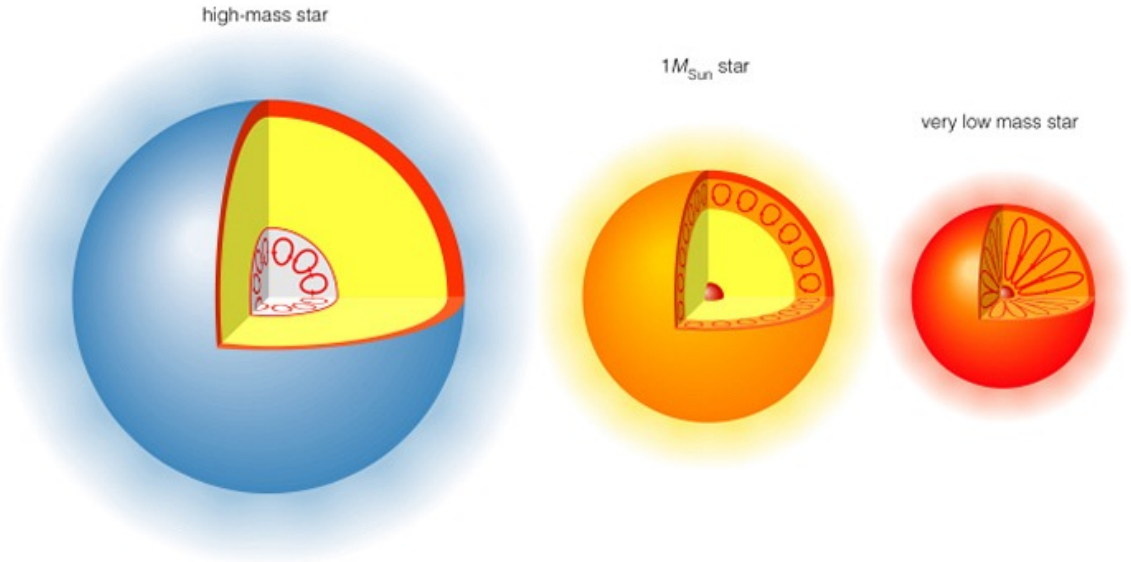
¿Que son las estrellas frías?



→ **Estrellas Frías**

Estrellas Frías (tipos F, G, K, M, L, T).

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:

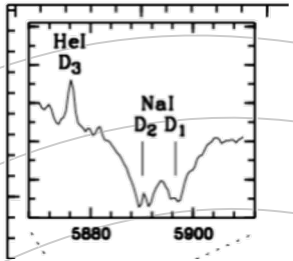


Estrella Caliente

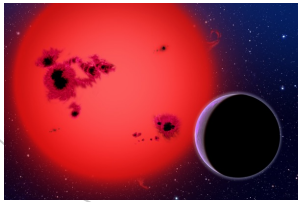
Estrellas Frías FGK
El Sol
Zona convectiva

Estrellas M completamente convectiva
> M3.5

IPARCOS

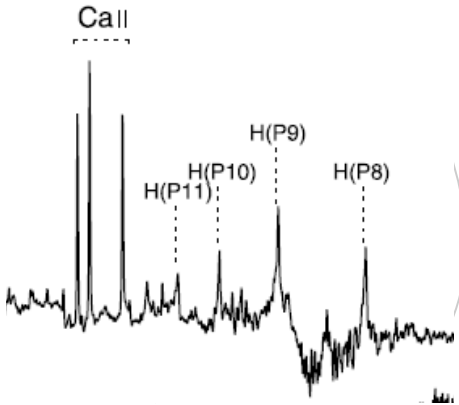


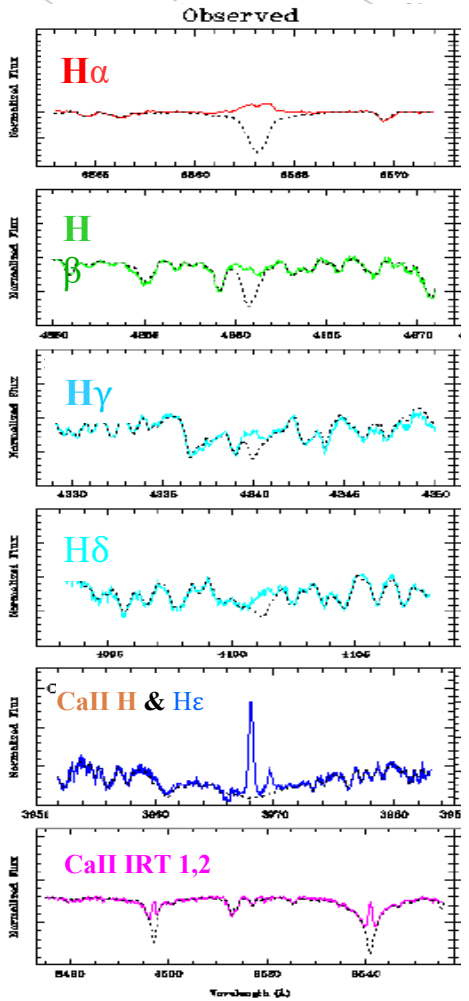
Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:



David Montes

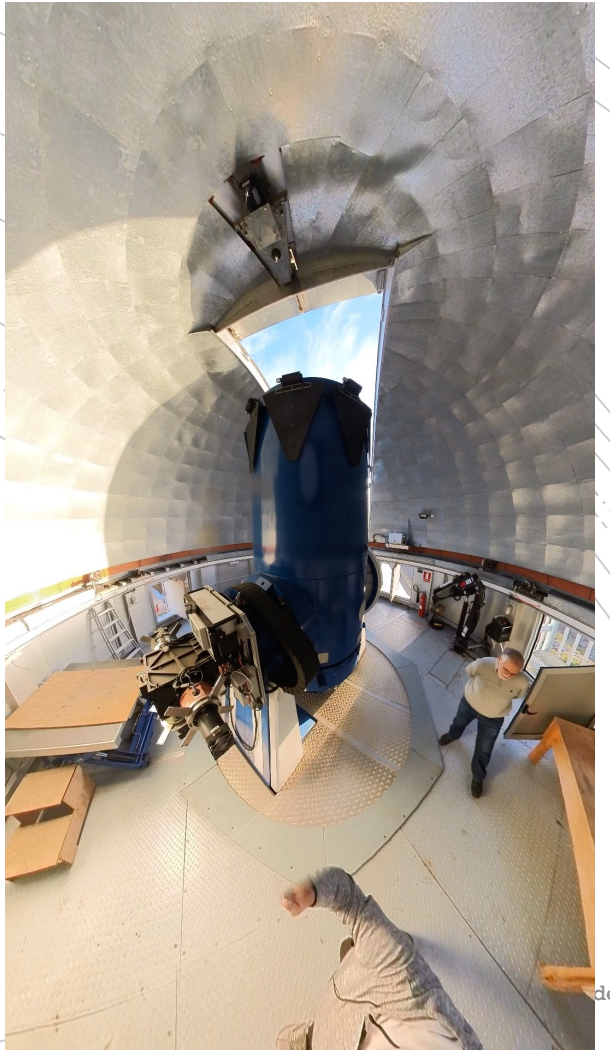
- **Chromospheric activity indicators:**
  - Ca II H&K
  - Serie de Balmer:
    Hα, Hβ, Hγ, Hδ, Hε, …
  - Mg Ib
  - Na I D_1, D_2
  - He I D_3
  - Ca II IRT
  - He I 10830





IPARCOS

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:



International collaborations

Cool Stars,
Stellar Parameters,
Stellar Activity,
Exoplanetas
group:

- Ground based optical and infrared telescopes





- Space missions







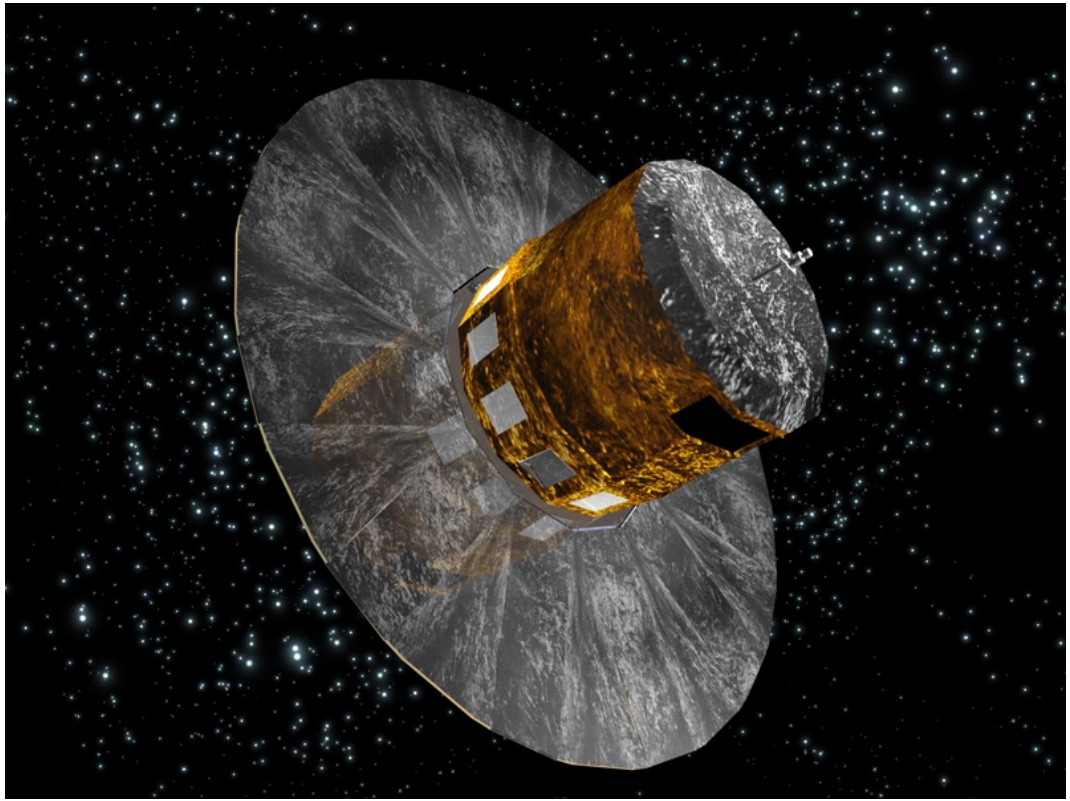
Paralaje trigonométrico (π)
Movimiento propio (μ)

Satélite Gaia
(2013-)

Precisión: microarcsecond

$$\Delta\pi = 0.000001\ ''$$

La estrella más cercana tiene una paralaje de solo 0,77 segundos de arco. Una estrella en el centro de la Galaxia tiene una paralaje de 0,0001 segundos de arco. Para medir ángulos tan pequeños hace falta un instrumento como Gaia.



http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Gaia

WHAT IS GAIA?

European mission

Structure

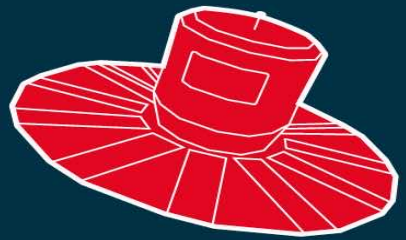
Origin

Evolution

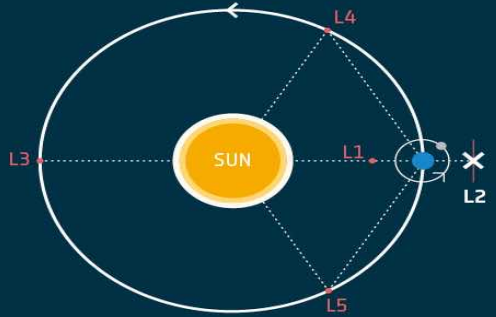
Most accurate
3D map of our galaxy

Almost
2 billion objects

Position,
velocity,
brightness,
temperature,
composition,
type



2 optical telescopes
3 instruments
1 billion pixel camera



In orbit around
Lagrange point 2

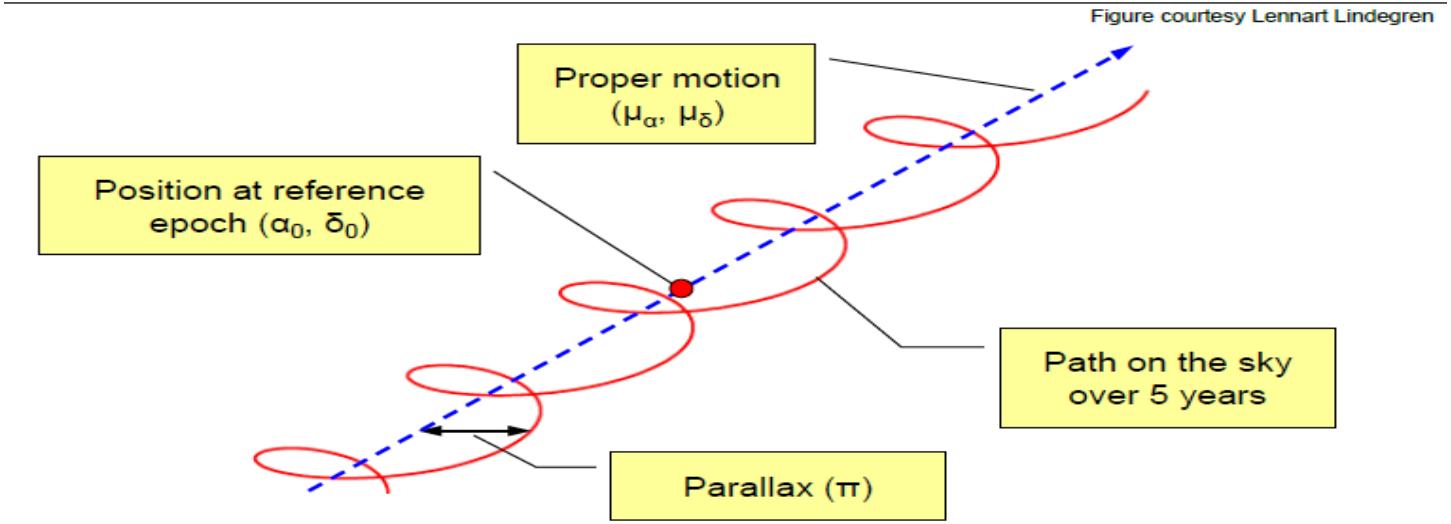
Inside our galaxy:

Stars, binary stars, exoplanets,
interstellar medium, Solar System objects

Outside our galaxy:

Quasars and other galaxies

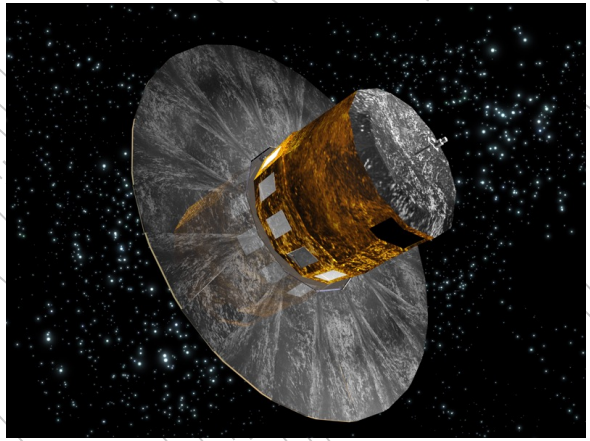
Paralaje (π) + Movimiento propio (μ):



Monitor this path for 10^9 stars during 5 years and fit, for each star, a five-parameter model to retrieve reference position, proper motion, and parallax (for a given instrument calibration and attitude)

IPARCOS

Gaia astrometric mission ESA



The SEEF group is involved in the scientific exploitation of the Gaia data and participate in the Spanish network of excellence REG (Red Española para la explotación científica de Gaia).

Gaia- **DR1.** (09 – 2016)
Gaia- **DR2** (04 – 2018)
Gaia- **EDR3** (12 - 2020)
Gaia- **DR3** (6 – 2022)

GAIA EARLY DATA RELEASE 3

esa

1 811 709 771
stellar positions

1 806 254 432
brightness
in white light

1 542 033 472
brightness
in blue light

1 540 770 489
colour

1 554 997 939
brightness
in red light

1 467 744 818
parallax and
proper motions

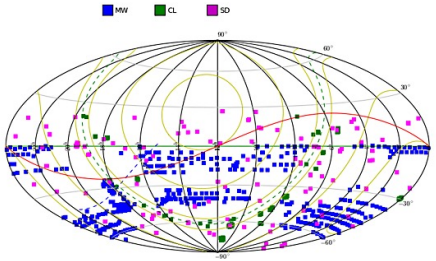
1 614 173
extragalactic
sources

#SpaceCare #ExploreFarther

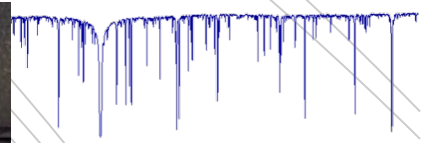


IPARCOS









GES (Gaia-ESO spectroscopic Survey)

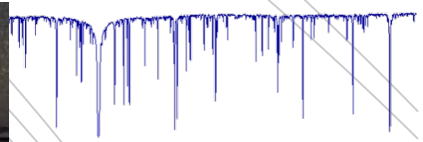
Public spectroscopic survey, targeting ≥ 10^5 stars, systematically covering all major components of the MilkyWay, from halo to star forming regions.

The SEEF group participate in the **WG 11** (UVES **FGK stars**) and **WG 12** (**pre-main sequence stars**) and has developed (Tabernero 2014, PhD. Thesis UCM) automatic tools to derive stellar atmospheric parameters: effective temperature ($T_{\rm eff}$), surface gravity (log*g*), metallicity ([Fe/H]), and the microturbulent velocity (ξ) as well as abundances (i.e., [X/H], [X/Fe]) for 20 different chemical elements (Na, Mg, Al, Si, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Co, Fe, Ni, Cu, Zn, Y, Zr, Ba, Ce, and Nd) of FGK stars using the equivalent width (*EW*) method.

IPARCOS

GES (Gaia-ESO spectroscopic Survey)





The automatics codes ***StePar*** and ***SteAbu*** developed have been tested with well known stars (benchmarks stars) providing very accuracy results and used to apply the "*Chemical Tagging*" technique to test the common origin of two young stellar kinematic groups (Tabernero et al. 2012A&A...547A..13T; 2017A&A...597A..33T).

Recent Publications:

- "*The Gaia-ESO Survey: The analysis of high-resolution UVES spectra of FGK-type stars*", Smiljanic et al. 2014A&A...570A.122S

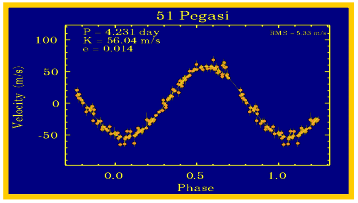
- "*Gaia-ESO Survey: Analysis of pre-main sequence stellar spectra*", Lanzafame et al., 2015A&A...576A..80L

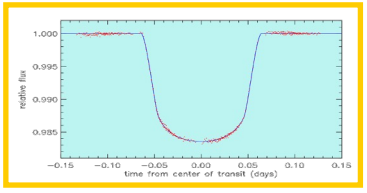
Exoplanets: planets in other stars

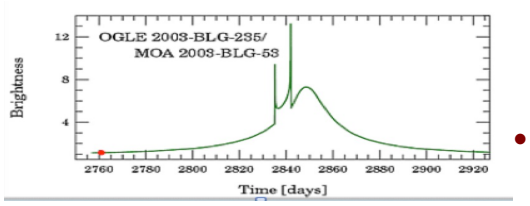


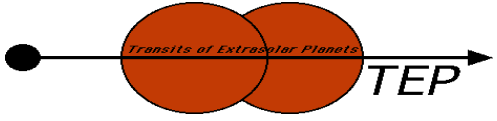
Métodos de detección

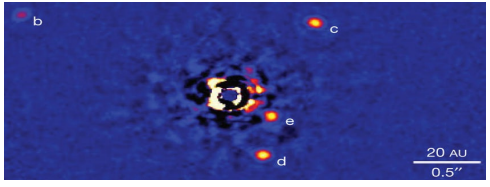
- Velocidad radial (efecto Doppler).
- Tránsitos fotométricos.
- Microlentes gravitatorias.
- Timing (eclipses, pulsaciones).
- Imagen directa.
- Astrometría.









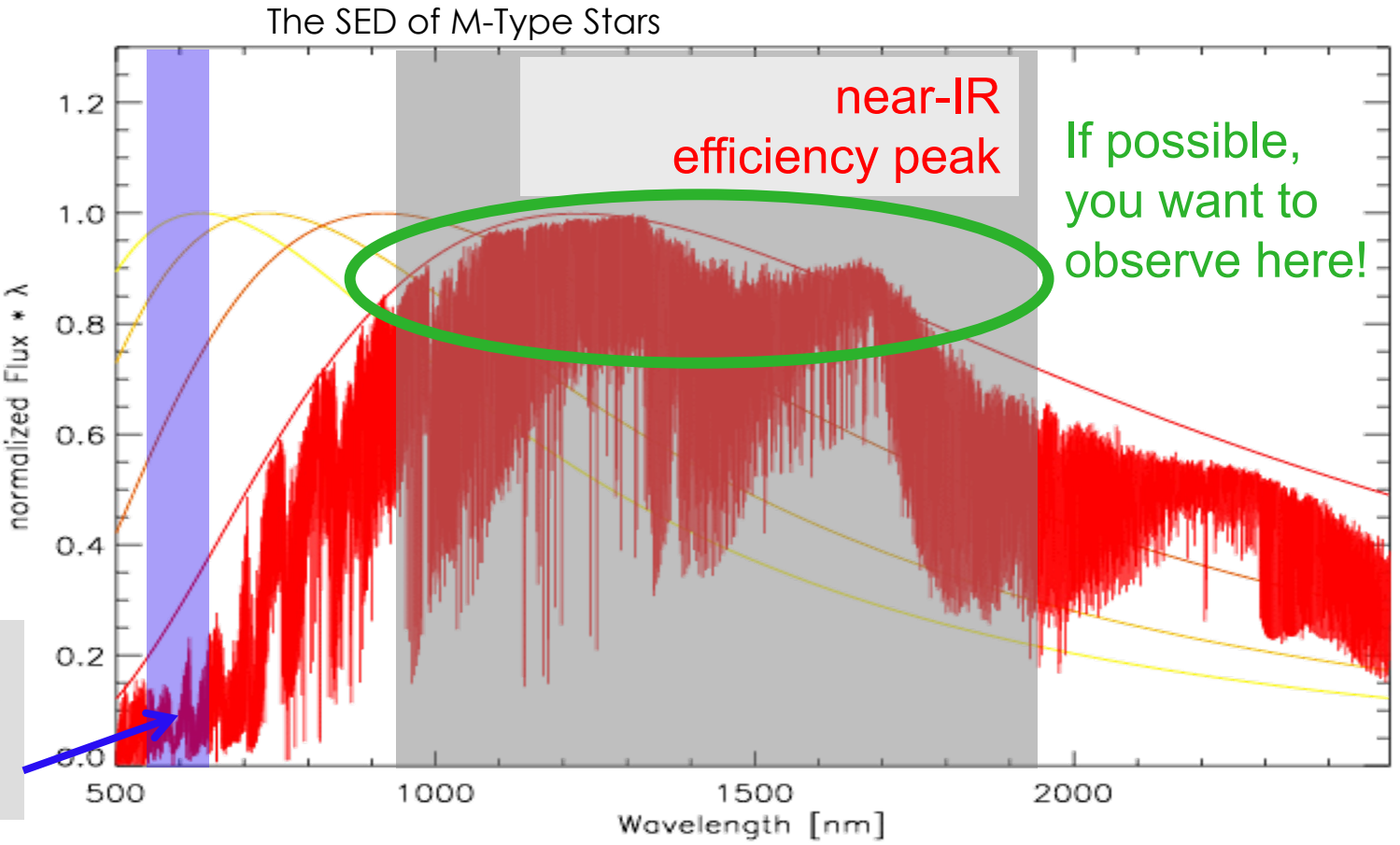


- WATCHING FOR WOBBLE
  Radial Velocity
- SEARCHING FOR SHADOWS
  Transits
- LIGHT IN A GRAVITY LENS
  Gravitational Microlensing
- Timing
  (eclipses, pulsation)
- TAKING PICTURES
  Direct Imaging
- MINISCULE MOVEMENTS
  Astrometry

(the redder, the better)

HARPS Δλ = 533-691 nm

But M dwarfs are faint (and active) in the optical!

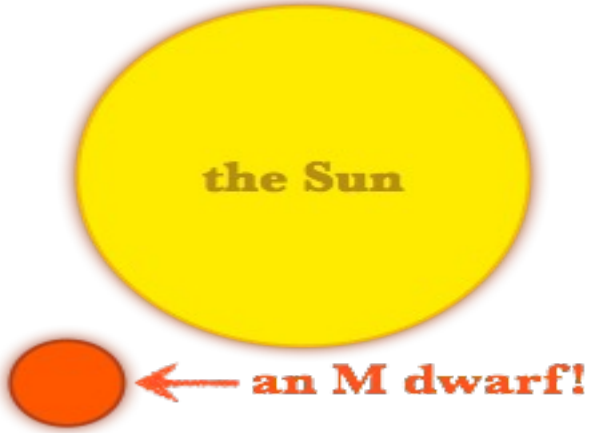


"classical" *visible light* RV instruments

Why M stars?

- **Bigger Doppler signal**

→ the **lower masses** of the stars means the gravitational tug of an Earth-mass planet will result in a **larger stellar motion**, resulting in a **bigger Doppler signal** than observed for Sunlike stars.



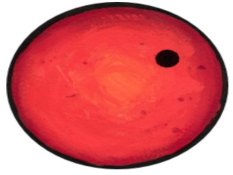
- **HZ is much closer**

→ are also **cooler**, the HZ is much **closer** to the star. The **shorter orbital radii** results in **shorter orbital periods**, allowing us to discover them using less telescope time.

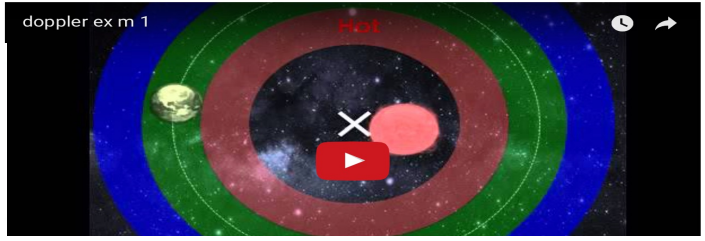


- **Large fracction block**

→ increases the probability the planets will **transit** → opportunity to characterize their atmospheres, and percentage of light blocked by a transiting planet is larger.



And here is the motion induced by the same planet around an M dwarf:



http://hpf.psu.edu/the-purpose-of-hpf/

carmenes

El cazador de exoplanetas de Calar Alto

CARMENES. ¿Qué?: un nuevo espectrógrafo óptico-infrarrojo. ¿Dónde?: en Calar Alto, Almería. ¿Cuándo?: su primera luz en 2015. ¿Cómo?: con el método de velocidad radial. ¿Para qué?: para descubrir planetas como el nuestro alrededor de las estrellas más cercanas al Sol.

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT CSIC ICE INSTITUT FÜR ASTROPHYSIK GÖTTINGEN TLS DFG DLR Unión Europea Fondo Europeo de Desarrollo Regional "Una manera de hacer Europa" Calar Alto

IPARCOS

carmenes

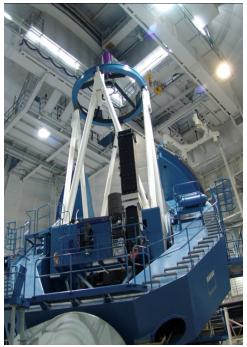
CARMENES

carmenes

Calar
Alto high-
Resolution search for
M dwarfs with
Exoearths with
Near-infrared and visible
Echelle
Spectrographs

Calar Alto

MPIA (Heidelberg) • **IAA** (Granada) • **LSW** (Heidelberg) • **ICE** (Barcelona) • **IAG** (Göttingen) • **IAC** (Tenerife) • **TLS** (Tautenburg) • **UCM** (Madrid) • **HS** (Hamburg) • **CAB** (Madrid) • **CAHA** (50% MPG + 50% CSIC)



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

CSIC

Calar Alto

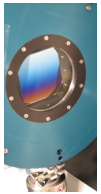
DFG

http://carmenes.caha.es/

IPARCOS

carmenes

CARMENES

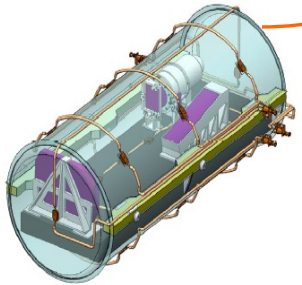


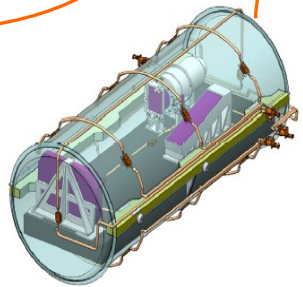
At UCM: CCD detector characterization (Art. 83 with Fractal SLNE) @ LICA

CARMENES, the instrument

carmenes

Two fibre-fed stabilised échelle spectrographs (R=82,000) inside the coudé room of the 3.5 m CA telescope (NIR and VIS)







IPARCOS

carmenes

CARMENES

CARMENES radial velocity instrument

carmenes

→ Search for **Earth-like habitable planets** around low-mass stars (**M-stars**)

– Number and formation mechanisms

– Properties and habitability

• Survey of **300 M dwarf** stars simultaneously in visible light and near-infrared

• GermanSpanish instrument for 3.5-m Calar Alto

• 600 - 750 "useful" nights guaranteed

• Survey on-going **since Jan 1, 2016**

- "***CARMENES instrument overview***"
  (Quirrenbach et al. 2014SPIE.9147E..1FQ)
- "***CARMENES: an overview six months after first light***"
  (Quirrenbach et al. 2016SPIE.9908E..12Q)
- "***CARMENES: high-resolution spectra and precise radial velocities in the red and infrared***"
  (Quirrenbach et al. 2018SPIE10702E..0WQ)
- "***The CARMENES M-dwarf planet survey***"
  (Quirrenbach et al. 2020SPIE11447E..3CQ)

CARMENES input catalogue

→ CARMENES **input catalogue** of
~2200 nearby bright **M dwarfs** (δ > −23 deg)

→ **~300 GTO (G**uaranteed **T**ime **O**bservations**) targets**

→ **CARMENCITA**:
CARMENES **C**ool dwarf **I**nformation and da**T**a **A**rchive

→ **Science preparation** (Low-res & High-res spectra)
- "***CARMENES: data flow***"
(Caballero et al. 2016SPIE.9910E..0EC)

CARMENES input catalogue of M dwarfs.

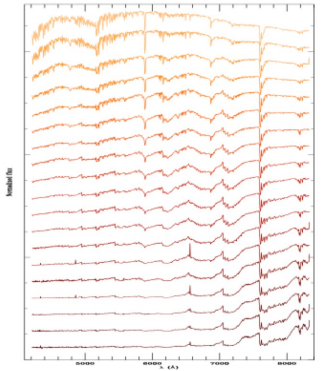
IPARCOS

carmenes

CARMENES science preparation

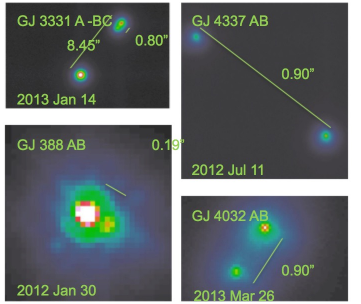
David Montes

- I. Low-resolution spectroscopy with CAFOS
(Alonso-Floriano, et al., 2015A&A...577A.128A)



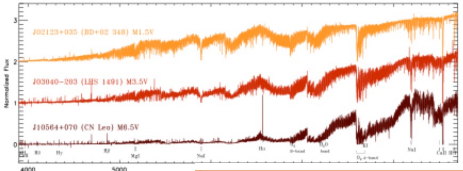
Spectral types for all 753 stars, of which 305 are new and 448 are revised.

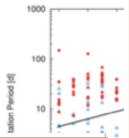
- II. High-resolution imaging with FastCam
(Cortés-Contreras, et al., 2017A&A...597A..47C)



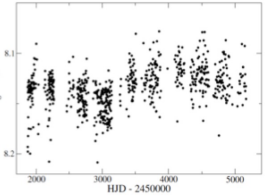
From the 490 observed stars, we detected 80 companions in 76 systems, of which 30 are new discoveries. Another six companion candidates require additional astrometry to confirm physical binding. The multiplicity fraction in our observed sample is 16.7 ± 2.0%.

- III. Rotation and activity from high-resolution spectroscopic observations
(Jeffers, et al., 2018A&A...614A..76J)

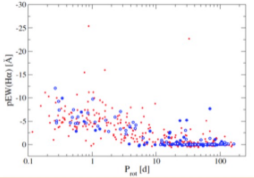




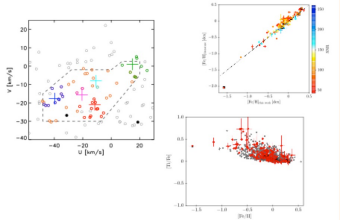
- IV. New rotation periods from photometric time series
(Díez Alonso, et al. 2018, A&A, arXiv:1810.03338)



Rotational periods from long-term photometric monitoring surveys (MEarth, ASAS, SuperWASP, NSVS, Catalina, ASASSN, K2, and HATNet).

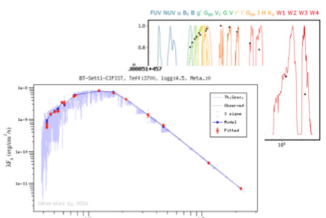


Calibrating the metallicity of M-dwarfs with wide visual binaries (FGK+M)



(Montes et. al., 2018MNRAS.479.1332M).

Spectral energy distributions and luminosities of M dwarfs



Cifuentes et al., 2019, in prep.

IPARCOS

carmenes

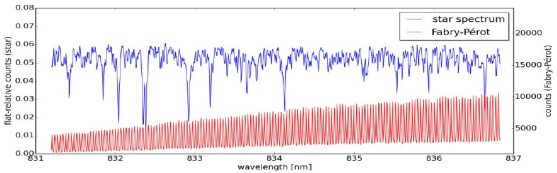
CARMENES science exploitation

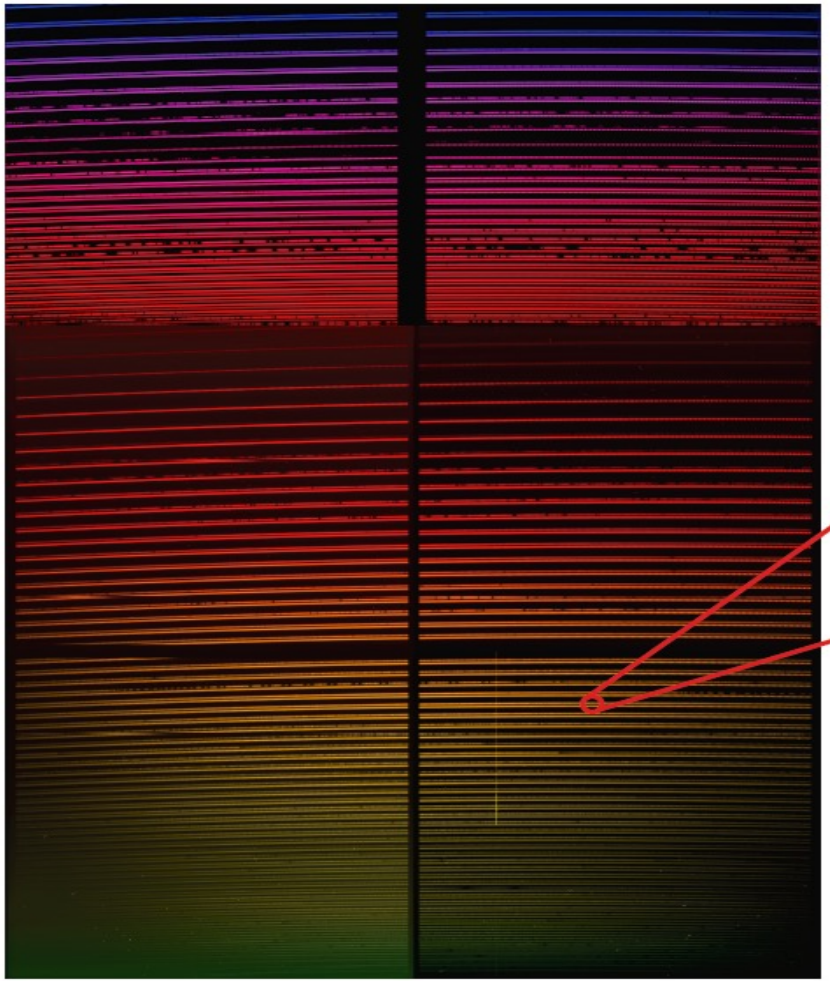
The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs.

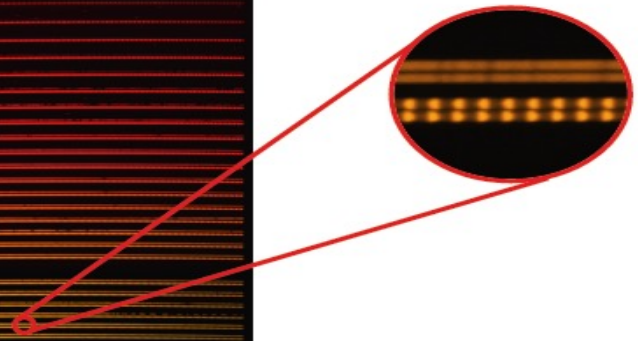
CARMENES spectra

NIR: 0.96-1.71 µm,
28 orders
2 2kx2k Hawaii-2RG,
R = 80 400

VIS: 0.52-0.96 µm,
61 orders
4kx4k e2v CCD231-84,
R = 96 500



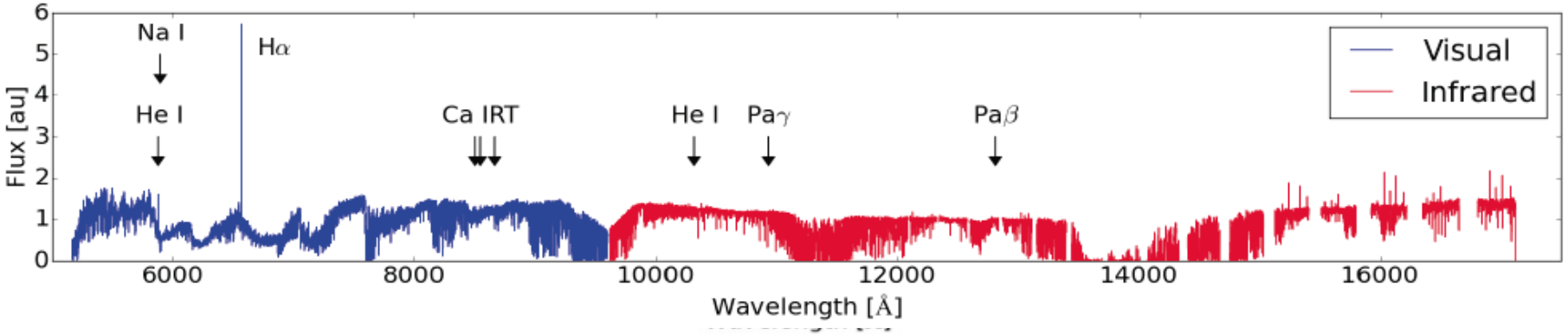




CARMENES spectra

VIS + NIR Observations:

VIS: 0.52-0.96 μm, 4kx4k e2v CCD231-84, *R* = 96 500
NIR: 0.96-1.71 μm, 2 2kx2k Hawaii-2RG, *R* = 80 400



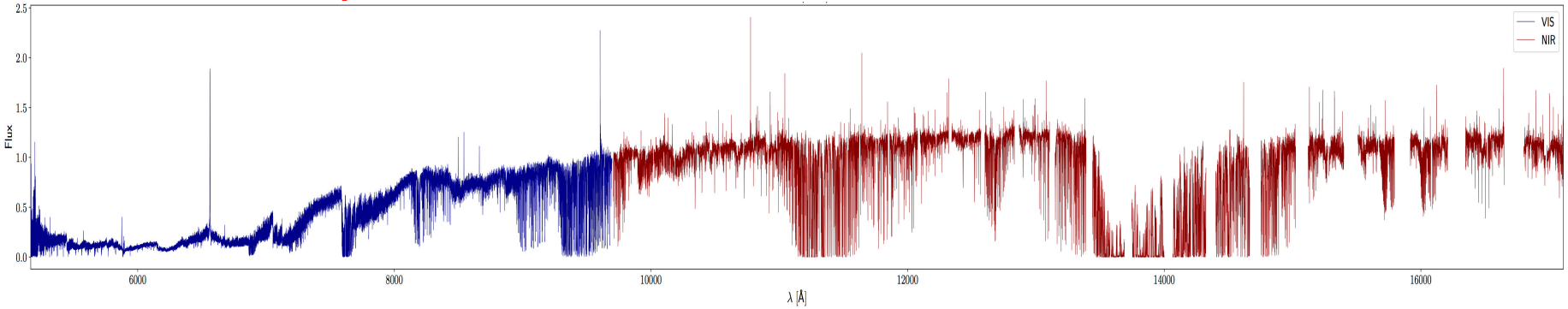
(YZ CMi, M4.5Ve)
Poster #191, Czesla et al.

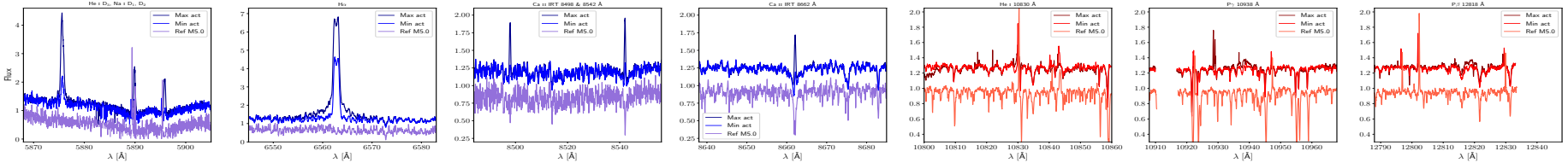
CARMENES spectra

VIS + NIR Observations:

VIS: 0.52-0.96 μm, 4kx4k e2v CCD231-84, *R* = 96 500
NIR: 0.96-1.71 μm, 2 2kx2k Hawaii-2RG, *R* = 80 400

Estrella M5.5V

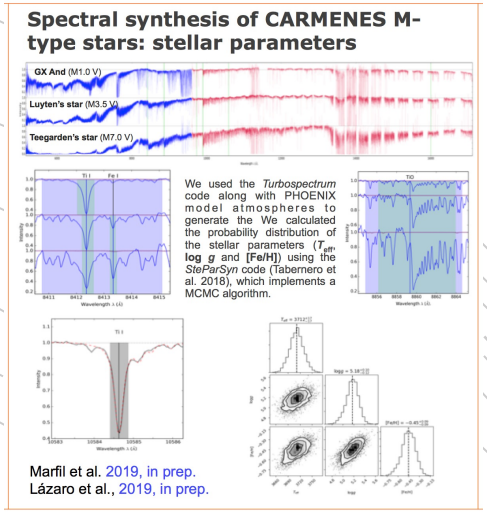


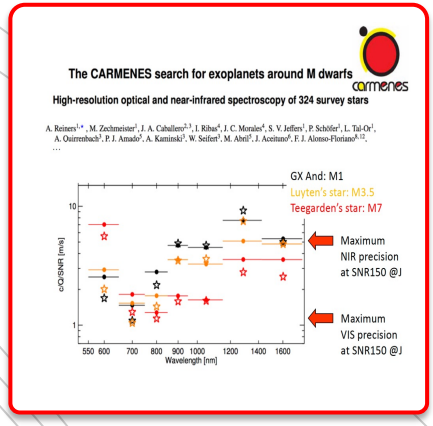


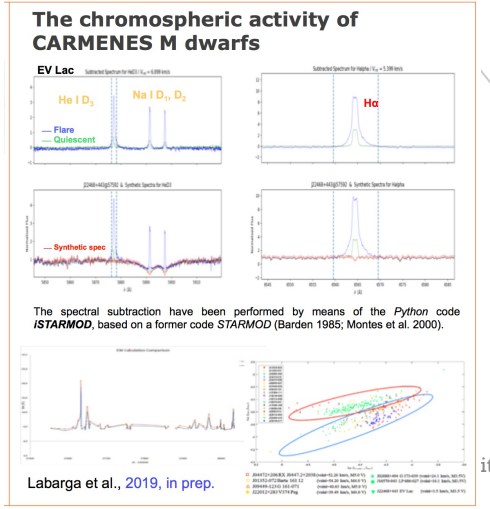
CARMENES science exploitation

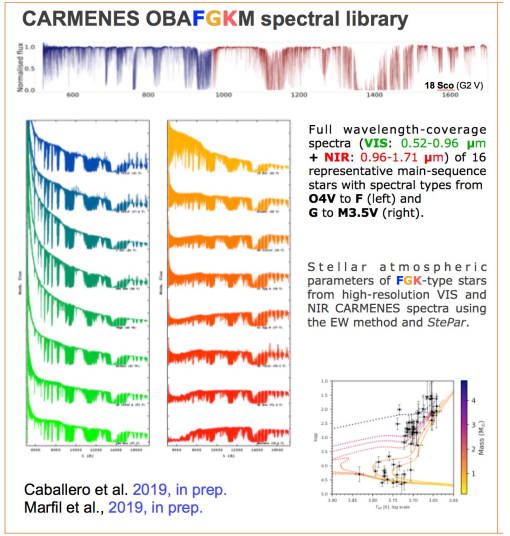
The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs.

David Montes









IPARCOS

carmenes

CARMENES science exploitation

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs.

David Montes

Confirmation of exoplanets

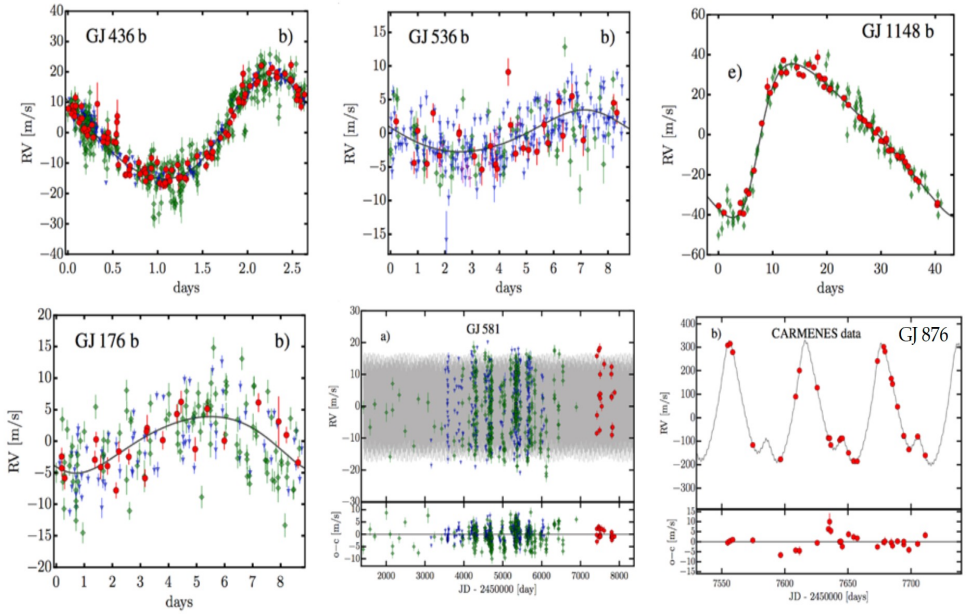
carmenes

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs

First visual-channel radial-velocity measurements and orbital parameter updates of seven M-dwarf planetary systems★

T. Trifonov[1], M. Kürster[1], M. Zechmeister[2], L. Tal-Or[2], J.A. Caballero[3,5], A. Quirrenbach[5], I. Ribas[7], A

2018A&A...609A.117T



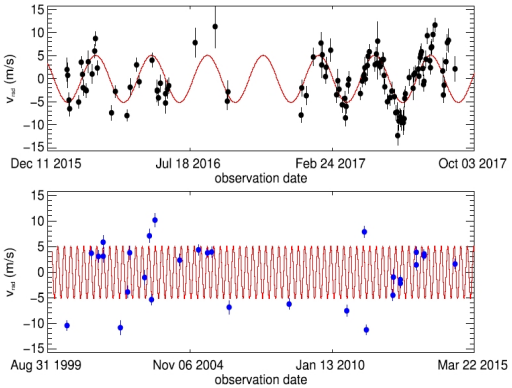
CARMENES science exploitation

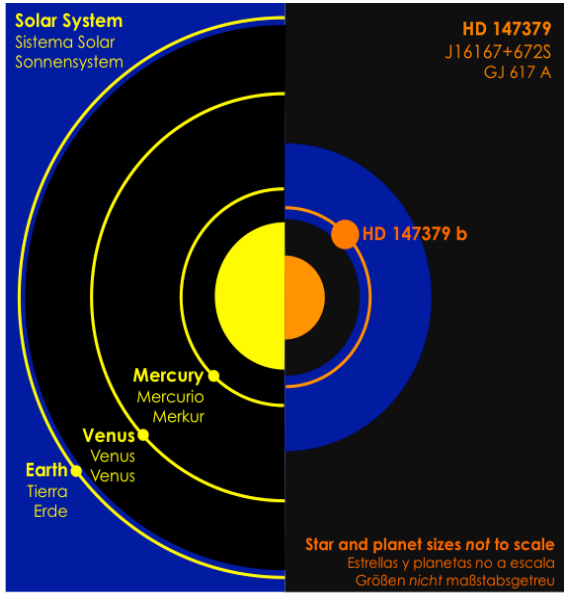
The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs.

David Montes

First CARMENES exoplanets

"The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. ***HD147379 b****: A nearby Neptune in an early-M dwarf's temperate zone".*
Reiners, et al. 2018 Astronomy & Astrophysics Letters, A&A 609, L5



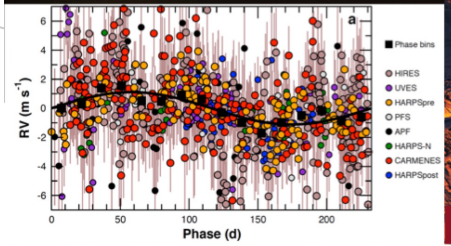


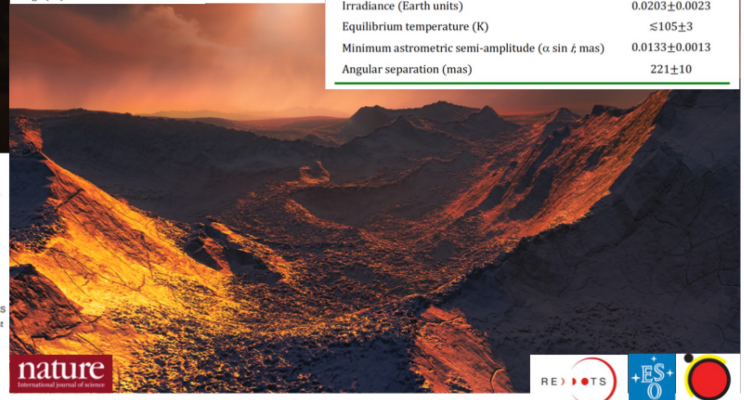
Supertierra fría orbitando la estrella de Barnard



Star parameter	Value
Spectral type	M3.5 V
Mass ($M_\odot$)	0.163±0.022
Radius ($R_\odot$)	0.178±0.011
Luminosity ($L_\odot$)	0.00329±0.00019
Effective temperature (K)	3278±51
Rotation period (d)	140±10
Age (Ga)	7–10

Planet parameter	Value
	Barnard's star b
Orbital period (d)	$232.80^{+0.38}_{-0.41}$
Radial velocity semi-amplitude (m s^{-1})	1.20±0.12
Eccentricity	$0.32^{+0.10}_{-0.15}$
Argument of periastron (deg)	107^{+19}_{-22}
Mean longitude at BJD2455000.0 (deg)	203±7
Minimum mass ($M \sin i$, $M_\oplus$)	3.23±0.44
Orbital semi-major axis (au)	0.404±0.018
Irradiance (Earth units)	0.0203±0.0023
Equilibrium temperature (K)	≤105±3
Minimum astrometric semi-amplitude ($\alpha \sin i$, mas)	0.0133±0.0013
Angular separation (mas)	221±10





"A candidate super-Earth planet orbiting near the snow line of Barnard's star", I. Ribas, M. Tuomi, A. Reiners, et al., Nature 563, 365–368 (2018)

CARMENES science exploitation

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs.

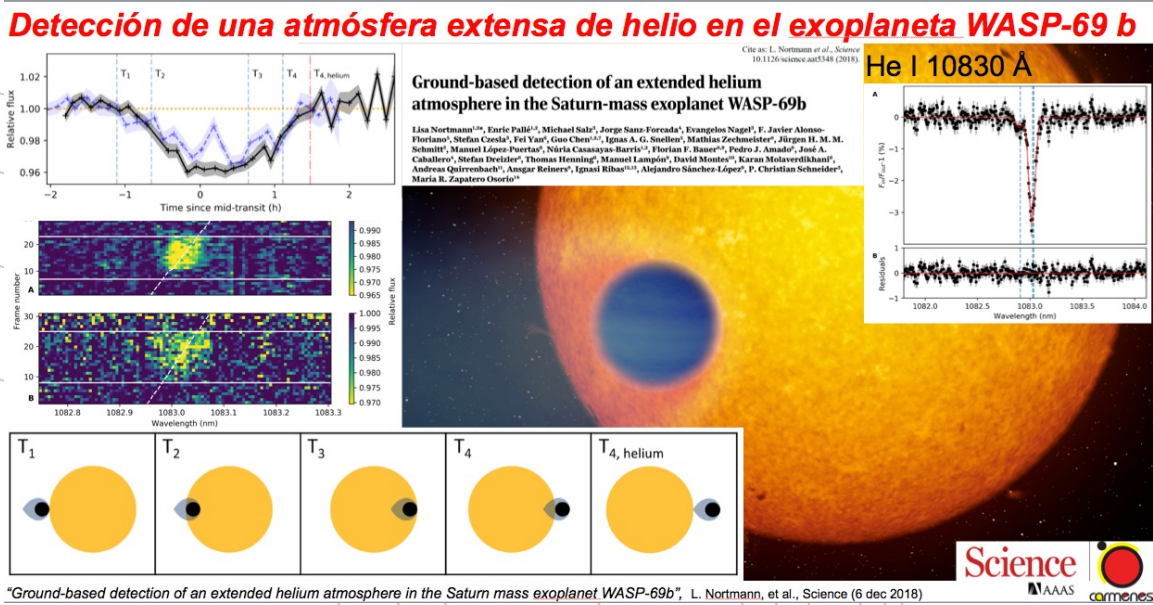
Publication en Nature:

- ***A candidate super-Earth planet orbiting near the snow line of Barnard's star***
I. Ribas, M. Tuomi, A. Reiners, et al.
Nature 15 nov 2018
Nature 563, 365–368 (2018)

CARMENES science exploitation

CARMENES exoplanet atmospheres characterization

David Montes



Publications:

1: "***Ground-based detection of an extended helium atmosphere in the Saturn mass exoplanet WASP-69 b***",
Nortmann, L., et al. Science 21 Dec 2018: Vol. 362, Issue 6421, pp. 1388-1391

2: "**Detection of He I 10830 Å absorption on HD 189733 b with CARMENES high-resolution transmission spectroscopy**",
Salz, M., et al. A&A 620, A97 (2018)

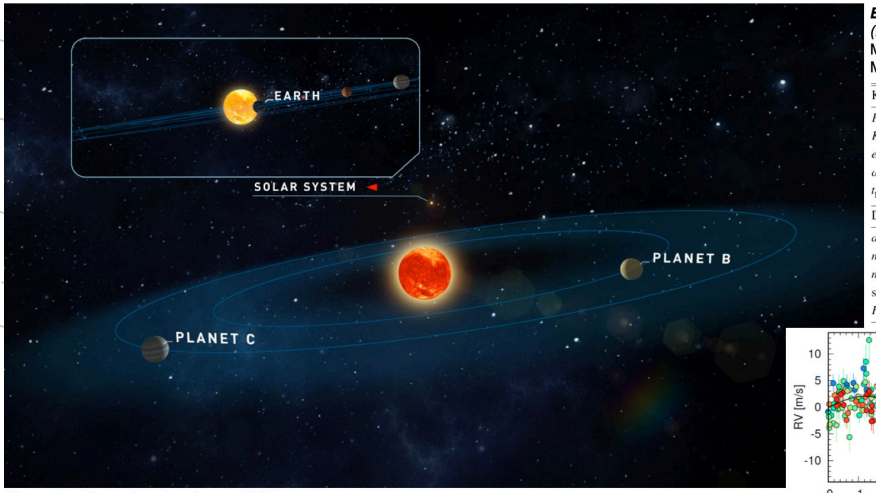
3: "**Multiple water band detections in the CARMENES near-infrared transmission spectrum of HD 189733 b**",
Alonso-Floriano, F. J., et al., 2019A&A...621A..74A

CARMENES science exploitation

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs.

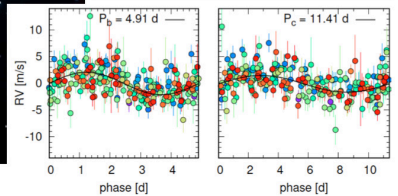
David Montes

Dos planetas templados de masas ≈ a la Tierra en la Estrella de Teegarden



Estrella deTeegarden
(Karmn J02530+168)
M7.0 V, d = 3.831 pc = 12.5 ly
$M = 0.089\ M_\odot$, $R = 0.107\ R_\odot$

Keplerian parameters	Planet b	Planet c
P [d]	$4.9100^{+0.0014}_{-0.0014}$	$11.409^{+0.009}_{-0.009}$
K [m/s]	$2.02^{+0.19}_{-0.20}$	$1.61^{+0.19}_{-0.19}$
e [a]	$0.00^{+0.16}$	$0.00^{+0.16}$
ω [deg]	77^{+52}_{-79}	286^{+101}_{-74}
$t_p - 2\,458\,000$ [d]	$52.3^{+0.7}_{-1.1}$	$53.2^{+3.2}_{-2.3}$
Derived parameters		
a [au]	$0.0252^{+0.0008}_{-0.0009}$	$0.0443^{+0.0014}_{-0.0015}$
$m \sin i\ [M_\oplus]$	$1.05^{+0.13}_{-0.12}$	$1.11^{+0.16}_{-0.15}$
$m\ [M_\oplus]$ [b]	$1.25^{+0.68}_{-0.22}$	$1.33^{+0.71}_{-0.25}$
$\sin i$ [b]	$0.87^{+0.12}_{-0.31}$	
$F\ [S_\oplus]$ [c]	$1.15^{+0.08}_{-0.08}$	$0.37^{+0.03}_{-0.03}$



Teegarden b y c, dos planetas candidatos:
➔ cada uno con una masa mínima de 1.1 $M_\oplus$, orbitando con periodos de 4.91 y 11.4 d sin evidencia de tránsitos.
➔ la cuarta estrella mas cercana con planetas potencialmente habitables, después de Proxima Cen, Tau Ceti, y Luyten's Star.
➔ la estrella más pequeña en la que hasta ahora se ha podido determinar la masa de los planetas directamente.

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs
Two temperate Earth-mass planet candidates around Teegarden's Star,
Zechmeister et al. 2019, A&A, DOI: 10.1051/0004-6361/201935460

Publicación en A&A:

- "***The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Two temperate Earth-mass planet candidates around Teegarden's Star***", de M. Zechmeister et al., que aparece en la revista Astronomy & Astrophysics el 18 de junio de 2019, 2019A&A...627A..49Z, - DOI https://doi.org/10.1051/0004-6361/201935460

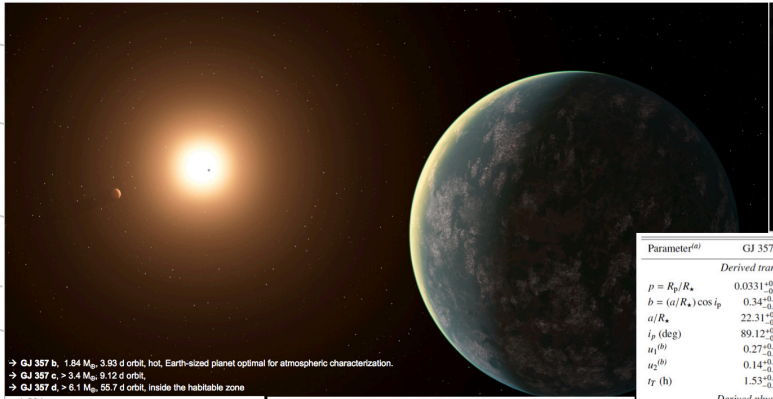
Publicaciones adicionales:
- "***On the Habitability of Teegarden's Star planets***", Amri Wandel, Lev Tal-Or, 2019ApJ...880L..21W

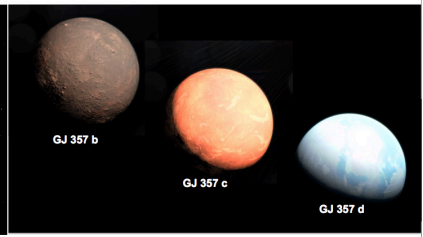
CARMENES science exploitation

The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs + TESS.

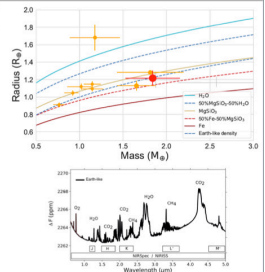
David Montes

Planetary system around the nearby M dwarf GJ 357 – TESS + CARMENES + ...





Parameter[a]	GJ 357 b	GJ 357 c	GJ 357 d
Derived transit parameters			
$p = R_p/R_\star$	$0.0331^{+0.0009}_{-0.0009}$	...	...
$b = (a/R_\star)\cos i_p$	$0.34^{+0.10}_{-0.14}$	...	...
$a/R_\star$	$22.31^{+0.76}_{-0.90}$	...	...
i_p (deg)	$89.12^{+0.37}_{-0.31}$	...	...
u_1[b]	$0.27^{+0.24}_{-0.17}$	...	...
u_2[b]	$0.14^{+0.29}_{-0.24}$	...	...
t_T (h)	$1.53^{+0.12}_{-0.11}$	...	...
Derived physical parameters			
M_p ($M_\oplus$)[c]	$1.84^{+0.31}_{-0.31}$	$> 3.40^{+0.46}_{-0.46}$	$> 6.1^{+1.0}_{-1.0}$
R_p ($R_\oplus$)	$1.217^{+0.084}_{-0.083}$	...	...
ρ_p (g cm^{-3})	$5.6^{+1.7}_{-1.3}$	...	...
g_p (m s^{-2})	$12.1^{+2.9}_{-2.5}$	...	...
a_p (au)	$0.035^{+0.002}_{-0.002}$	$0.061^{+0.004}_{-0.004}$	$0.204^{+0.015}_{-0.015}$
T_{eq} (K)[d]	525^{+11}_{-9}	$401.2^{+10.8}_{-10.7}$	$219.6^{+5.9}_{-5.9}$
S ($S_\oplus$)	$12.6^{+1.1}_{-0.8}$	$4.45^{+0.14}_{-0.14}$	$0.38^{+0.01}_{-0.01}$



- Planetary system around the nearby M dwarf GJ 357 including a transiting, hot, Earth-sized planet optimal for atmospheric characterization,
Luque, et al. 2019, A&A, DOI: https://doi.org/10.1051/0004-6361/201935801 - TESS Science Conference I - @TessSciCon1 #TESScon

Publicación en A&A:

- **Planetary system around the nearby M dwarf GJ 357 including a transiting, hot, Earth-sized planet optimal for atmospheric characterization,**
R. Luque, E. Pallé, D. Kossakowski, et al., 2019, A&A, 628, A39, 2019A&A...628A..39L, DOI: https://doi.org/10.1051/0004-6361/201935801

http://carmenes.caha.es/


carmenes

CARMENES unitedsoundsofcosmos





https://www.youtube.com/watch?v=sgV8yIZ-E9c

Antonio Arias - Carmenes



https://www.youtube.com/watch?v=YT36FUHXq8c



http://www.rtve.es/alacarta/videos/los-conciertos-de-radio-3/conciertos-radio-3-antonio-arias/2338867/