

EXOPLANETS

NUOVE TERRE INESPLORATE, L'ANTICO MISTERO
DELLA VITA



euresis

Associazione per la Promozione e lo Sviluppo
della Cultura e del Lavoro Scientifico

campus

IL SISTEMA SOLARE



Distanze non in scala

Heliocentrism



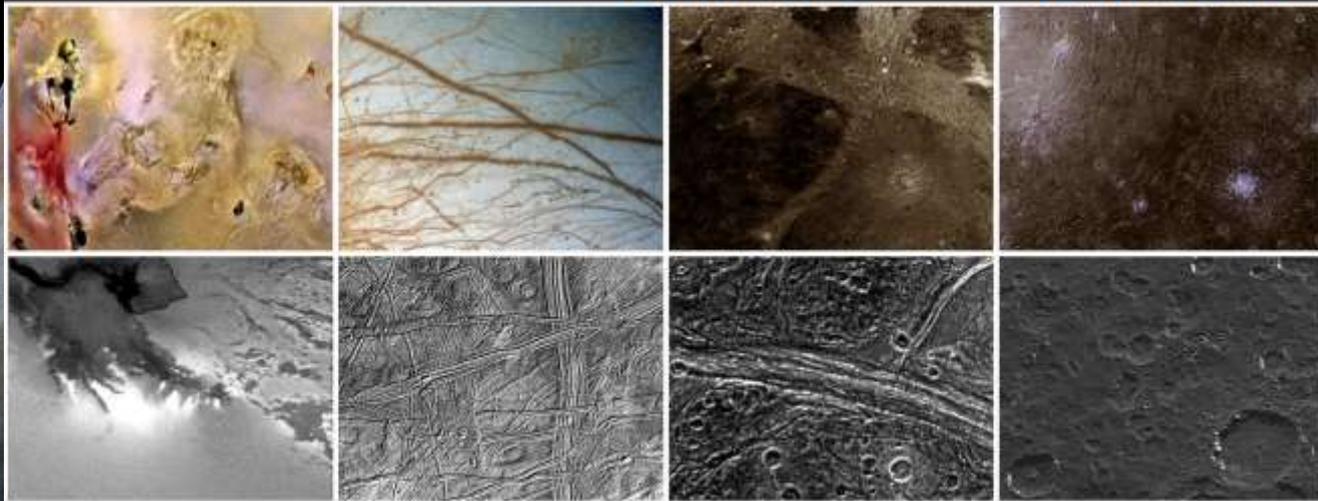
Geocentrism



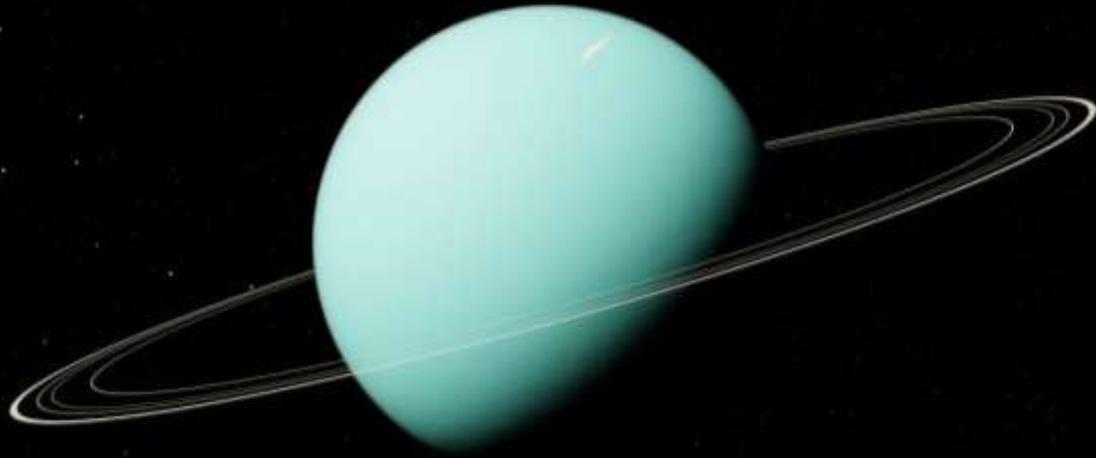
Sistema eliocentrico



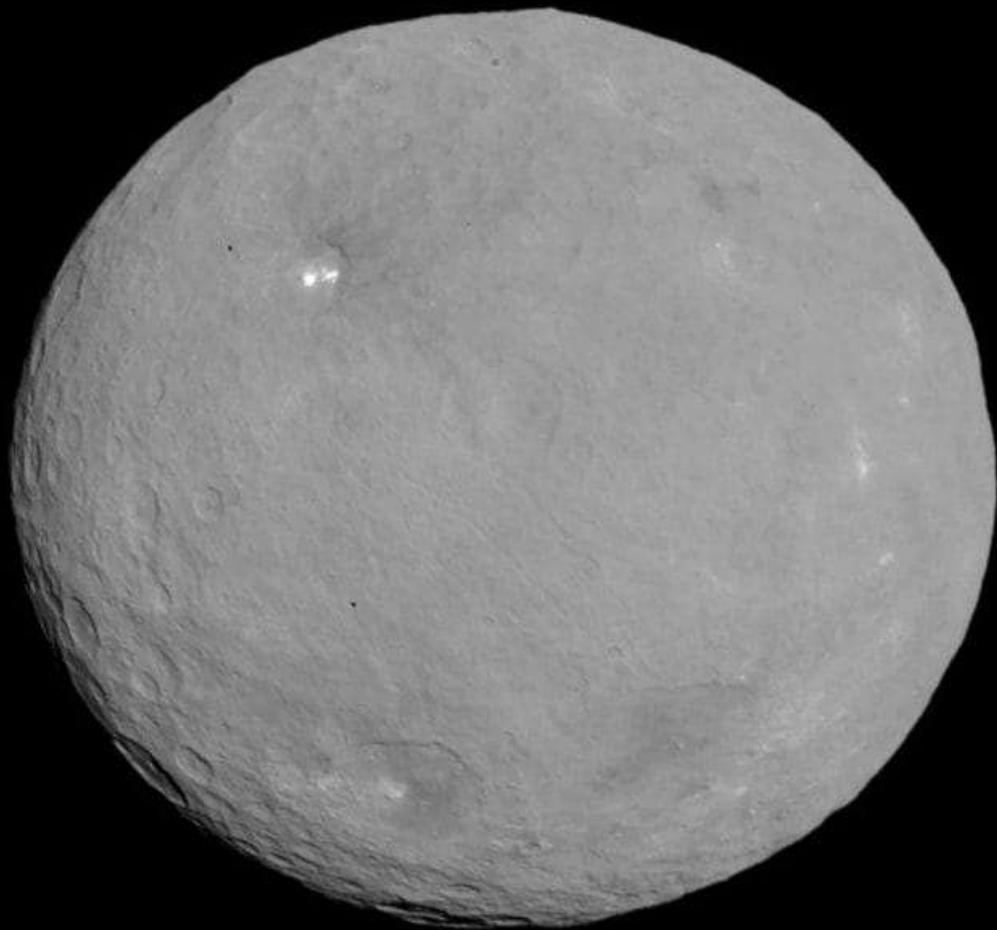
GIOVE



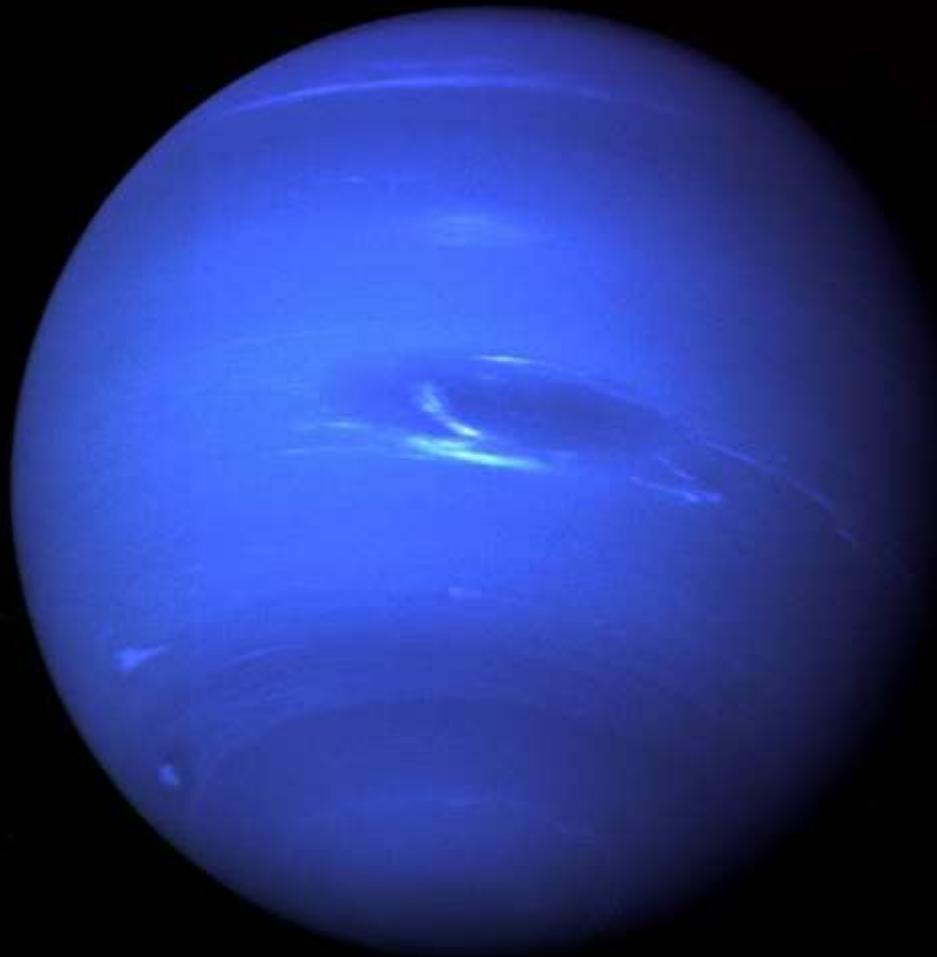
URANO
(1781)



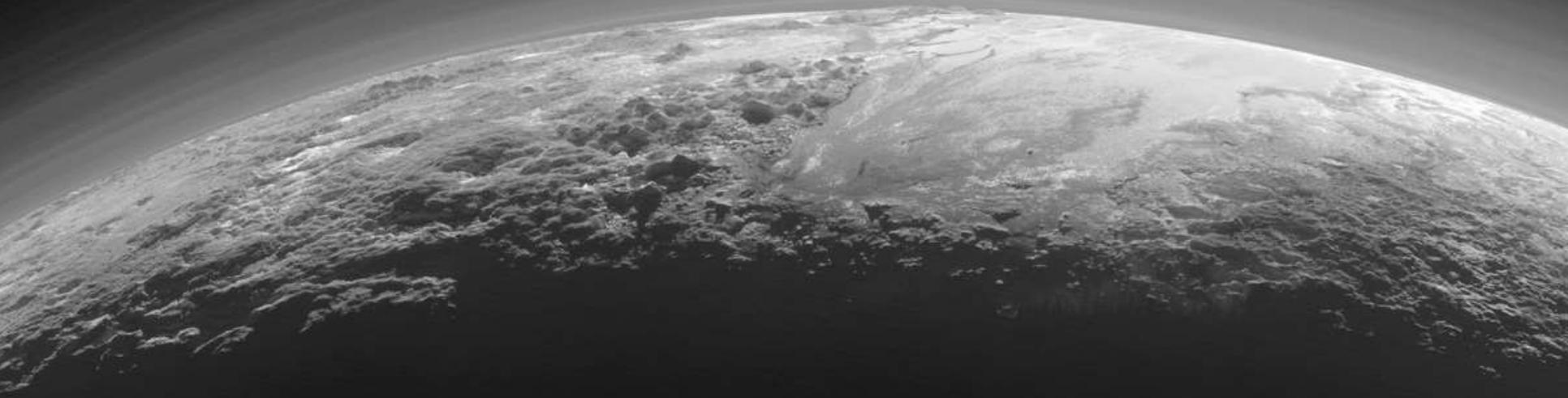
CERERE
(1801)

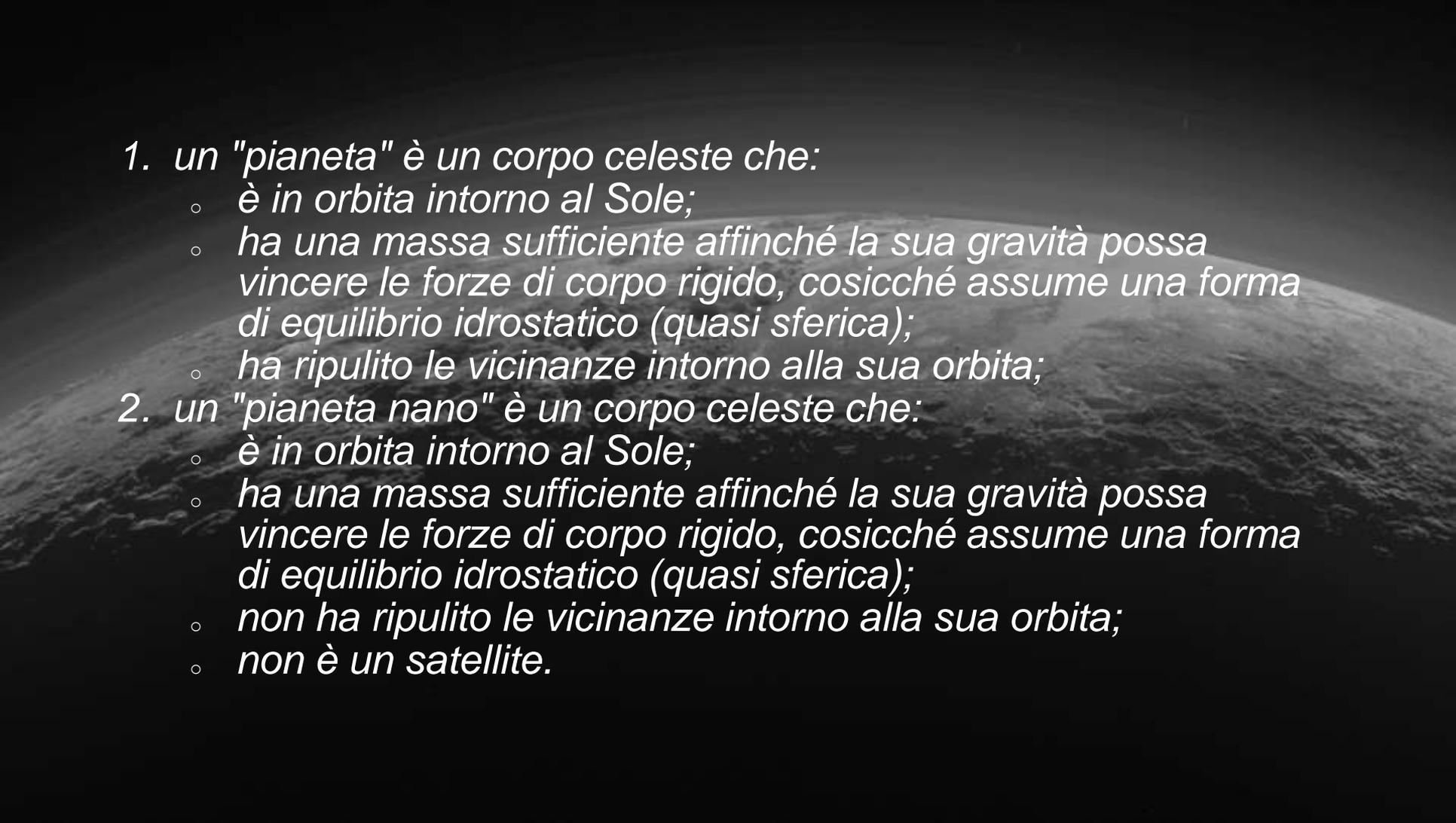


NETTUNO
(1846)



PLUTONE
(1930)





1. un "pianeta" è un corpo celeste che:

- è in orbita intorno al Sole;
- ha una massa sufficiente affinché la sua gravità possa vincere le forze di corpo rigido, cosicché assume una forma di equilibrio idrostatico (quasi sferica);
- ha ripulito le vicinanze intorno alla sua orbita;

2. un "pianeta nano" è un corpo celeste che:

- è in orbita intorno al Sole;
- ha una massa sufficiente affinché la sua gravità possa vincere le forze di corpo rigido, cosicché assume una forma di equilibrio idrostatico (quasi sferica);
- non ha ripulito le vicinanze intorno alla sua orbita;
- non è un satellite.

LA VITA SULLA TERRA

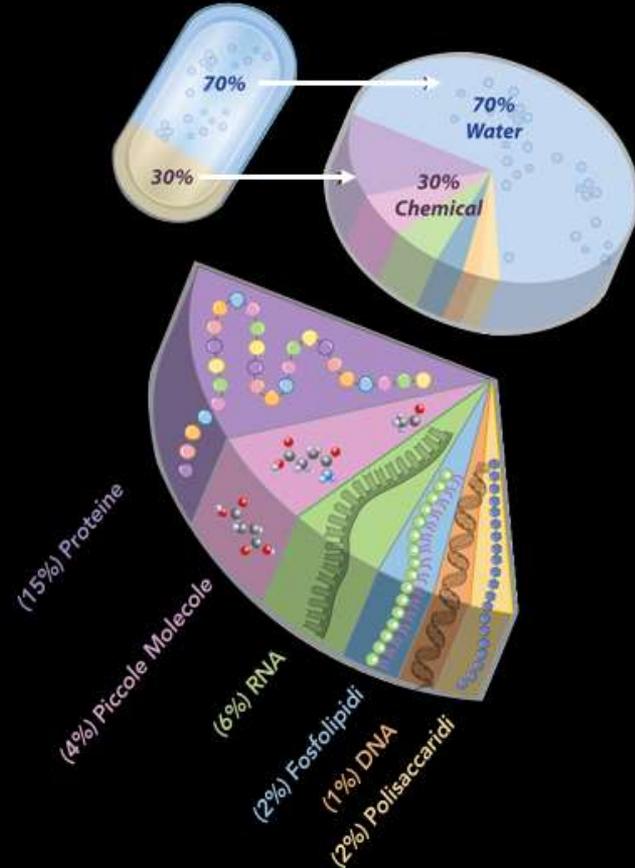


QUALI SONO LE CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DELLA VITA CHE CONOSCIAMO?

L'unità fondamentale di ogni organismo vivente è la cellula.

Tutte le cellule sono costituite dalle stesse biomolecole (DNA, RNA, proteine, lipidi, zuccheri).

Geni comuni, conservati in diversi organismi, indicano una storia evolutiva iniziata da un antenato comune



CHE COSA HA PERMESSO LA VITA SULLA TERRA?

La Terra è stata una culla adeguata affinché molecole via via più complesse potessero sorgere

- ✓ pianeta roccioso
- ✓ atmosfera stabile
- ✓ acqua liquida
- ✓ attività vulcanica

COMPLESSITÀ CHIMICA DALLO SPAZIO

Molecole complesse (i primi mattoni della vita) sono state osservate in regioni di formazione stellare. Comete e meteoriti hanno mostrato la presenza di amminoacidi e basi azotate: la loro formazione accade prima che i pianeti si formino!

FORMAZIONE STELLARE



Acido cianidrico



Formaldeide

COMETE

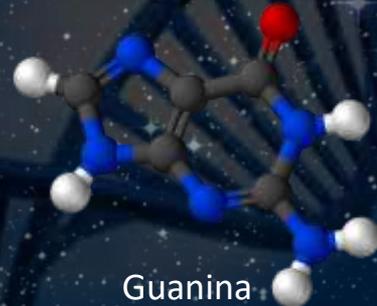


Glicina

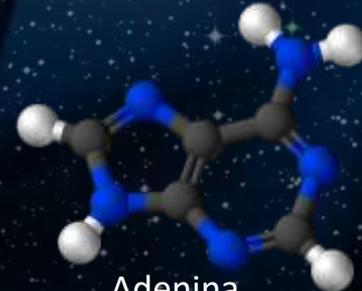


Glicolaldeide

METEORITI



Guanina



Adenina

Very Large Telescope, Paranal, Chile

Credit:ESO/B. Tafreshi (twanight.org)



ALMA, Atacama desert, Chile



Credit:Y. Beletsky/ESO



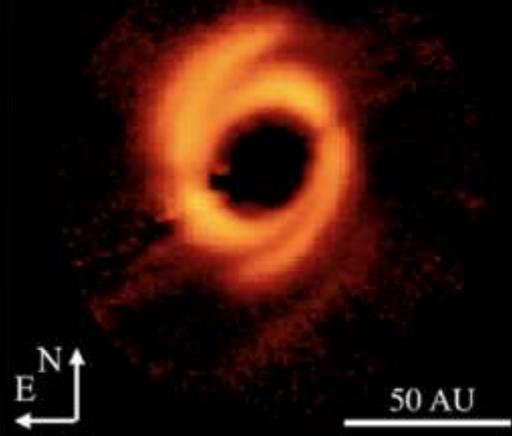




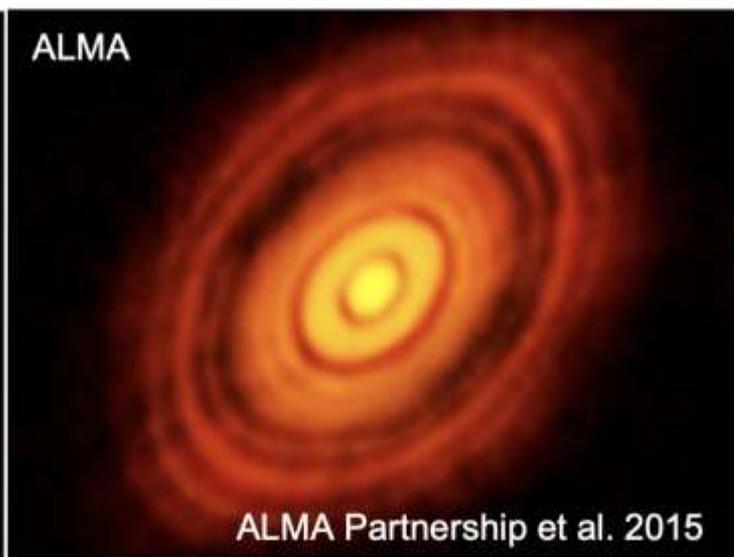
100 volte distanza Terra – Sole

Benisty et al. 2017 HD 100453

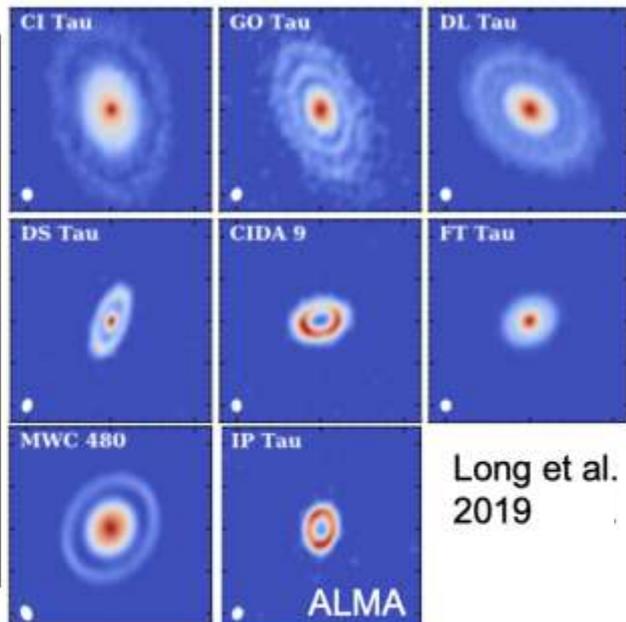
VLT/SPHERE



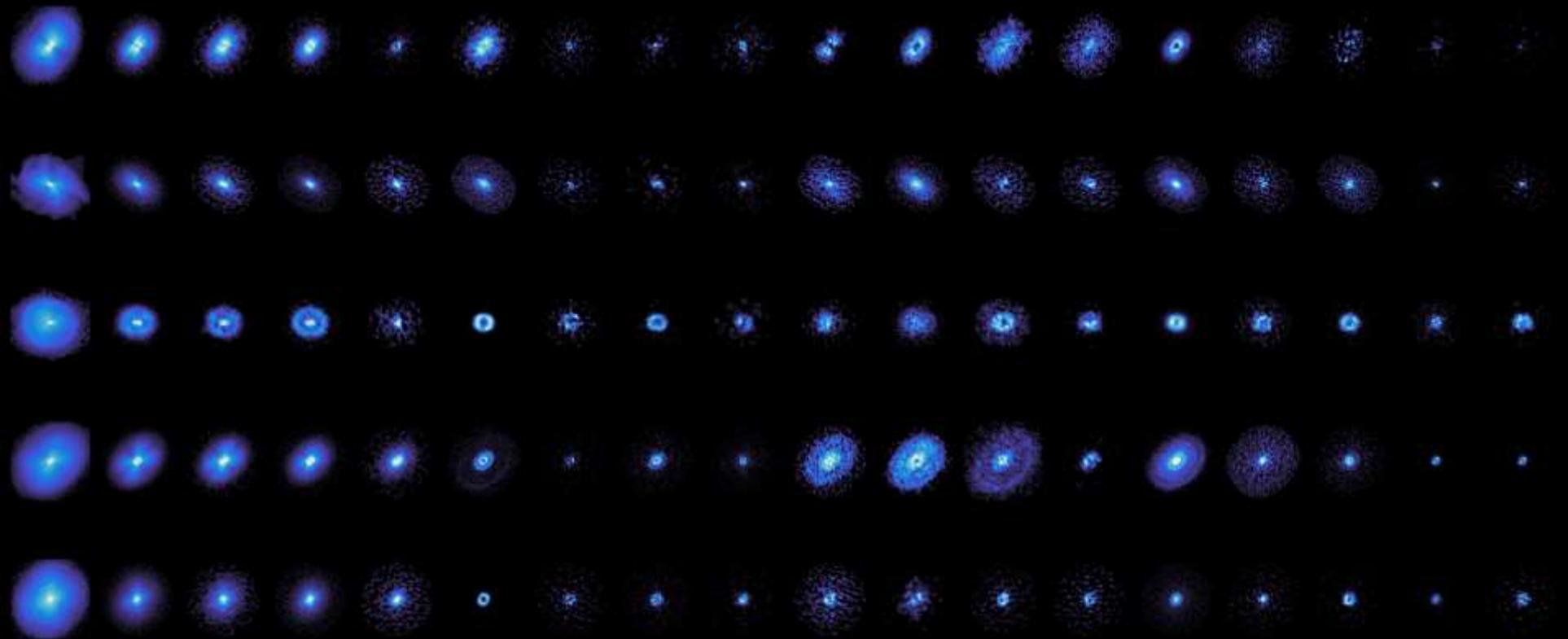
ALMA



ALMA Partnership et al. 2015



5 DISCHI- 18 MOLECOLE



PDS70

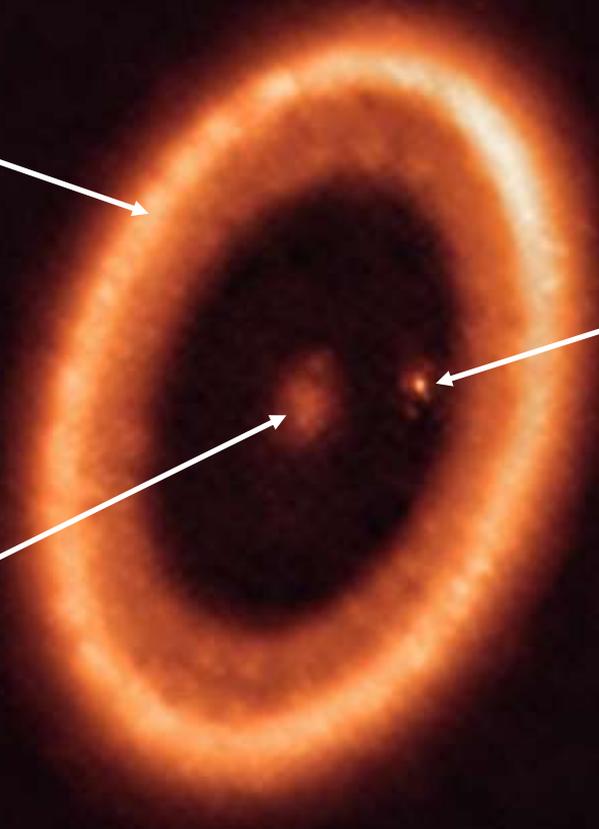
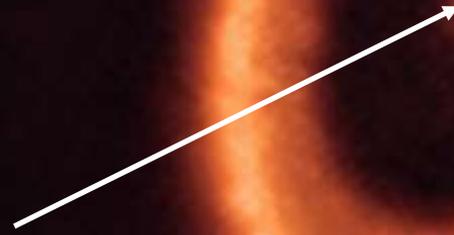
Disco



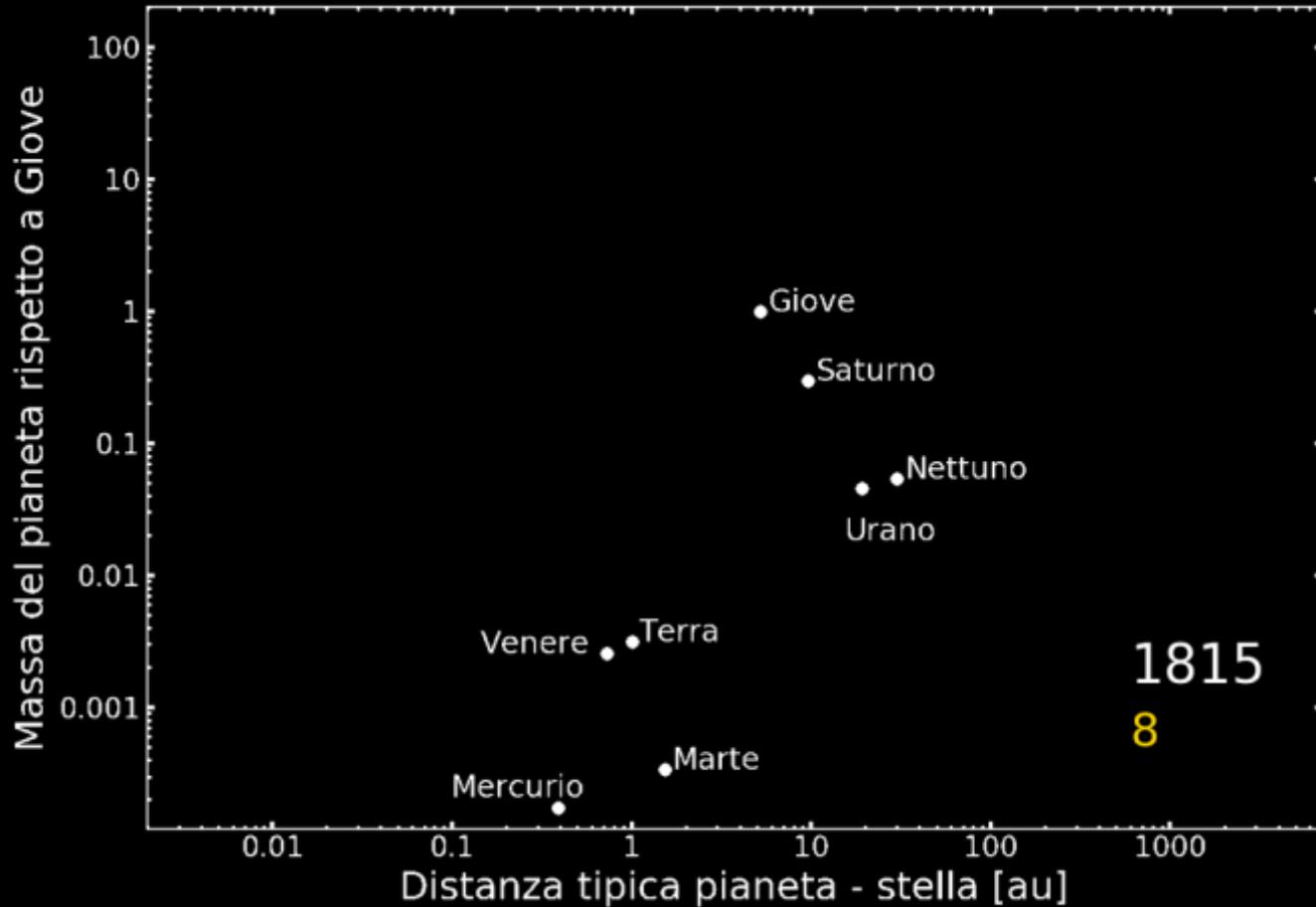
Pianeta
(con disco circumplanar)



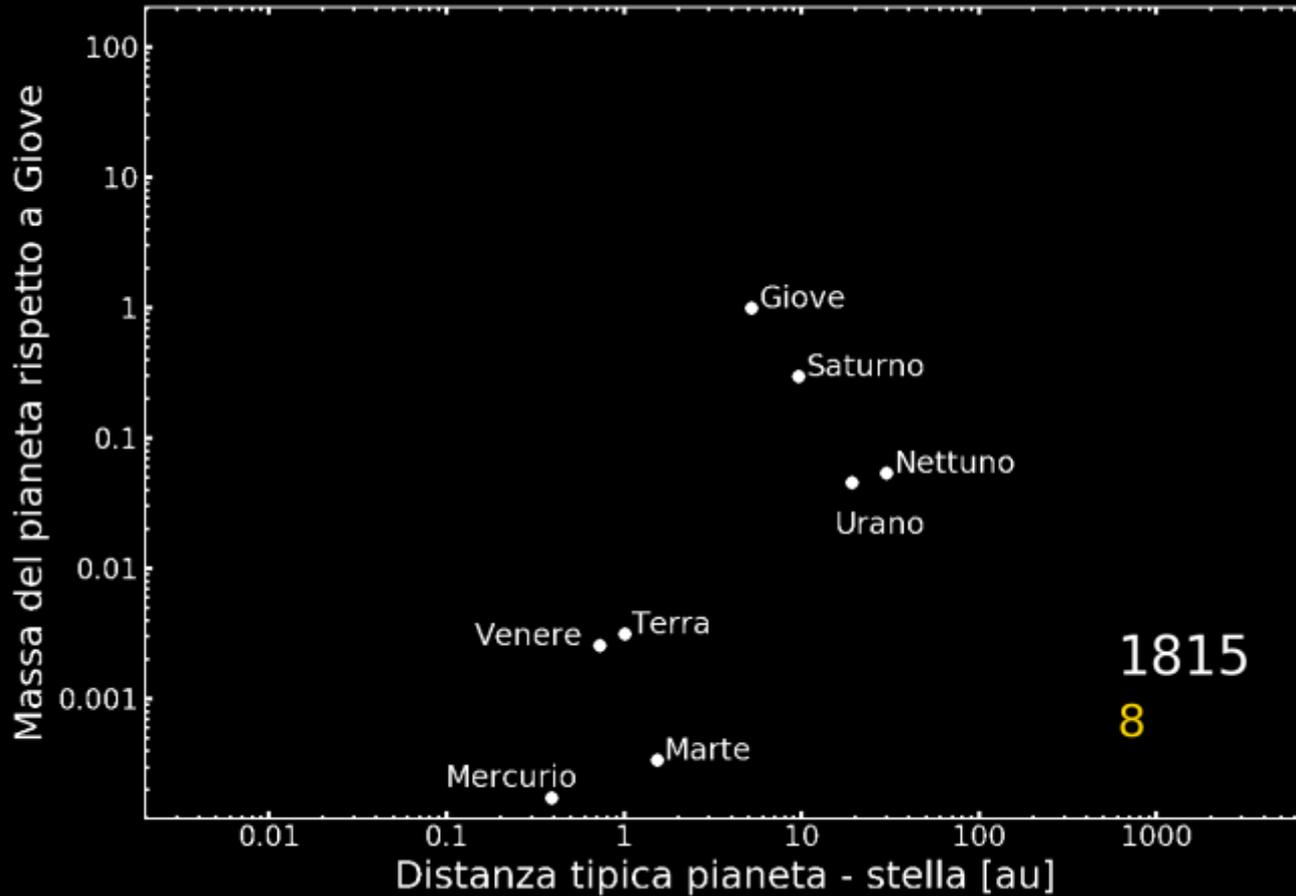
Stella



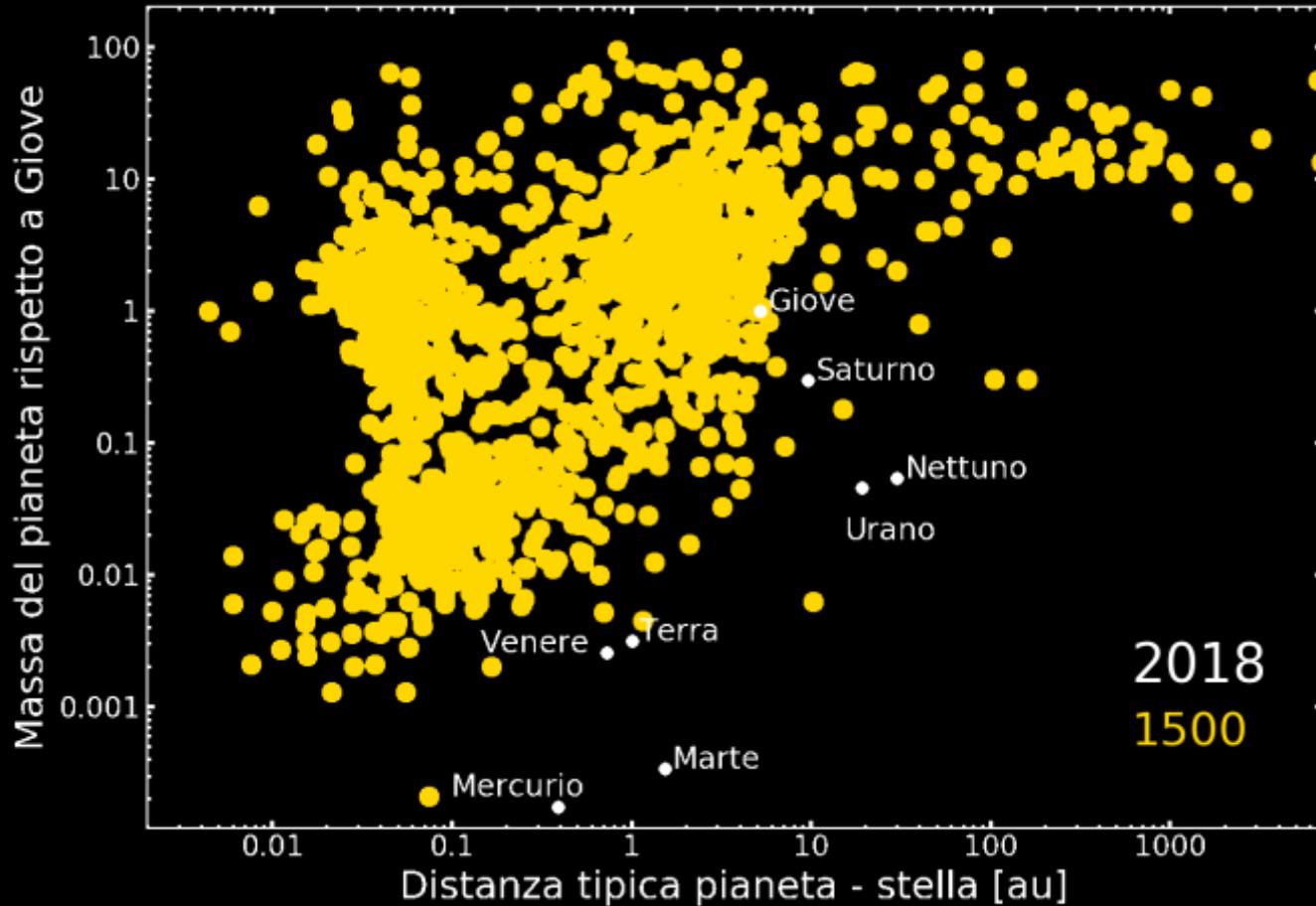
QUANTI SONO GLI ESOPIANETI?



QUANTI SONO GLI ESOPIANETI?



QUANTI SONO GLI ESOPIANETI?





Mercury
Venus

Earth

Mars

Jupiter

Saturn

Uranus

Neptune



IMMAGINE ARTISTICA DI TRAPPIST 1



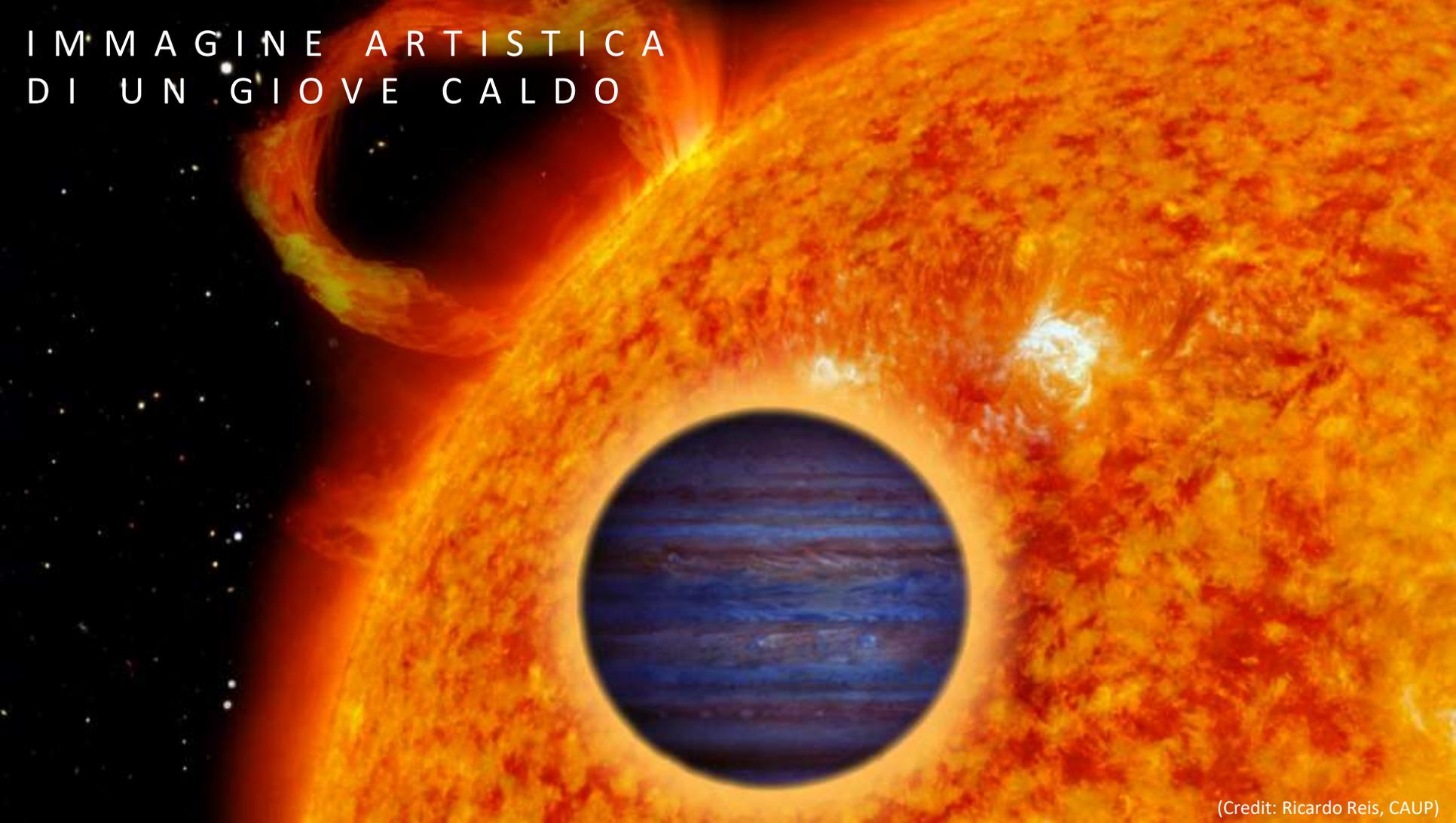
SPECIALE, O UNO COME TANTI?

L'assenza di osservazioni non prova che sistemi simili al nostro non esistano

Tuttavia il 70% delle stelle ospita tipologie di pianeti che non si trovano nel Sistema Solare
(Giovi caldi, Giovi temperati, Super Terre)

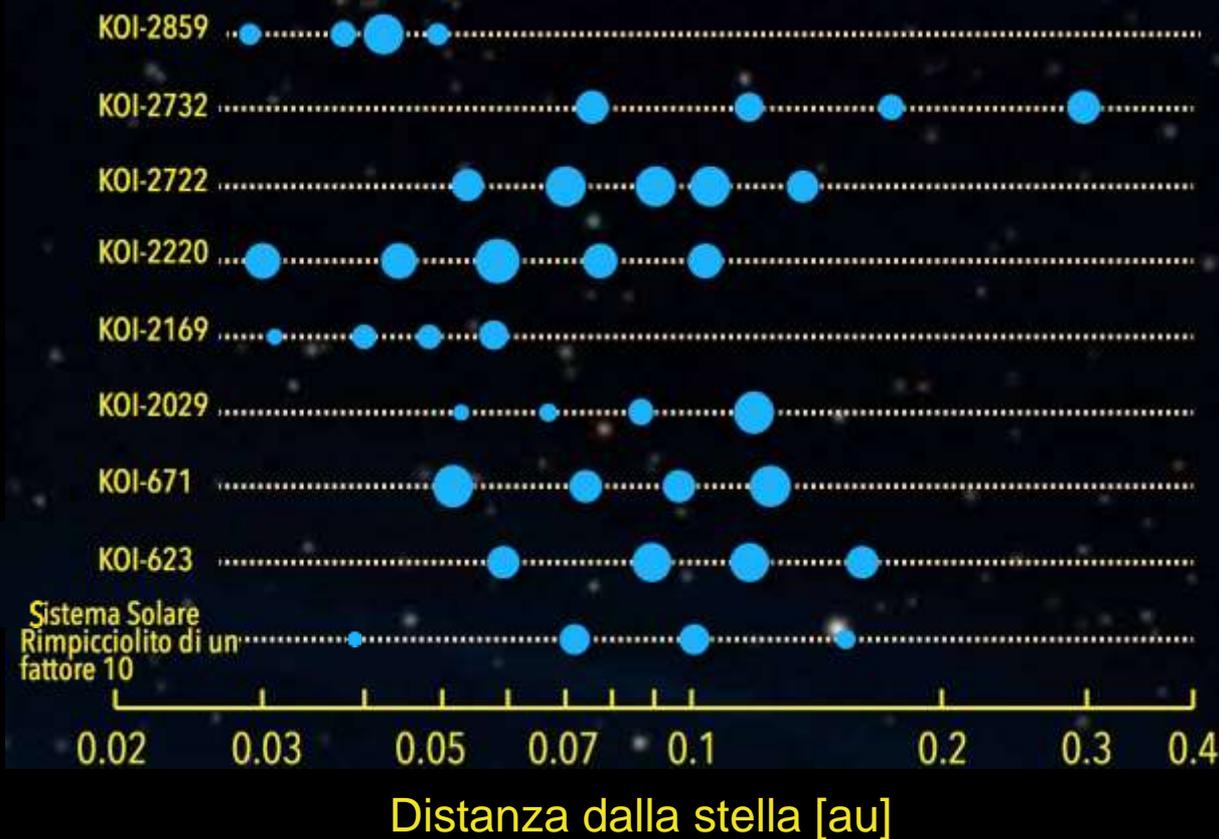
Tutt'al più il 30% delle stelle potrà ospitare un sistema planetario simile al nostro. Criteri più stringenti portano questo numero a $<0.1\%$. Moltiplicato per il numero di stelle, è ancora un numero enorme!

IMMAGINE ARTISTICA
DI UN GIOVE CALDO



(Credit: Ricardo Reis, CAUP)

LA DIVERSITÀ DEI PIANETI EXTRASOLARI

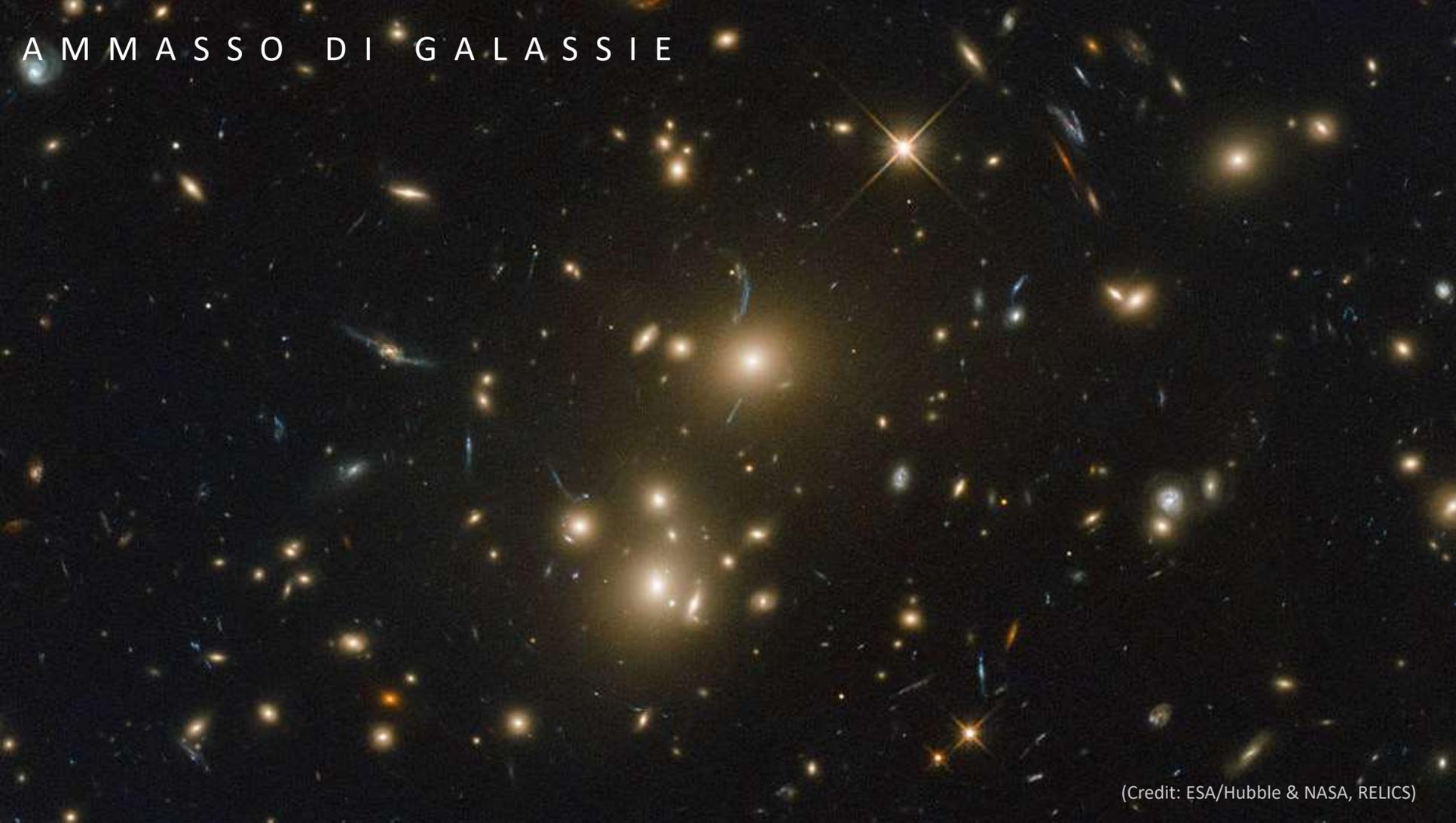


CENTRO DELLA VIA LATTEA VISTO DA TERRA



(Credit: Justin NG)

AMMASSO DI GALASSIE



BEN CONOSCIUTO

LA FORMULA DI DRAKE

POCO CONOSCIUTO



$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

Numero di civiltà tecnologiche avanzate nella Via Lattea

Frazione di queste stelle che hanno un sistema di pianeti in orbita

Frazione di questi pianeti in cui la vita emerge effettivamente la vita complessa

Frazione di questa civiltà che sviluppano tecnologie avanzate

Tasso di formazione stellare nella galassia

Numero di questi pianeti che hanno un ambiente ospitale per la vita, oceani superficiali o interni.

Frazione di questi pianeti con vita complessa che sviluppa una civiltà

Tempo medio di durata di una civiltà tecnologica avanzata prima che possa collassare .

HOW DO WE DETECT **EXOPLANETS**?

THE ASTROMETRY METHOD

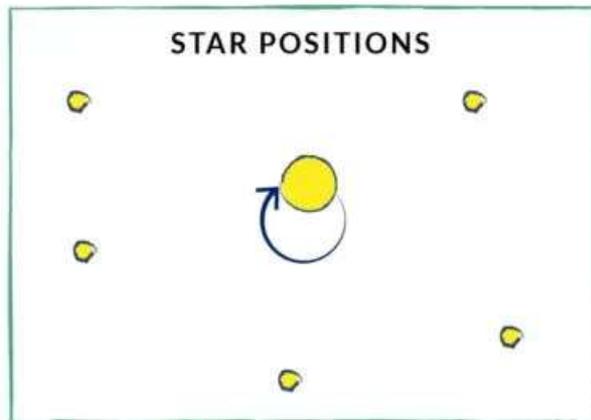
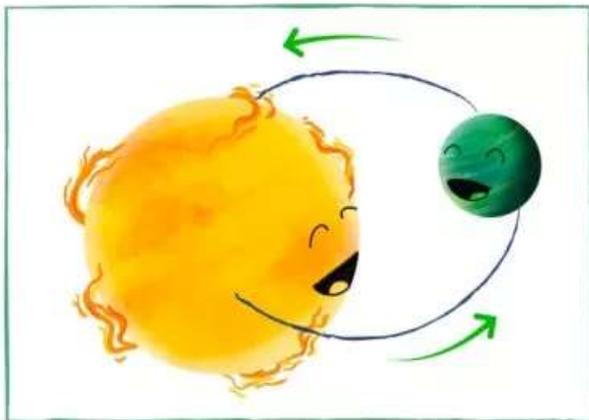
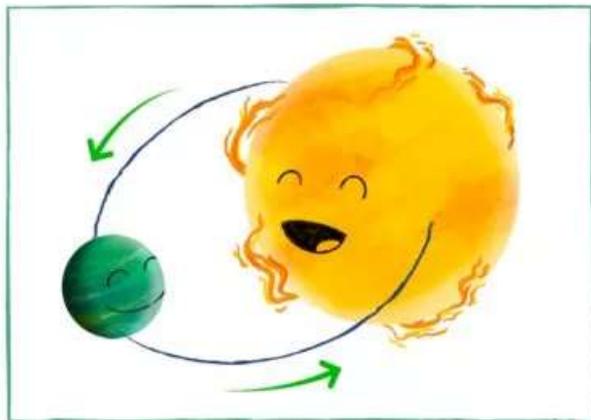
As stars and planets pull on each other, sometimes we can see the star pulled in unexpected paths. When we notice a star moving irregularly in comparison to other nearby stars, that might indicate an exoplanet. Exoplanet, you leave that star alone!

Best for: ✓

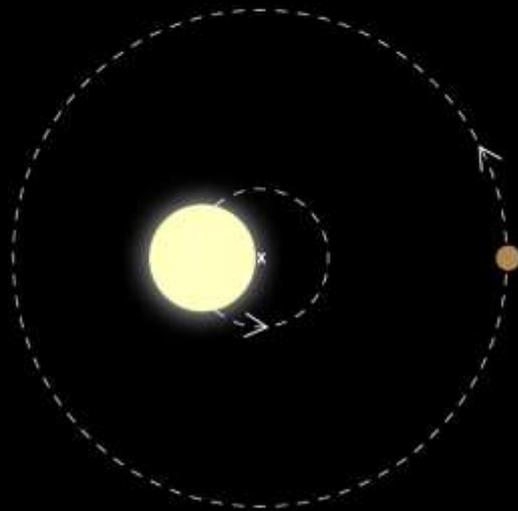
- Finding exoplanets in **distant orbits**
- Finding exoplanets that **do not cross stars**
- Determining an exoplanet's **mass**

Not great for: ✗

- Finding **faraway** exoplanets
- Determining an exoplanet's **diameter**
- Finding **many** exoplanets **at once**



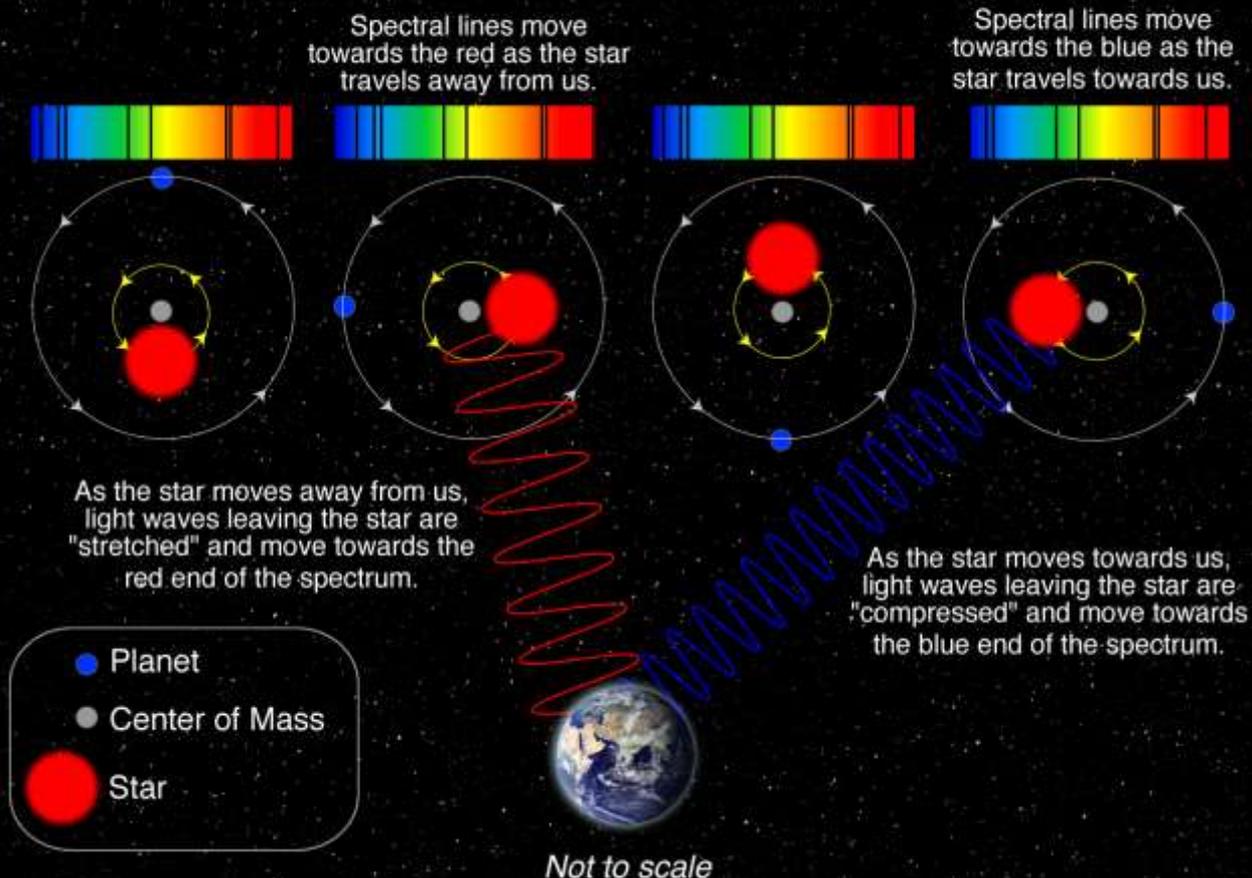
Astrometry

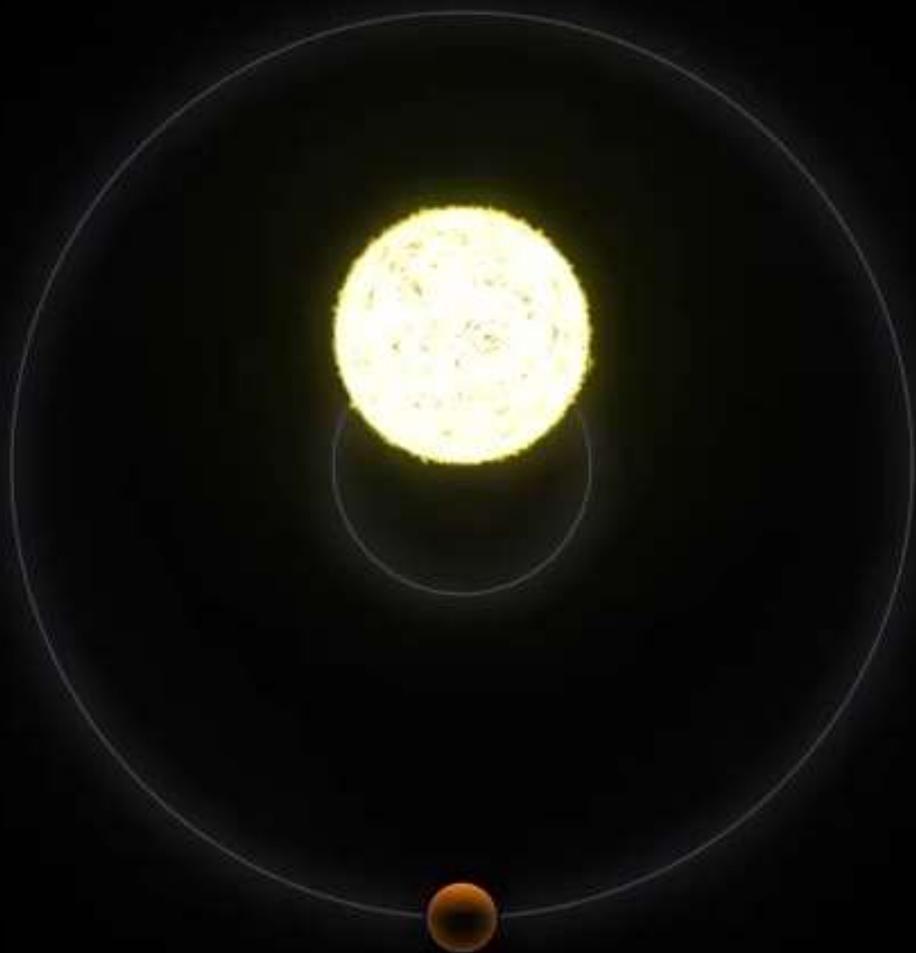


Position in the sky over time

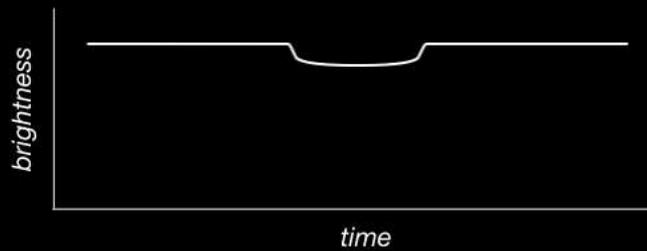
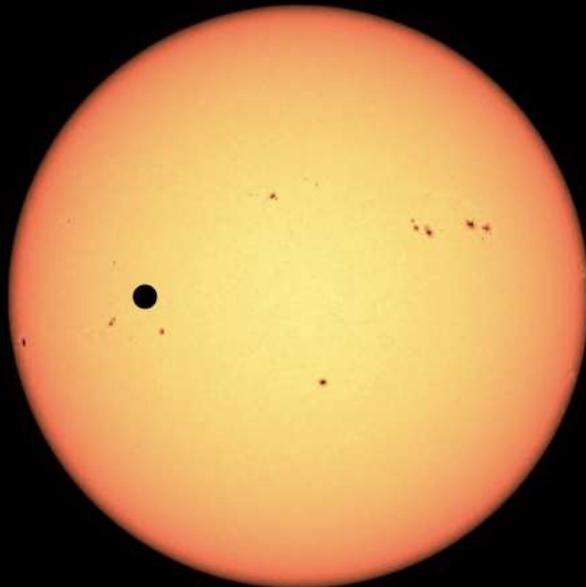
Radial Velocity Method

The star and planet orbit their common center of mass.

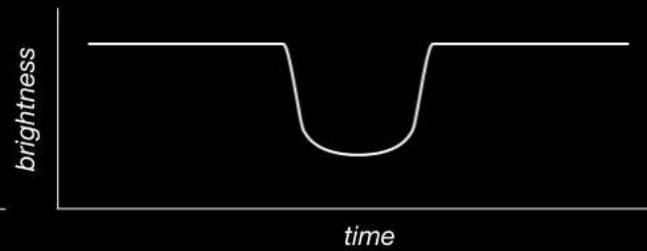
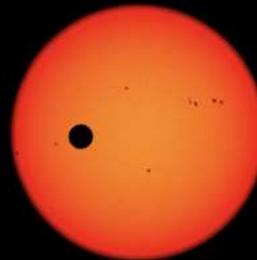


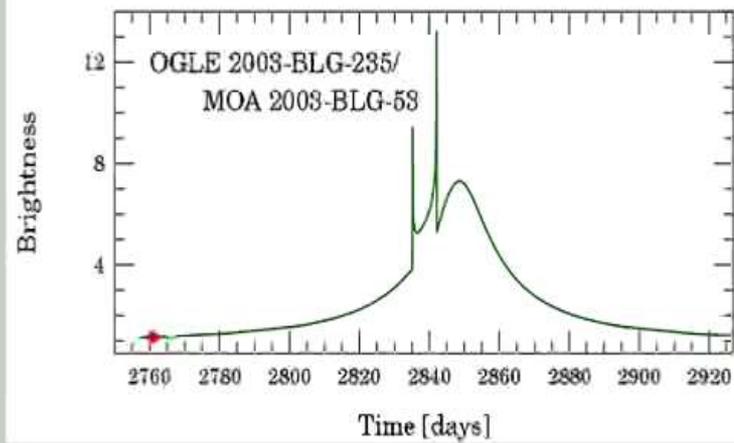
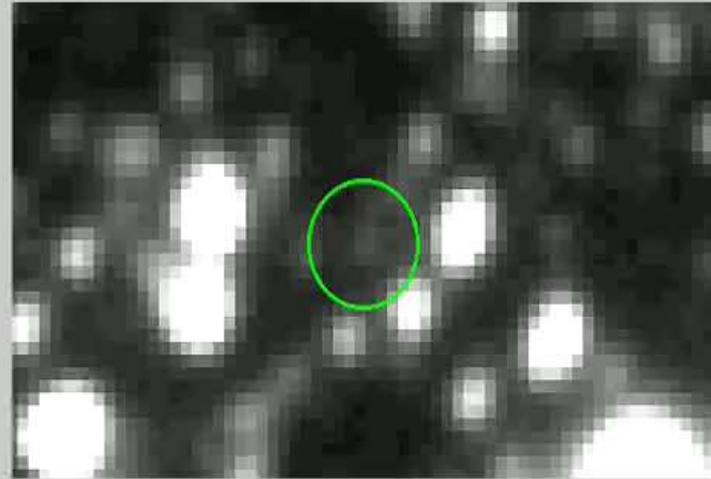


Sun-like star (G-dwarf)
Size = 1 Solar Radius



Red Dwarf (M-dwarf)
Size = 0.5 Solar Radius





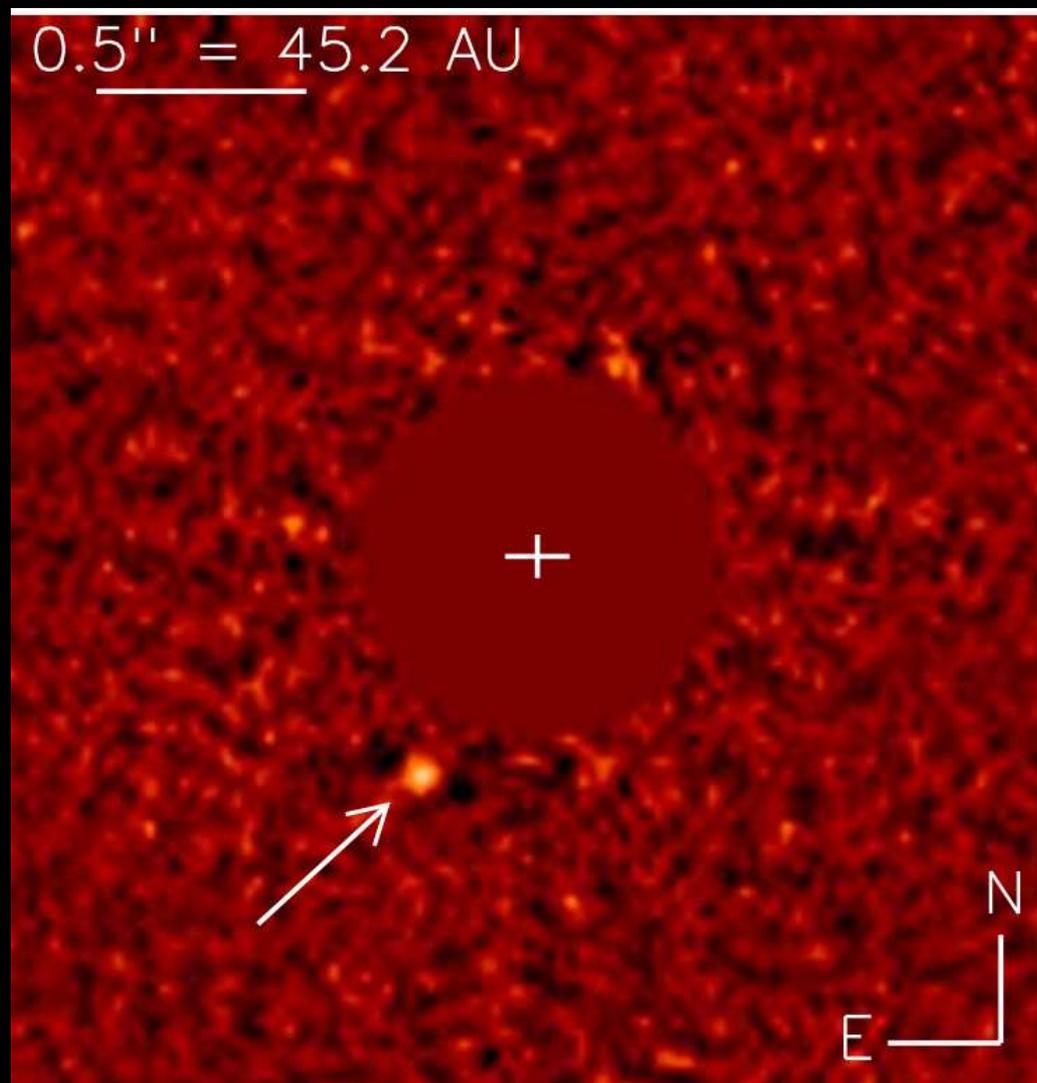


2009-07-31

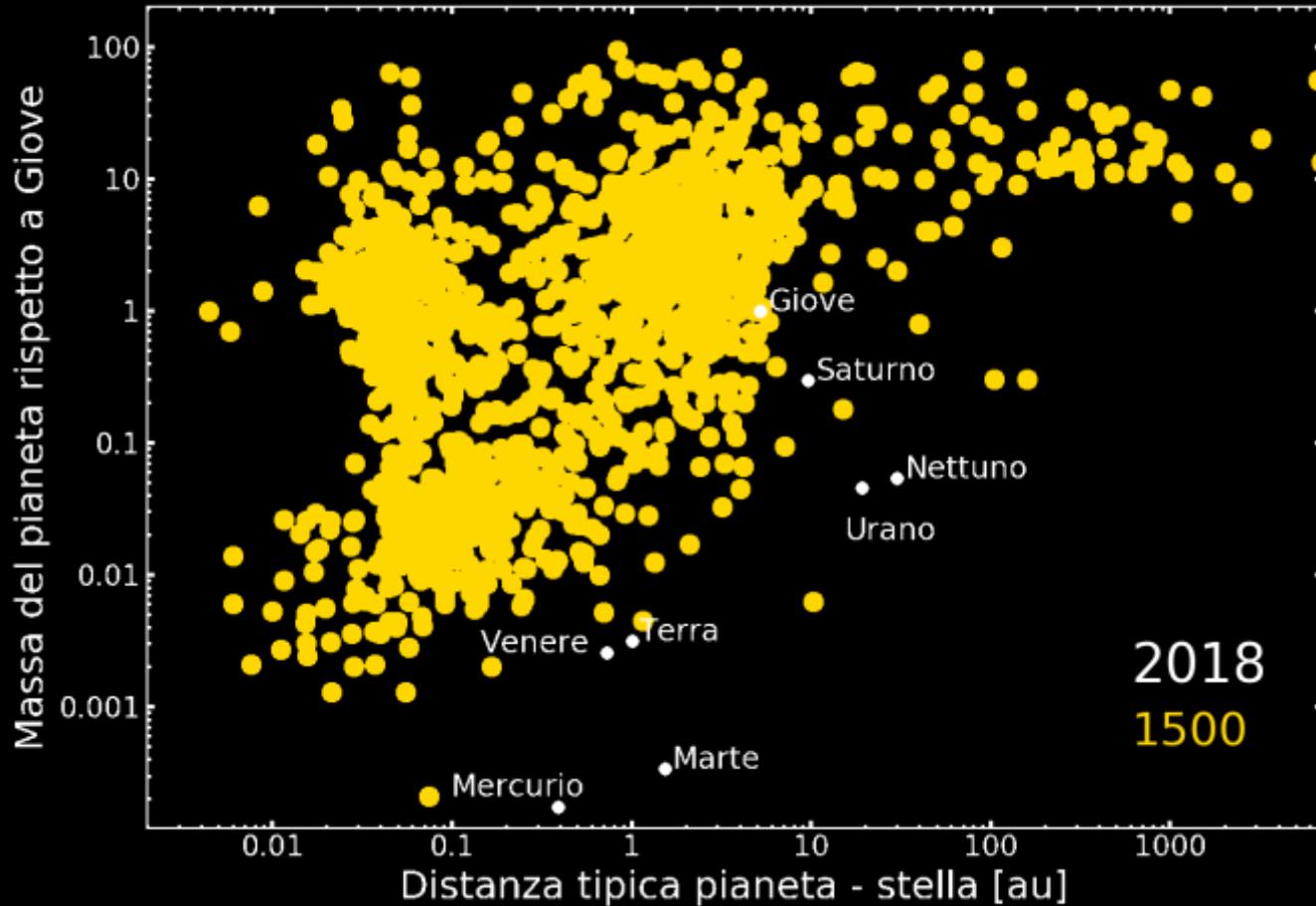
20 au

Jason Wang /
Christian Marois

0.5" = 45.2 AU



QUANTI SONO GLI ESOPIANETI?

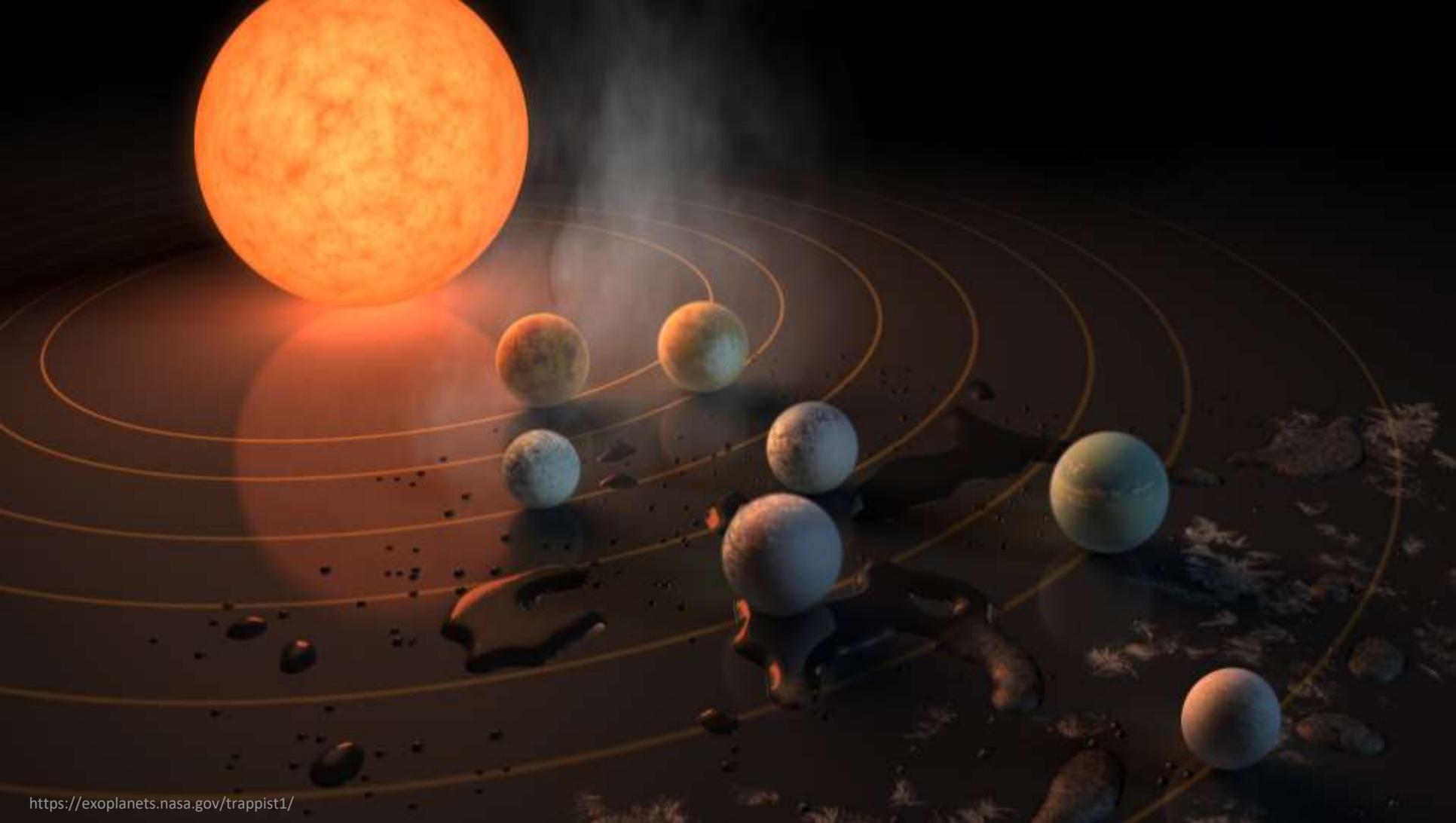


CONDIZIONI DI ABITABILITÀ

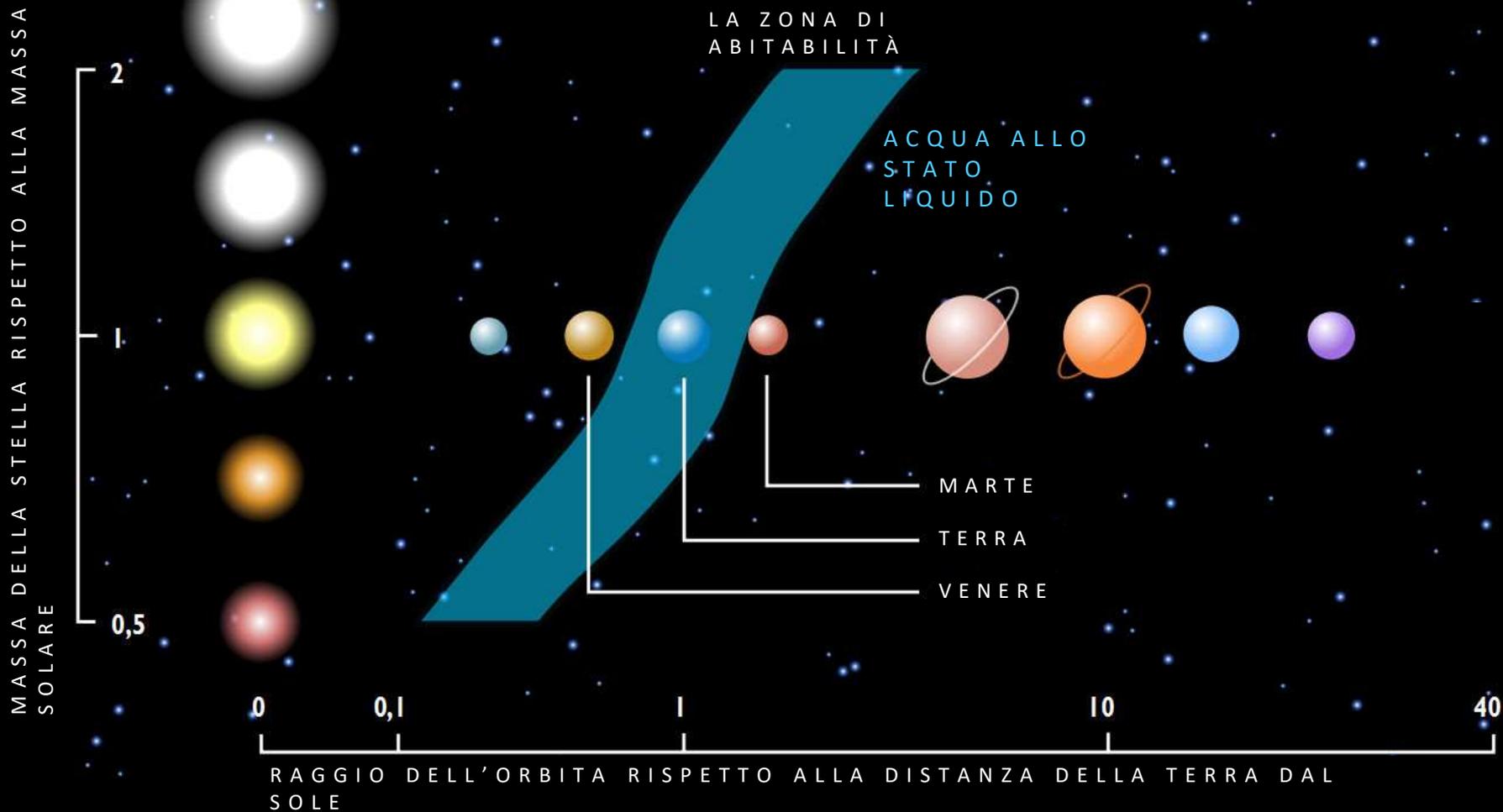
I pianeti si formano con altissima efficienza

Molecole organiche complesse necessarie allo sviluppo della vita si formano facilmente già nello spazio interstellare

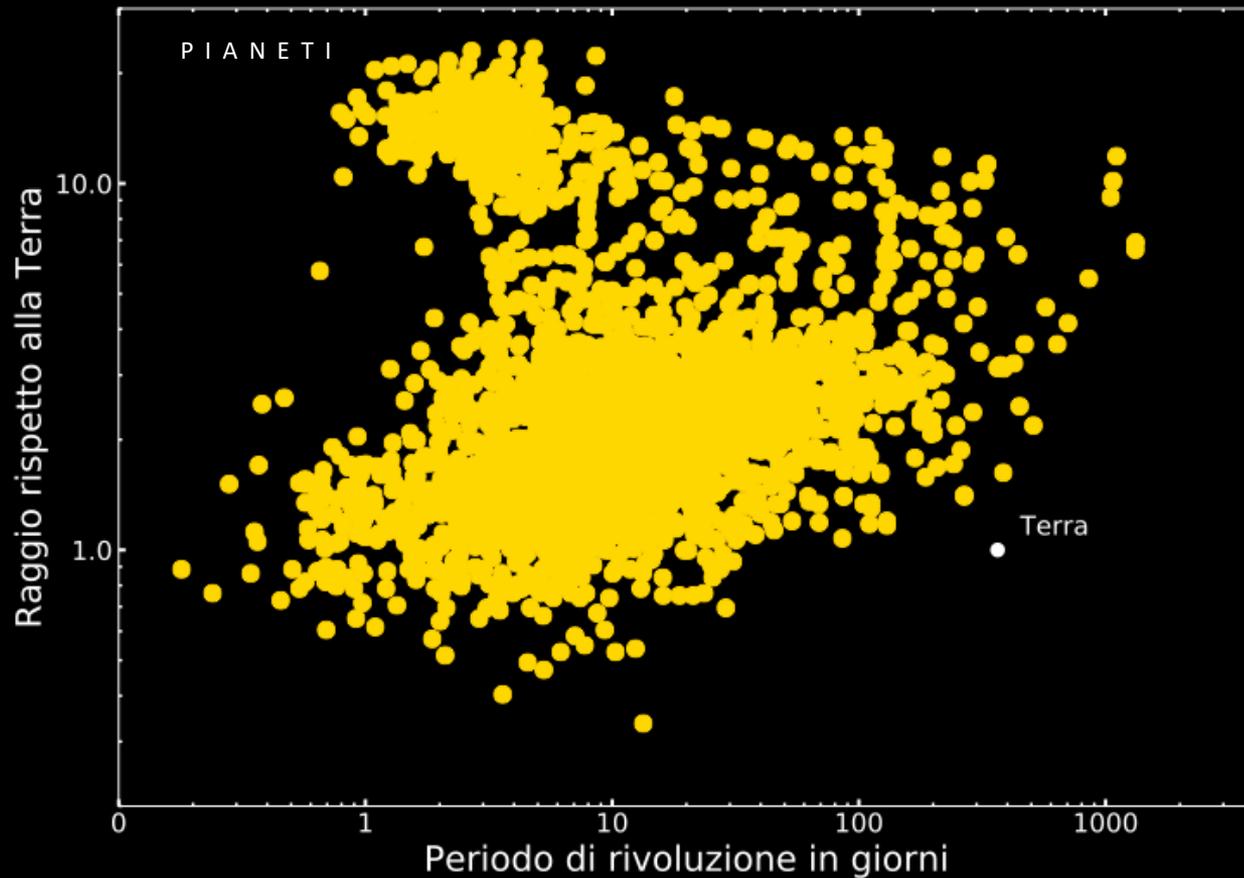
Lo sviluppo di macro-molecole complesse necessita acqua liquida e suolo roccioso: le due condizioni di abitabilità



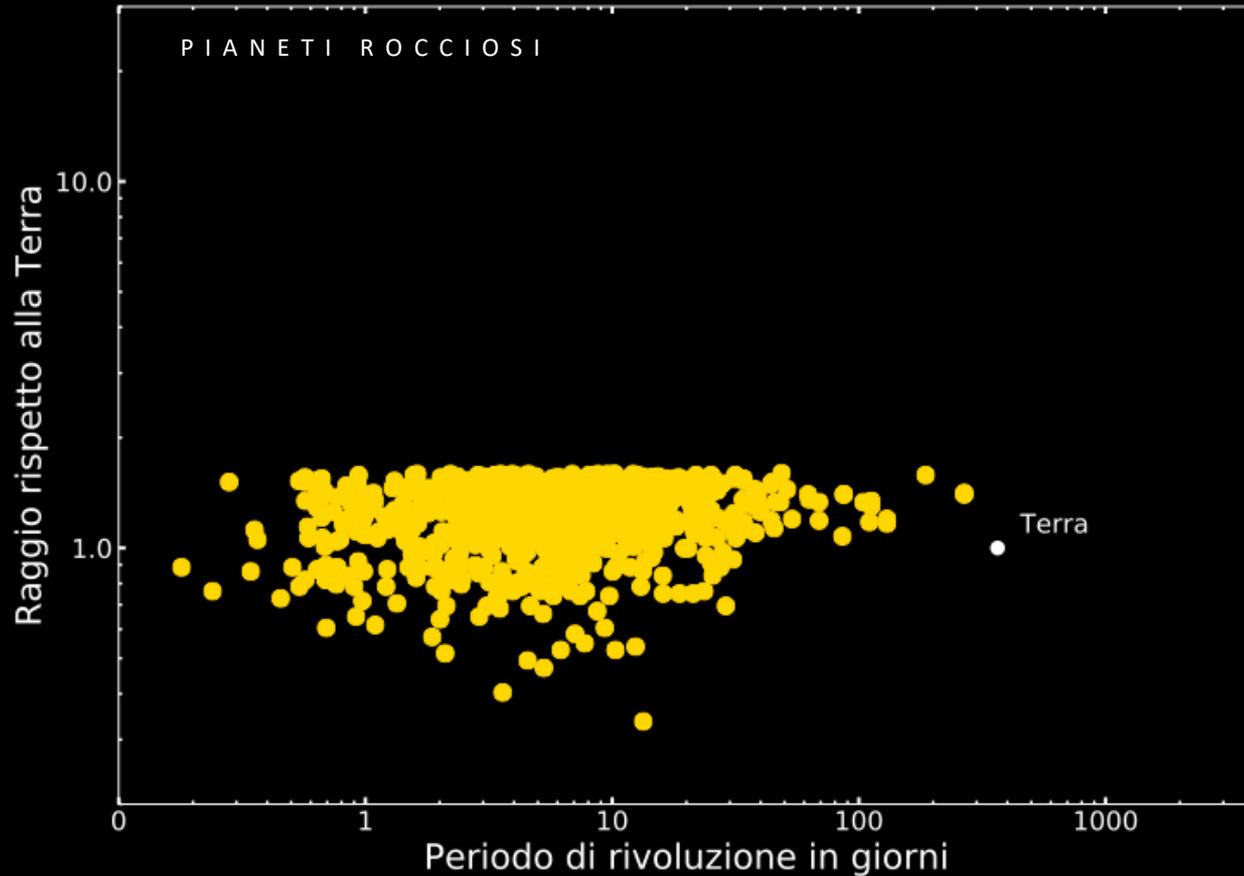
LA ZONA DI ABITABILITÀ



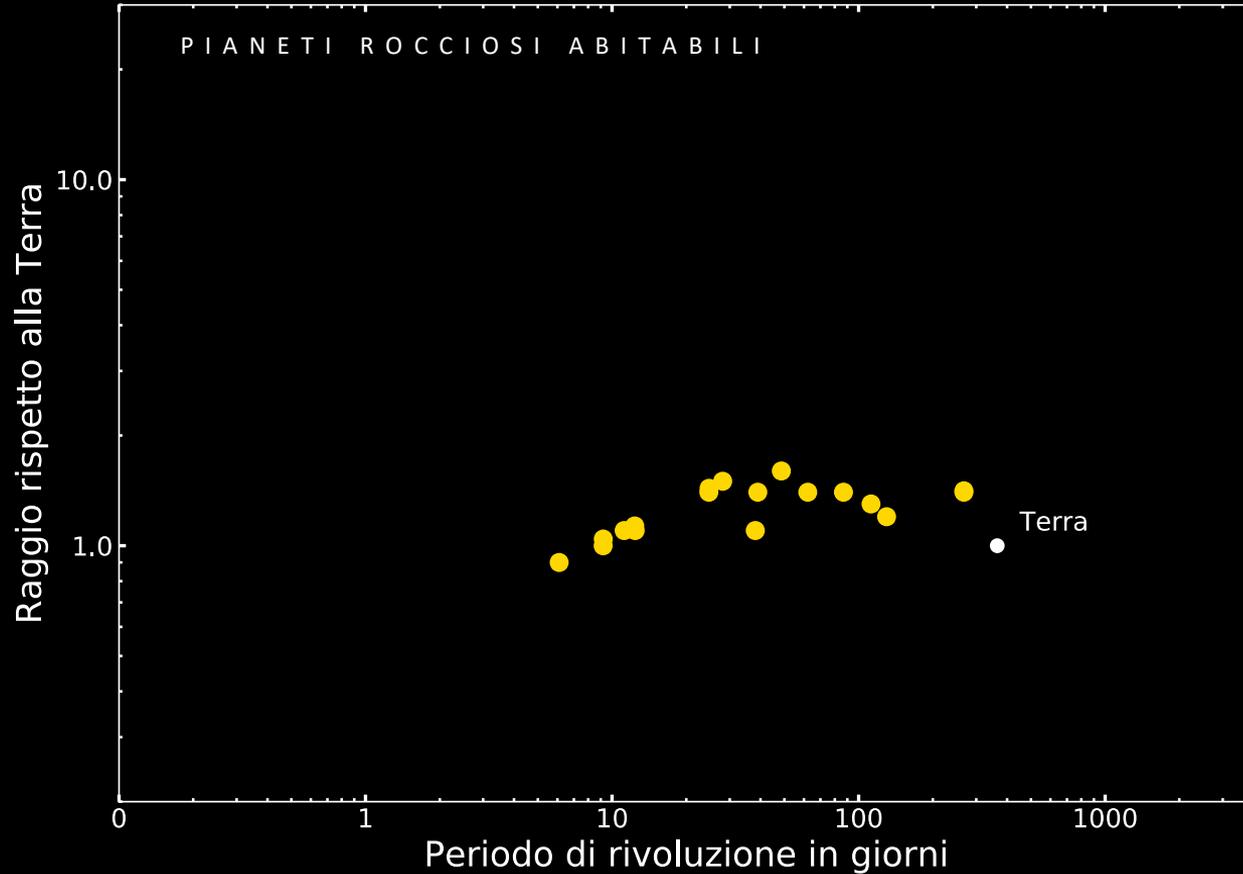
SELEZIONIAMO I PIANETI POTENZIALMENTE ABITABILI



SELEZIONIAMO I PIANETI POTENZIALMENTE ABITABILI



SELEZIONIAMO I PIANETI POTENZIALMENTE ABITABILI



COME SCOPRIRE SE UN PIANETA LONTANO OSPITA VITA?

Terra vista
dalla sonda Voyager

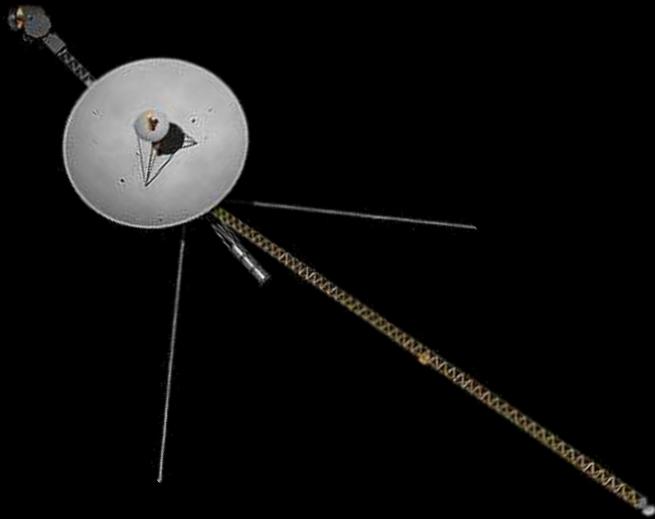
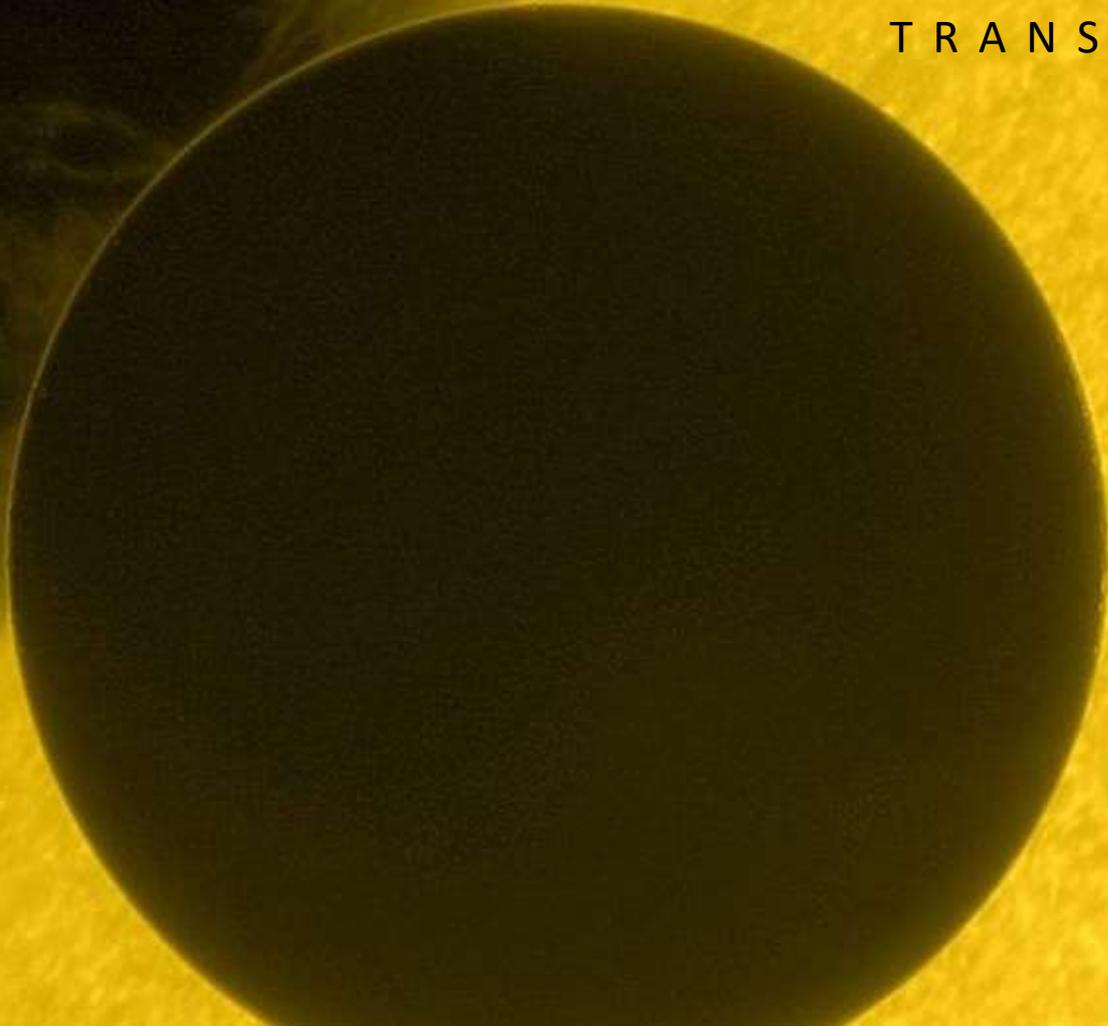
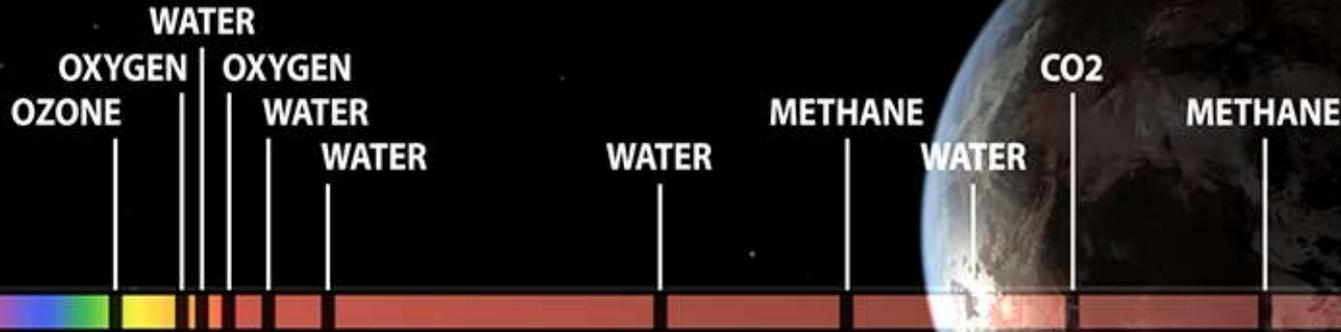


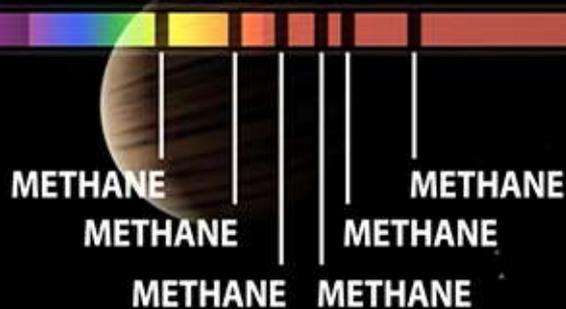
IMMAGINE REALE DI UN
TRANSITO DI VENERE



OGNI MOLECOLA LASCIA UNA FIRMA CARATTERISTICA NELL'ATMOSFERA



BISOGNA CERCARE QUELLE CHE CI SONO SOLO SE LA VITA È PRESENTE



EXOPLANETS

NUOVE TERRE INESPLORATE, L'ANTICO MISTERO
DELLA VITA



euresis

Associazione per la Promozione e lo Sviluppo
della Cultura e del Lavoro Scientifico

campus