

Estudio del último eclipse cromosférico del sistema binario Zeta Aurigae

NATALIA LUCÍA OLIVEROS GÓMEZ
FÍSICA



Facultad
de Ciencias

Escuela
de Física



UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Contexto

DE TODAS LAS MILLONES DE ESTRELLAS,
NO TODAS SON INDIVIDUALES



ALGUNAS ESTÁN LIGADAS
GRAVITACIONALMENTE



SISTEMAS BINARIOS

BINARIAS VISUALES

BINARIAS ASTROMÉTRICAS

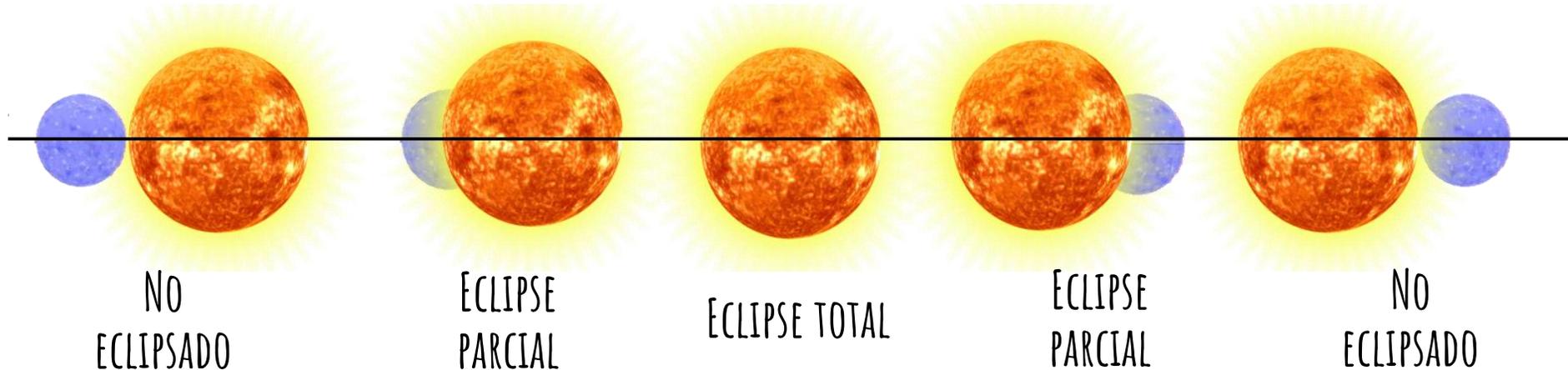
BINARIAS ESPECTROSCÓPICAS

BINARIAS ÓPTICAS (FALSAS BINARIAS)

BINARIAS ECLIPSANTES

MEDIO DIRECTO PARA
OBTENER PARÁMETROS
ESTELARES

ANÁLISIS ORBITAL
CÁLCULO DE MASAS
ANÁLISIS ATMOSFÉRICO

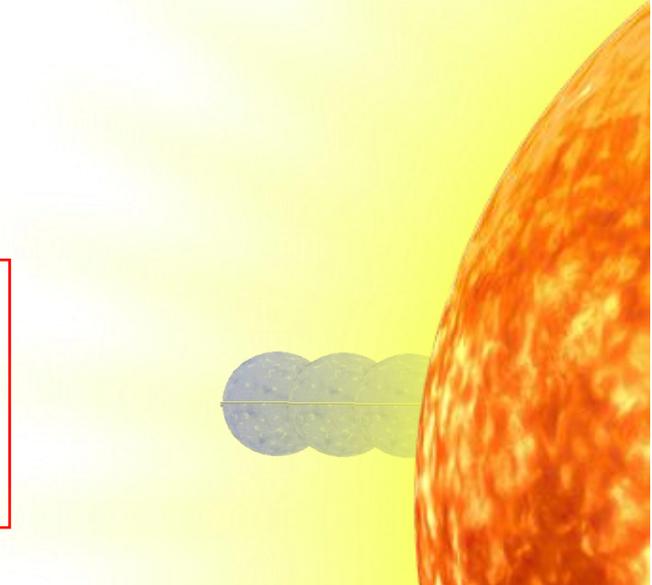


ZETA AURIGAE

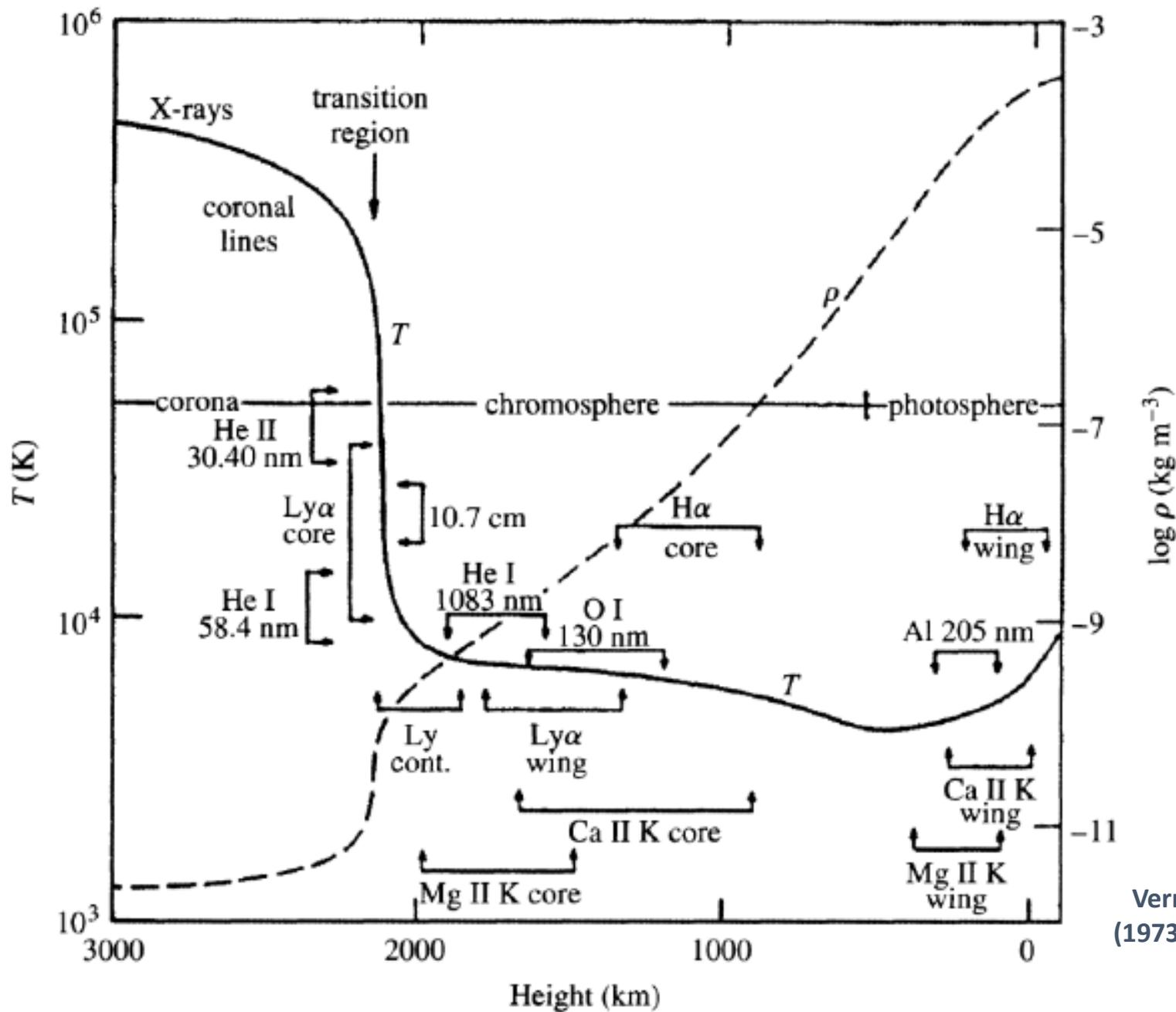
ESTRELLA GIGANTE ROJA K IV + ESTRELLA SECUENCIA PRINCIPAL B V



MODELAR GRADIENTES DE DENSIDAD Y TEMPERATURA

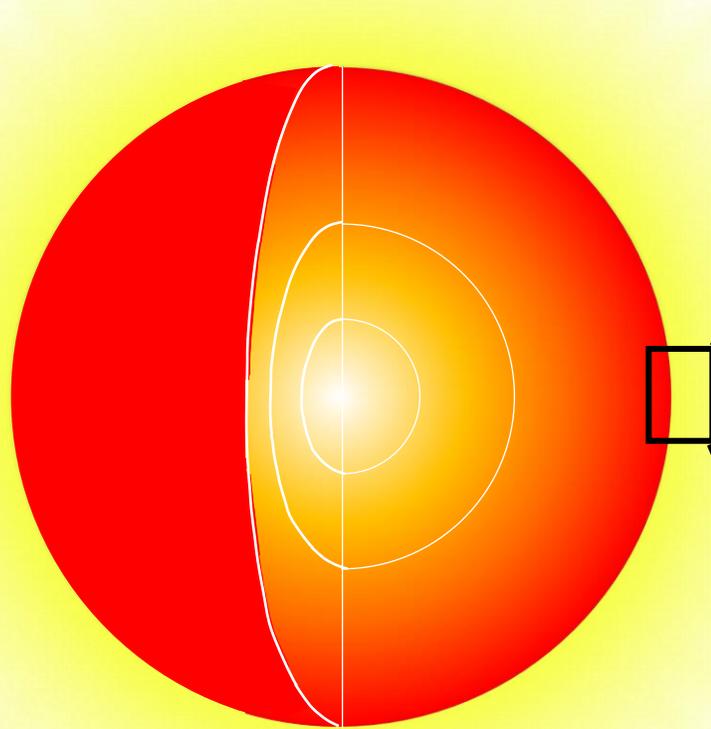


DIFERENTES PROPIEDADES EN LAS ZONAS DE LA ATMÓSFERA

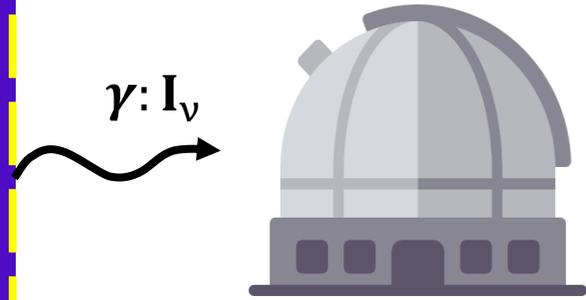
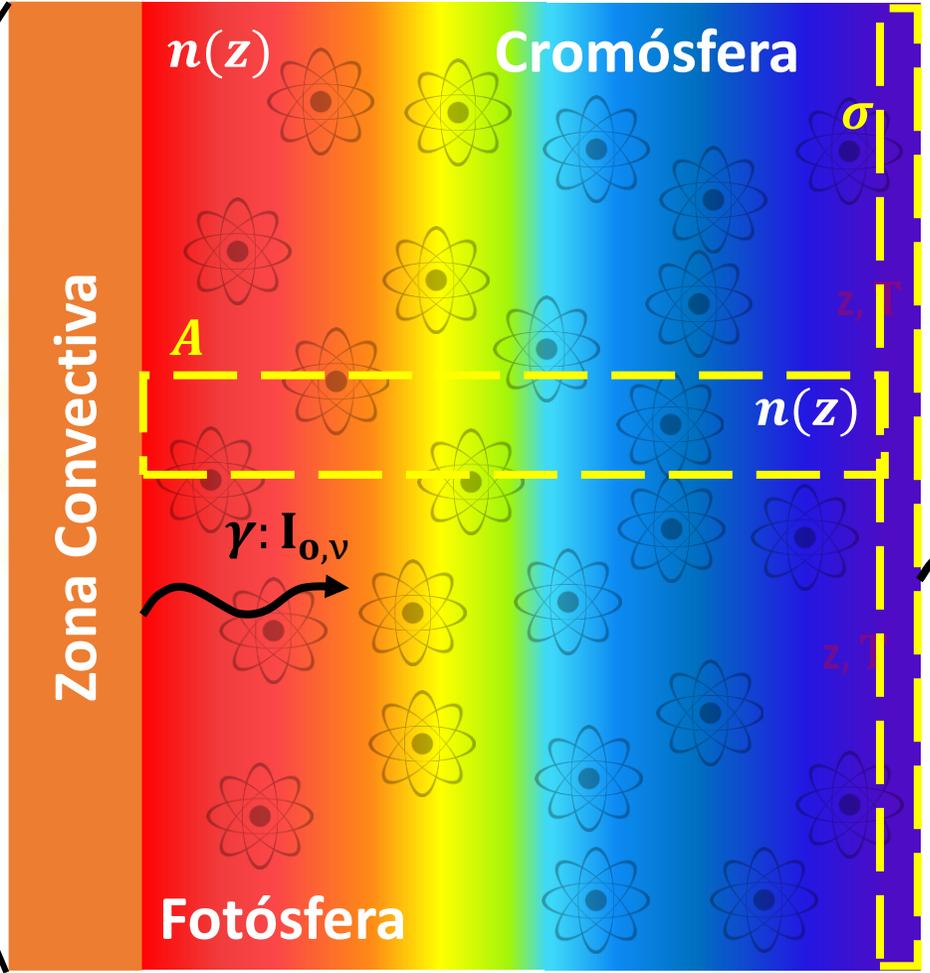


Vernazza, Jorge E. y cols., (1973) *Astrophysical Journal*

Densidad masa columnar



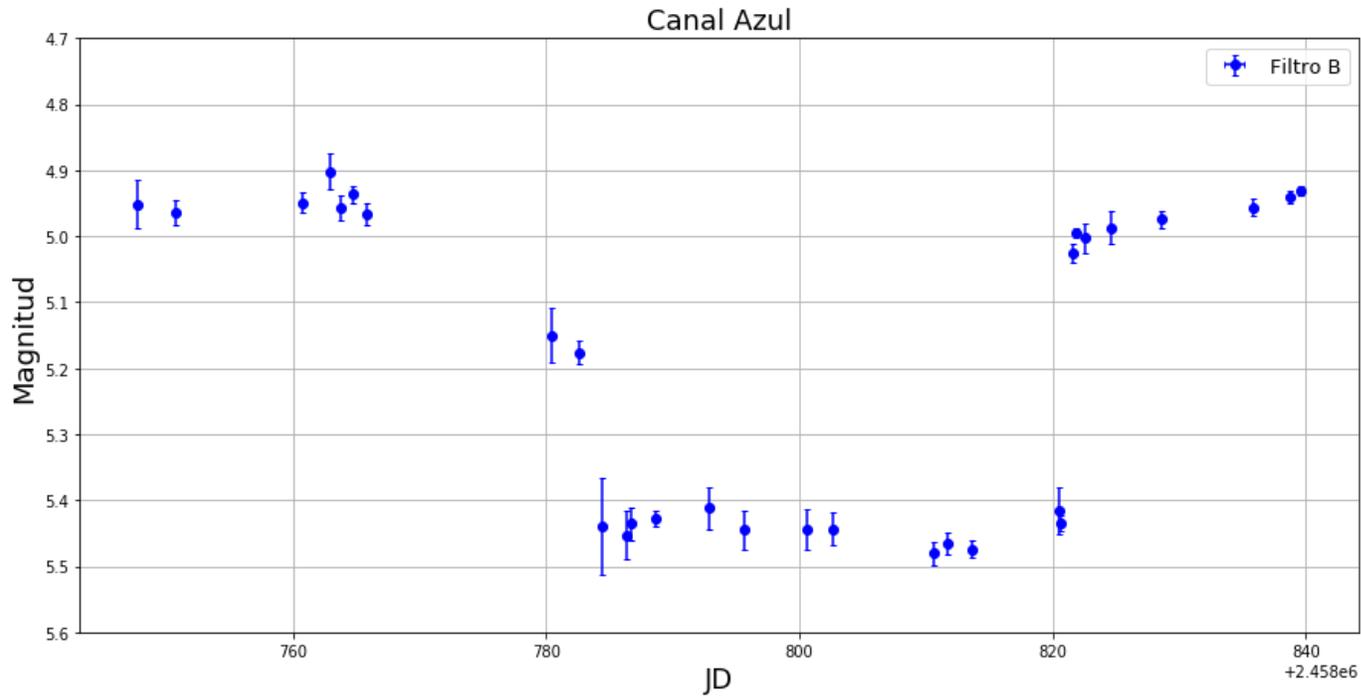
$$N_{cm} = \int_a^b \rho(z) dz$$



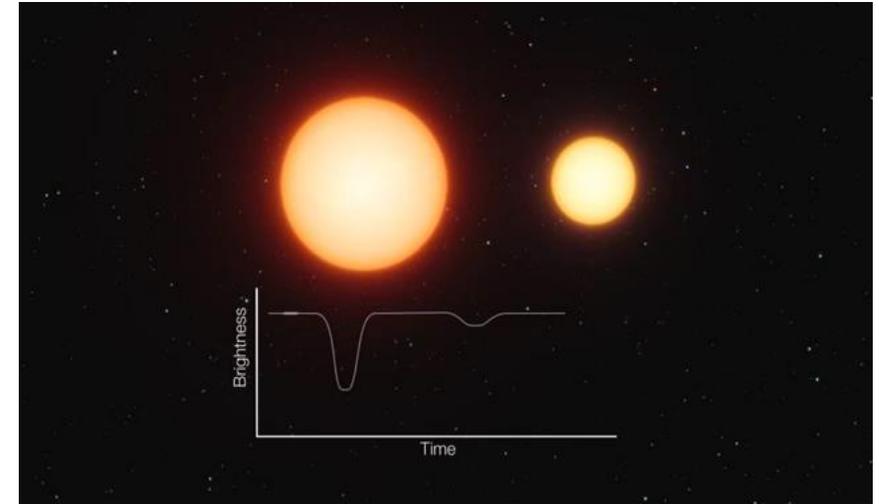
Pregunta problema

¿CÓMO VARÍA LA DENSIDAD DE MASA COLUMNAR
CON LA ALTITUD ATMOSFÉRICA Y SU VARIABILIDAD
EN EL TIEMPO?

Fotometría

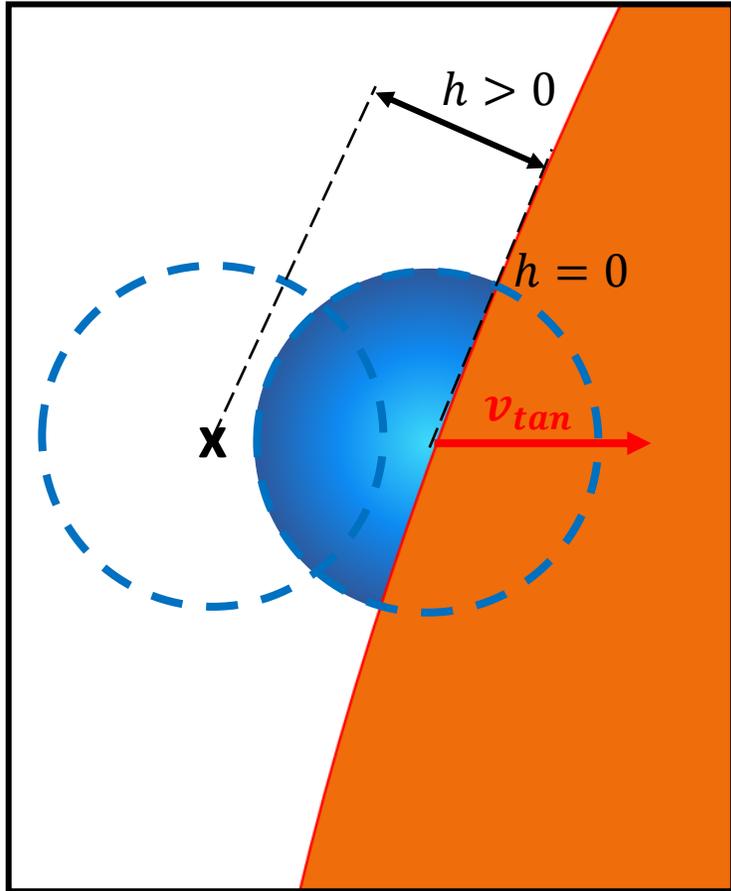


American Association of Variable Star Observers (AVSSO)



Altura proyectada del eclipse

ALTURA EN QUE LA ESTRELLA ESTÁ OCULTADA A LA MITAD



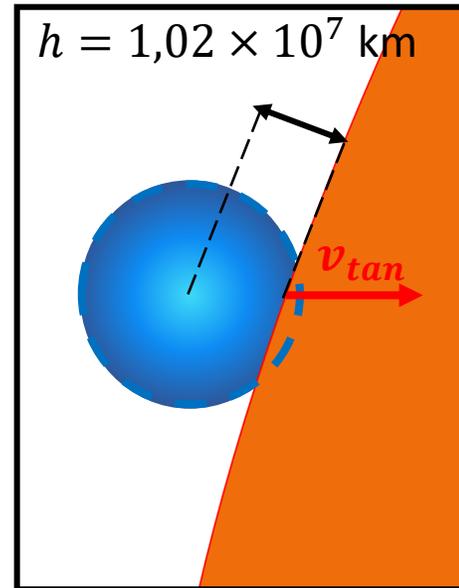
OCTUBRE 26 DE 2019, A LAS 2:20H UTC

INGRESO

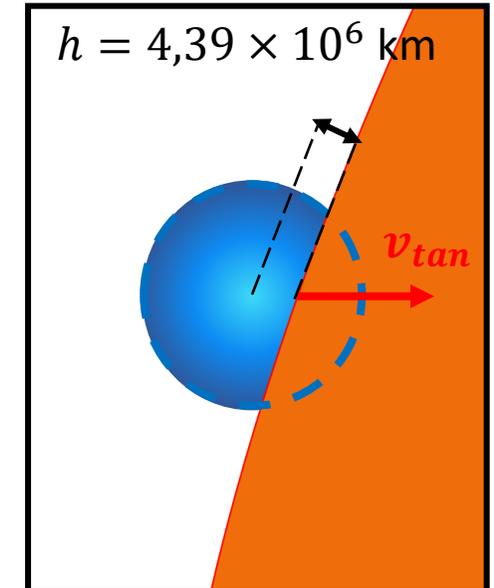


DICIEMBRE 03 DE 2019, A LAS 12H UTC

EGRESO



OCTUBRE 24



OCTUBRE 25

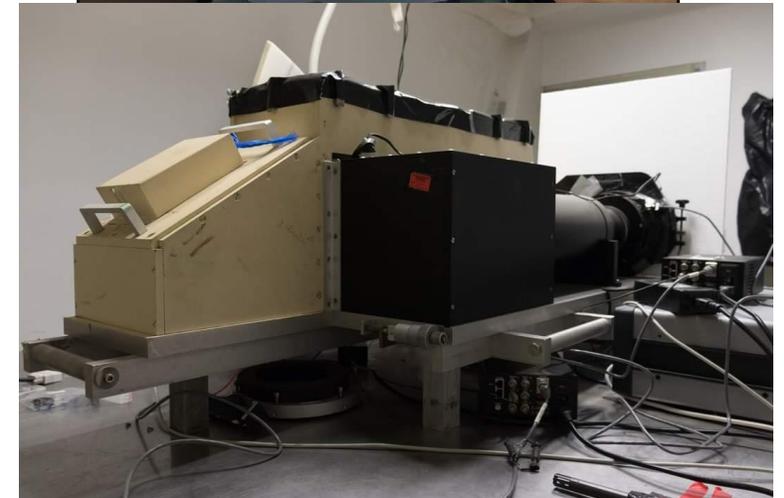
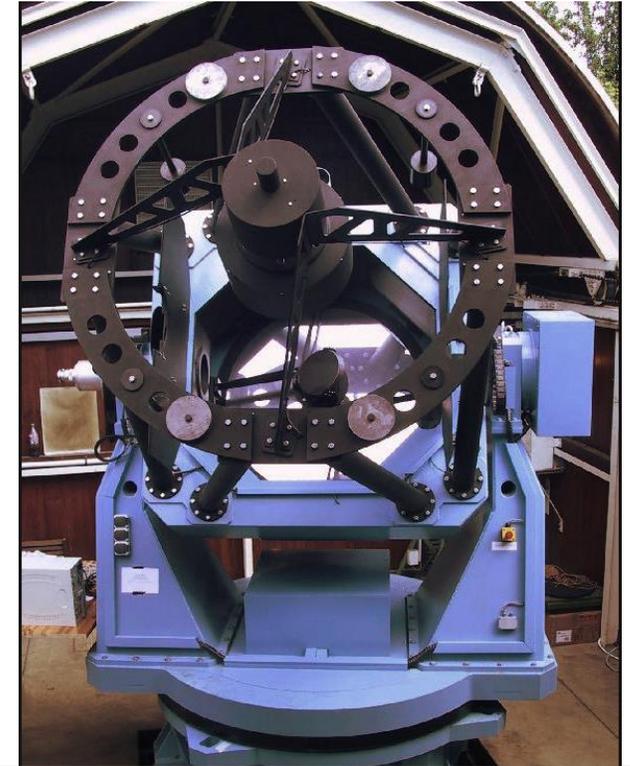
Espectroscopía

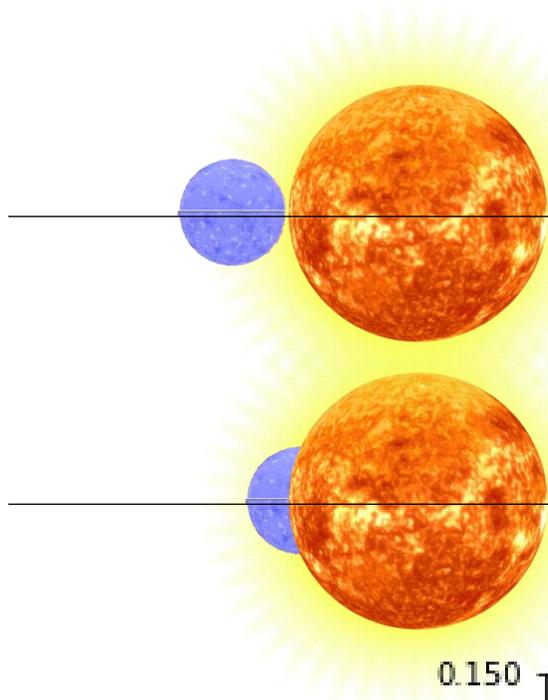
TELESCOPIO TIGRE-HEROS

GUANAJUATO - MÉXICO
HAMBURGO - ALEMANIA
LIÈGE - BÉLGICA

RESOLUCIÓN 20,000
RELACIÓN S/N 200-300

Schmitt, J. H. M. M. y cols. (2014)
Astronomische Nachrichten



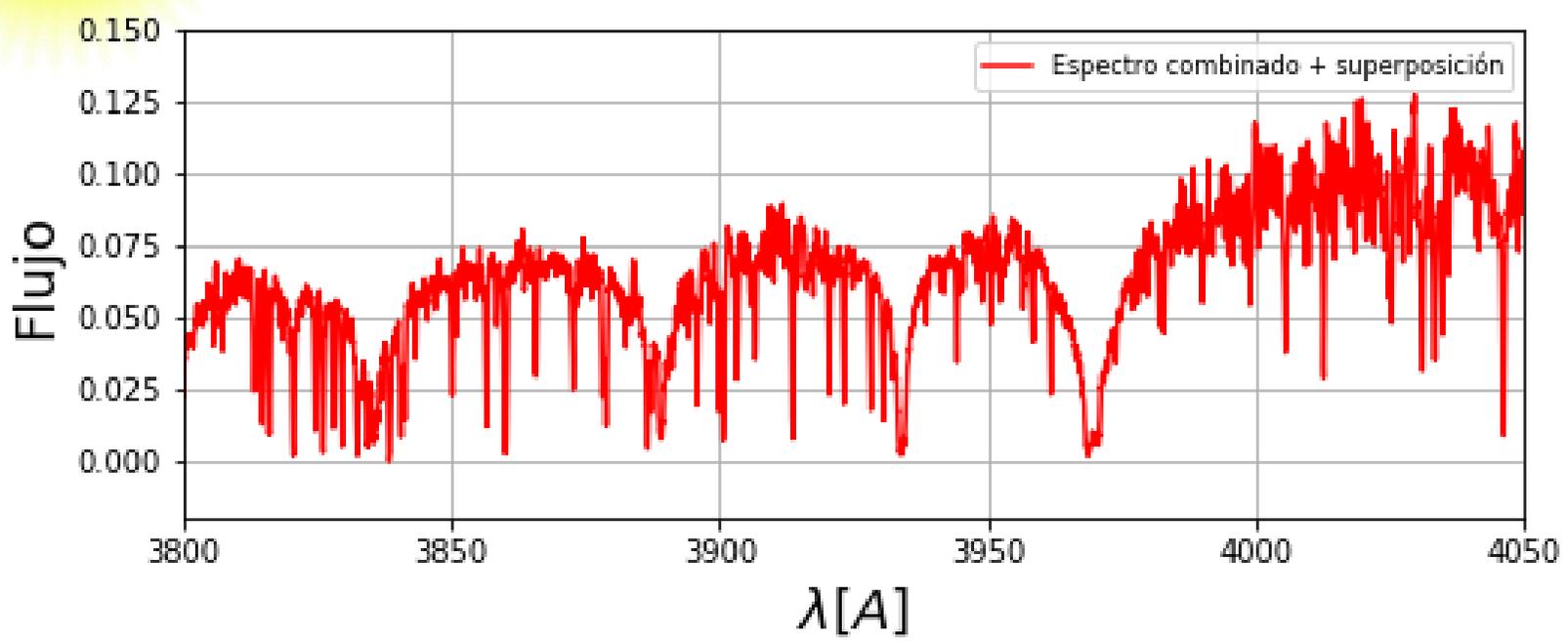


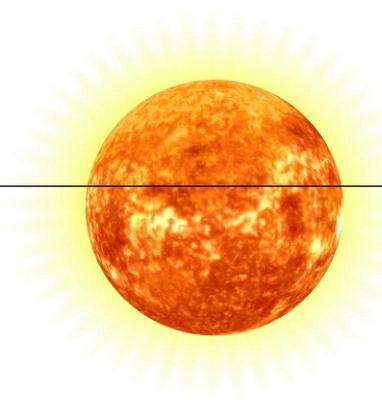
ECLIPSE
CROMOSFÉRICO
PRIMER
CONTACTO
ECLIPSE
PARCIAL

ESPECTRO COMPUESTO

SUPERPOSICIÓN DE LA ESTRELLA
GIGANTE Y EN SECUENCIA
PRINCIPAL, TENIENDO EN CUENTA
COMPONENTES CROMOSFÉRICAS

PRESENCIA DE TODAS LAS
LÍNEAS DE LAS DOS
ESTRELLAS MÁS LAS DE LA
CROMÓSFERA DE LA
GIGANTE



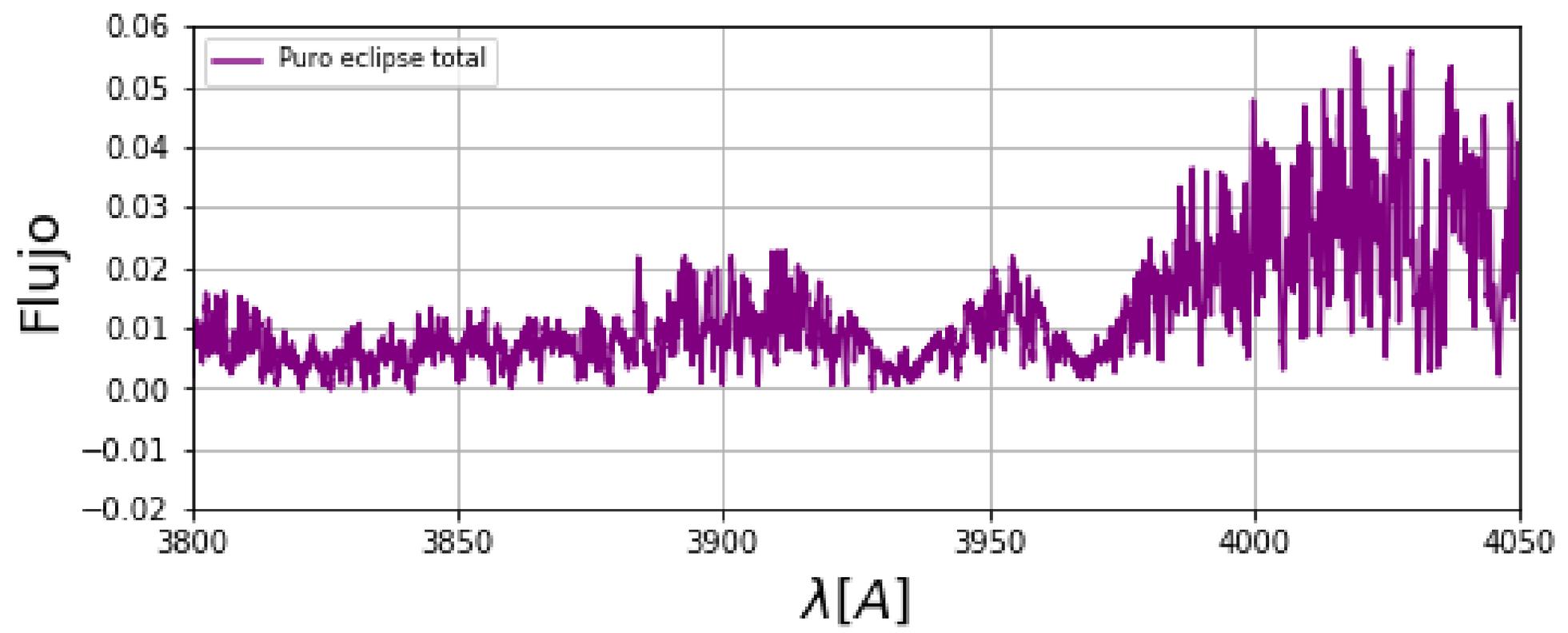


ECLIPSE
TOTAL

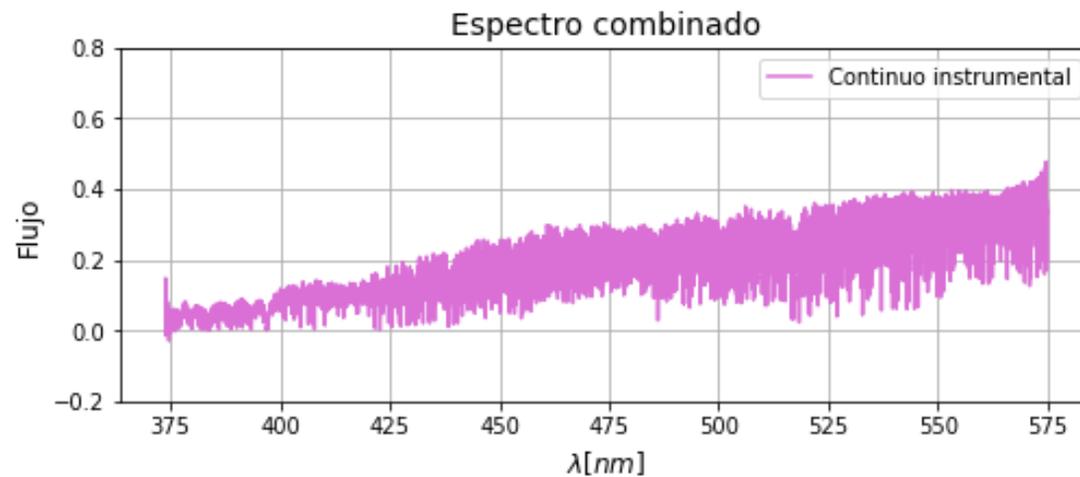
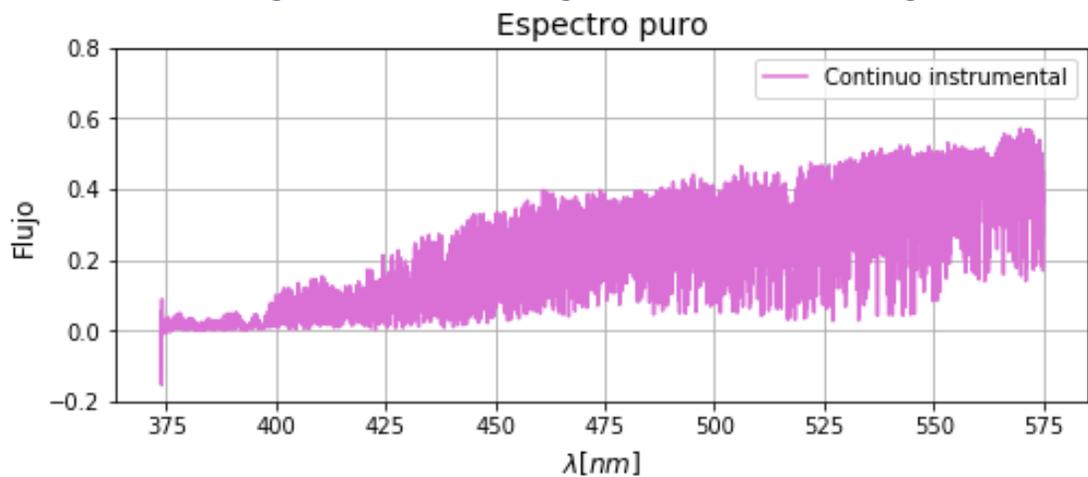
ESPECTRO PURO

LA ESTRELLA EN SECUENCIA
PRINCIPAL ESTÁ TRAS LA GIGANTE

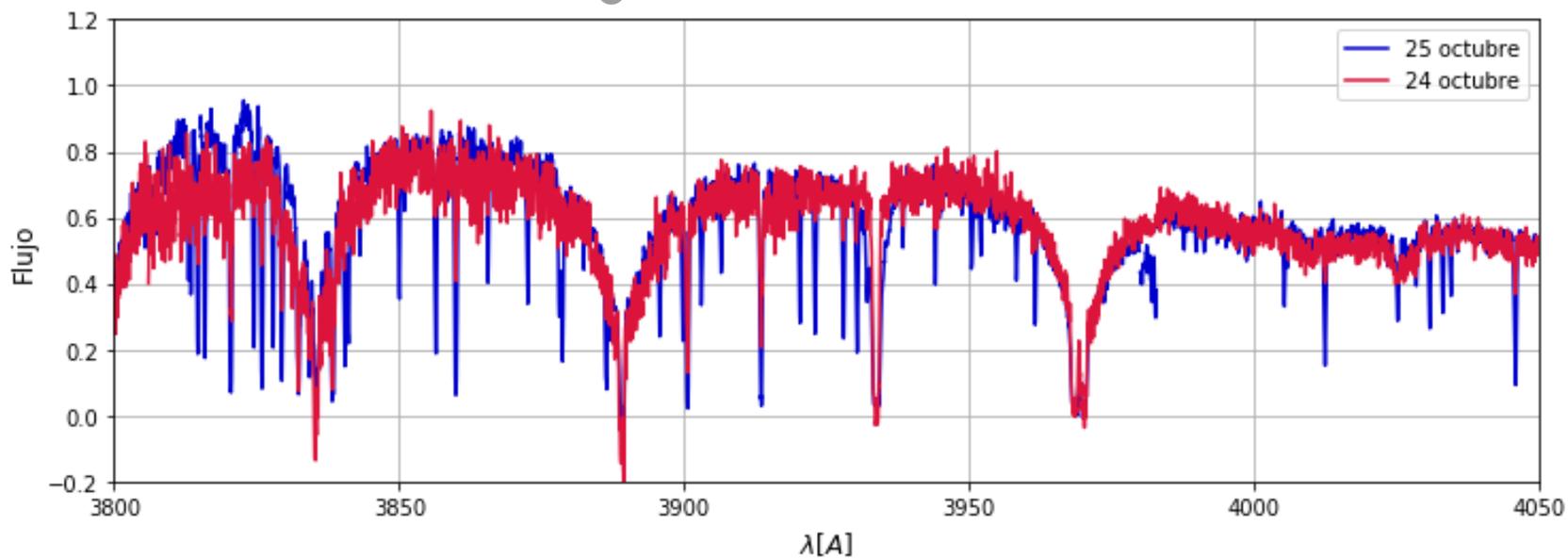
PRESENCIA DE TODAS LAS
LÍNEAS DE LA ESTRELLA
GIGANTE



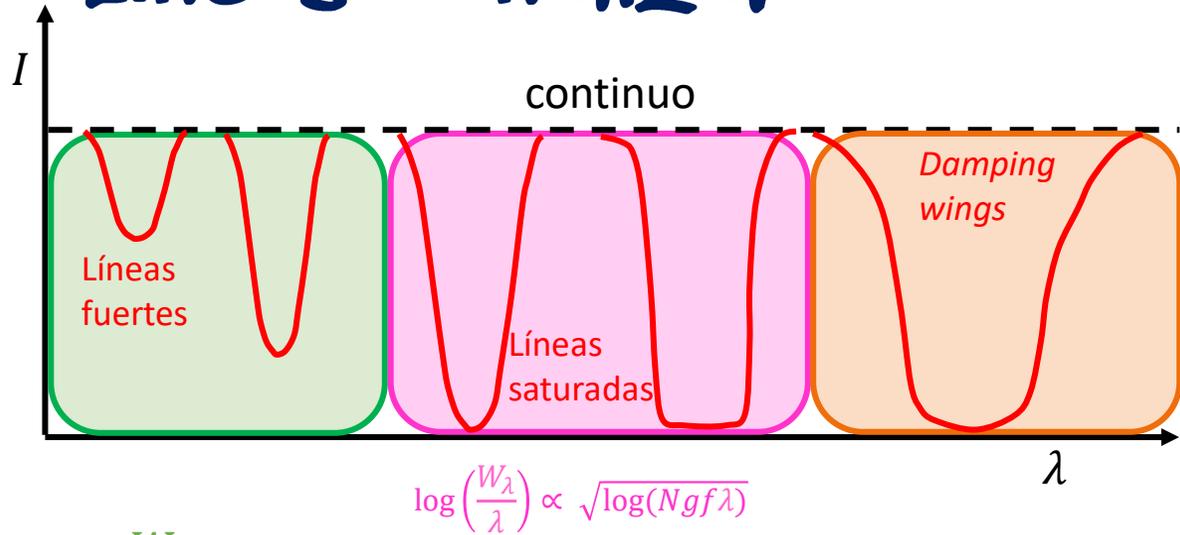
Tratamiento de datos



NORMALIZACIÓN Y SUSTRACCIÓN



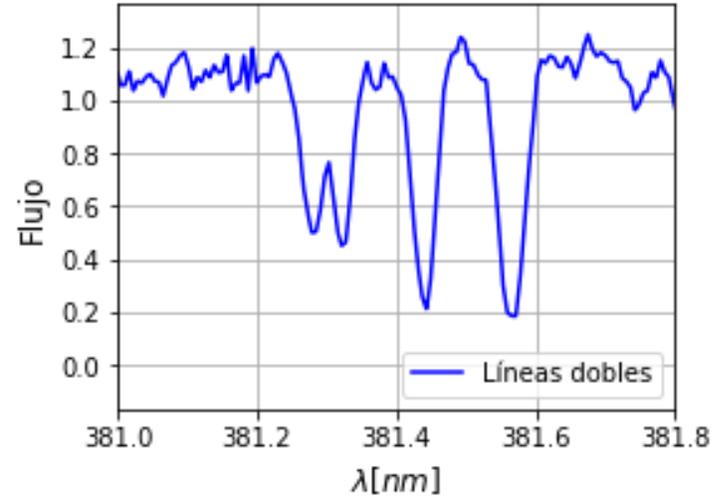
Líneas a analizar



$$\log\left(\frac{W_\lambda}{\lambda}\right) \propto \log(Ngf\lambda)$$

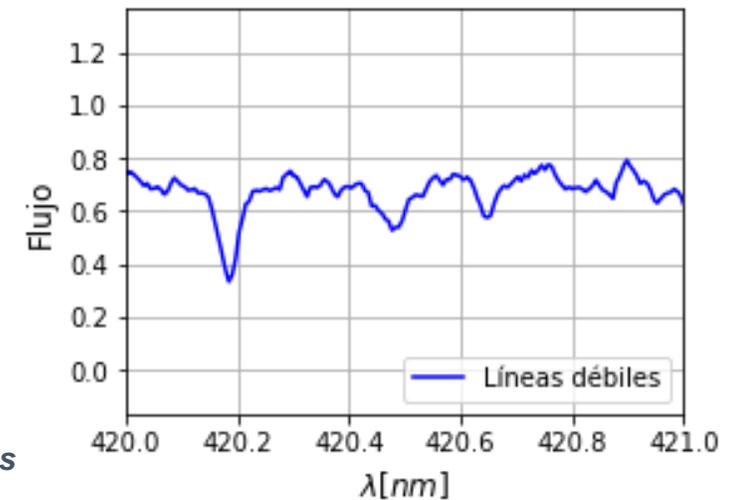
$$\log\left(\frac{W_\lambda}{\lambda}\right) \propto \sqrt{[\log(Ngf\lambda)]^3}$$

| | |
|--------|---------------------|
| 24 OCT | 10 Ti II 09 Fe I |
| 25 OCT | 21 Ti II 25 Fe I |



POCA RESOLUCIÓN PARA RESOLVER LAS LÍNEAS

REMANENTES DE FOTOSFERA



CONOCER LOS DATOS ATÓMICOS DE LAS LÍNEAS

Kupka, F., y cols (1999). *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*

K.-P.Schroder, y cols., (1989) *Astronomy and Astrophysics*

Anchos equivalentes y datos atómicos

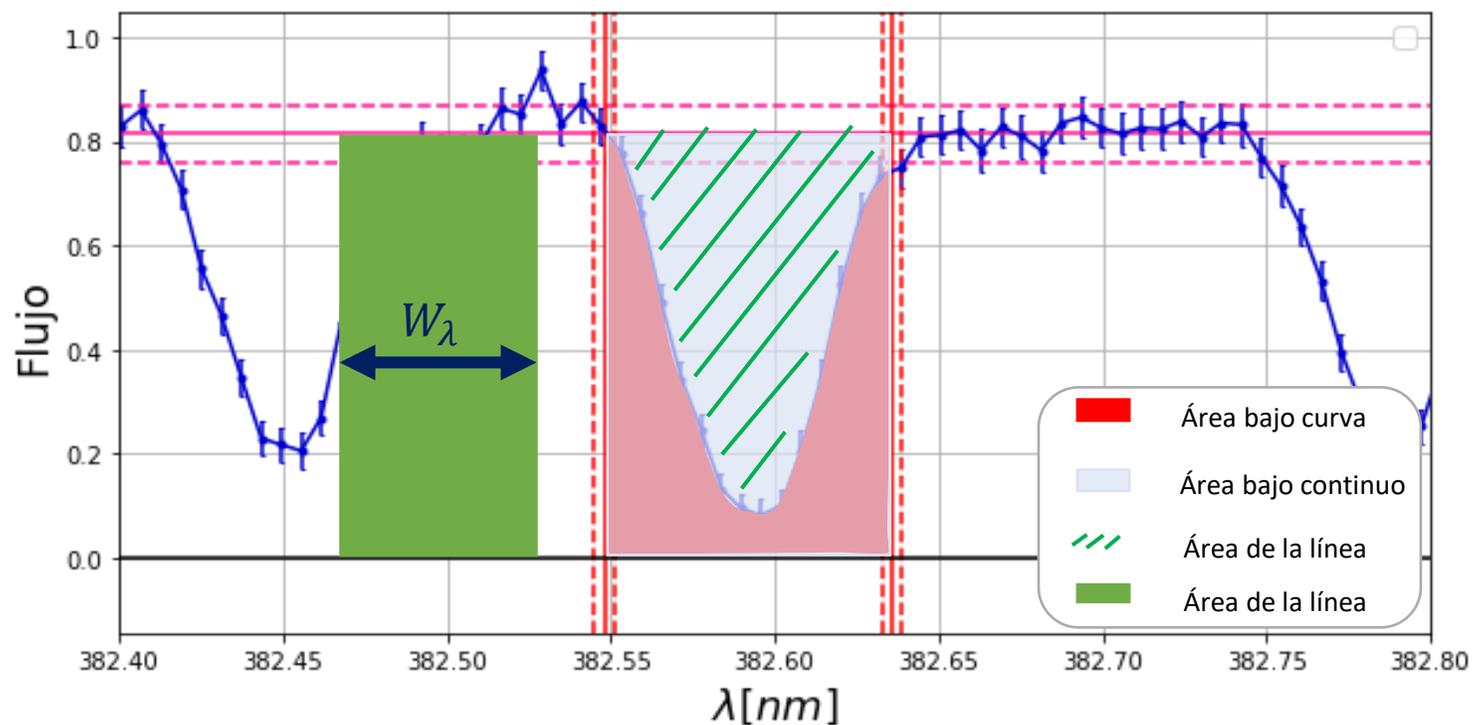
INPUTS

LISTA DATOS ATÓMICOS
LÍNEAS TEÓRICAS
ESPECTRO
ELEMENTO

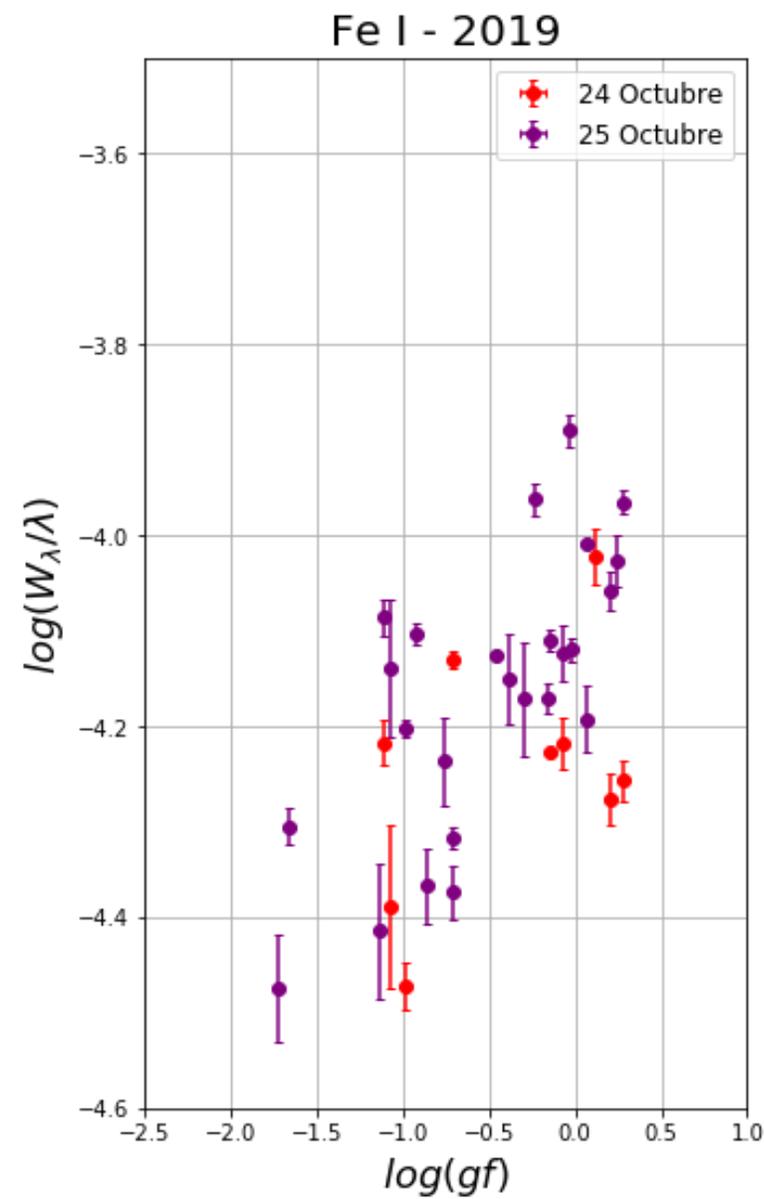
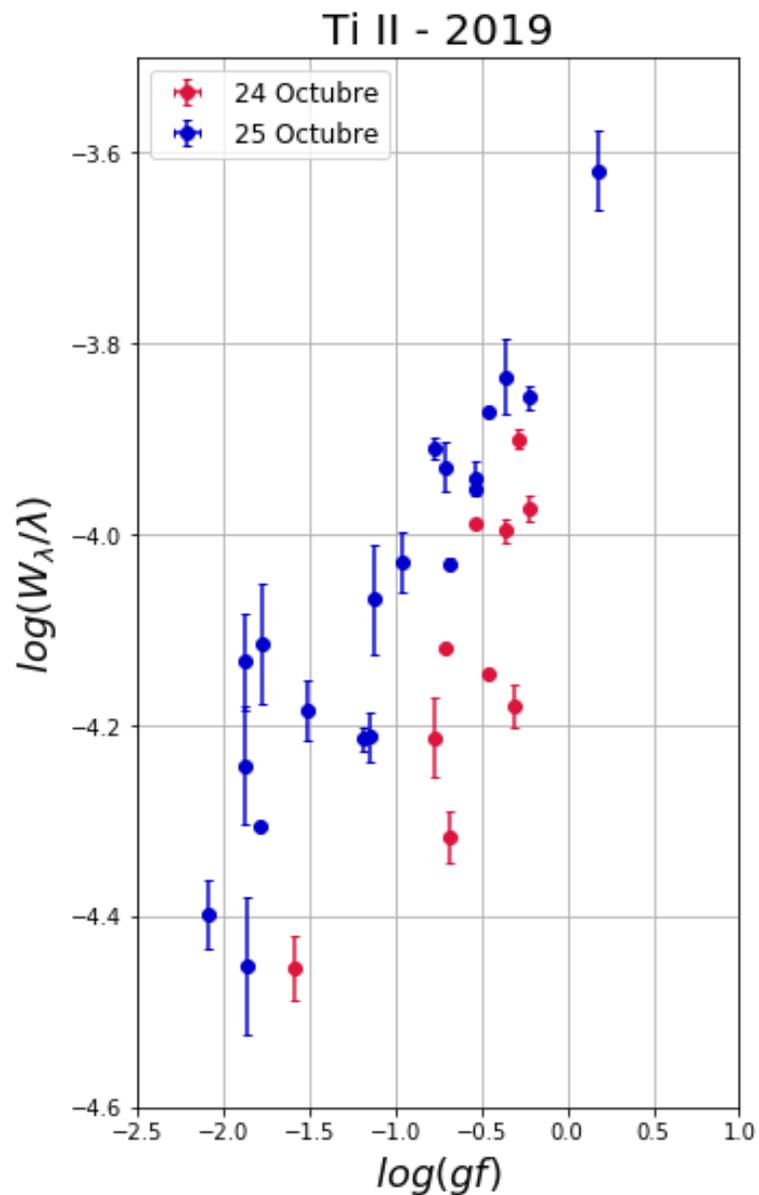


OUTPUTS

ANCHOS EQUIVALENTES
ERRORES
DATOS ATÓMICOS



Curvas de crecimiento observacionales



Curvas de crecimiento teóricas

PERFIL GAUSSIANO:

$$I = I_0 e^{-A_i e^{-(\Delta\lambda/\Delta\lambda_D)^2}}$$

Continuo Long doppler

ECUACIÓN DE SAHA

$$A_i = \frac{\pi e^2}{m_e c^2} \frac{\lambda c}{v \sqrt{\pi}} gf \frac{N_i^{ion}}{Z(T)} e^{-E_i/kT_{exc}}$$

Densidad masa columnar

Fuerza del oscilador Función de partición Temperatura de excitación

Peso estadístico

$$\log\left(\frac{W_\lambda}{\lambda}\right) \propto \log(Ngf\lambda)$$

ANCHO EQUIVALENTE:

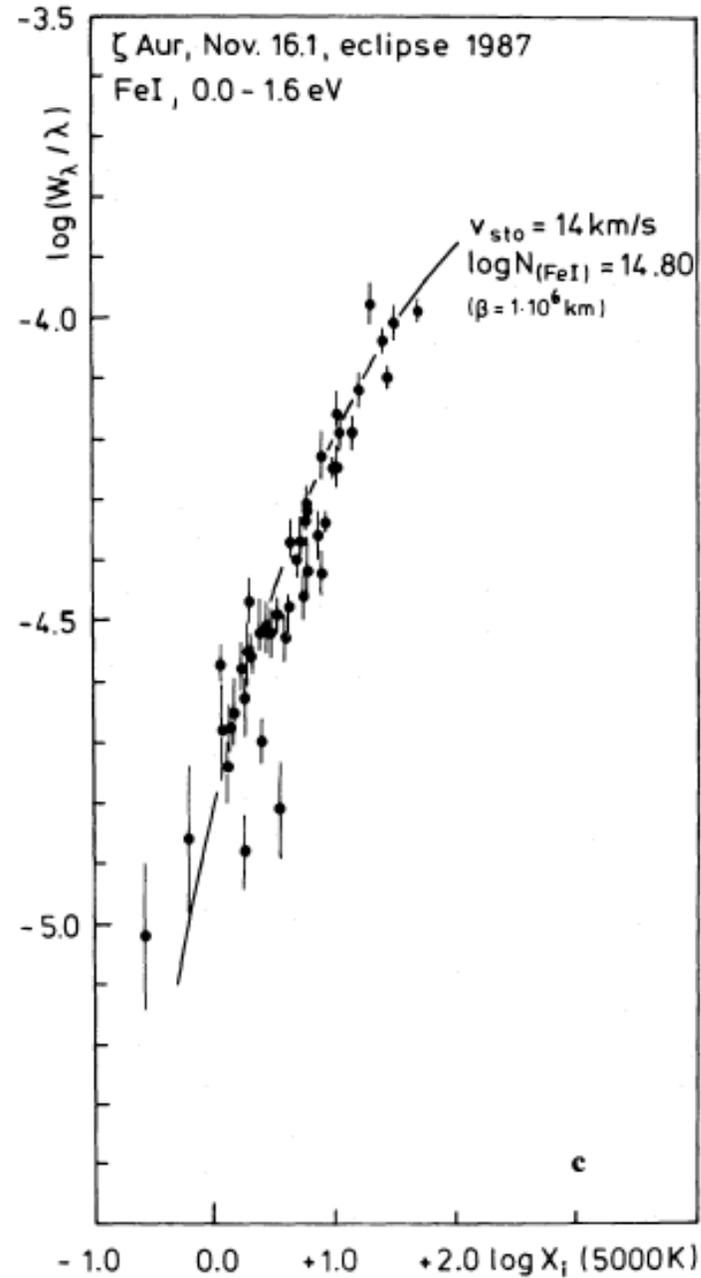
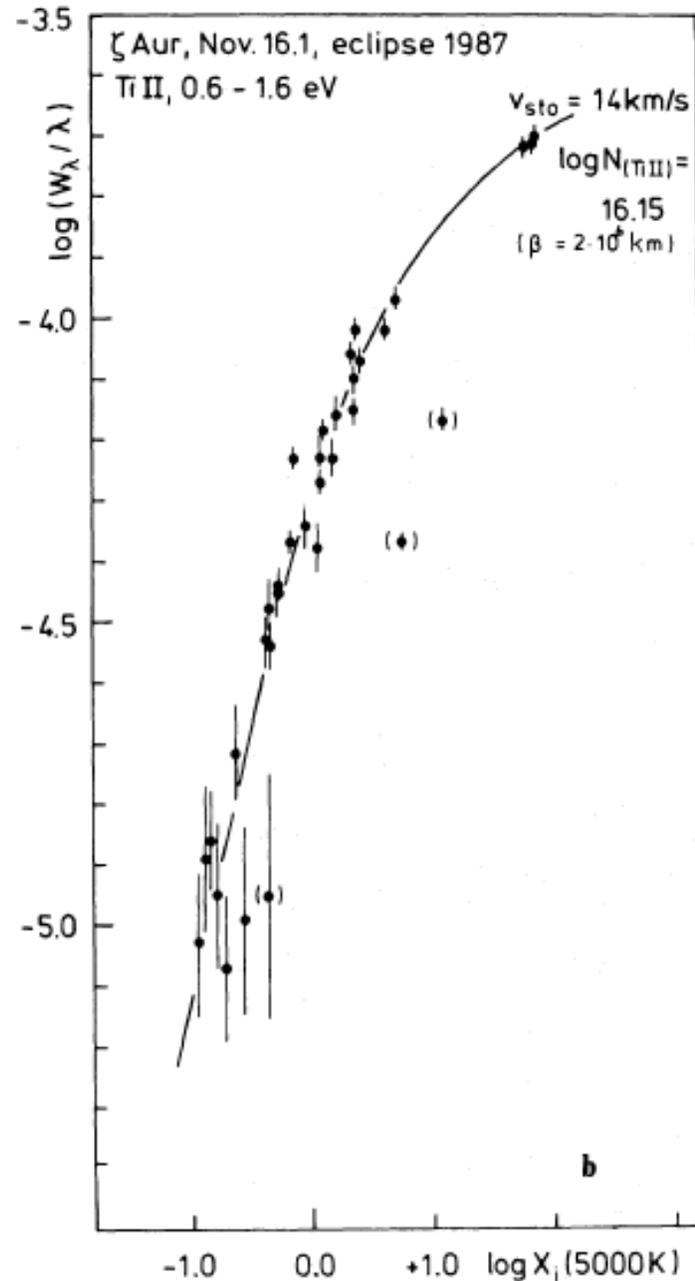
$$W_\lambda = \int \left[1 - I_0 e^{-A_i e^{-(\Delta\lambda/\Delta\lambda_D)^2}} \right] d\lambda$$

DATOS ATÓMICOS:

$$\chi_i = \frac{\lambda gf}{Z(T)} e^{-E_i/kT_{exc}}$$

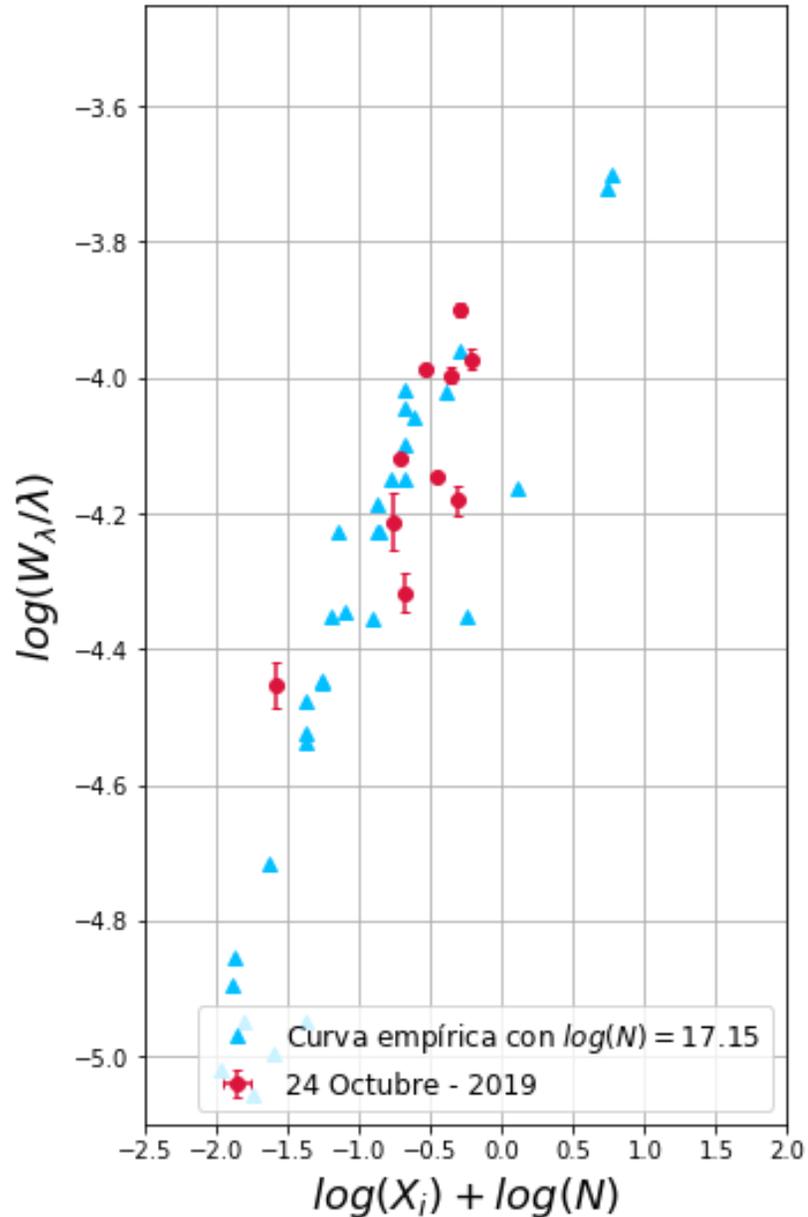
$$\log\left(\frac{W_\lambda}{\lambda}\right) \propto \log(\chi_i) + \log(N)$$

Curvas de crecimiento teóricas

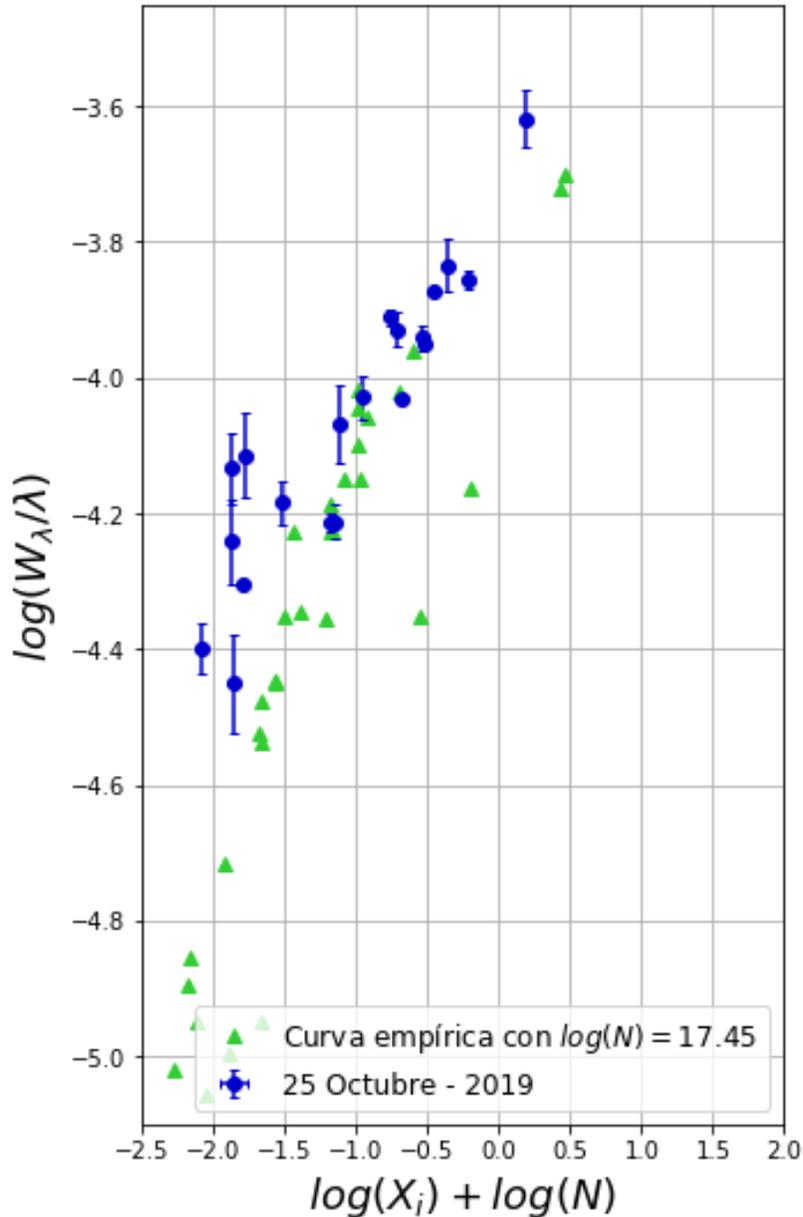


Curvas de crecimiento empíricas

Ti II



Ti II



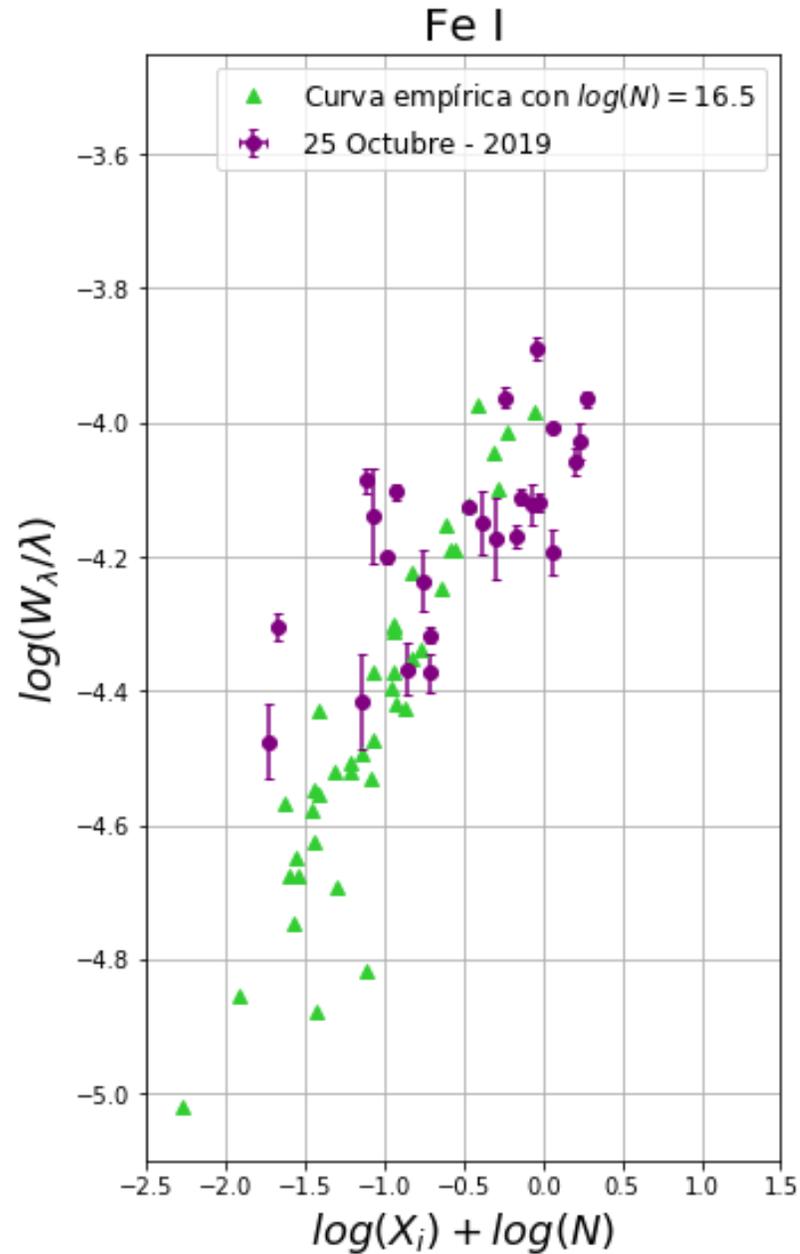
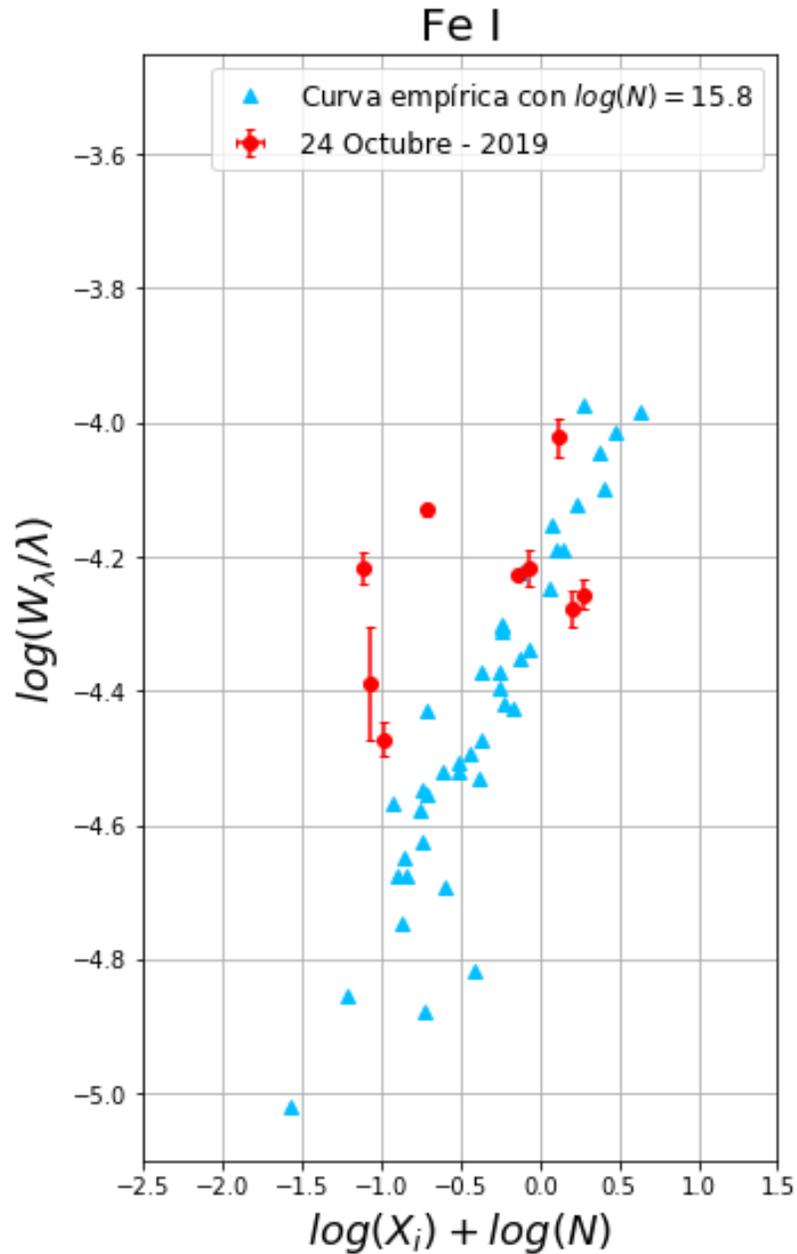
24 OCT

$\log(N) = 17,15$

25 OCT

$\log(N) = 17,45$

Curvas de crecimiento empíricas



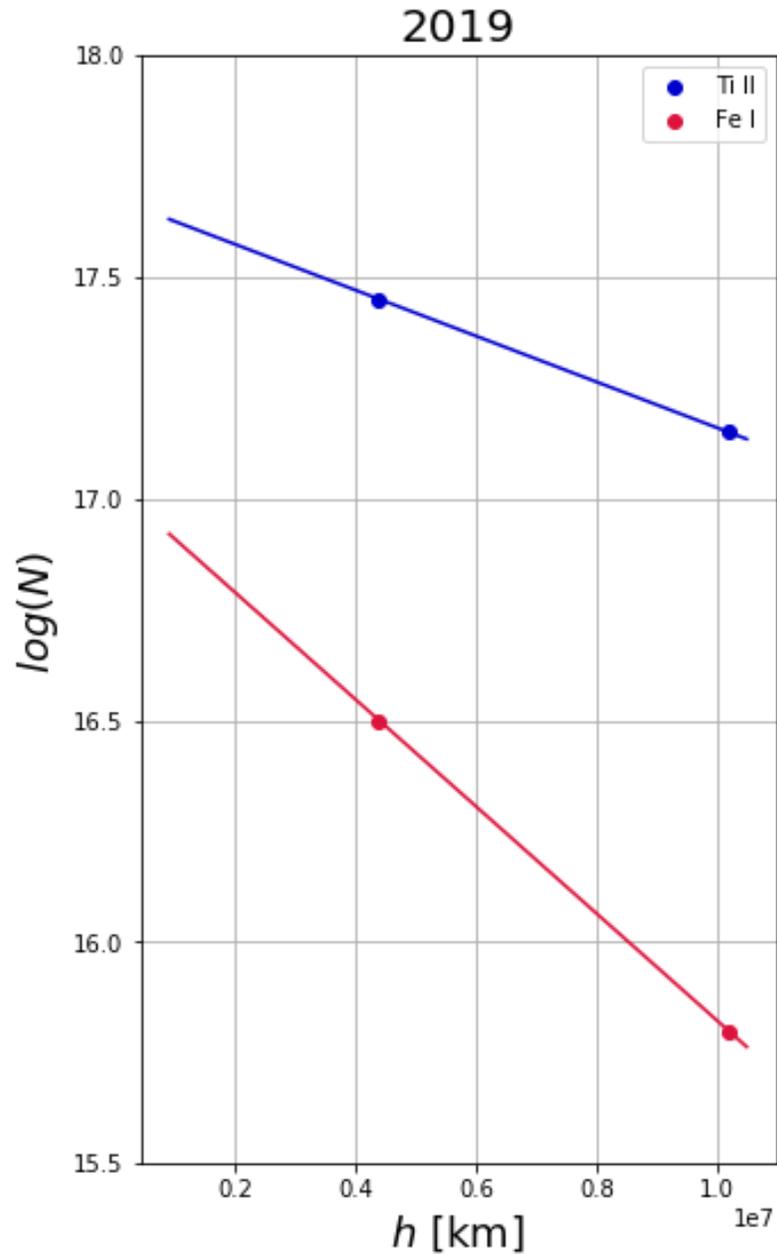
24 OCT

$\log(N) = 15,81$

25 OCT

$\log(N) = 16,53$

Densidad masa columnar



①

DIFERENCIA ENTRE
ELEMENTOS



h [KM]



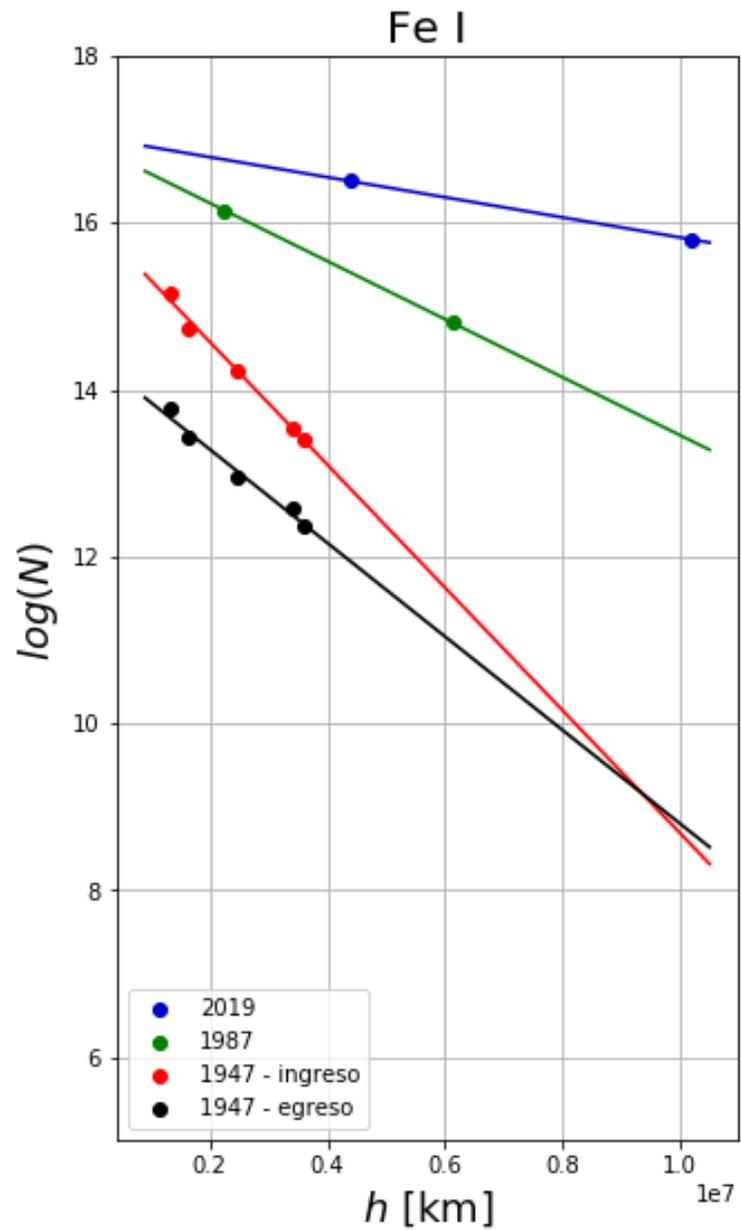
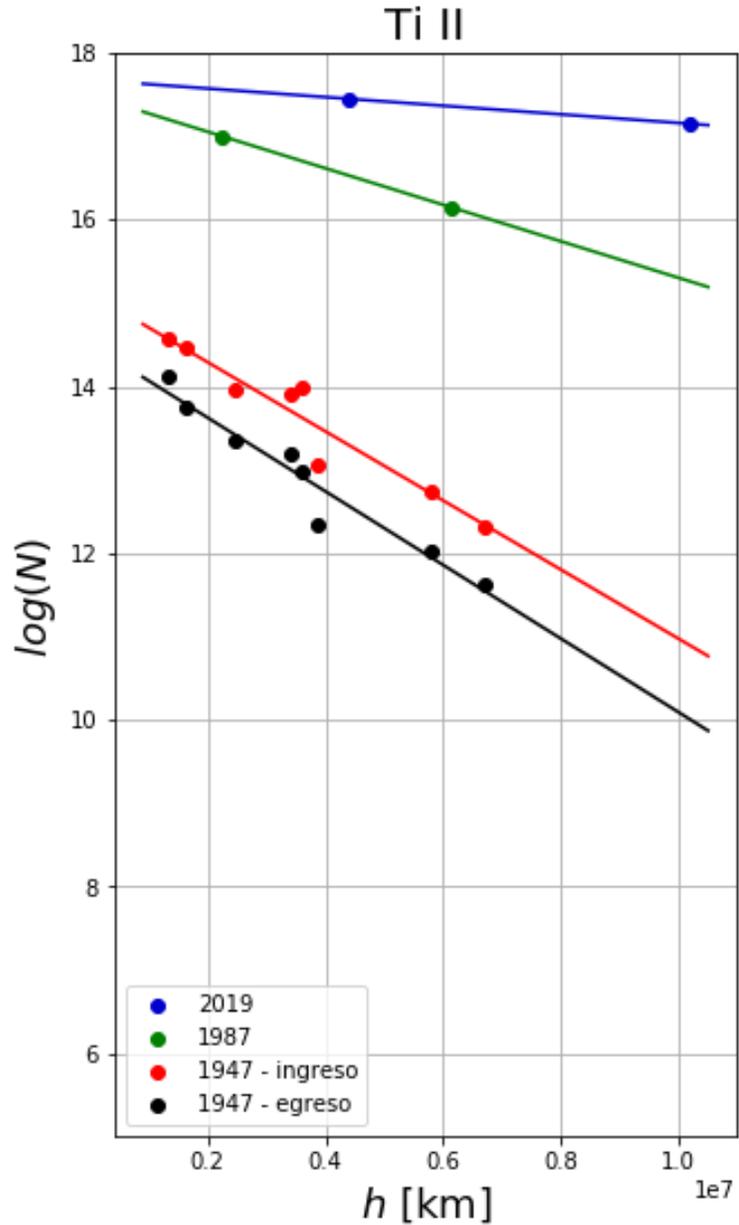
T [K]

ELEMENTOS
NEUTROS



ELEMENTOS
IONIZADOS

Densidad masa columnar



②

DENSIDAD DE MASA
COLUMNAR

③

GRADIENTES DE
DENSIDAD

Conclusiones y aportes del proyecto

VARIABILIDAD DE LA CROMÓSFERA



IMPORTANTES APORTES DE LA TURBULENCIA



PROCESOS DINÁMICOS

COMPROBACIÓN DE APORTES DE LA FÍSICA DE ATMÓSFERAS ESTELARES

IMPORTANCIA DE LA SUSTRACCIÓN



MME98
QER20

Quintero, E. A., Eenens, P., & Rauw, G. (2020). *Astronomische Nachrichten*.

APORTES AL ESTUDIO HISTÓRICO DEL SISTEMA ZETA AURIGAE

¡Gracias!

¿Preguntas?

