Exploración de dos bandas interestelares difusas con los espectros RVS de Gaia

R. Carballo (Univ. de Cantabria)

Gaia Collaboration, M. Schultheis, H. Zhao, T. Zwitter et al.

Gaia Focused Product Release: Spatial distribution of two diffuse interstellar bands.

A&A aceptado (septiembre 2023).

10-10-2023 Univ. de Barcelona / Red Española Gaia

- DIB λ862.1 y λ864.8 [nm]

- Los DIBs son líneas de absorción con perfiles más anchos que los de las líneas atómicas interestelares, como por ejemplo NaI.
- Se conocen más de 600 DIBs en el rango 0.4-2.4 nm
- Los portadores más probables son moléculas con carbono en fase gaseosa
- Trazadores del ISM y de la estructura de la Galaxia.

- DIB1 y DIB2 ya previamente estudiados en base a espectros RVS de *Gaia*.
  - Gaia Collaboration, M. Schultheis et al. 2023 DIB1

    476 117 espectros del ISM.
    EW, λ_c, FWHM, sus errores y clasificación en cuanto a calidad.

    Más concentración hacia el Plano Galáctico que el polvo.
    Correlación con gas CO en las velocidades.
    Detección de portadores DIB en la burbuja local.
  - Zhao H. et al. 2022. DIB1 y DIB2

    1103 detecciones de alta confianza. Confirmación sólida de la DIB2, basada en correlaciones entre los parámetros de las dos DIBs.

Módulo DIB-Spec CU8

- Los espectros obtenidos con *Gaia* Radial Velocity Spectrometer RVS se procesan en *Gaia* DPAC Unidad de Coordinación 6
  - calibración en longitud de onda
  - normalizados respecto del continuo

  resolución R=11500

  medida de la velocidad radial y de su error

- Selección de estrellas
  - error en la velocidad radial menor de 5 km/s
  - paralaje > 0.1 mas (distancia < 10 kpc)

  Total 6.1 millones de estrellas

  G 8-14 mag 91.5% distancia menor de 4 kpc

- Separación estrellas-objetivo y estrellas-referencia
  - $|b| < 65^\circ$ (objetivo, 5.98M) y $|b| \geq 65^\circ$ (referencia, 0.16M)

  Premisa: Las estrellas-referencia están libres de absorción DIB y pueden usarse como modelos de las componentes estelares en la región de los DIB de los espectros objetivo.

  A_0 media estrellas referencia $\simeq$ 0.103 mag. Efecto máximo esperado en las estrellas-objetivo sería del 1.5% de absorción (por comparativa con S22).

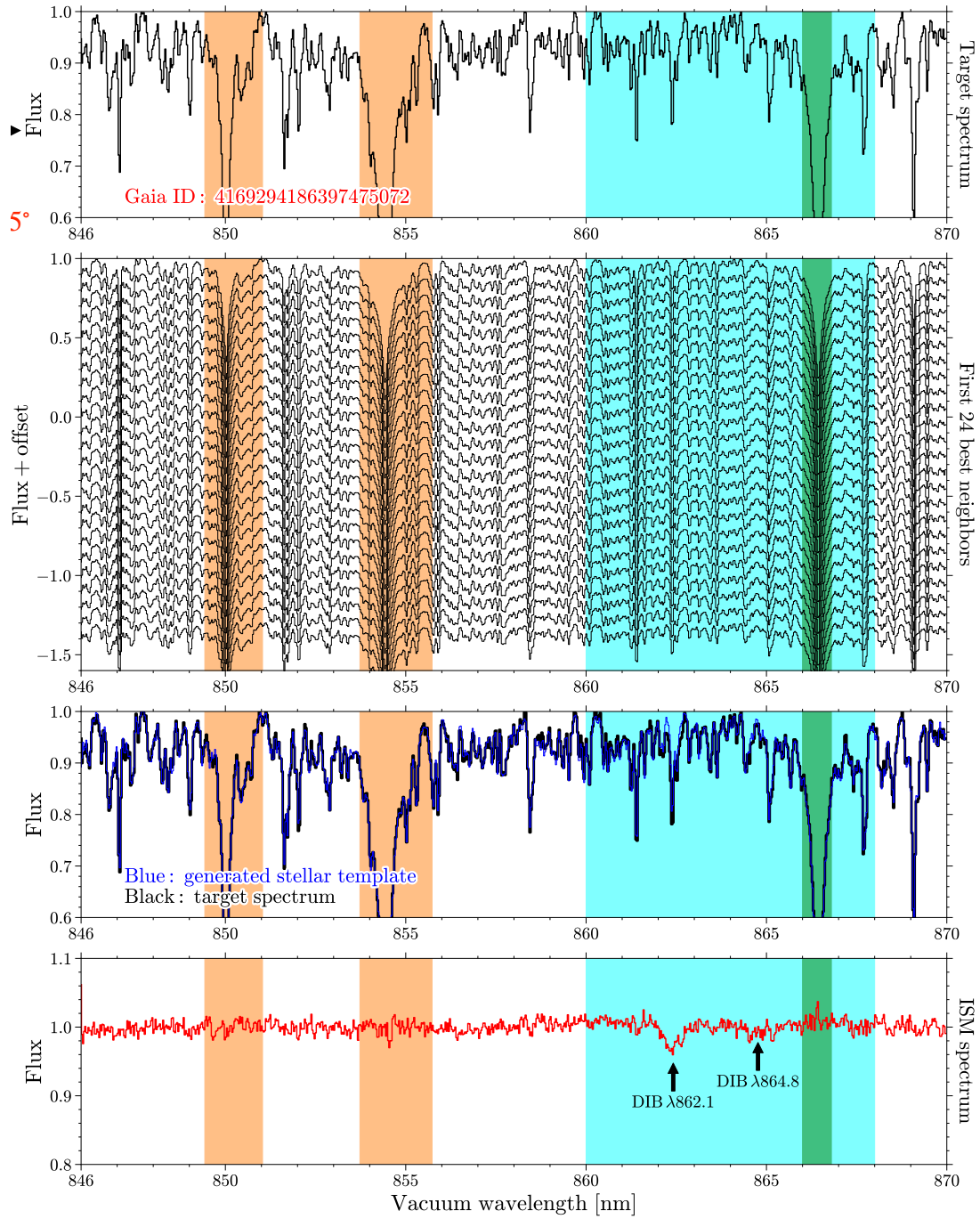
  $T_{\rm eff}$, log$g$, $[\mathrm{M/H}]$ y señal/ruido (S/R) similares en las dos muestras.
  Las estrellas de referencia están más cercanas: 87.5% en 1 kpc, frente a 47.1% para las estrellas objetivo.
- Asignación a cada estrella-objetivo de un patrón de referencia.

  Vecinos más cercanos teniendo en cuenta los parámetros estelares $T_{\rm eff}$, log$g$, $[\mathrm{M/H}]$ (sólo para agilizar el proceso), y la comparación de los espectros.

  10 - 200 vecinos.

  Patrón generado = espectro promedio

$$\text{"espectro ISM"} = \frac{\text{espectro de la estrella}}{\text{patrón generado}}$$


Gaia ID : 4169294186397475072
5°
Target spectrum
First 24 best neighbors
Blue : generated stellar template
Black : target spectrum
ISM spectrum
DIB λ862.1
DIB λ864.8
Flux
Flux + offset
Vacuum wavelength [nm]

- Procedimiento de agregación por voxel (VOlume piXEL), definido por (α, δ, d).
  - $(\alpha, \delta) = 1.8$ grados (HEALpix de nivel 5)
  - 29 intervalos de distancia (rango 4.5 - 10kpc en intervalos de 0.5 kpc).

espectro agregado = mediana de los espectros ISM en el voxel FPR

A d>1.67 disminuye el número de voxels con espectro agregado y el porcentaje de espectros agregados con S/R alta (>150).

- Ajuste simultáneo = gaussiana DIB1 + lorentziana DIB2

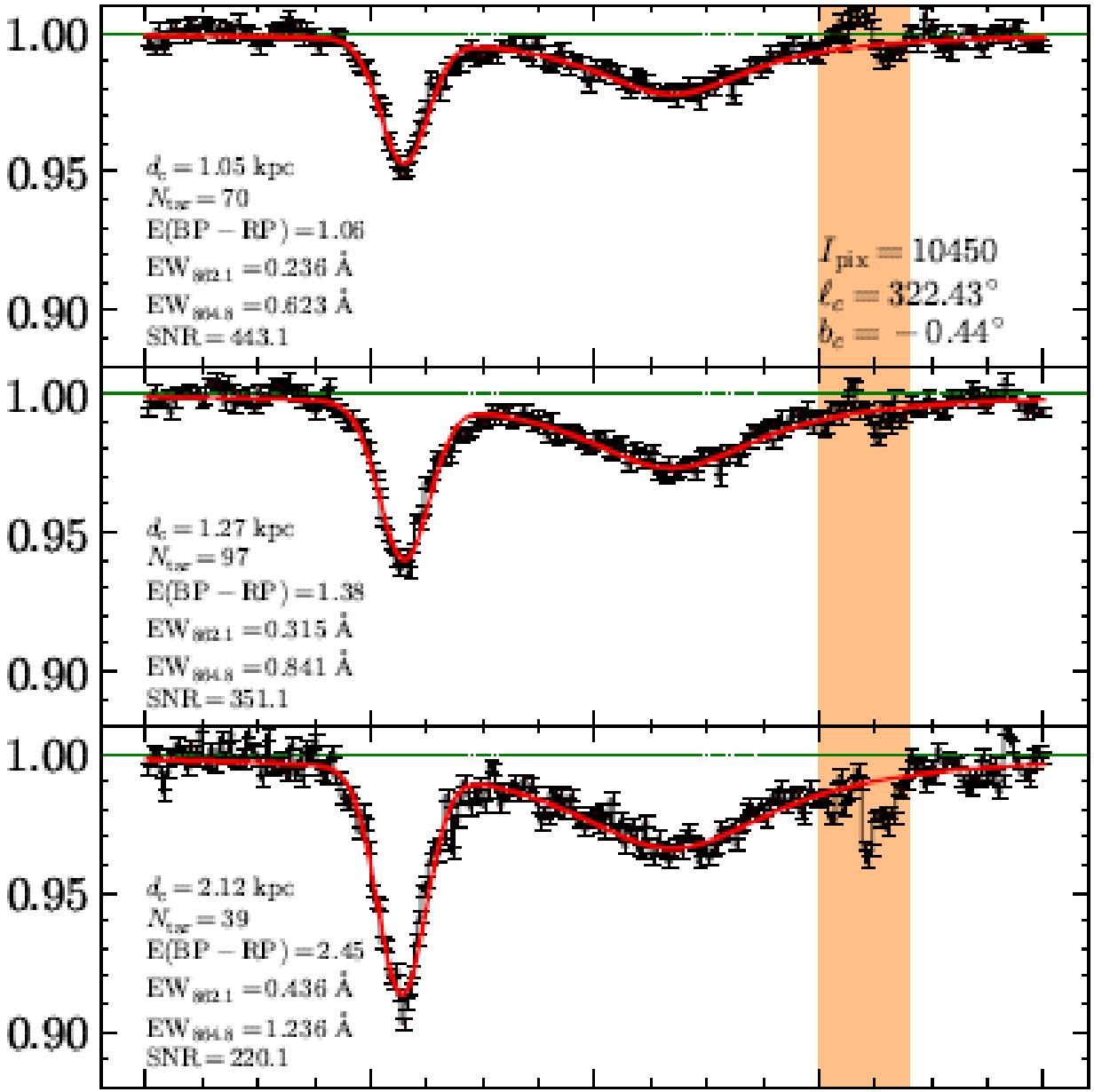
  Ajustes en 235428 voxels. Media de 20 estrellas por voxel

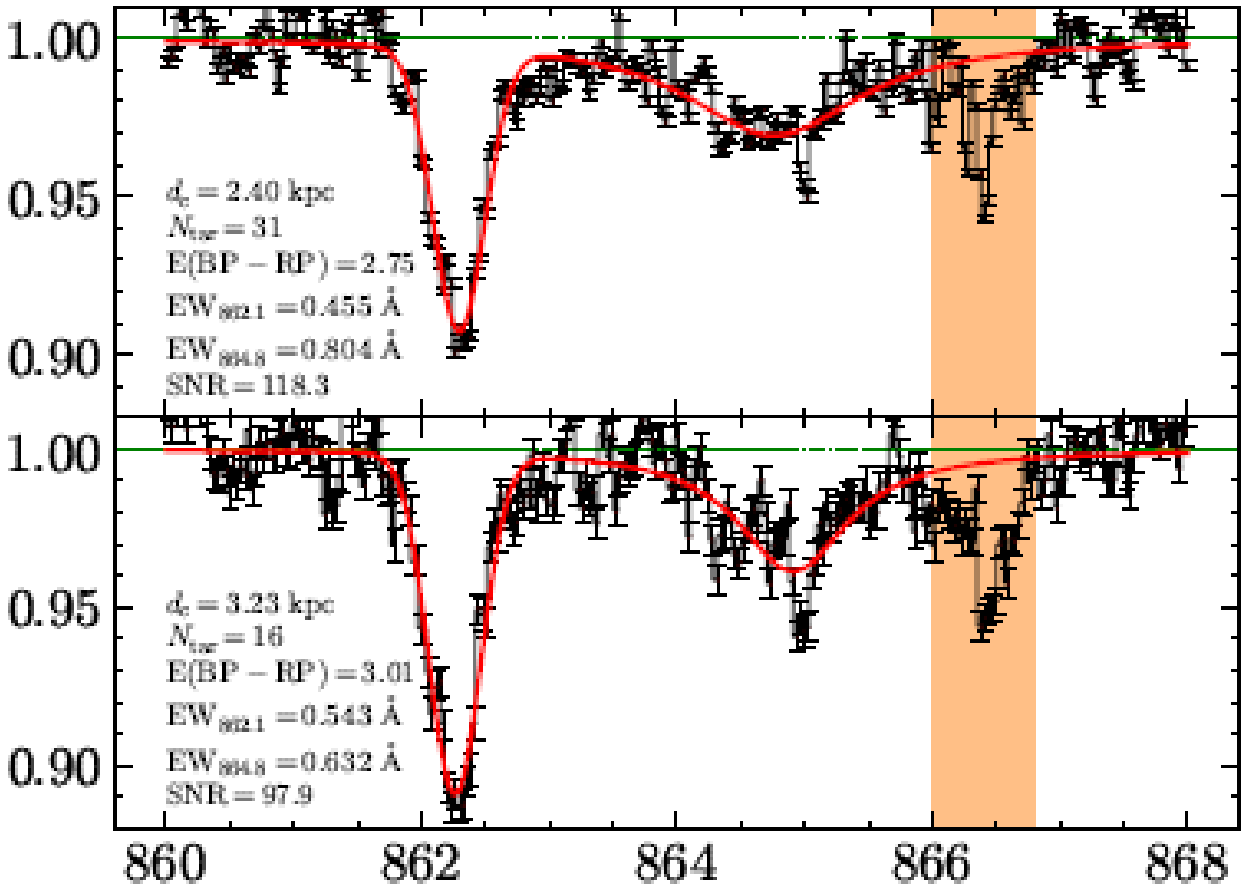
  Parámetros de los DIB e información del Voxel FPR

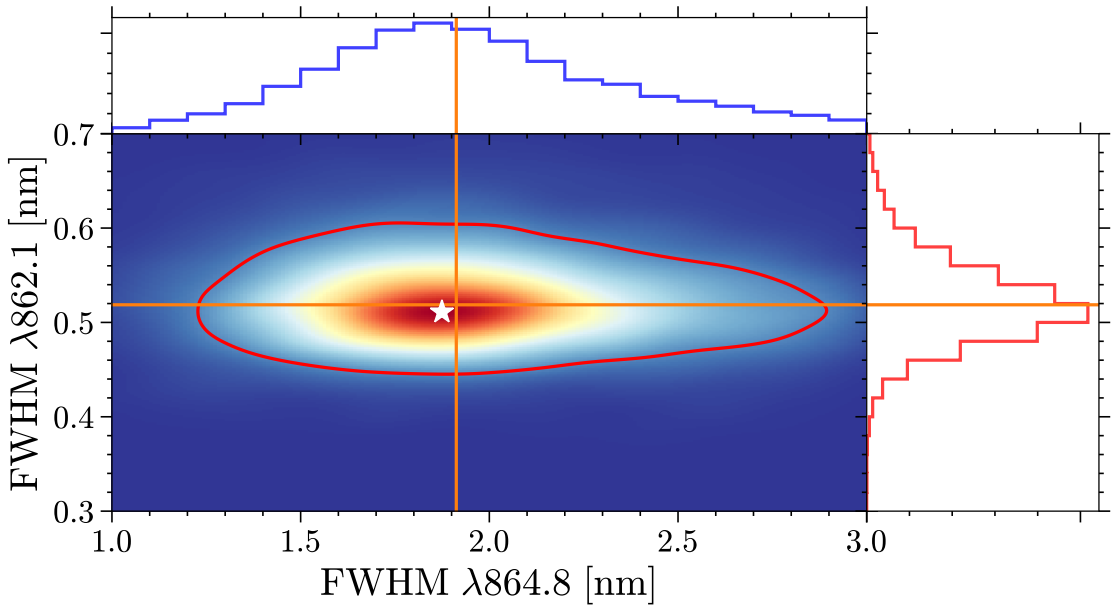
  D profundidad, σ, λ_c, EW y sus errores + indicador de calidad

  Los buenos: Calidades 0,1,2 DIB1 26.6% DIB2 16.1%

  Los mejores: Calidades 0,2 DIB1 y DIB2

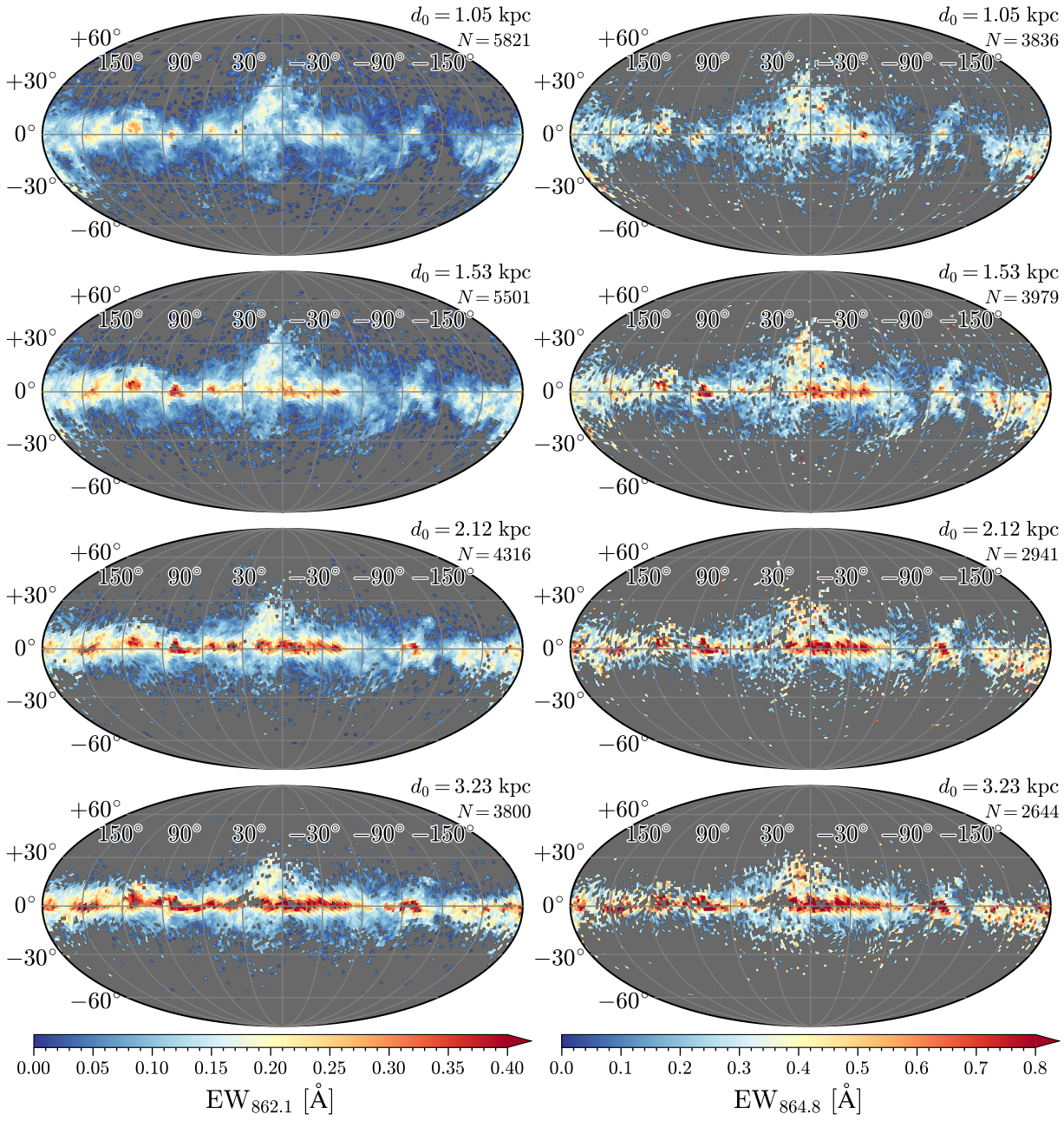

1.00
0.95
0.90
$d_c = 1.05$ kpc
$N_{\rm cw} = 70$
$E(BP-RP) = 1.06$
$EW_{862.1} = 0.236$ Å
$EW_{864.8} = 0.623$ Å
SNR = 443.1
$I_{\rm pix} = 10450$
$\ell_c = 322.43°$
$b_c = -0.44°$
1.00
0.95
0.90
$d_c = 1.27$ kpc
$N_{\rm cw} = 97$
$E(BP-RP) = 1.38$
$EW_{862.1} = 0.315$ Å
$EW_{864.8} = 0.841$ Å
SNR = 351.1
1.00
0.95
0.90
$d_c = 2.12$ kpc
$N_{\rm cw} = 39$
$E(BP-RP) = 2.45$
$EW_{862.1} = 0.436$ Å
$EW_{864.8} = 1.236$ Å
SNR = 220.1


1.00
0.95
0.90
$d_c = 2.40$ kpc
$N_{cw} = 31$
E(BP − RP) = 2.75
$EW_{862.1}$ = 0.455 Å
$EW_{864.8}$ = 0.804 Å
SNR = 118.3
1.00
0.95
0.90
$d_c = 3.23$ kpc
$N_{cw} = 16$
E(BP − RP) = 3.01
$EW_{862.1}$ = 0.543 Å
$EW_{864.8}$ = 0.632 Å
SNR = 97.9
860
862
864
866
868

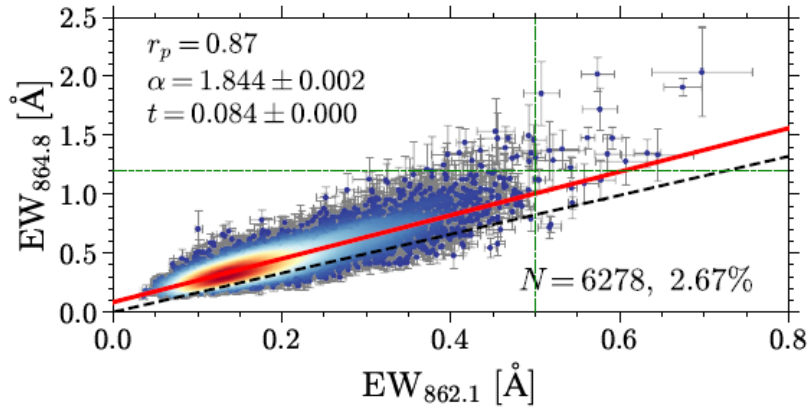


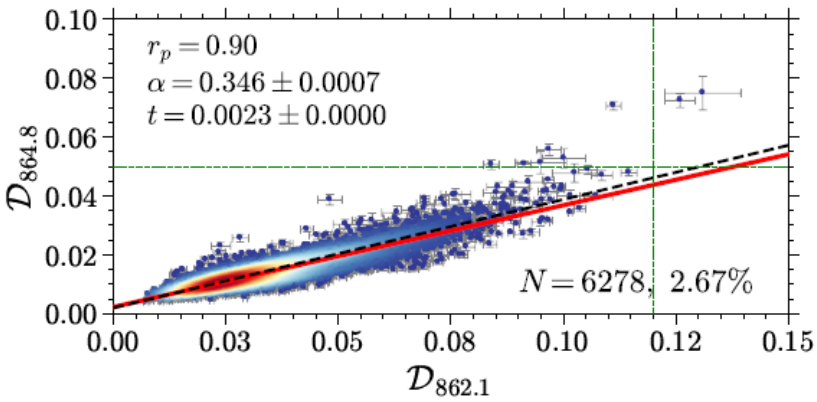
QF=0,2 & S/R≥100

9778 voxels

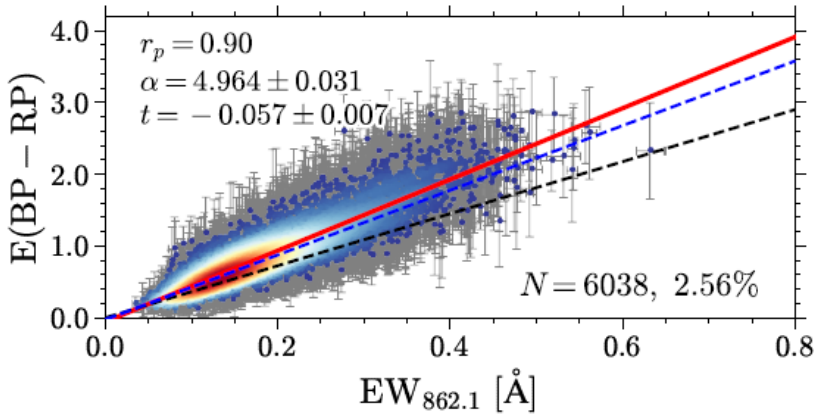


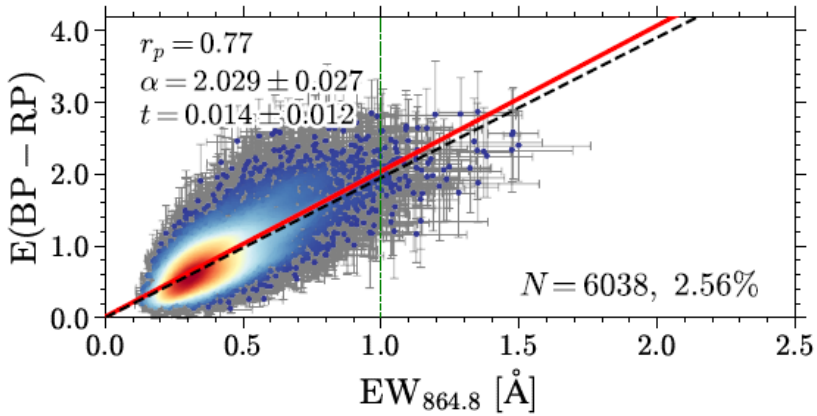
QF=0,1,2,3
& S/R≥100





QF=0

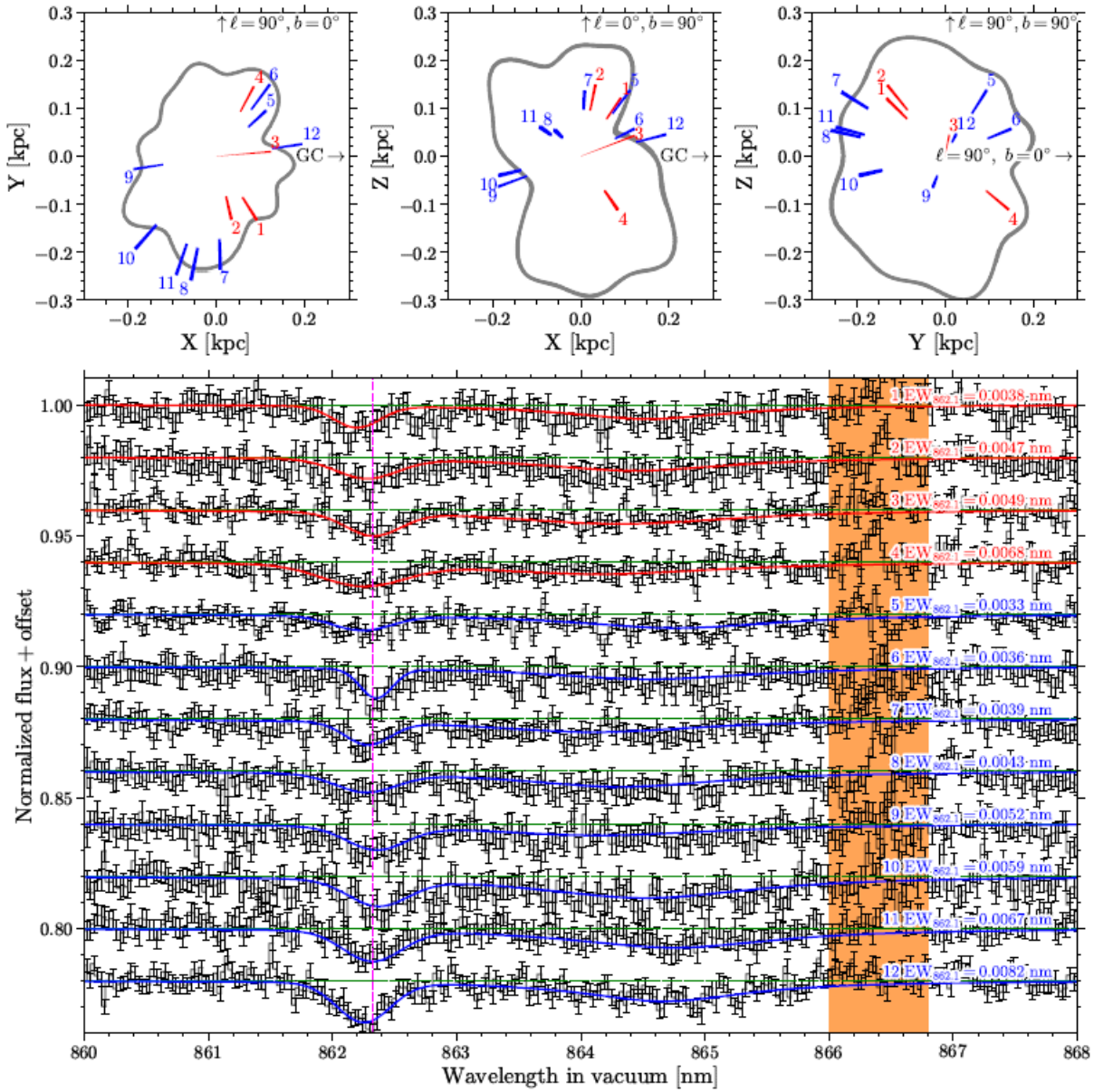




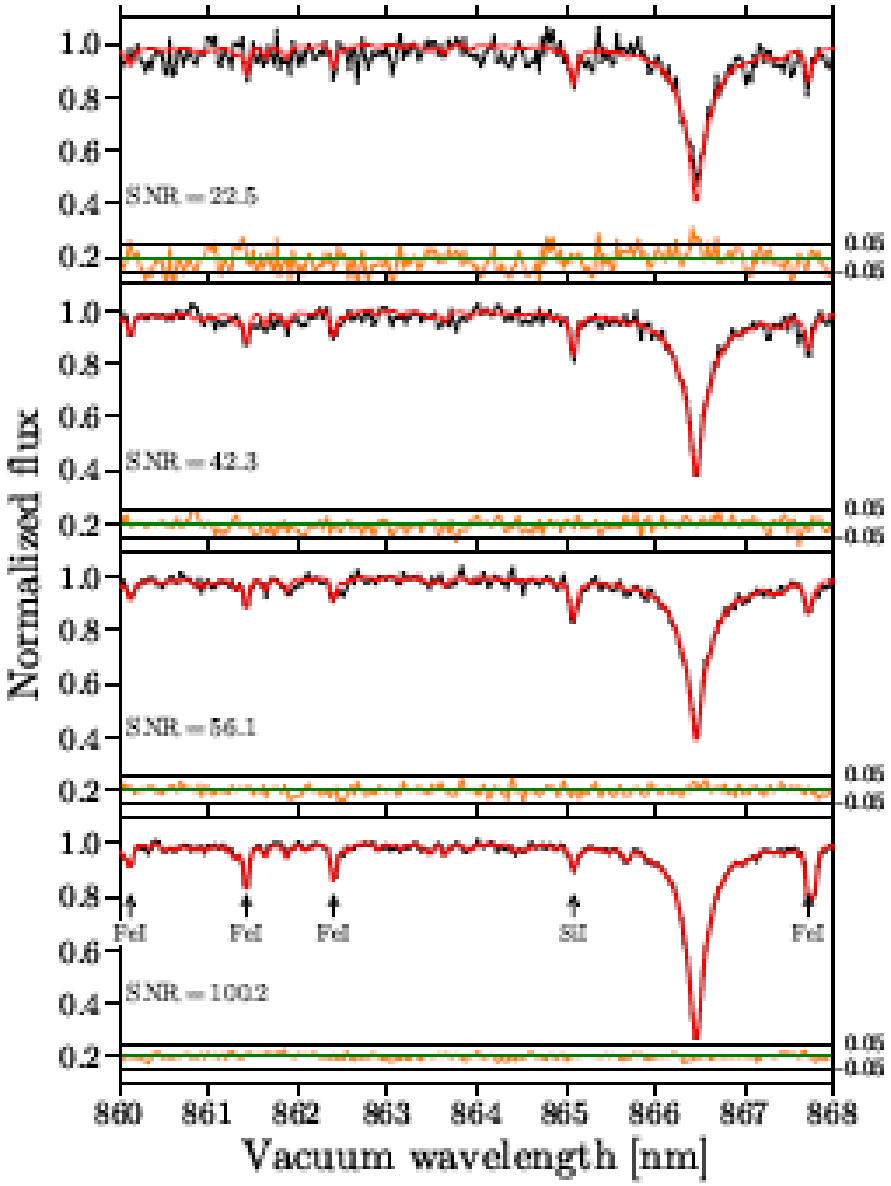
QF=0 & 10 estrellas con E(BP-RP) de GSP-Phot (Andrae et al. 2022) por voxel

En FPR se alcanzan anchuras equivalentes mayores que en Schultheis et al. y Zhao et al.

Burbuja local



Analisis de error del método de los mejores vecinos.



Negro: ejemplos de estrellas de referencia

Rojo: patrón estelar para ese ejemplo

Naranja: espectro - patrón