

Introducción

Una de las mejores formas de determinar los materiales que componen un cuerpo celeste es mediante la espectrografía. En este campo, una de las magnitudes más relevantes es el ancho equivalente, una medida que cuantifica la intensidad total de una línea de absorción o emisión. A diferencia de una simple medición de profundidad, el ancho equivalente encapsula la energía total faltante o sobrante en la línea, representándola como el ancho de un rectángulo de área equivalente. En este proyecto se desarrolla una calculadora versátil para calcular anchos equivalentes, tanto en espectros de Vizier como a través de una interfaz de línea de comandos (CLI) para espectros locales.

Objetivos

- Estudiar el cálculo de areas equivalentes para espectrografi
- Desarrollar una calculadora agnóstica para anchos equivalentes
- Calcular los anchos equivalentes para un espectro solar (ID: J/A+A/587/A65)

Ancho Equivalente

En la luz que generan (o que choca con) cualquier elemento se encuentra una gran cantidad de información. En los espectros se puede obtener información diversa, desde composición química hasta velocidad. Sin embargo, no siempre los espectros funcionan de la misma manera; en casos donde la luz es muy poca o la resolución del espectroscopio no es suficiente, podría complicarse la comparación de espectros. Por lo tanto, se hace uso de anchos equivalentes. Estos constituyen, esencialmente, una manera de convertir espectros —que tienen formas particulares y puntos dependientes de la muestra— en anchos de rectángulos equivalentes en área (y que, por tanto, representan la misma absorción de radiación). Para esto, el cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$EW = \int \frac{(F_c - F_\lambda)}{F_c} d\lambda \quad (1)$$

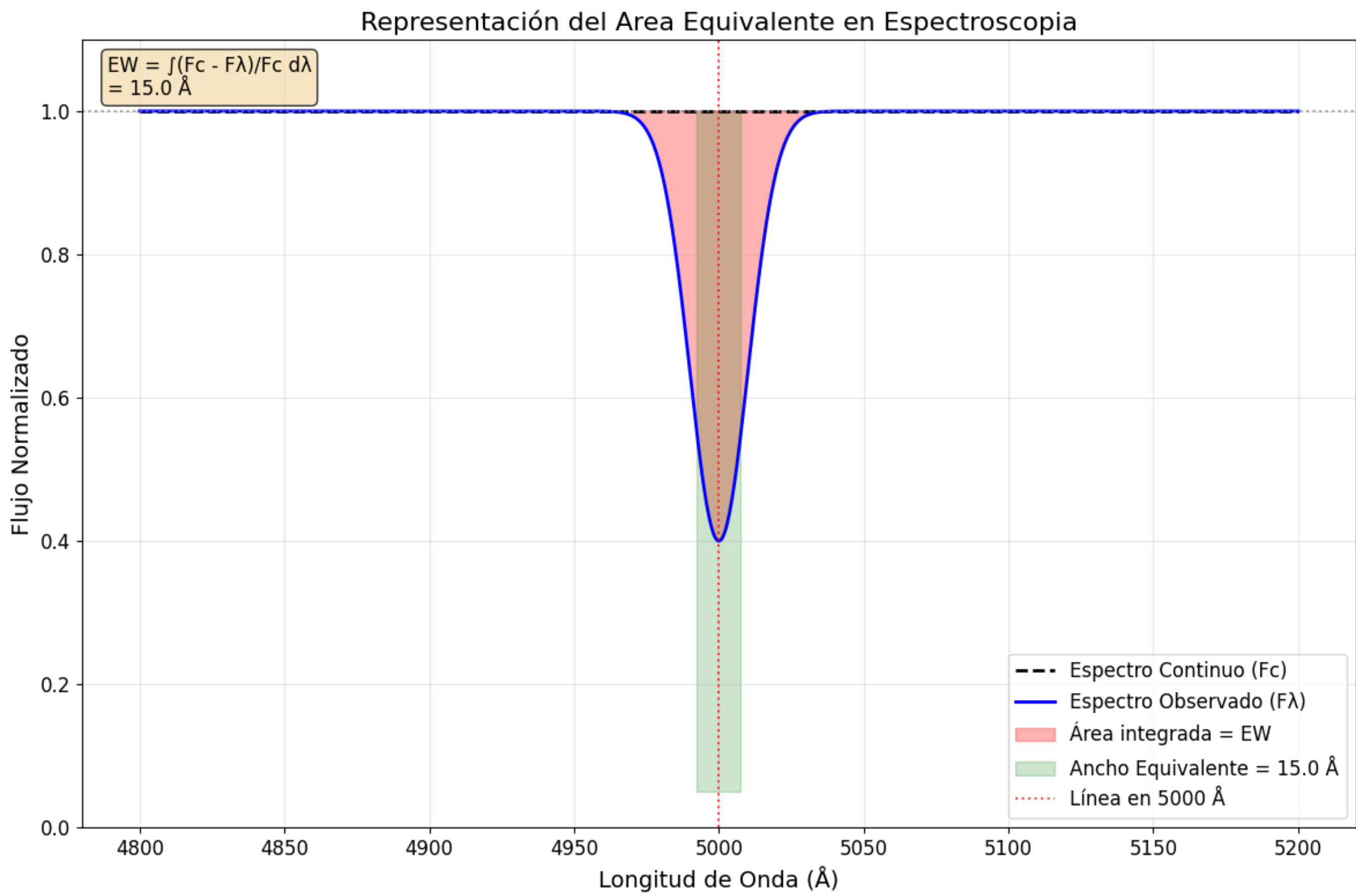


Figure 1. Gráfica explicativa para el área equivalente

Sumatoria de Riemann

Dada una curva, se pueden sumar fácilmente los rectángulos que forman sus aristas de modo que se obtenga un resultado aproximado de la integral.

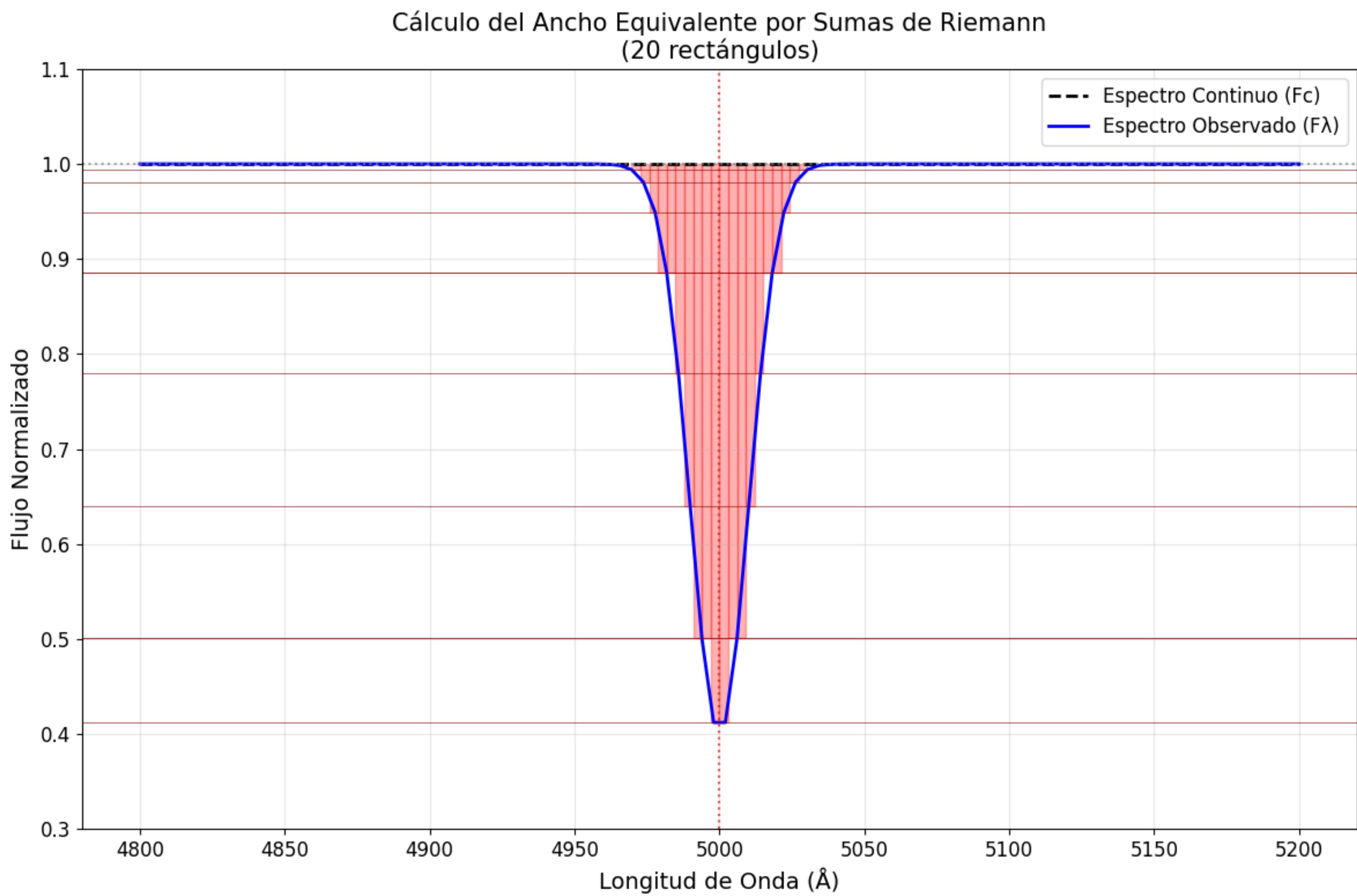


Figure 2. Cálculo de ancho equivalente por Riemann

Método de los Trapecios

En un espíritu similar al de las sumatorias de Riemann, el método de los trapecios es una mejora que, en lugar de utilizar rectángulos, emplea trapecios que por su forma se ajustan mejor a la curva en cuestión.

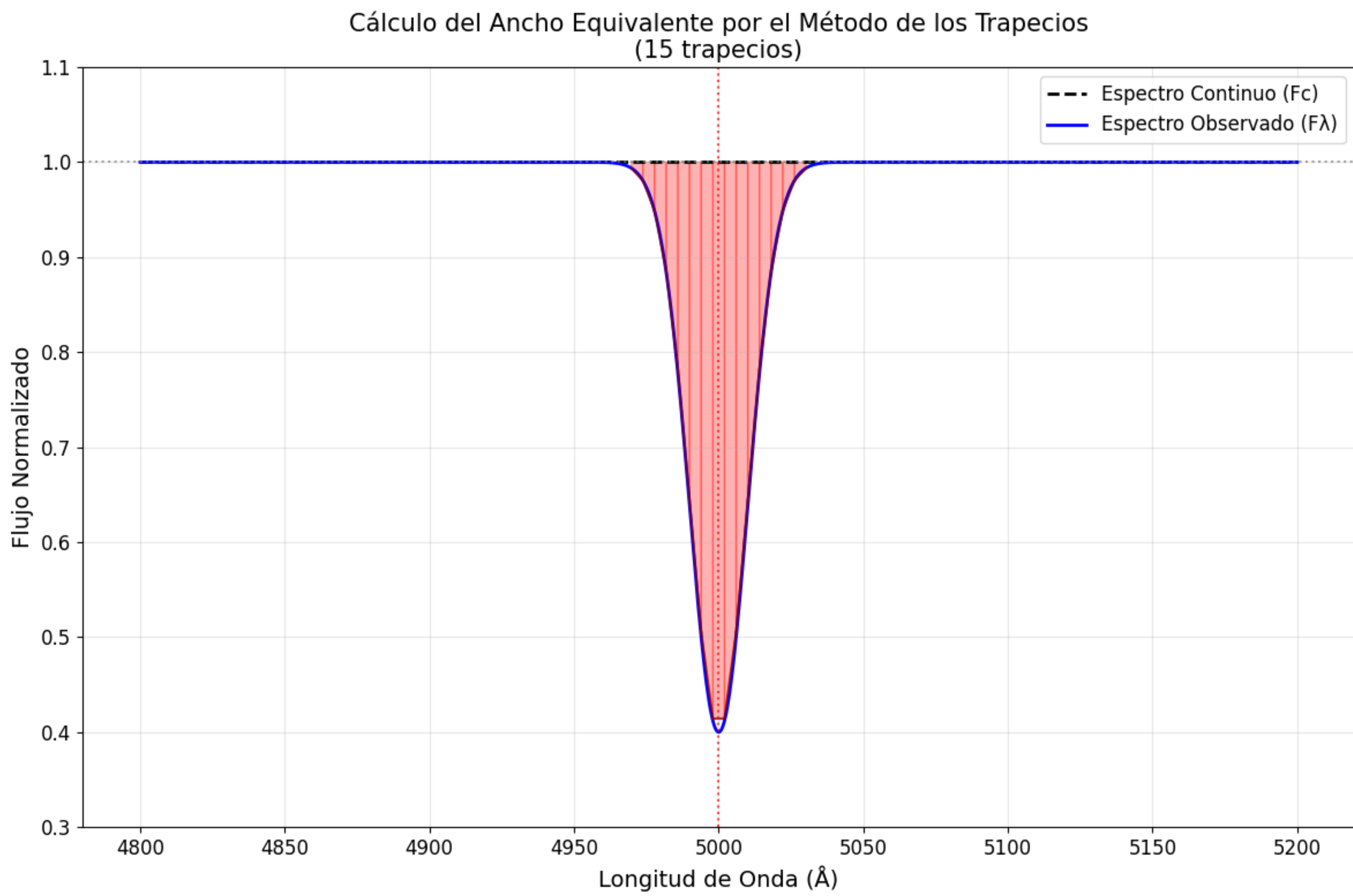


Figure 3. Gráfica demostrativa del método de trapecios

Caso de Uso: Espectros Solares en Visible e Infrarrojo Cercano

Habiendo explicado los términos generales de la aplicación, lo mejor es mostrar su funcionamiento. Para un caso de uso con un espectro de luz visible y cercano al infrarrojo, se quisieron obtener las áreas equivalentes. Toda la información (y los datos) puede consultarse en <https://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/qcat?J/A+A/587/A65>. Con esto, se solicitó calcular el área equivalente para picos que superaran un umbral (en este caso, con una absorción mayor a 0.8), obteniéndose:

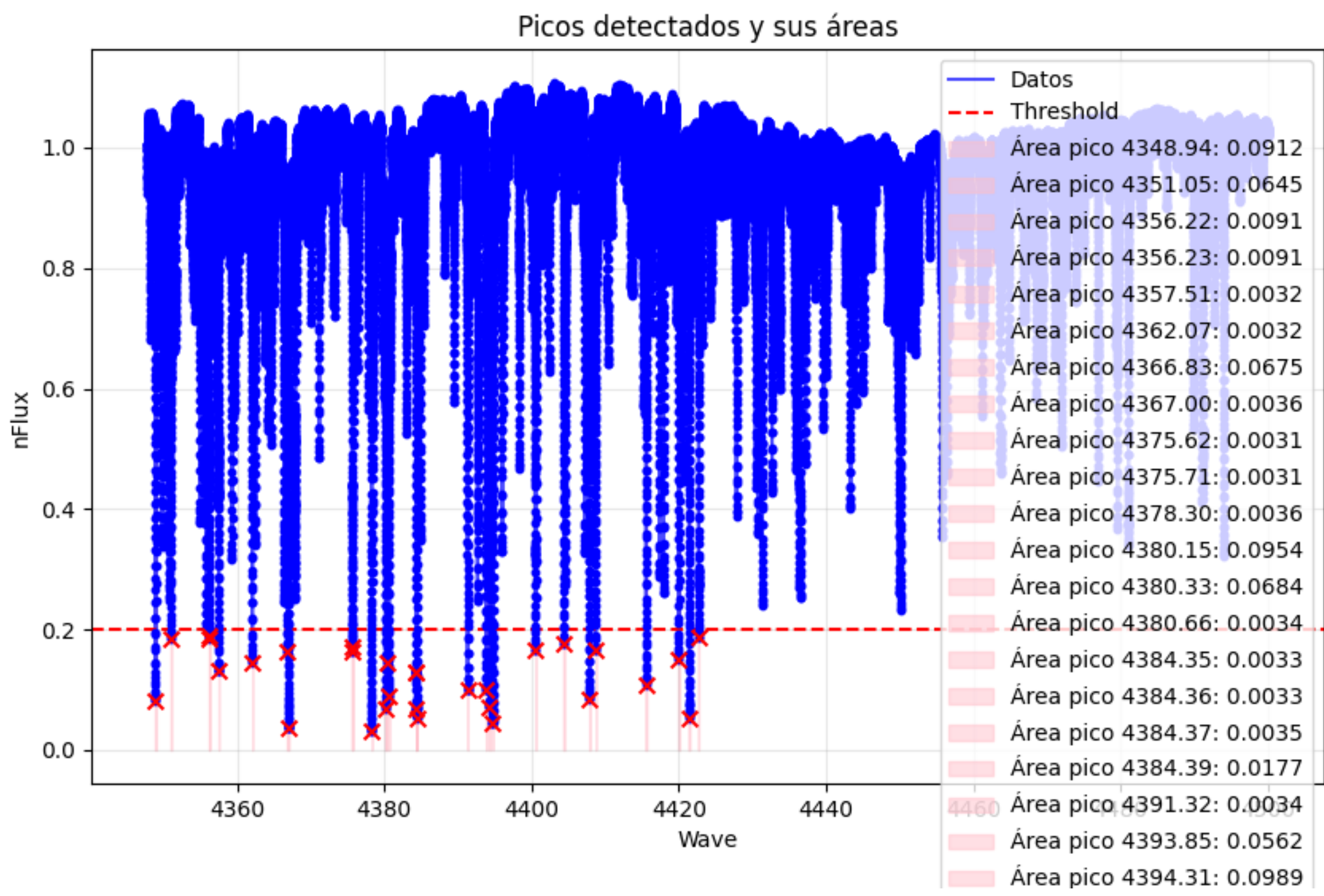


Figure 4. Gráfica de ejemplo de área equivalente

Conclusiones

- Se logró desarrollar una calculadora agnóstica para el cálculo de anchos equivalentes que funciona tanto con espectros locales como remotos desde Vizier.
- El método de integración numérica implementado permite calcular con precisión las áreas equivalentes incluso en espectros con ruido o resolución limitada.
- La aplicación al espectro solar demostró la utilidad de la herramienta para identificar y cuantificar líneas de absorción relevantes.
- Esta herramienta facilita el análisis espectrográfico para investigadores y estudiantes, automatizando un proceso que tradicionalmente requiere cálculos manuales.
- El código abierto de la calculadora permite su mejora continua y adaptación a diferentes necesidades en el campo de la astronomía.

Referencias

[1] Francis LeBlanc. *An introduction to stellar astrophysics*. Standards Information Network, August 2011.

[2] Lemke U, Hinrichs J, Reinsch K, Reiners A., Mrotzek N. Visible and near-infrared solar spectra.

[3] James Stewart, Daniel K Clegg, and Saleem Watson. *Calculus*. Cengage Learning, Taipei, Taiwan, 9 edition, April 2020.