

Análisis del cumplimiento de las especificaciones técnicas de los apuntadores LASER de bajo costo, cuya longitud de onda se encuentra entre 625-740 nm.

Rosero, D.; Rosero, Y.

roserodaniela79@gmail.com

Universidad de Nariño, Departamento de Física



Resumen

Los apuntadores LASER de bajo costo son dispositivos de uso frecuente en entornos educativos y recreativos; sin embargo, su comercialización suele realizarse sin procesos rigurosos de verificación técnica.

Este trabajo propone la caracterización experimental de apuntadores LASER en el rango espectral 625–740 nm mediante instrumentación fotónica. Como etapa inicial, se implementó y caracterizó un sistema de adquisición basado en un detector SiPM Hamamatsu y un módulo FemtoDAQ, permitiendo la obtención y análisis de señales waveform e histogramas ADC. Estos resultados constituyen la base experimental para futuras mediciones y clasificación de apuntadores LASER de bajo costo.

Radiación Láser

La radiación LASER se produce mediante emisión estimulada, generando luz coherente, monocromática y altamente direccional.

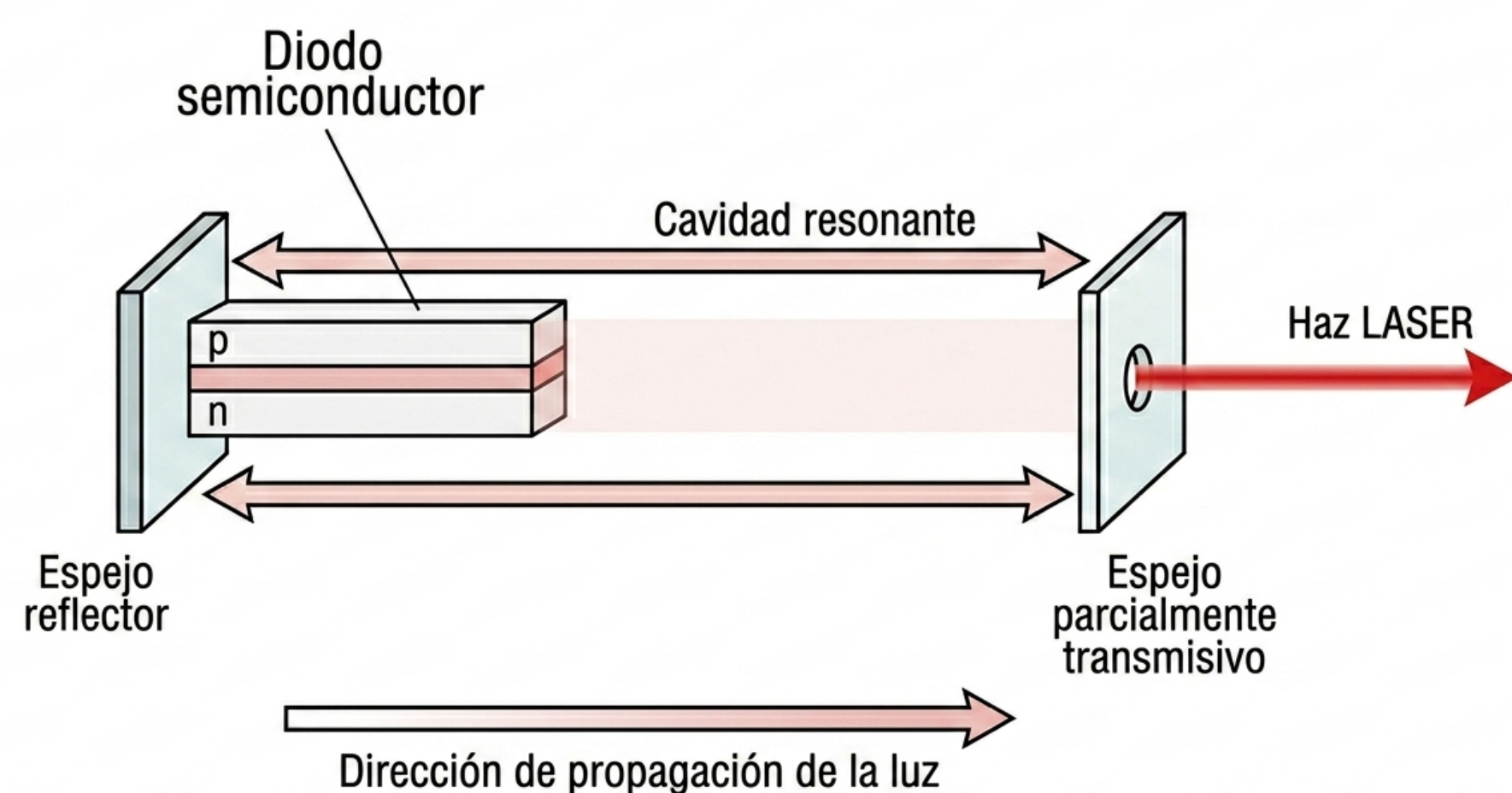


Figura 1: Esquema conceptual de las partes fundamentales de un puntero láser semiconductor comercial empleado en la experimentación.

La energía de los fotones emitidos por el láser depende directamente de la frecuencia de la radiación electromagnética. Esta relación se expresa mediante la ecuación de Planck:

$$E = hf \quad (1)$$

donde E corresponde a la energía del fotón, h es la constante de Planck y f la frecuencia de la radiación.

Por otra parte, la frecuencia y la longitud de onda se relacionan mediante:

$$c = \lambda f \quad (2)$$

donde c representa la velocidad de la luz, λ la longitud de onda y f la frecuencia.

Caracterización del equipo

Para la adquisición y procesamiento de señales ópticas se empleó un sistema de detección basado en un fotomultiplicador de silicio (SiPM) y un módulo FemtoDAQ, permitiendo la visualización y análisis de señales waveform e histogramas experimentales.

Se construyó un circuito de acondicionamiento de señal para la lectura del detector y la adquisición digital de pulsos fotoeléctricos.

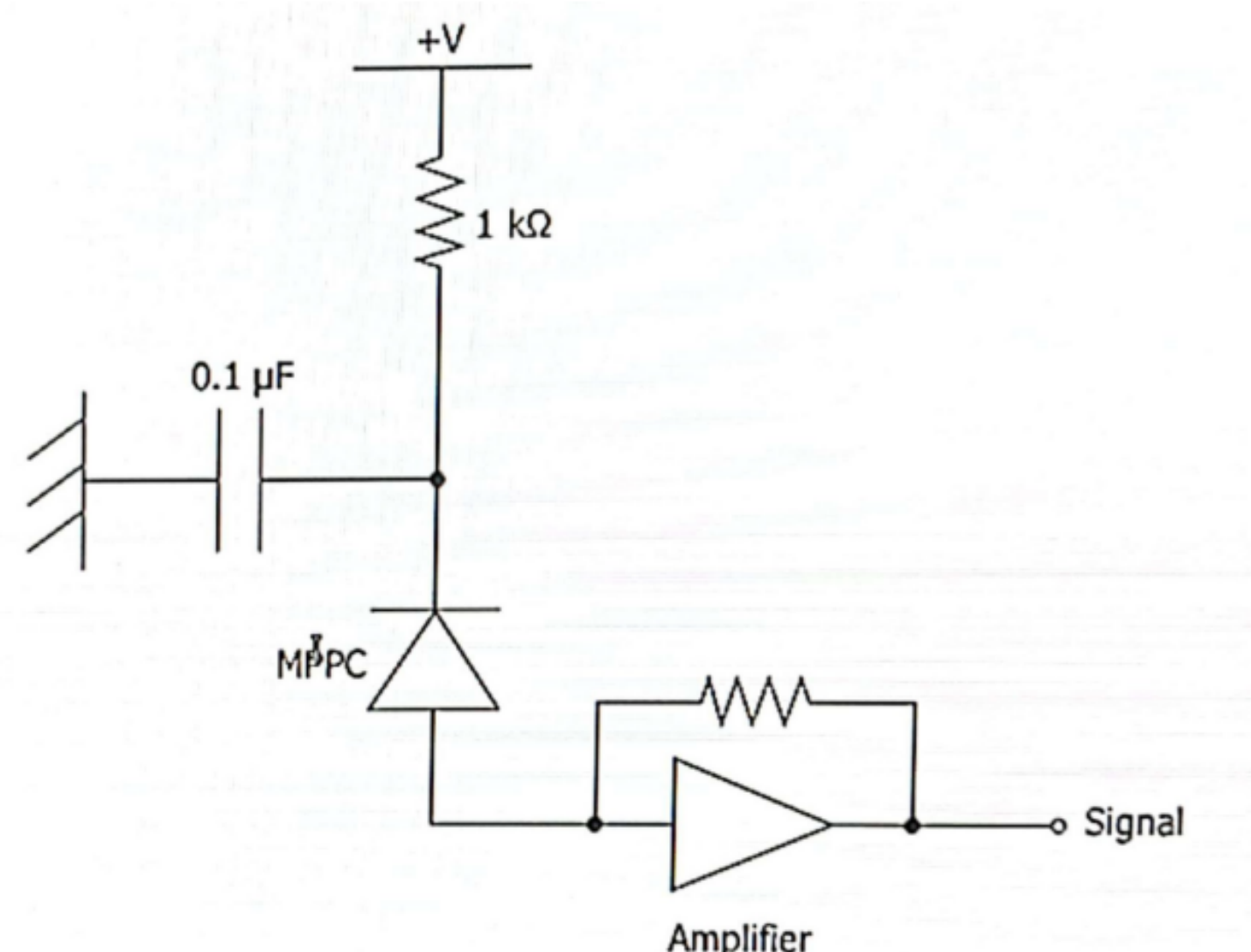


Figura 2: Circuito de acondicionamiento y amplificación de señal para el detector SiPM (MPPC S13360) mediante un LM324 y adquisición con el FemtoDAQ LV-2.

Respuesta del sistema de detección

Con el fin de evaluar la correcta adquisición de señales y diferenciar la respuesta del detector respecto al ruido electrónico del sistema, se compararon señales obtenidas en distintos canales del FemtoDAQ bajo condiciones de iluminación natural.

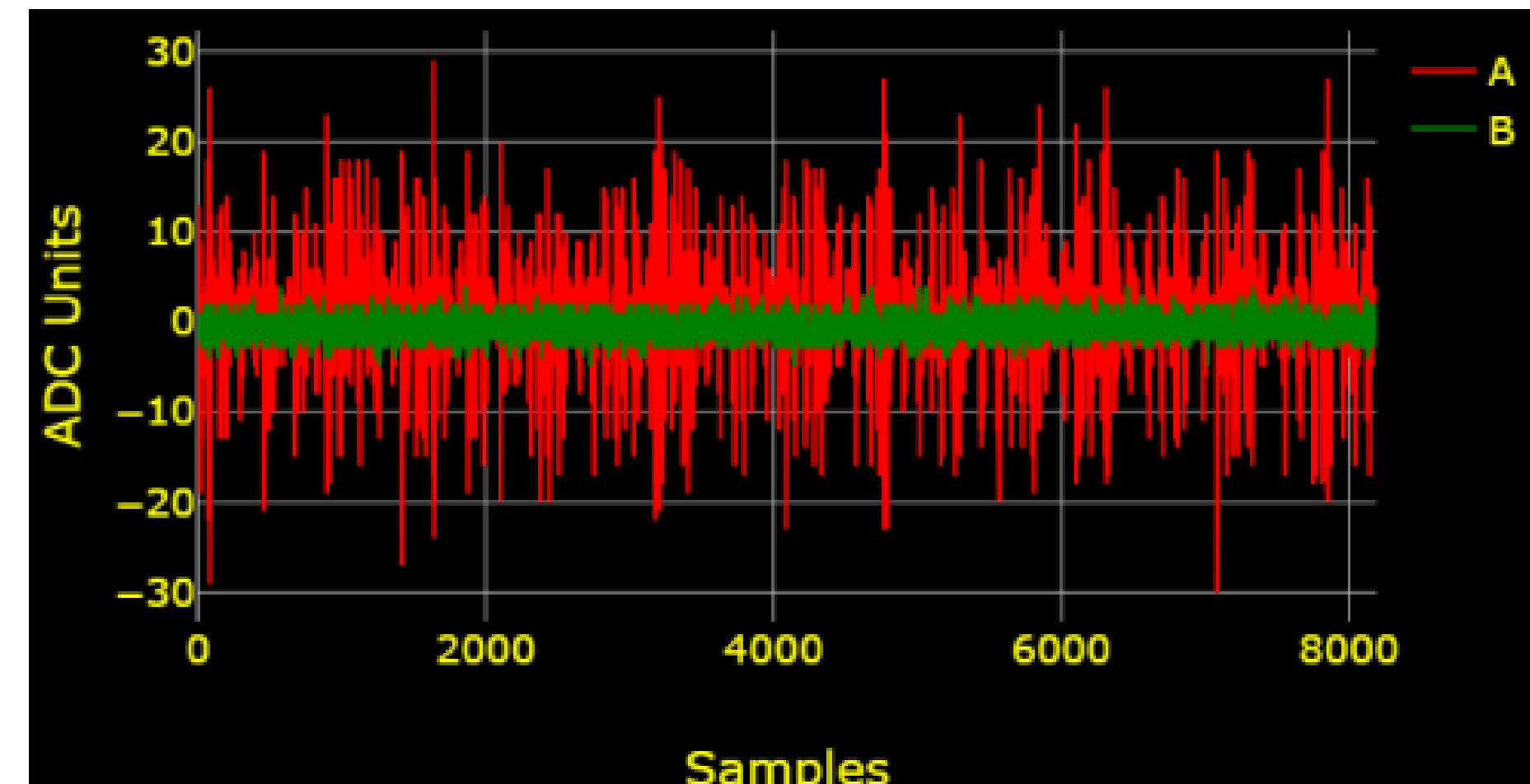


Figura 3: Comparación entre la señal proveniente del detector y el ruido electrónico del sistema durante una captura experimental.

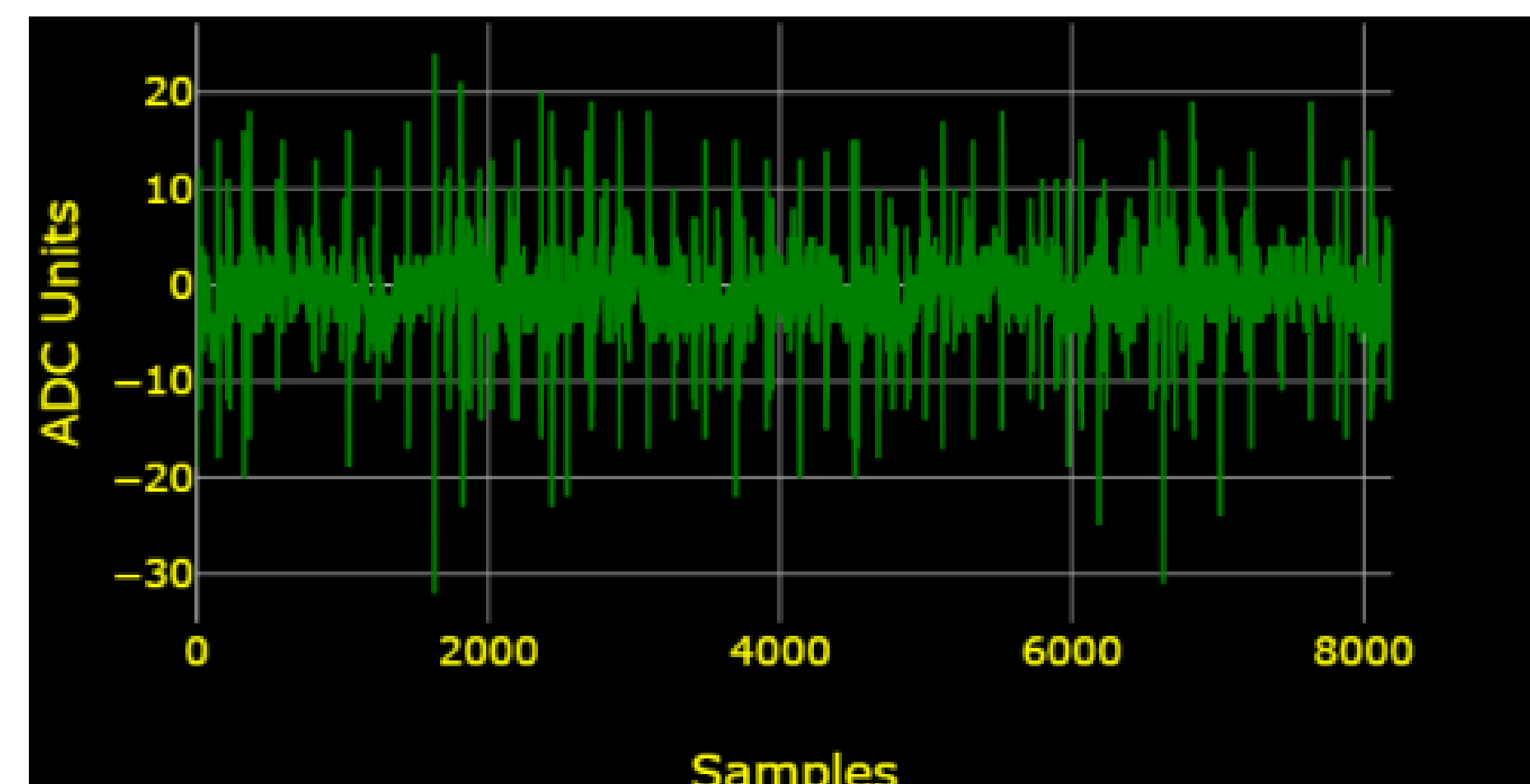


Figura 4: Señal waveform obtenida mediante la detección de un apuntador LASER rojo utilizando el sistema experimental implementado.

Los histogramas obtenidos permiten analizar la distribución de amplitudes de las señales detectadas, diferenciando la respuesta útil del sistema respecto al ruido electrónico y evaluando la estabilidad de la adquisición experimental.

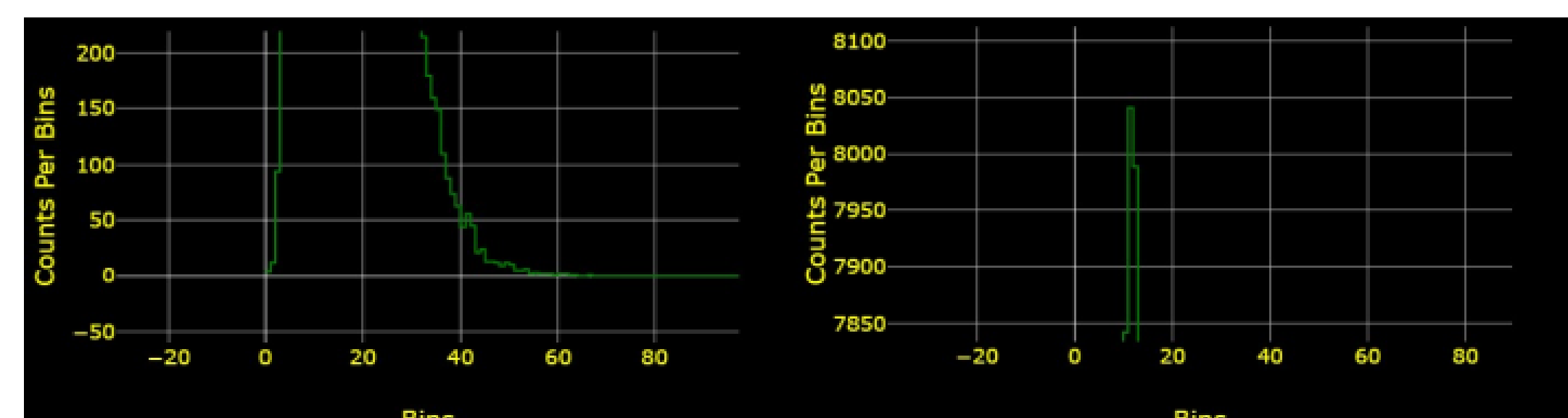


Figura 5: Histograma captura de 3s láser rojo

La distribución de eventos obtenida para el láser rojo presenta un máximo alrededor de ADC ≈ 12 , indicando una respuesta estable del sistema de detección. La cola decreciente observada corresponde a eventos de mayor amplitud con menor probabilidad de ocurrencia.

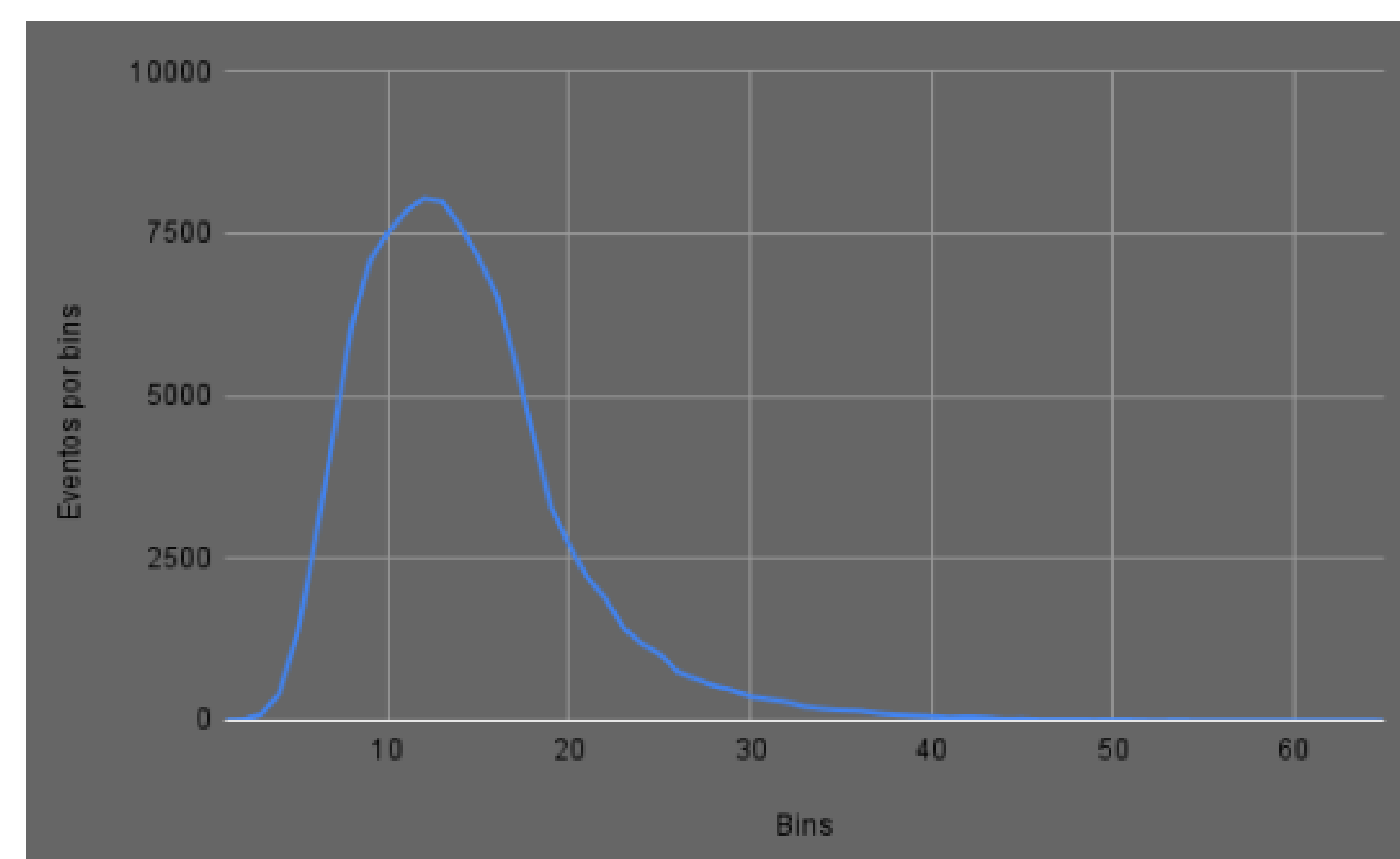


Figura 6: Respuesta captura de 3s láser rojo

Conclusiones

- El sistema de detección basado en el SiPM Hamamatsu MPPC S13360 y el FemtoDAQ LV-2 permitió adquirir formas de onda e histogramas ADC de manera consistente.
- La comparación entre el canal activo y el canal de referencia evidenció una clara diferenciación entre señal fotónica y ruido electrónico del sistema.
- El histograma obtenido para el láser rojo presentó un máximo en ADC ≈ 12 con 8041 eventos, estableciendo una referencia experimental estable.
- Los resultados obtenidos validan el montaje experimental como una herramienta adecuada para la caracterización y futura clasificación de apuntadores LASER de bajo costo.

Referencias

- Botina Rosero, D. E. (2023). *Diseño de una guía de laboratorio para fotomultiplicadores aplicado a radiación electromagnética* [Trabajo de grado, Universidad de Nariño].
- Fontal, B., Suárez, T., Reyes, M., Bellandi, F., Contreras, R., & Romero, I. (2005). *El espectro electromagnético y sus aplicaciones*. Escuela de la Ingeniería, 1, 24.
- Frigerio, F. (2015). *Risk for general public in the use of handheld laser pointers*. <https://www.researchgate.net/publication/286935463>
- Hadler, J., Tobares, E., & Dowell, M. (2013). *Random testing reveals excessive power in commercial laser pointers*. *Journal of Laser Applications*, 25(3). <https://doi.org/10.2351/1.4798455>
- Londoño Bonilla, D. A. (2024). *Implementación de sistema de adquisición de datos para fotomultiplicadores de silicio*.
- Portis, A. M., & Young, H. D. (1974). *Óptica del láser*. Reverté.
- Villaverde, E. F. H. *EL LASER. UNA "LUZ" PARA EL FUTURO*. Luz y Vida, 83.