

# Caracterización de Fotomultiplicadores de Silicio (SiPM) para Aplicaciones Espaciales

Tomás E. Ferreira Chase  
(tomaschase96@gmail.com)

Lucas Finazzi  
(lucasfinazzi.94@gmail.com)

Departamento de física, FCEyN, UBA  
Laboratorio de Integración Nanoeléctronica (LINE), Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Martín (UNSAM)

LINE  
LABORATORIO DE INTEGRACIÓN  
NANOELÉCTRÓNICA

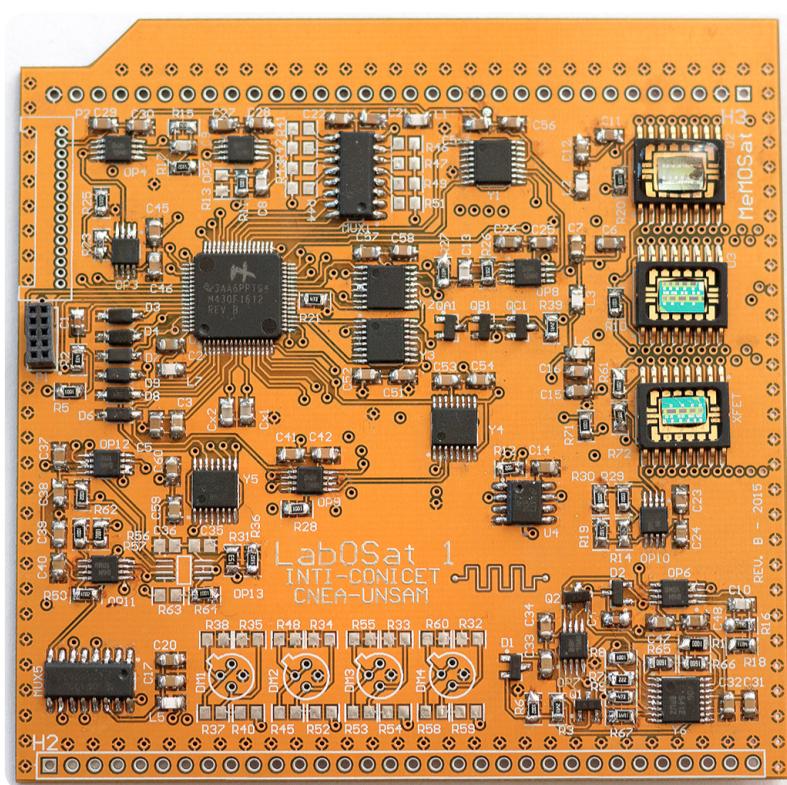
ESCUELA  
CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

## Marco: Proyecto LabOSat<sup>[1]</sup>

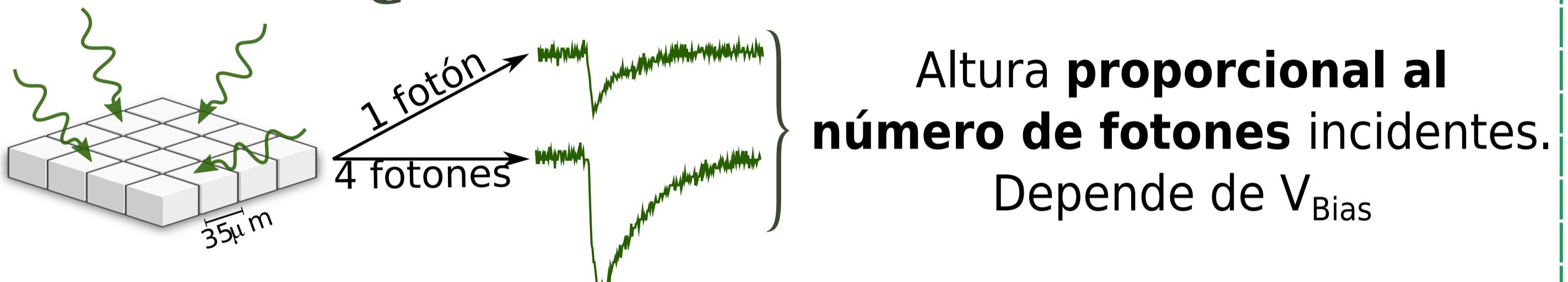
Es una **plataforma electrónica** para llevar a cabo **experimentos en ambientes hostiles**. En la actualidad se están utilizando para caracterizar memorias no volátiles **en órbita** dentro de satélites de Satellogic<sup>[2]</sup>.



La próxima misión incluirá novedosos fotomultiplicadores de silicio (SiPM) de 6x6 mm<sup>2</sup>.

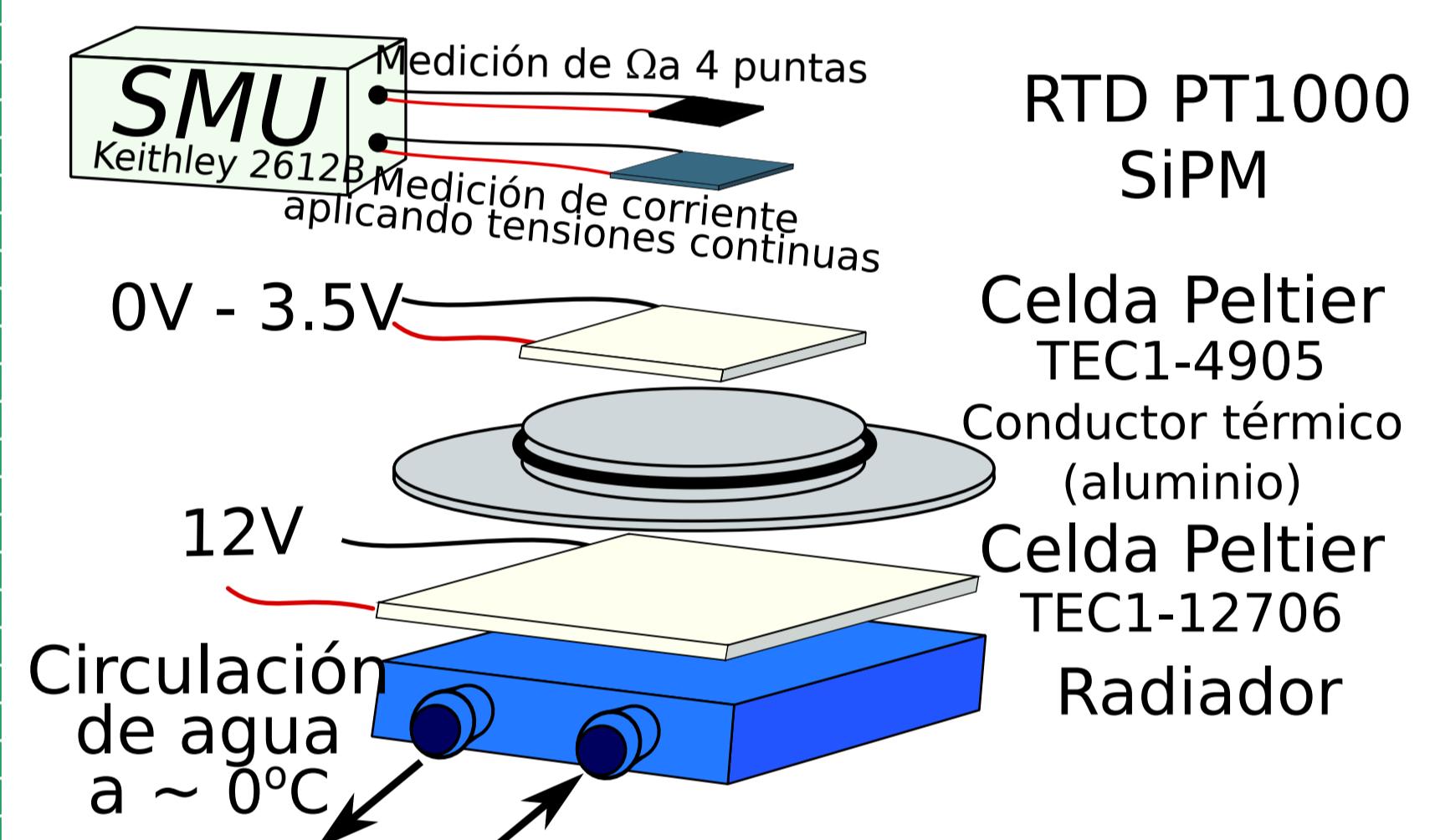
Éstos fueron **caracterizados para diseñar correctamente la electrónica asociada**.

## ¿Cómo funciona un SiPM?



C/celda posee una resistencia que extingue la avalancha de electrones en el material denominada resistencia de quenching (Rq).

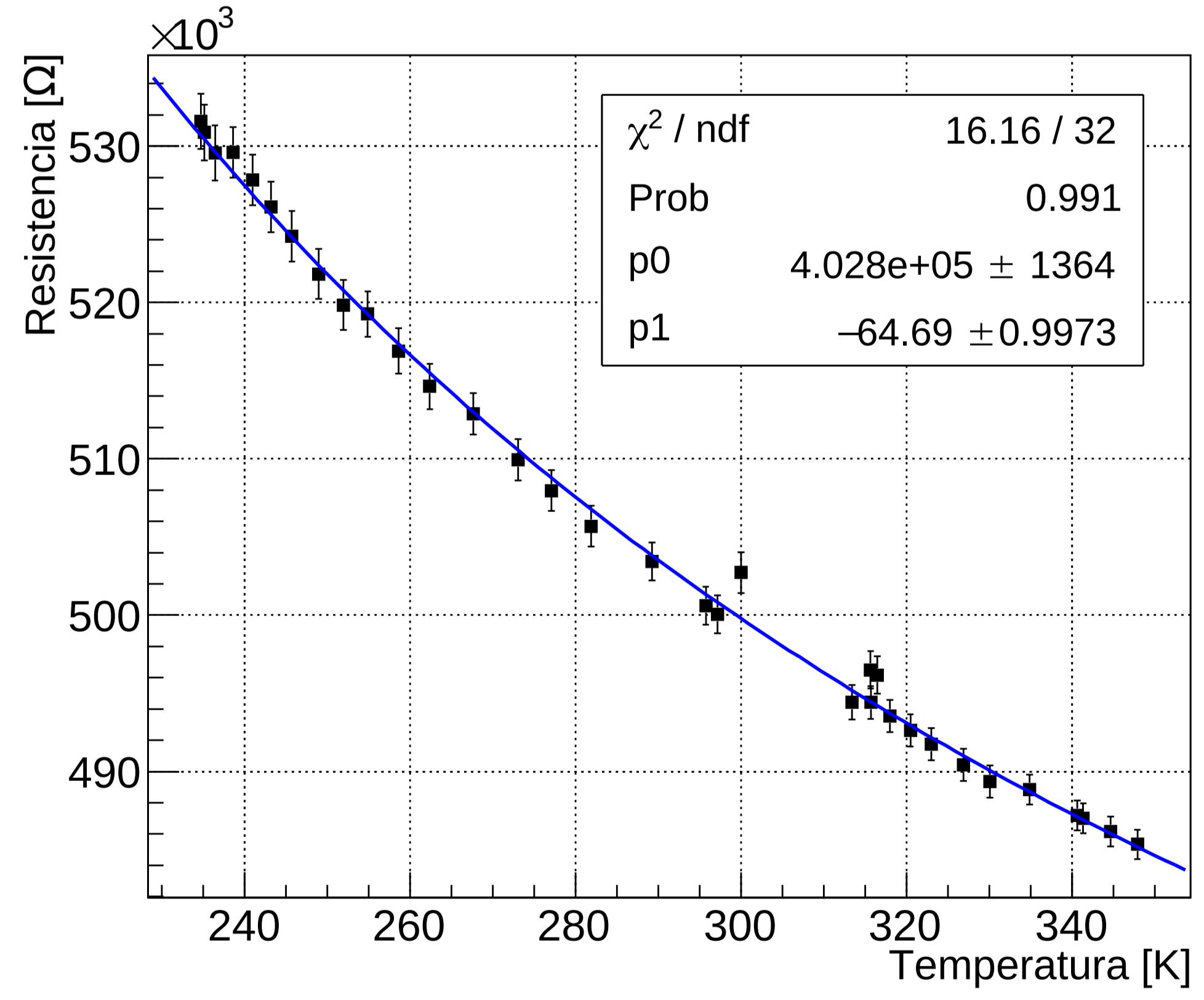
## Dispositivo experimental



Se usaron dos celdas peltier y un sistema de refrigeración líquida para modificar la temperatura del SiPM entre -40ºC

## Resistencia de quenching

Se obtuvieron curvas I-V a distintas temperaturas del SiPM en polarización directa. La Rq se calcula a partir de la pendiente de la región lineal en una curva I-V del SiPM.



Se supuso que se trata de un semiconductor intrínseco o levemente dopado, y se lo ajustó según el modelo<sup>[4]</sup>

$$R(T) = \alpha T^\gamma e^{E_g/2k_B T}$$

## Conclusiones

Se desarrolló un protocolo de caracterización de SiPMs que permitirá estudiar cada componente en forma individual antes de ser integrado en las misiones satelitales.

Los parámetros estudiados fueron:

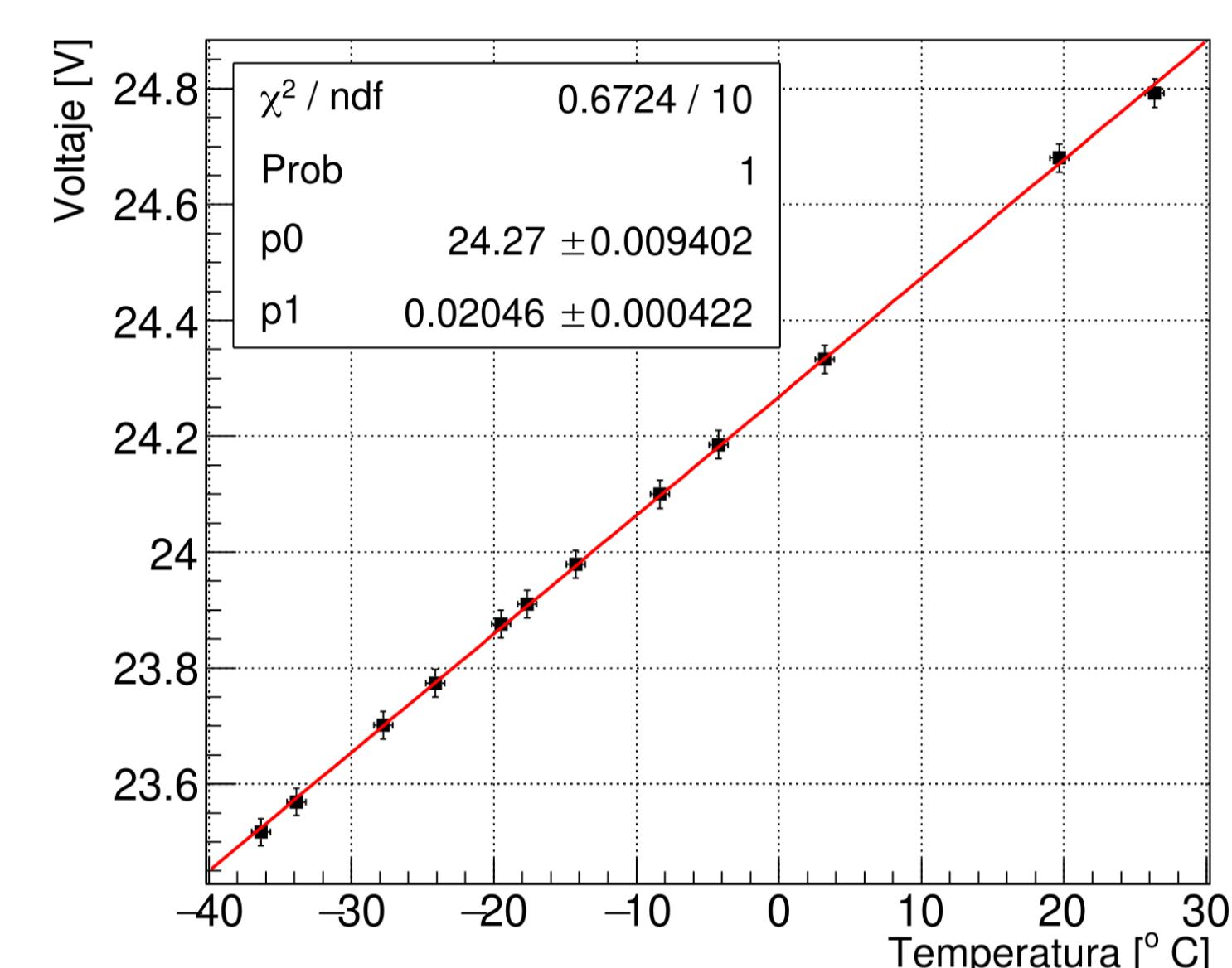
- Resistencia de quenching, Rq
- Corriente oscura
- Tasa de cuentas oscuras, DCR
- Relación entre Vpol y tamaño de

## Voltaje de ruptura

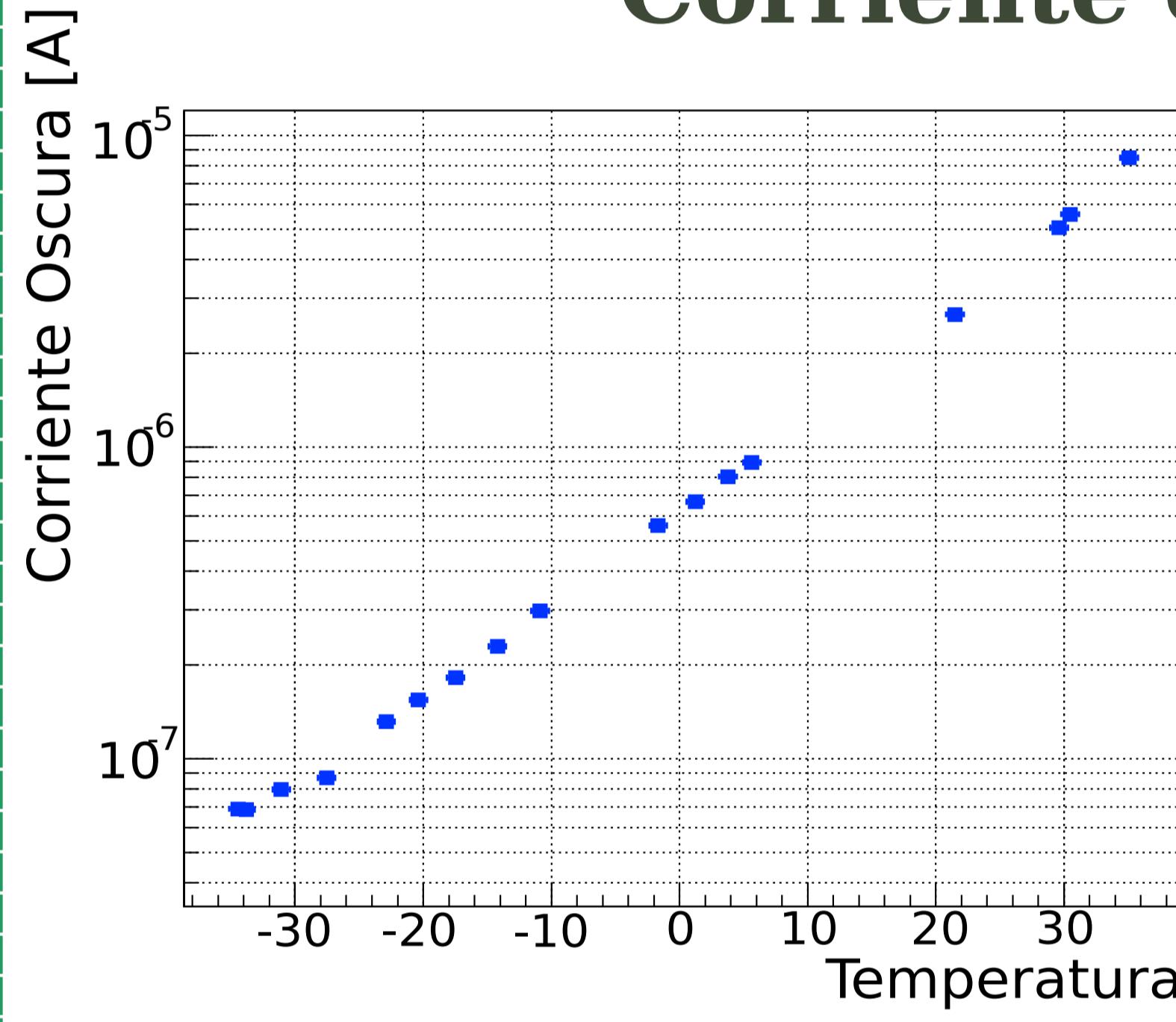
Para voltajes cercanos a la ruptura se puede modelar a la variación de la corriente como<sup>[5]</sup>:  $\frac{d[\ln(I)]}{dV} = \frac{2}{V - V_{br}}$

Luego, realizando el correspondiente ajuste se puede despejar el voltaje de ruptura de los parámetros ajustados.

Se obtuvo una relación lineal entre el  $V_{br}$  y la temperatura, con aproximadamente 20mV por grado.

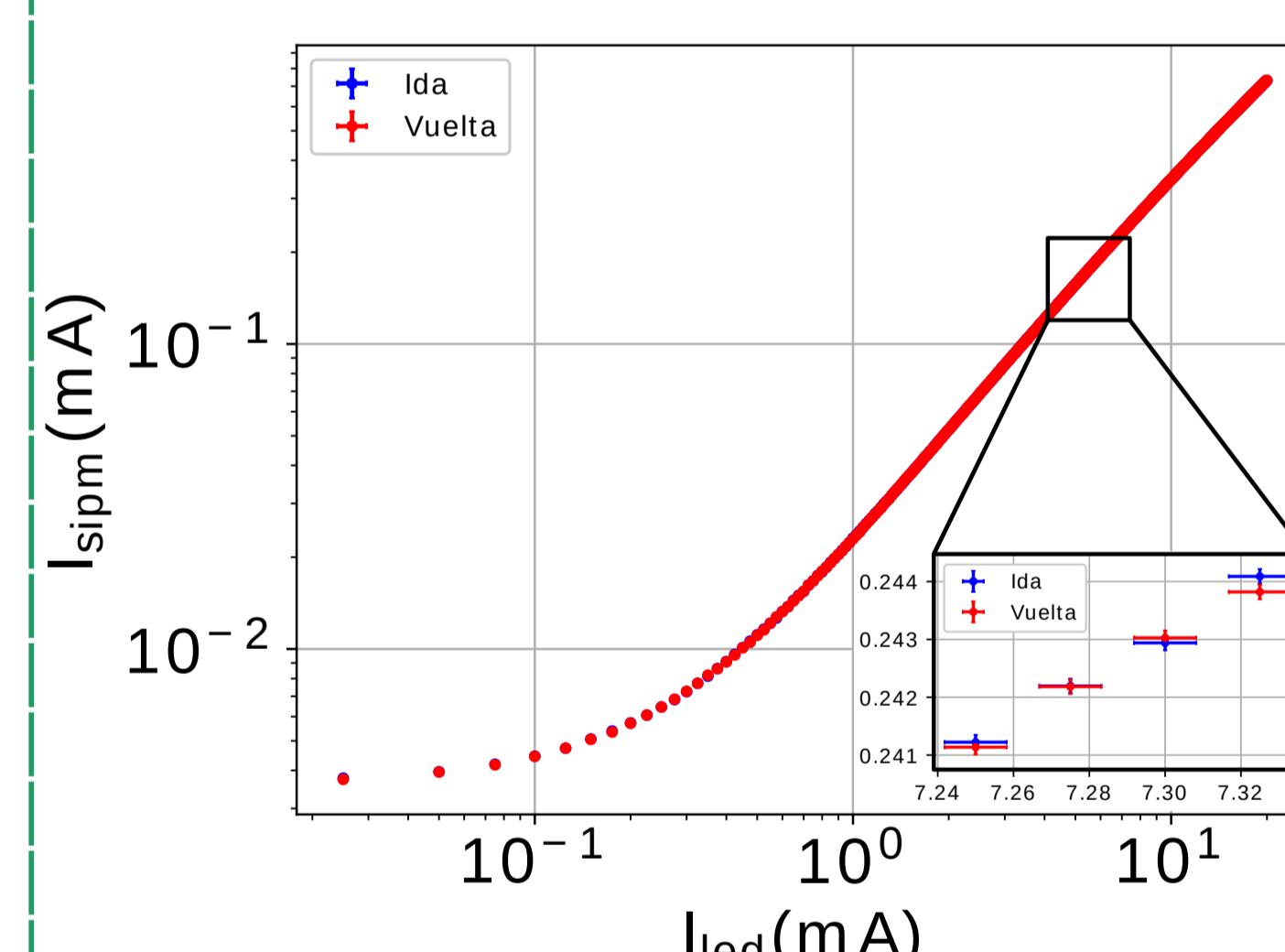


## Corriente oscura

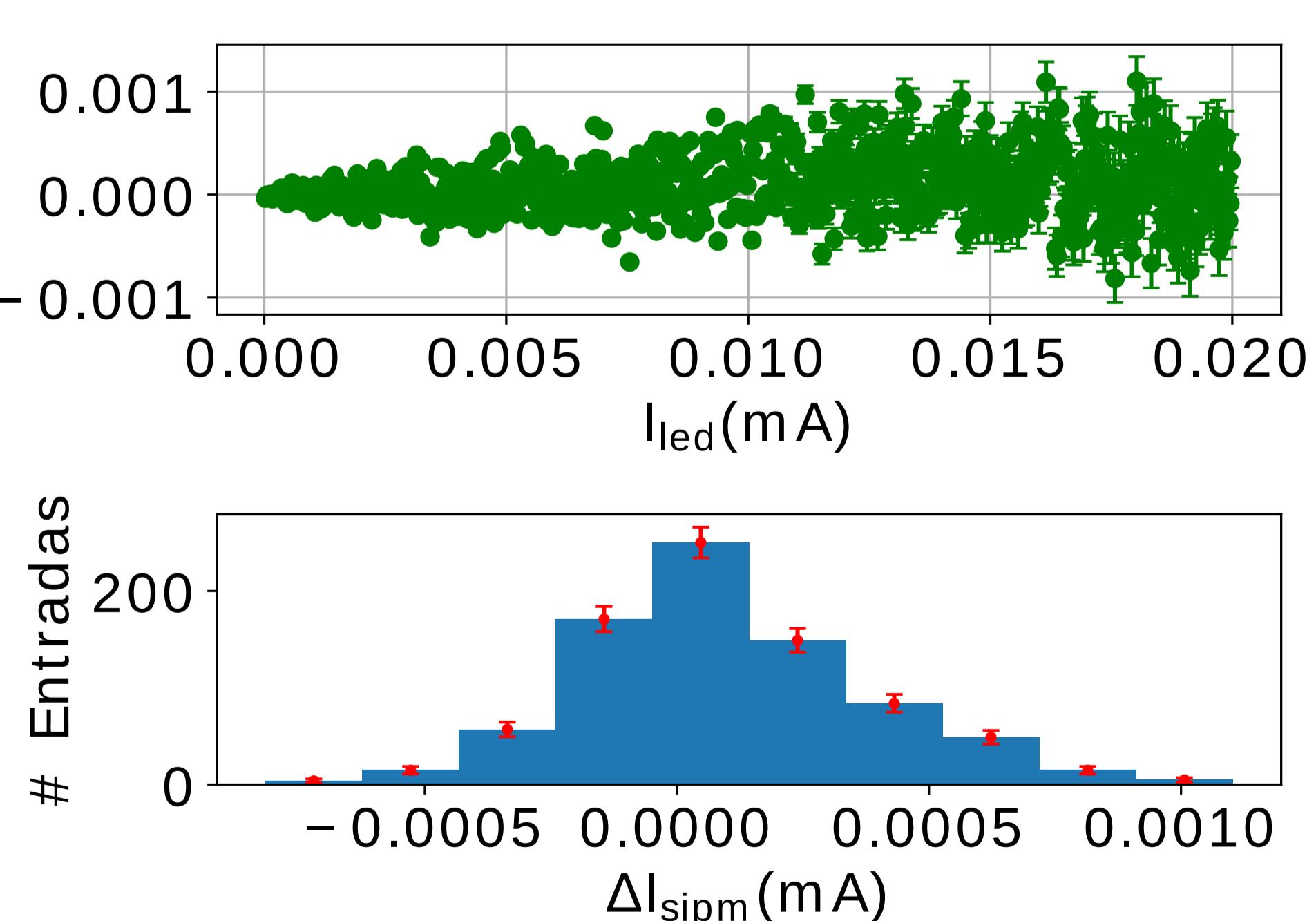


Colocando el SiPM dentro de una cámara oscura se midió su corriente para una polarización inversa de 30V.

## Histéresis



Aplicando un control de temperatura se observa que la diferencia entre las curvas de ida y vuelta se distribuye alrededor del 0. Es decir, no hay histeresis.



## Referencias

- [1] Proyecto Labosat: <http://labosat.unsam.edu.ar>
- [2] Satellogic: <https://www.satellogic.com/>
- [3] <http://sensl.com/downloads/ds/DS-MicroCsseries.pdf>
- [4] Ashcroft...
- [5] Nepomuk