

# Optimización de un modelo de segmentación de fonocardiogramas para su implementación en FPGAs de bajo coste

Daniel Enériz<sup>1</sup>, Antonio J. Rodríguez-Almeida<sup>2</sup>, Himar Fabelo<sup>2,3</sup>, Gustavo M. Callicó<sup>2</sup>, Nicolás Medrano<sup>1</sup>, Belén Calvo<sup>1</sup>

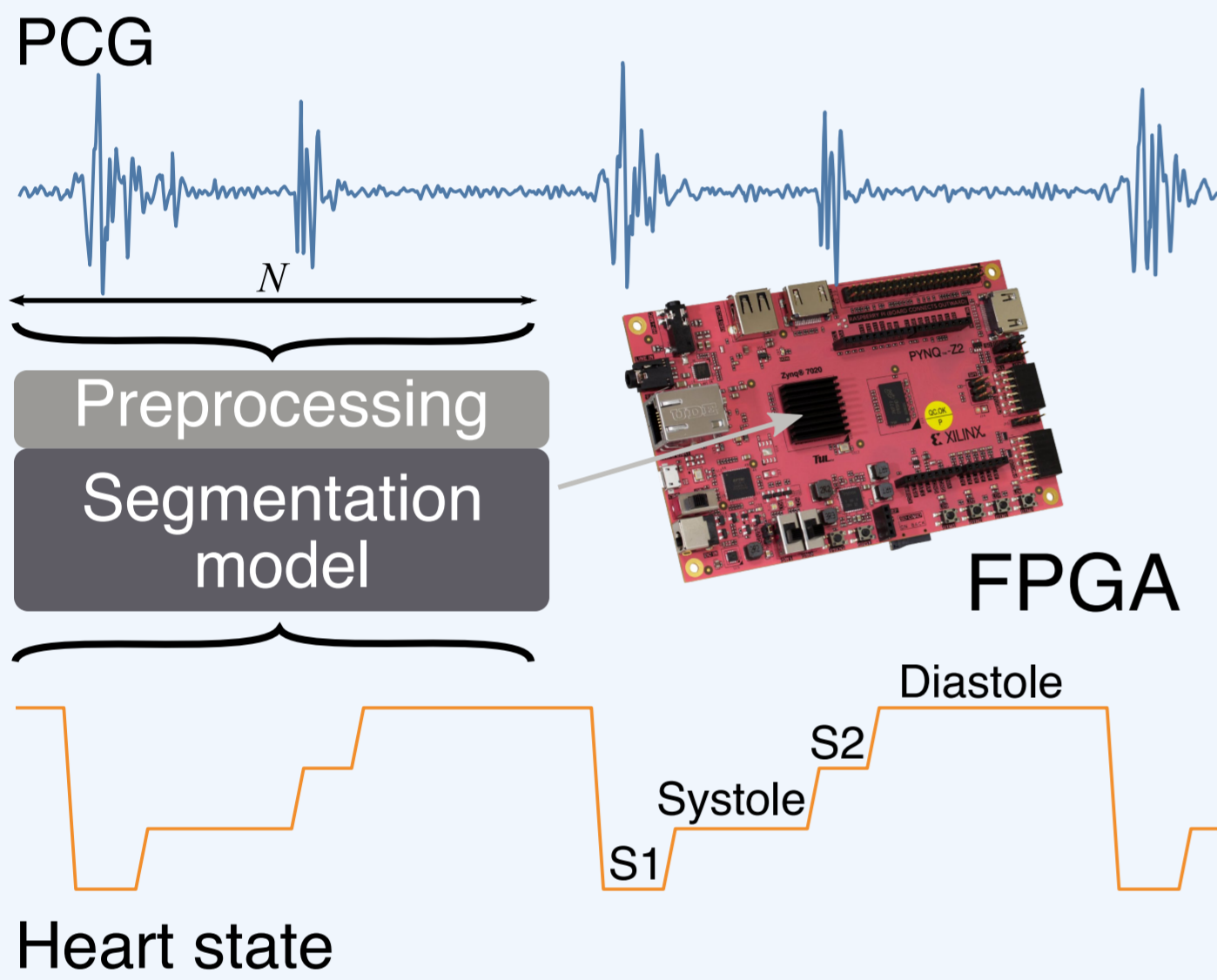
<sup>1</sup>Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Universidad de Zaragoza (UZ)

<sup>2</sup>Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada (IUMA), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)

<sup>3</sup>Fundación Canaria Instituto de Investigación Sanitaria de Canarias

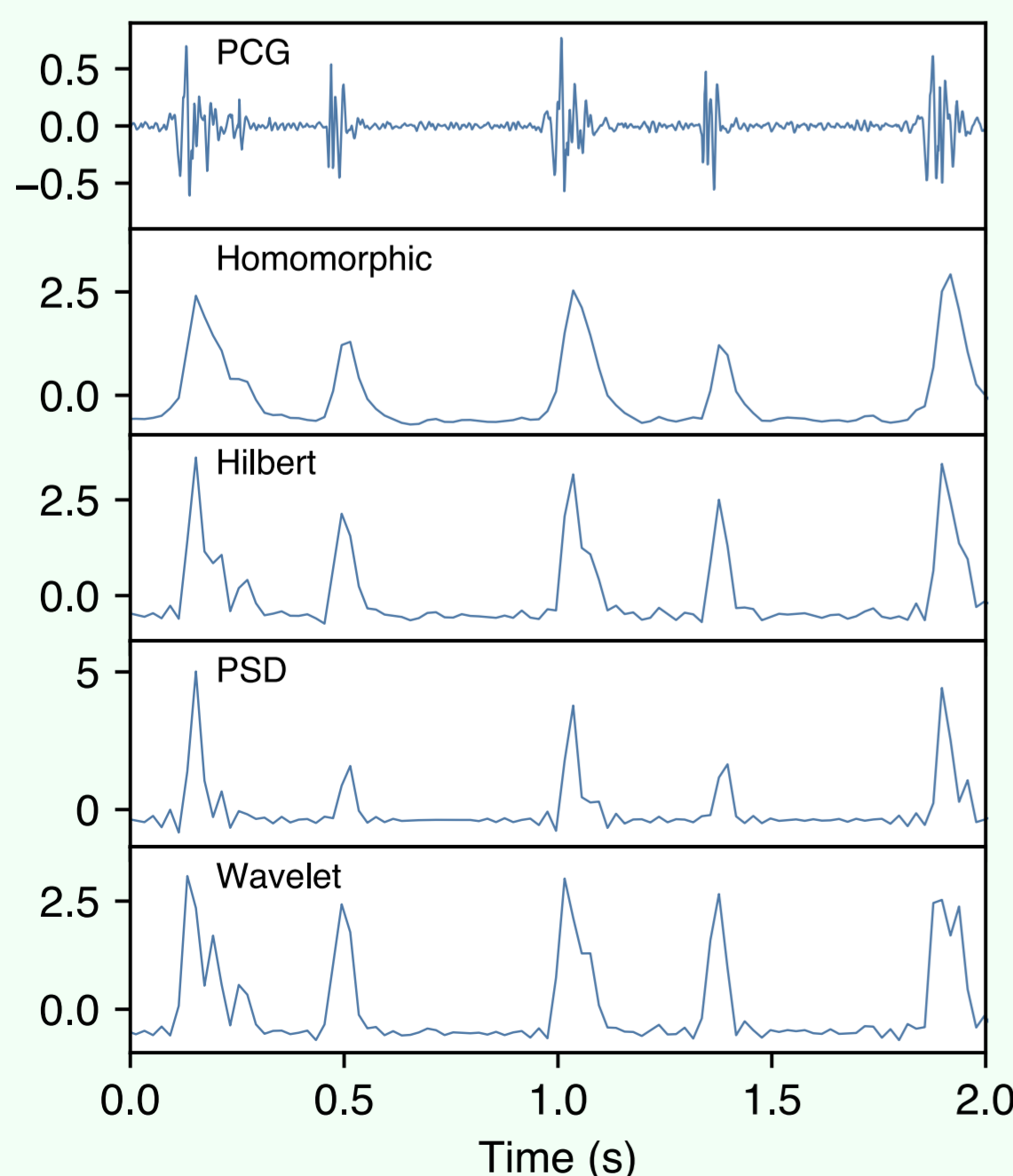
## Introducción

- Sistema de ayuda al diagnóstico de soplos
- Fonocardiogramas PCG: sonidos corazón
- Segmentación de PCG: división en ciclos
- 4 estados cardiacos S1→Síst→ S2→ Días
- U-Net: Segmentación de imágenes
  - Adaptación para señales 1D (PCG)
- Soporte Hardware: FPGA
  - Cómputo paralelo
  - Datos de punto fijo
  - Optimización

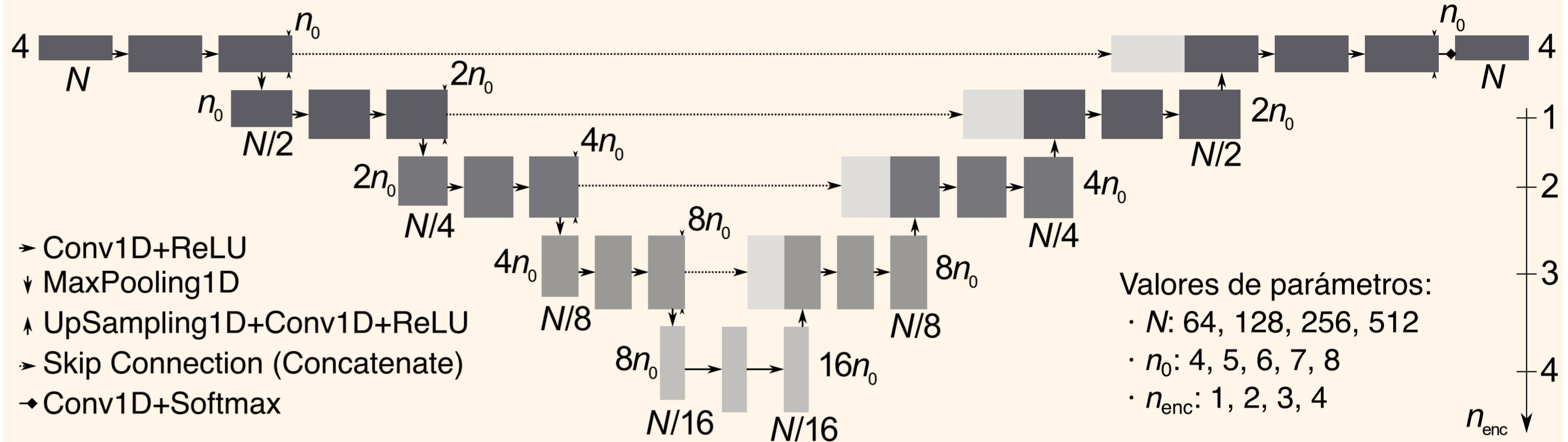


## Bases de datos y preprocesado

- 2016 CinC Challenge
  - 135 sujetos
  - 792 PCGs
- The CirCor dataset 2022 CinC Challenge
  - 942 sujetos
  - 3163 PCGs
- Preprocesado:
  - BP 25-400 Hz
  - Reducción de picos
  - Decimado 50 Hz
  - 4 envoltentes



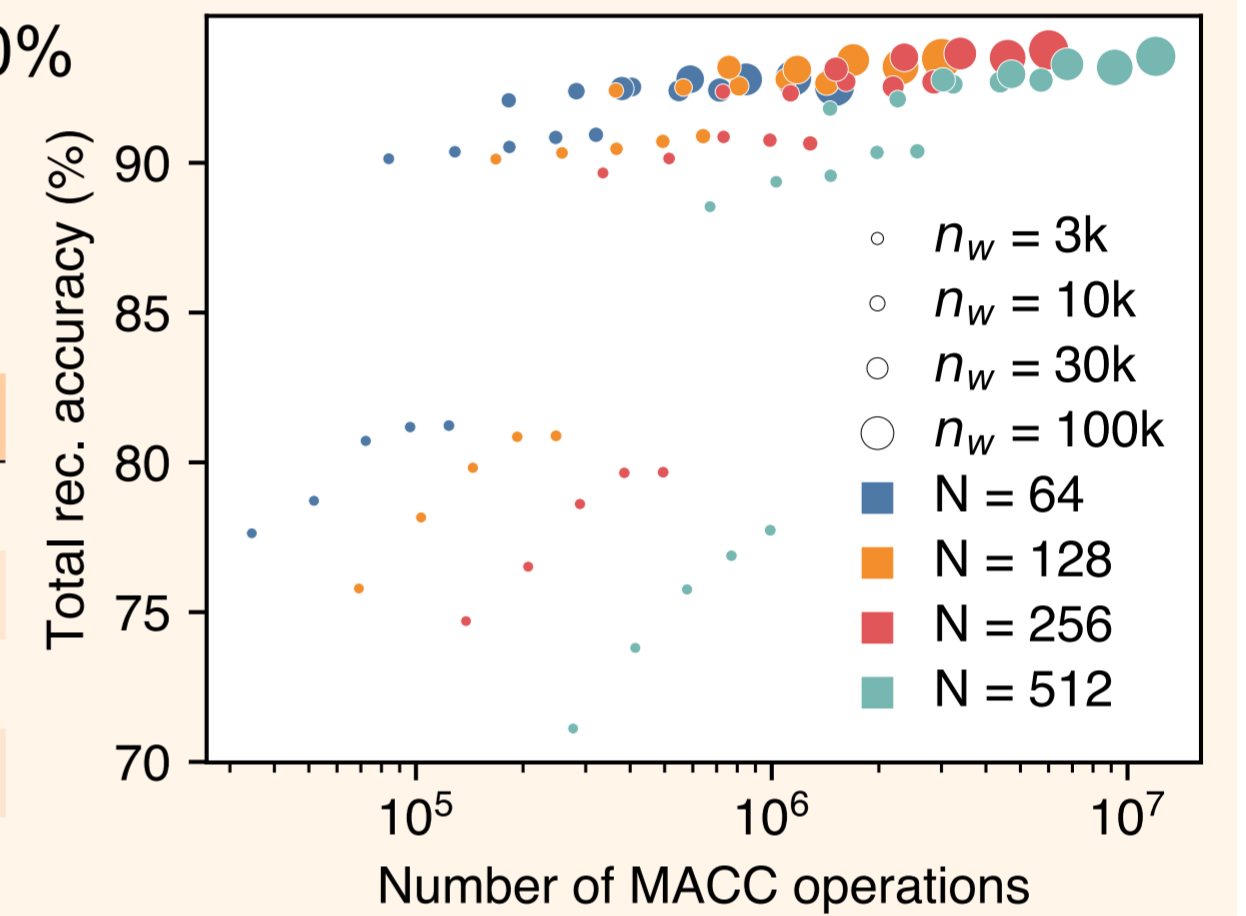
## Arquitectura, validación, entrenamiento y reducción



- Training set 60%, Validation set 20% y Test set 20%
- Entrenamiento: Optimizador Adam, learning rate  $10^{-4}$ , batch size de 1 y 15 épocas

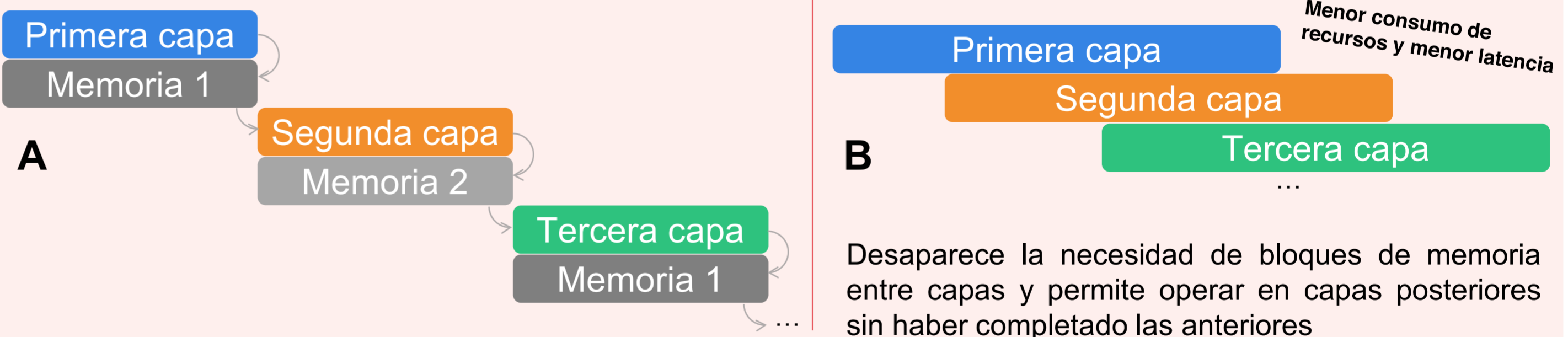
$n_0$	8	7	6	5	4
$n_{enc}$ 4	91.16	91.09	91.10	90.58	90.64
3	90.73	90.62	90.59	90.35	90.32
2	89.64	89.88	89.39	89.26	88.92
1	85.76	84.92	84.85	85.33	83.09

Test set accuracy en modelos con  $N=64$  sobre 2022

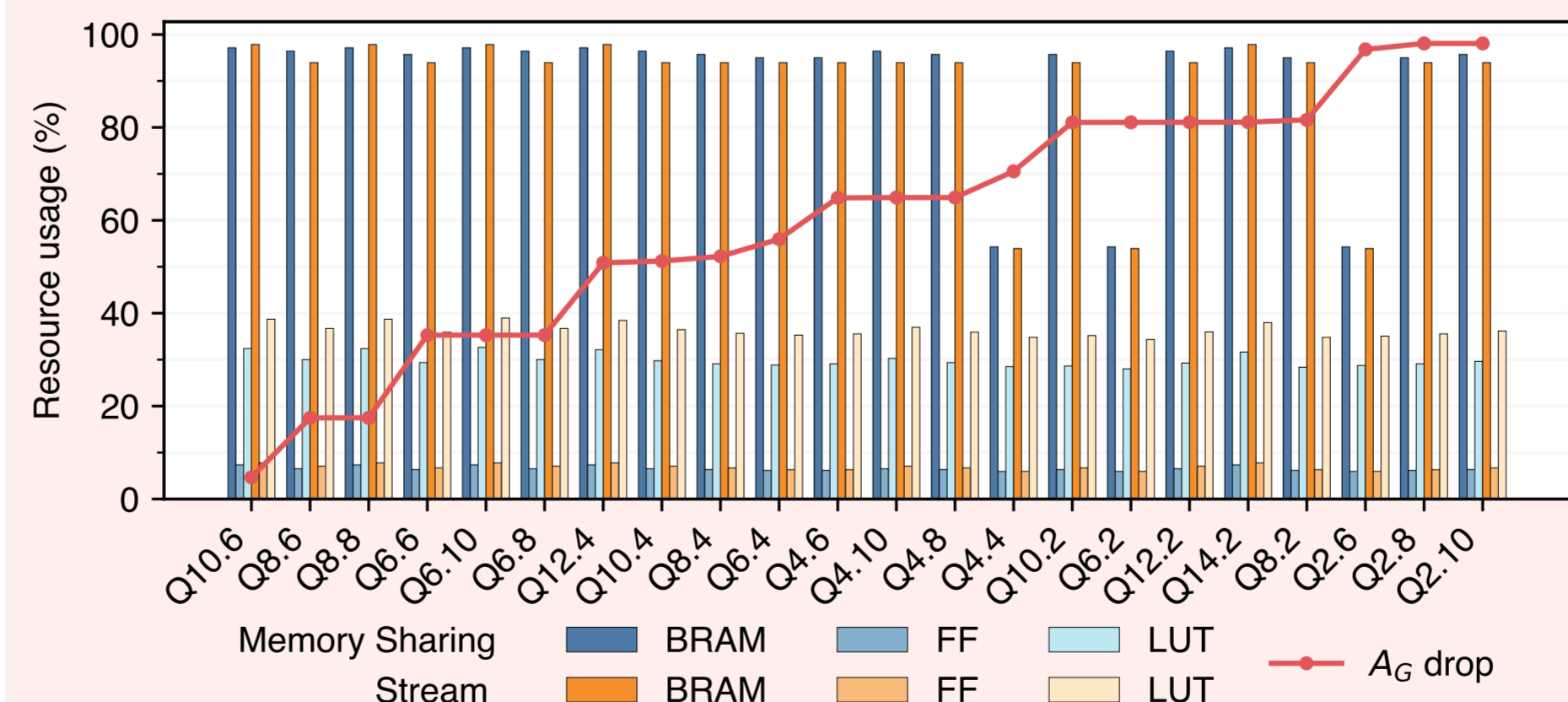


## Implementación

- Dos paradigmas de optimización: Memoria compartida (A) y streaming dataflow (B)



- Efecto del tipo de dato de punto fijo en los recursos de la FPGA y la bajada de precisión del modelo



	A	B
BRAM (%)	97	99
DSP (%)	56	10
FF (%)	17	10
LUT (%)	93	44
Lat. (ms)	82.05	29.27

Resultados de las implementaciones optimizadas del modelo  $N=64$  sobre XC7Z020 con Q8.8



Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón  
Universidad Zaragoza



Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada



## Contacto y más información

Daniel Enériz Orta

eneriz@unizar.es

Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)

Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza

