

Del Sensor a la Nube: Computación Continua para el Procesamiento y Análisis de Rayos Cósmicos

Jorge Perea-Perez^{1,3}
Alexander Martínez Méndez²

^{1,2} Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Industrial de Santander

³ Laboratorio LiDERA

Taller-Escuela Latinoamericano de Rayos Cósmicos y sus
Aplicaciones – Edición 2026
Julio 2026



Introducción

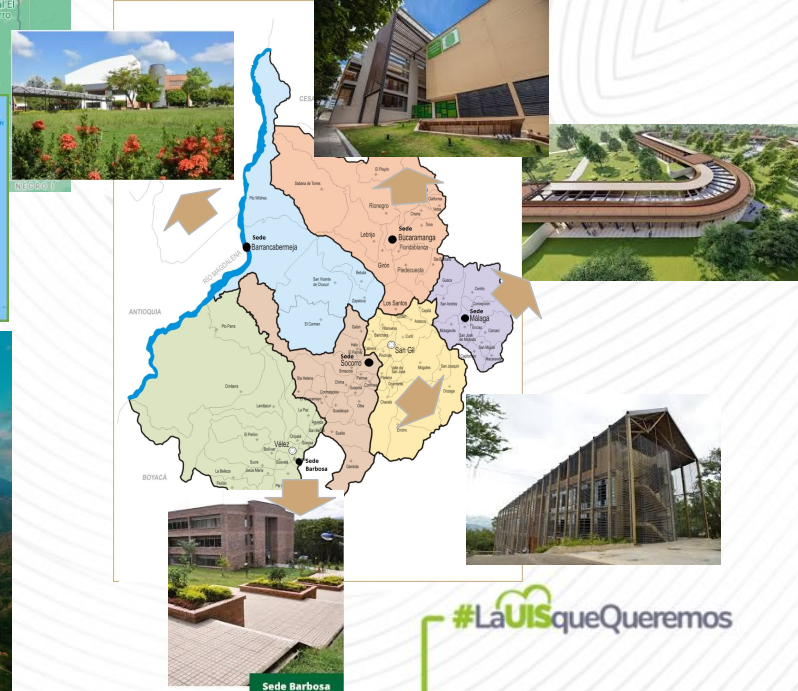
De donde vengo?

Universidad Industrial de Santander



Legado académico y cultural
de los santandereanos

Universidad Pública Departamental.
Estudiantes -25000 pregrado -1000 posgrados
Staff -500 Profesores planta
Programas 120 Preg, 20 Maestrías, 11 Doctorados



#LaUISqueQueremos

LiDERA: LABORATORIO PARA LA INVESTIGACIÓN DE DETECCIÓN DE RADIACIÓN Y ASTROPARTÍCULAS

Laboratorio interdisciplinar que se dedica a desarrollar detectores de astropartículas

Grupo de Investigación GIRG (Gravitación y Astrofísica de Altas Energías / Grupo de Investigación en Relatividad y Gravitación)

Reconocimiento: El GIRG está clasificado como un grupo de investigación de la más alta categoría por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (MinCiencias).

Profesores de planta: 2

Estudiantes de doctorado (PhD): 4

Estudiantes de maestría (MSc): 2

Estudiantes de pregrado: 9

Ingenieros: 2

Practicantes (pasantías): 5



Colaboraciones

Observatorio Pierre Auger

- Formamos parte del grupo de Cosmogeofísica.
- Desarrollamos investigaciones en clima espacial y fenómenos electroatmosféricos.

LAGO (Observatorio Gigante Latinoamericano)

Red regional de detectores autónomos de agua Cherenkov de bajo costo, desplegados en América Latina y España.

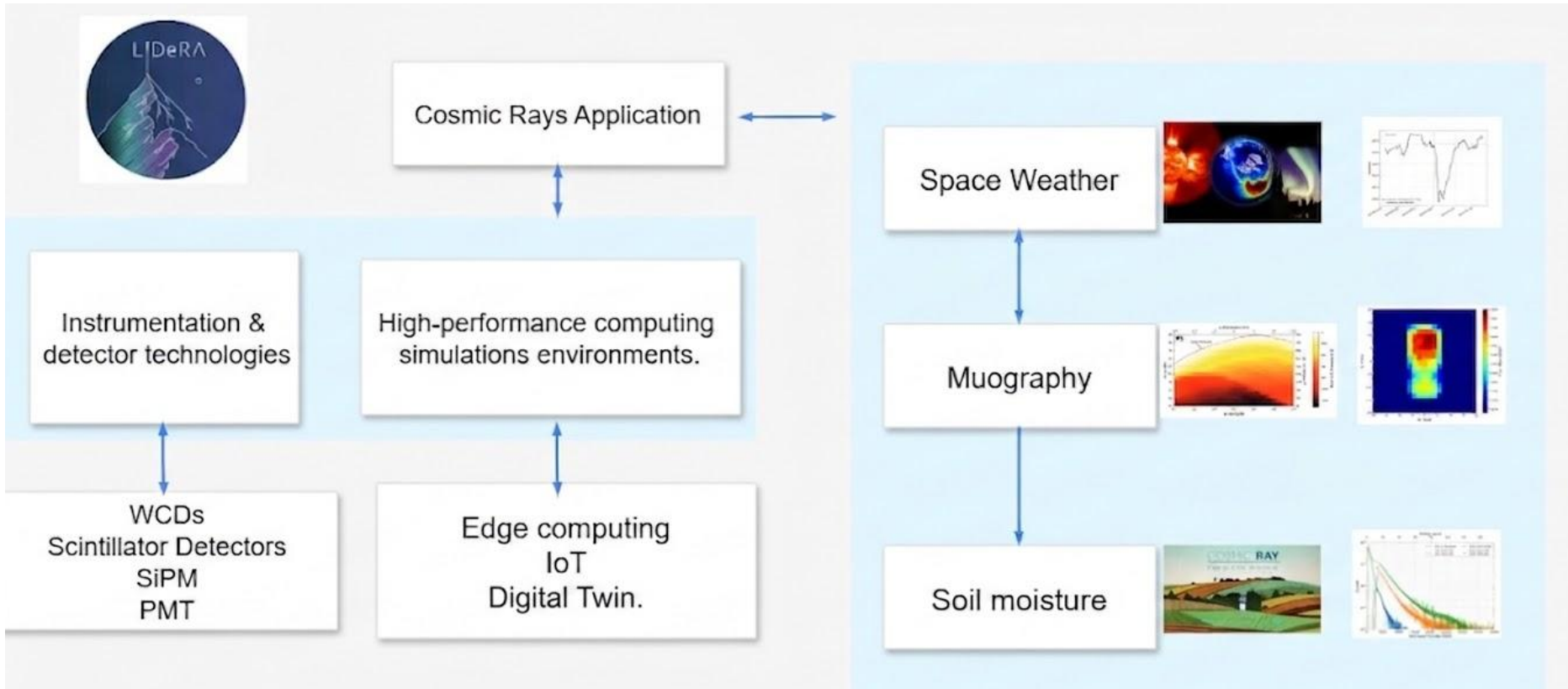
La red opera bajo una amplia variedad de condiciones geomagnéticas, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 4300 m s. n. m.

La cadena de simulación **ARTI-MEIGA** constituye un desarrollo clave para modelar todo el proceso, desde la interacción de los rayos cósmicos hasta la señal registrada por el detector, permitiendo estudios específicos para cada sitio de observación.

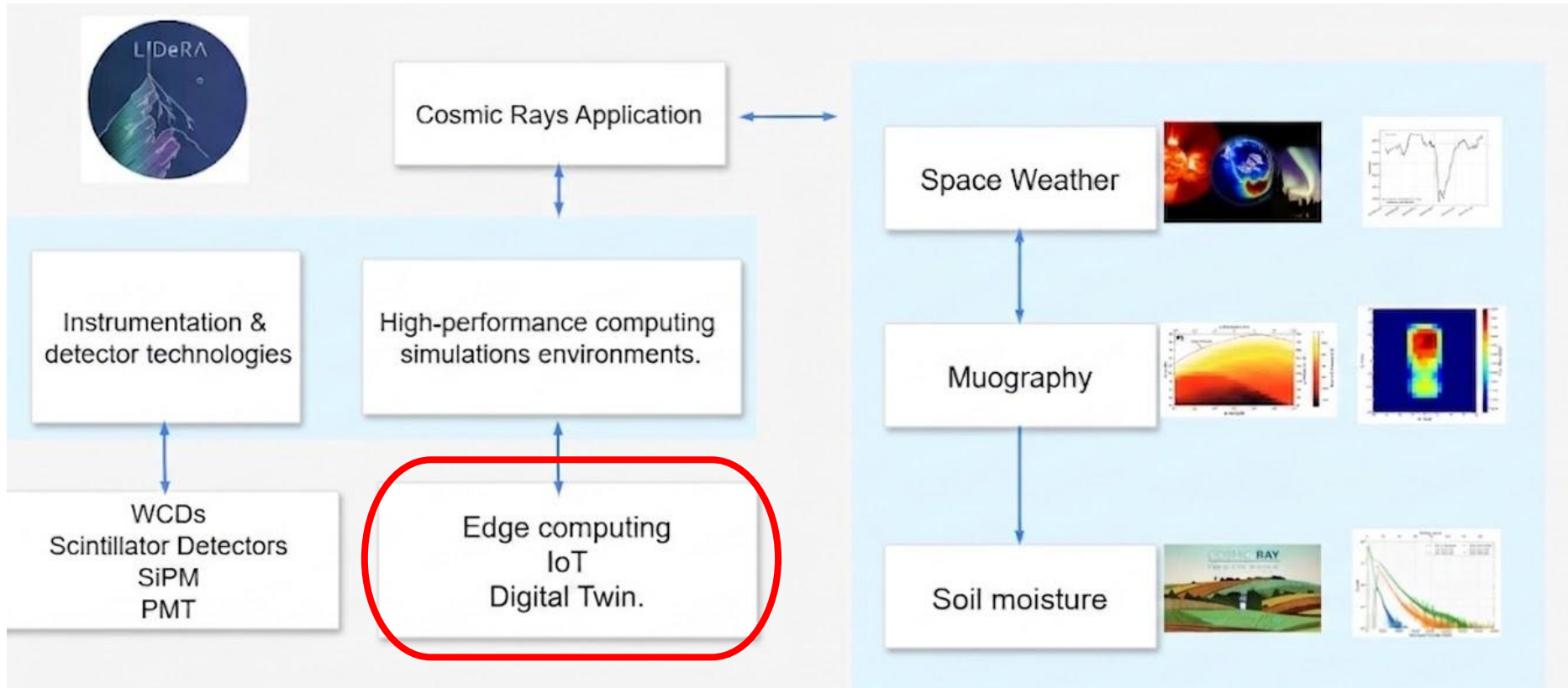
Colaboramos con el **proyecto ERASMUS** en el desarrollo de escenarios de formación y capacitación para la comunidad de astropartículas.



Áreas de investigación

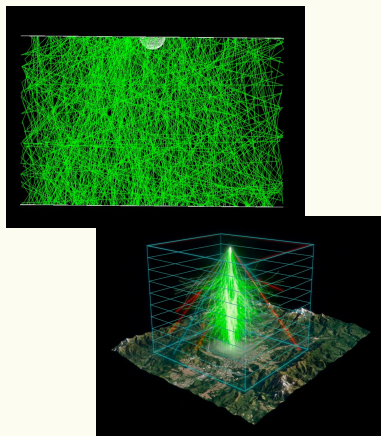


Áreas de investigación



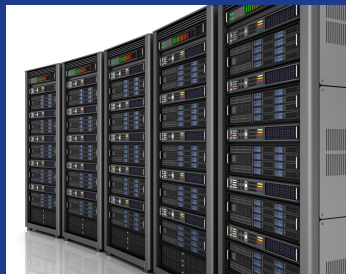


Mediciones experimentales



Simulaciones montecarlo

Flujo de trabajo



INFRAESTRUCTURA
CLOUD



Análisis y resultados



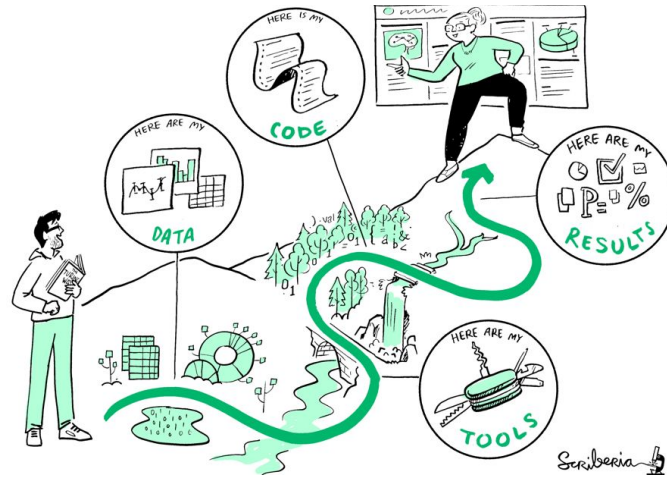
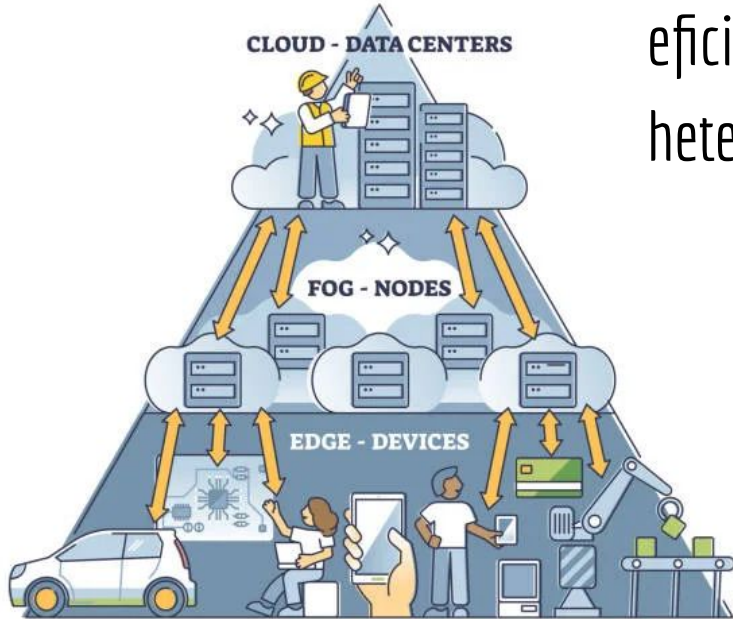
Uso Innecesario:
Tareas ligeras locales
no requieren
obligatoriamente la
nube.



Vulnerabilidad: El
análisis depende
totalmente de la
disponibilidad de la
infraestructura cloud.⁸

Necesidad de optimizar el flujo de trabajo

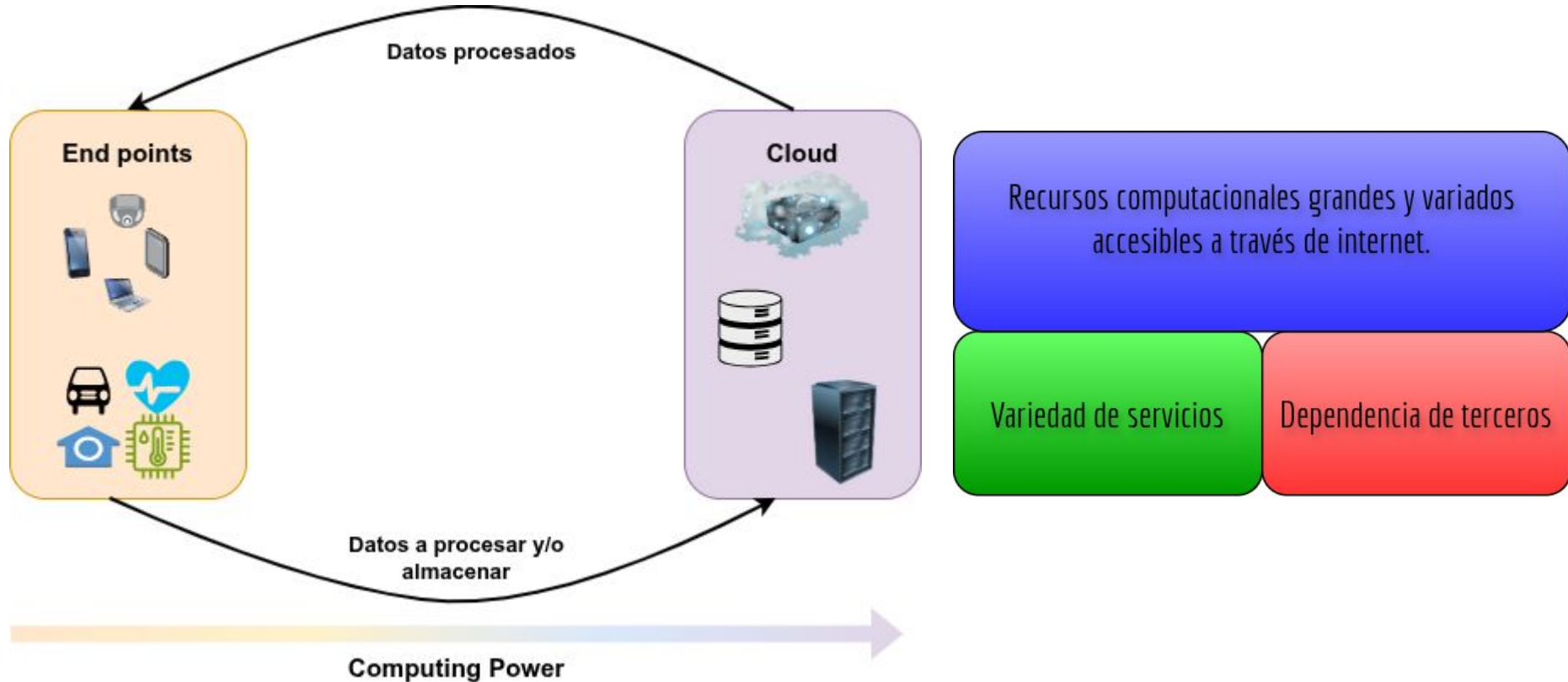
Necesidad de flujos de trabajo
eficientes para procesar datos
heterogéneos.



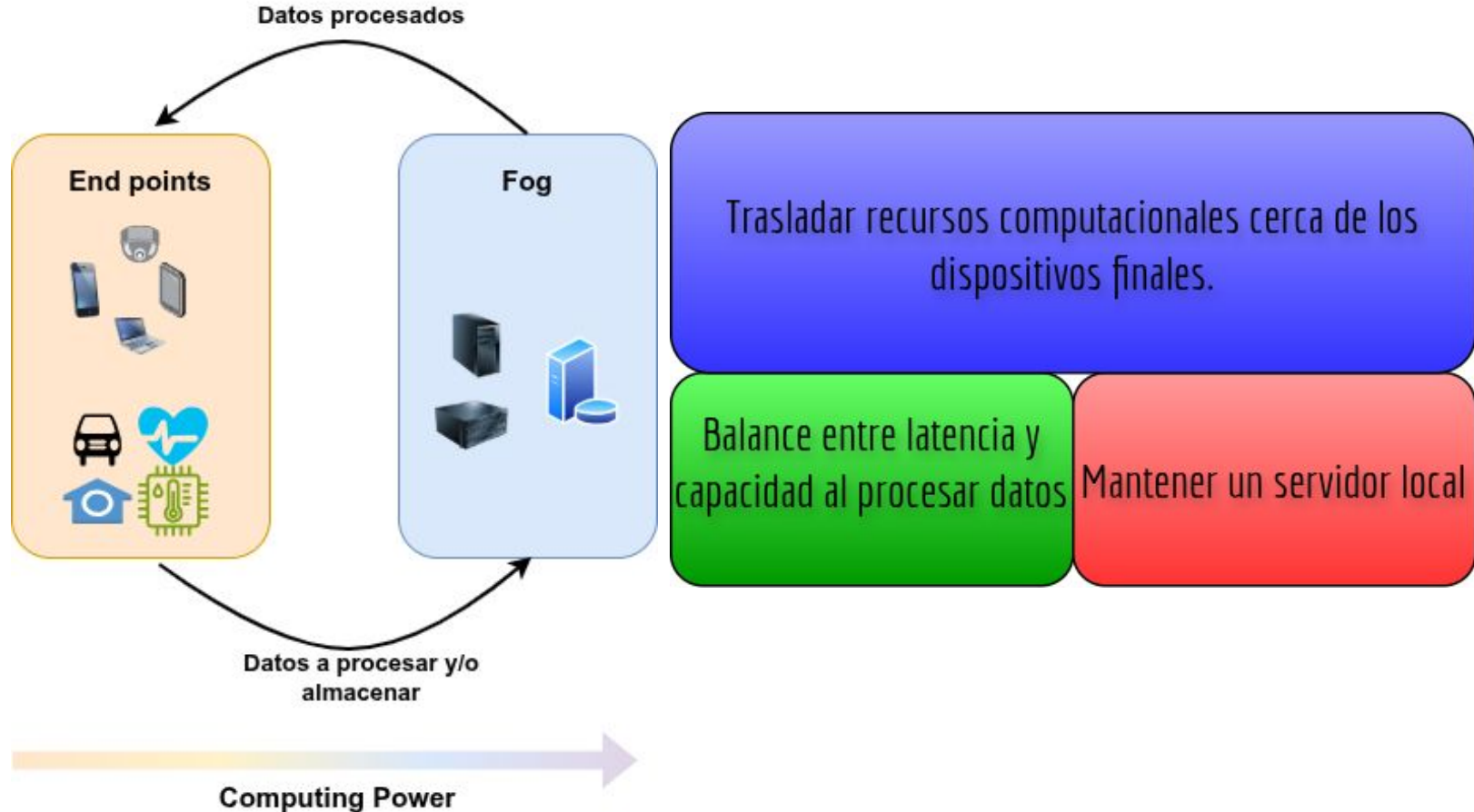
Scsiberia

Paradigmas de Procesamiento y Almacenamiento de Datos

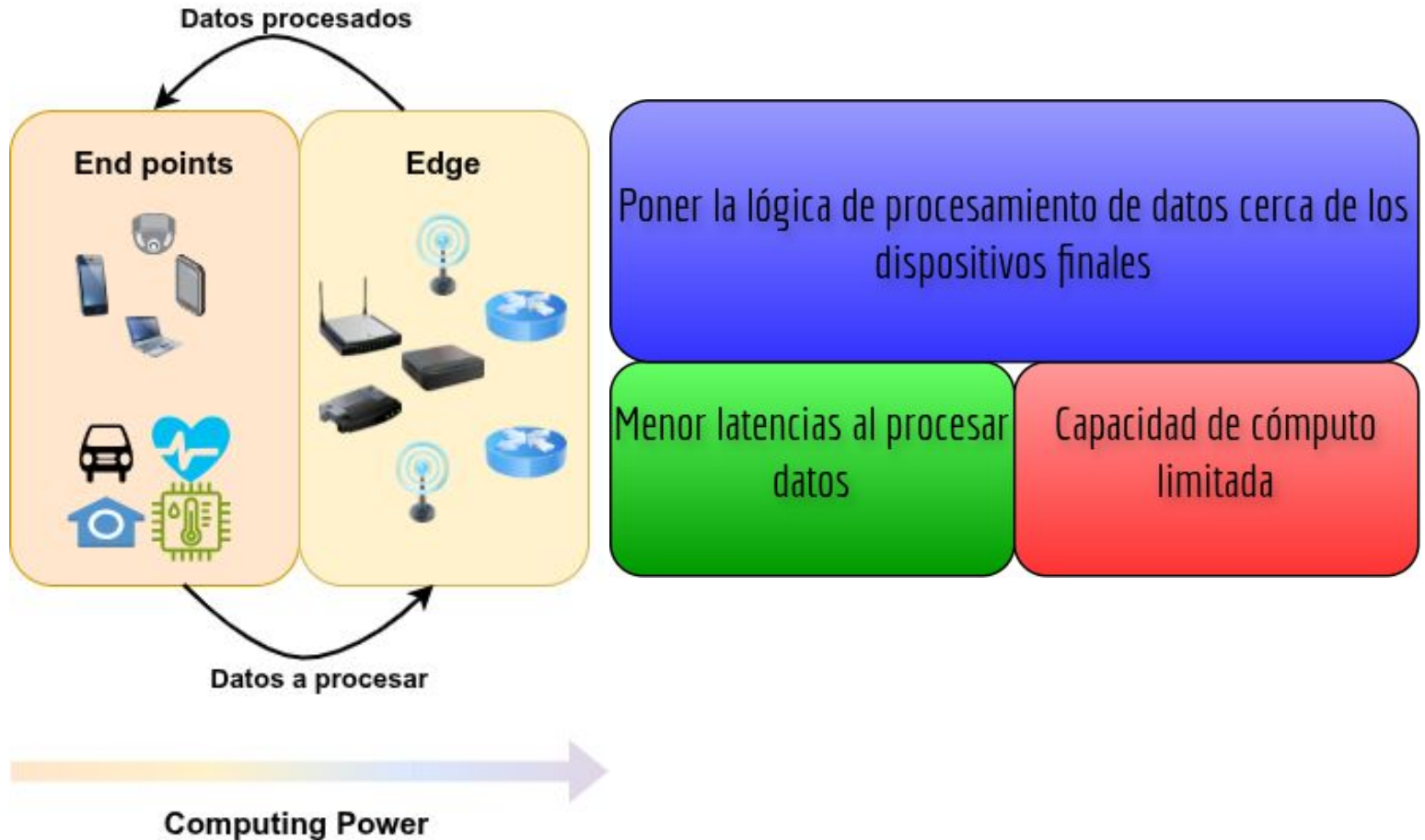
Computación en la nube



Computación en la niebla



Computación en el borde



Computación continua

End points



Edge



Fog



Cloud



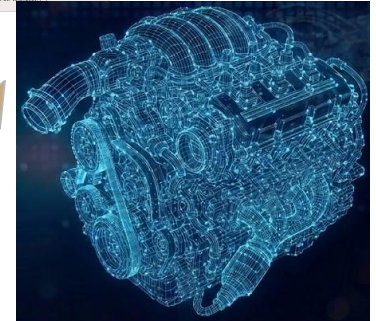
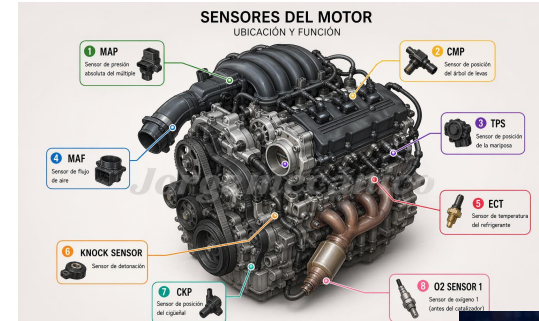
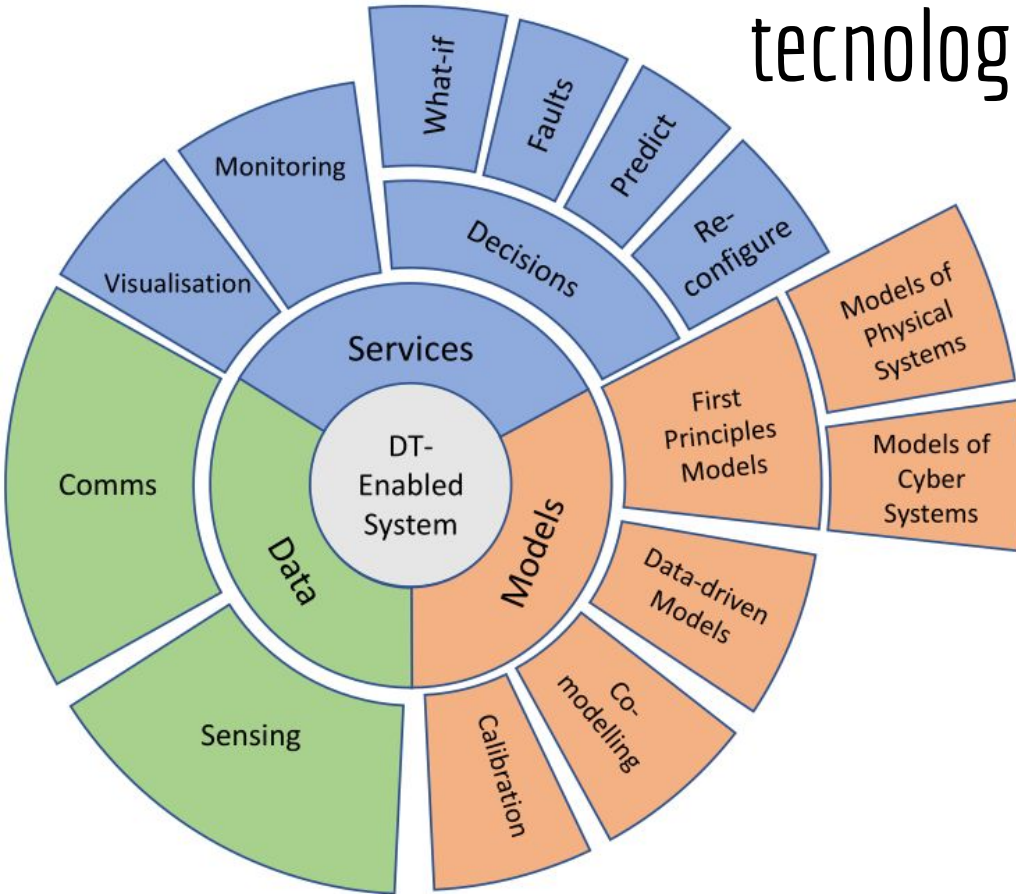
Integrar dispositivos con capacidades y funcionalidades computacionales heterogéneas, teniendo en cuenta los paradigmas anteriores.

Computing Power

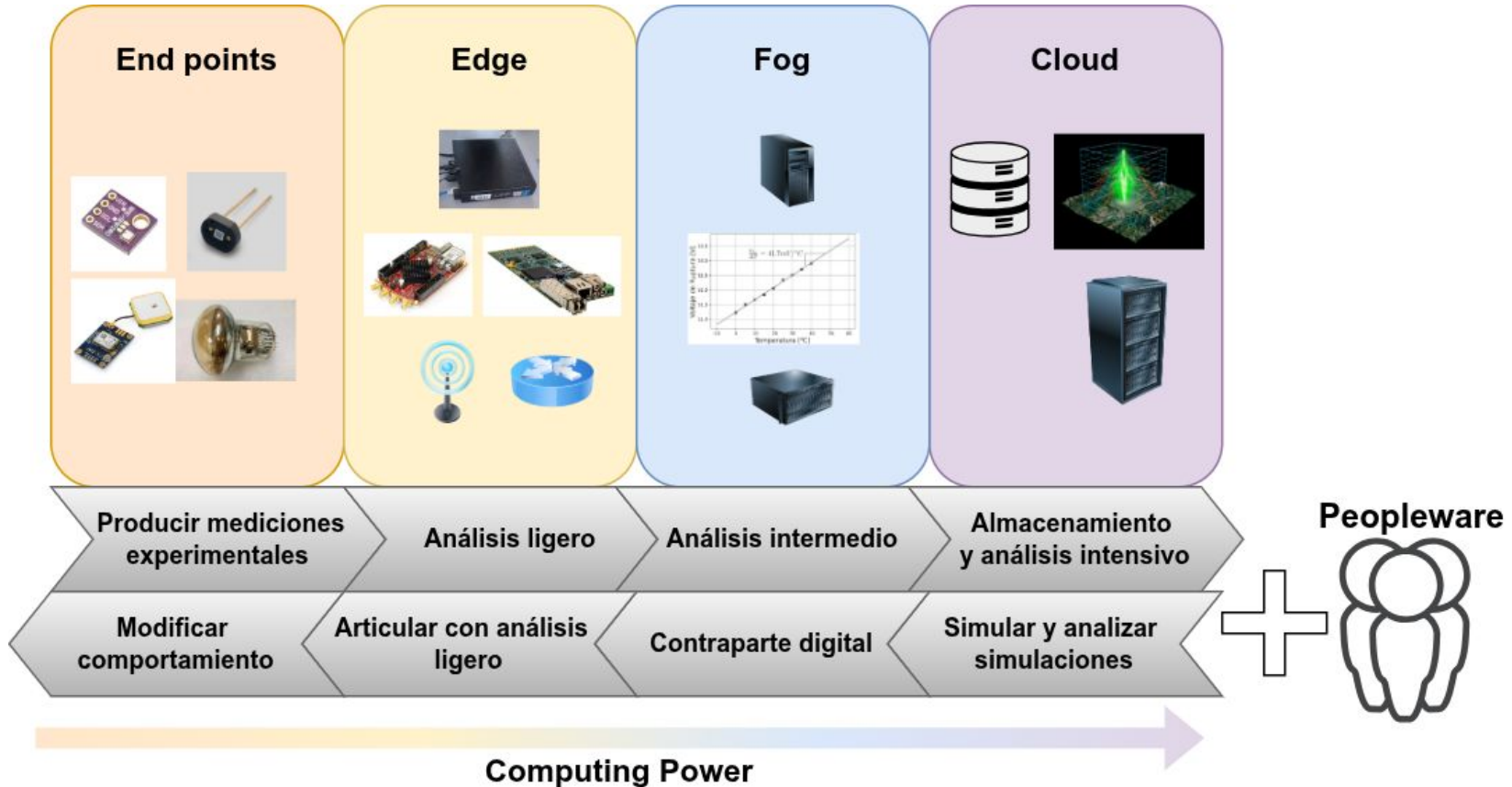
¿Cómo usar el continuo de computación
para optimizar el flujo de trabajo?

Resumen de los conceptos de sistemas basados en la tecnología DT

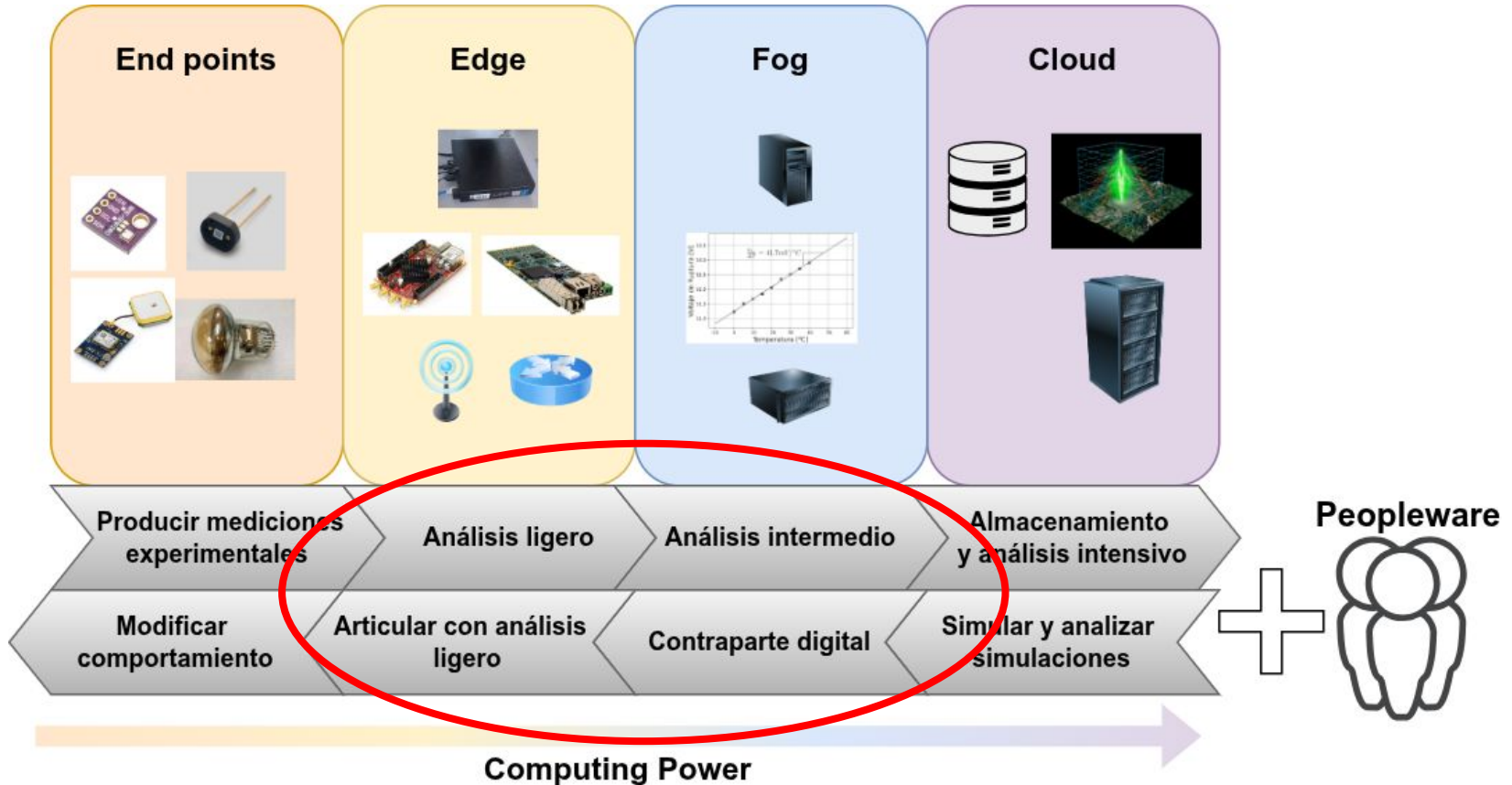
IoT: Dispositivos capaces de **senear** variables físicas y **comunicarse** con otros dispositivos.



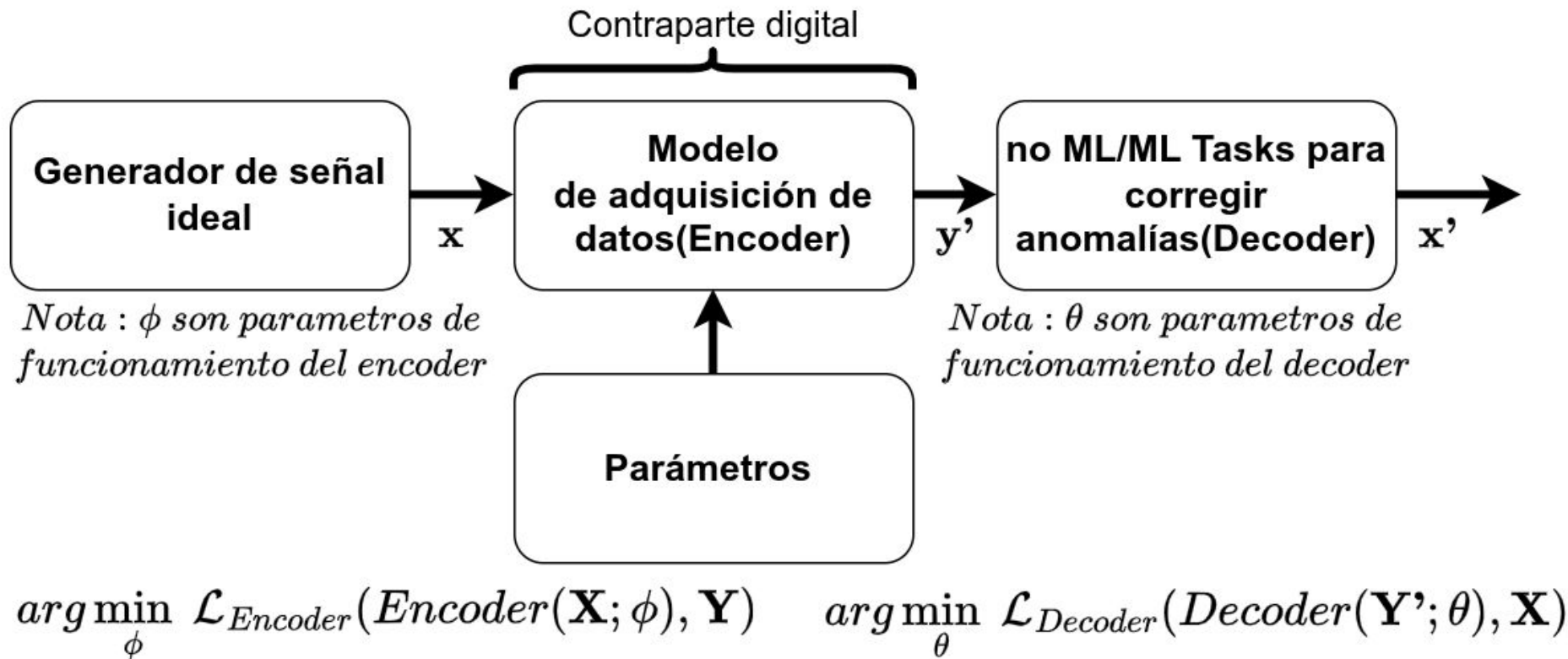
Distribuir el análisis de datos



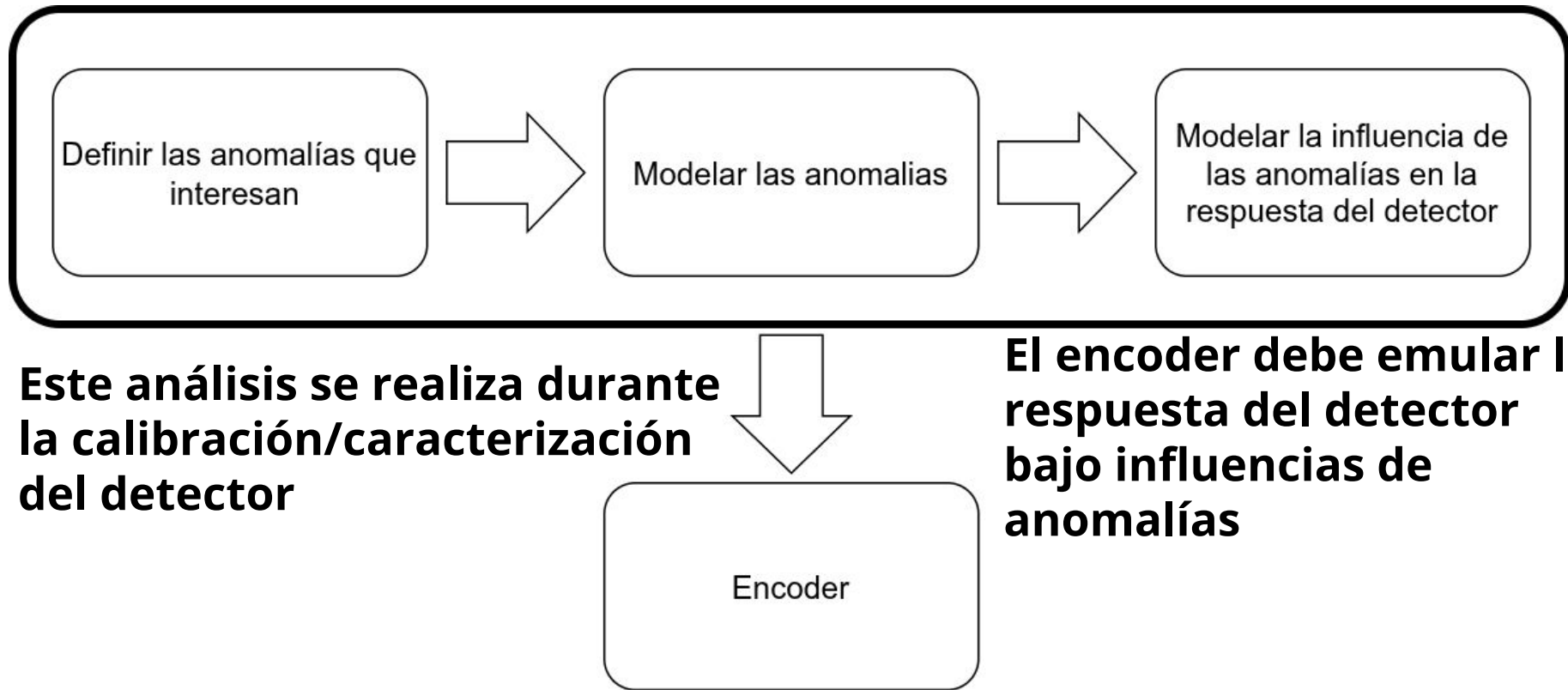
Distribuir el análisis de datos



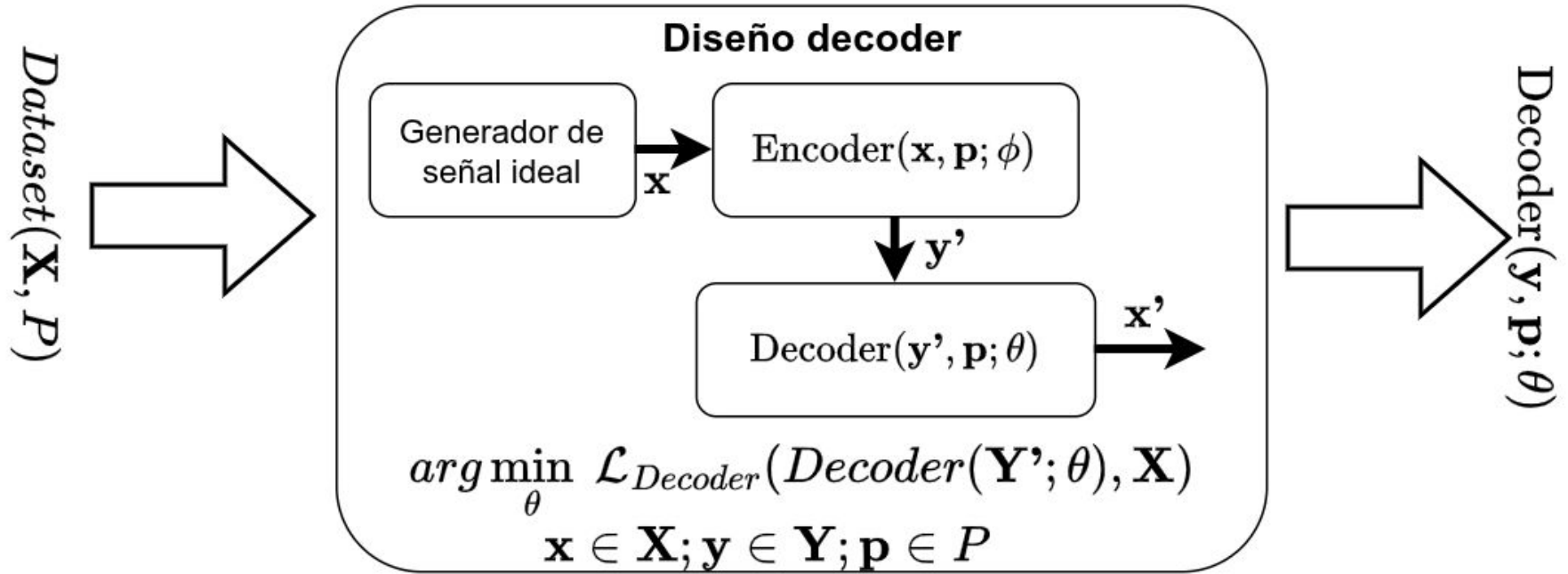
Framework de análisis mediciones experimentales



Análisis intermedio I: Calibración contraparte digital

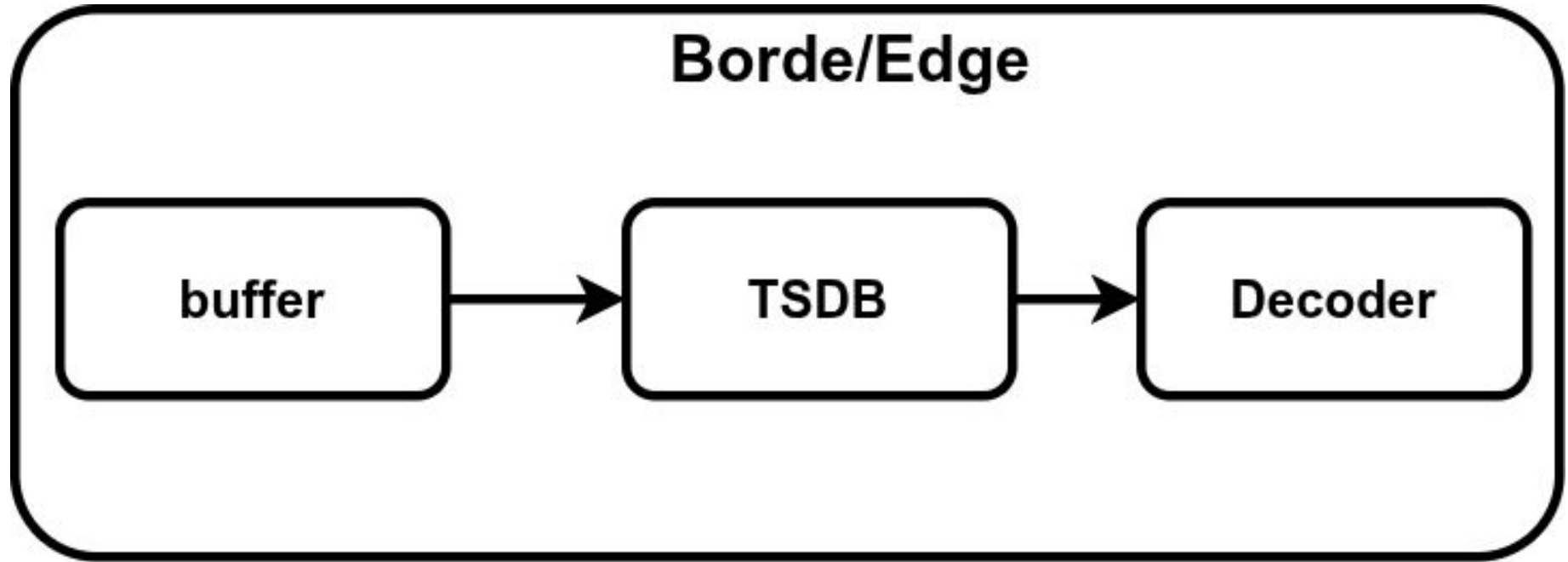


Análisis intermedio II: Diseño decoder

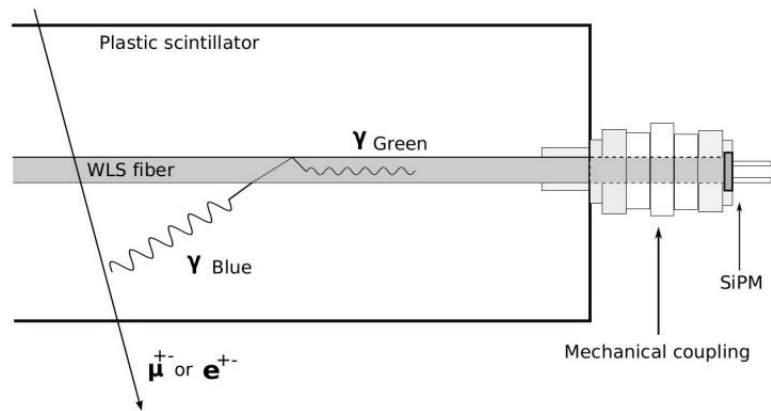


**El decoder remueve
la anomalía**

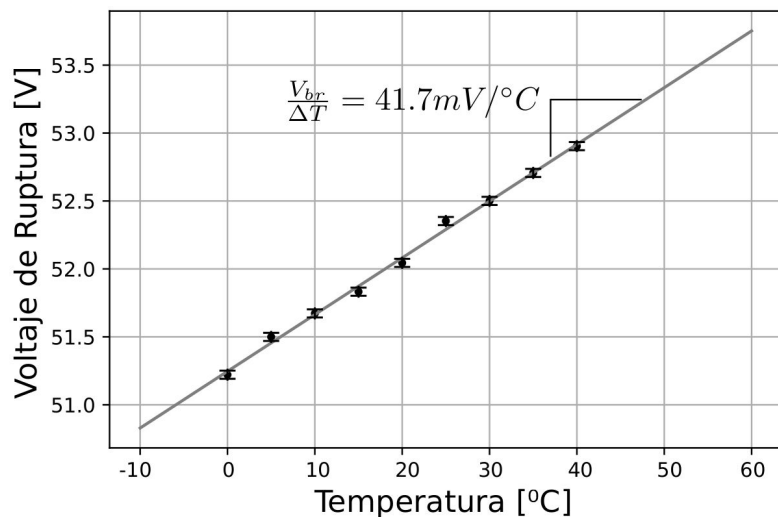
Análisis ligero: Usar decoder(online) en el borde



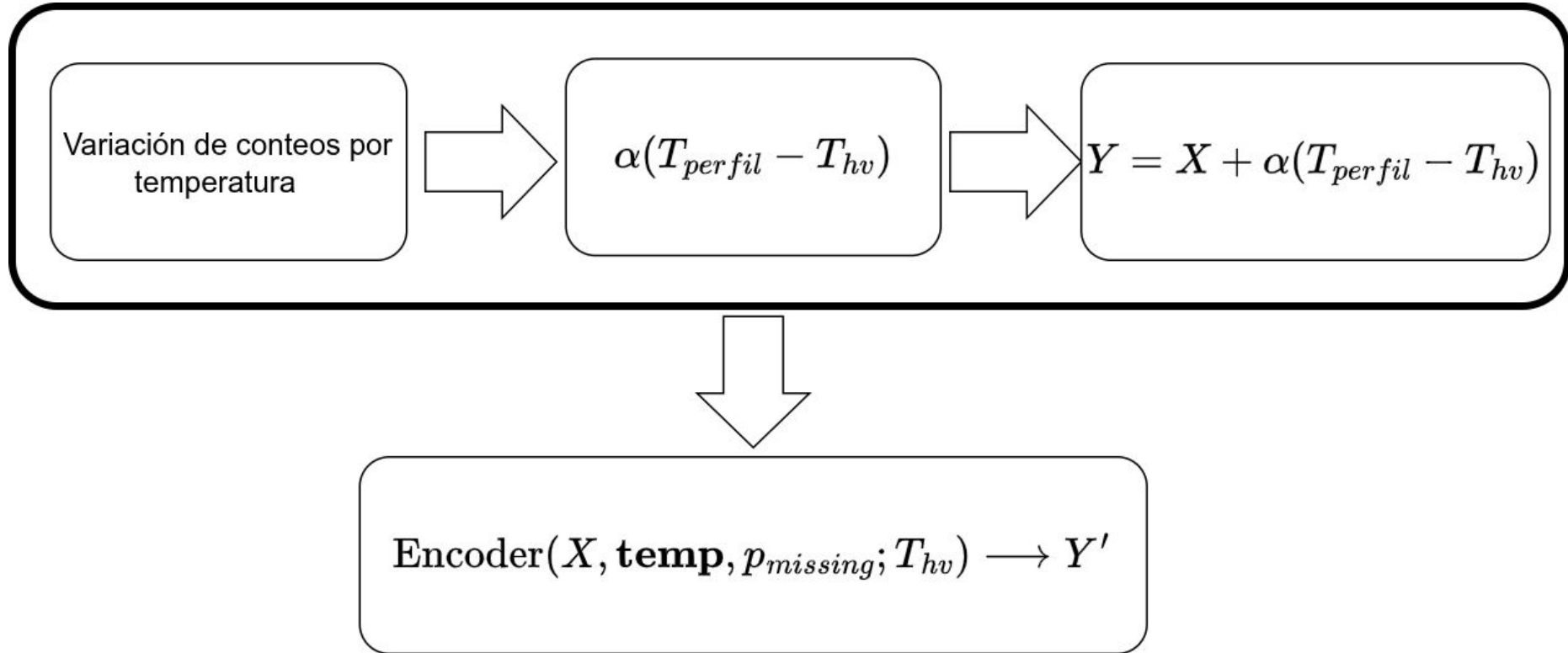
Caso de estudio Munra



Detector de astropartículas compacto: 9cm x 10cm x 5cm

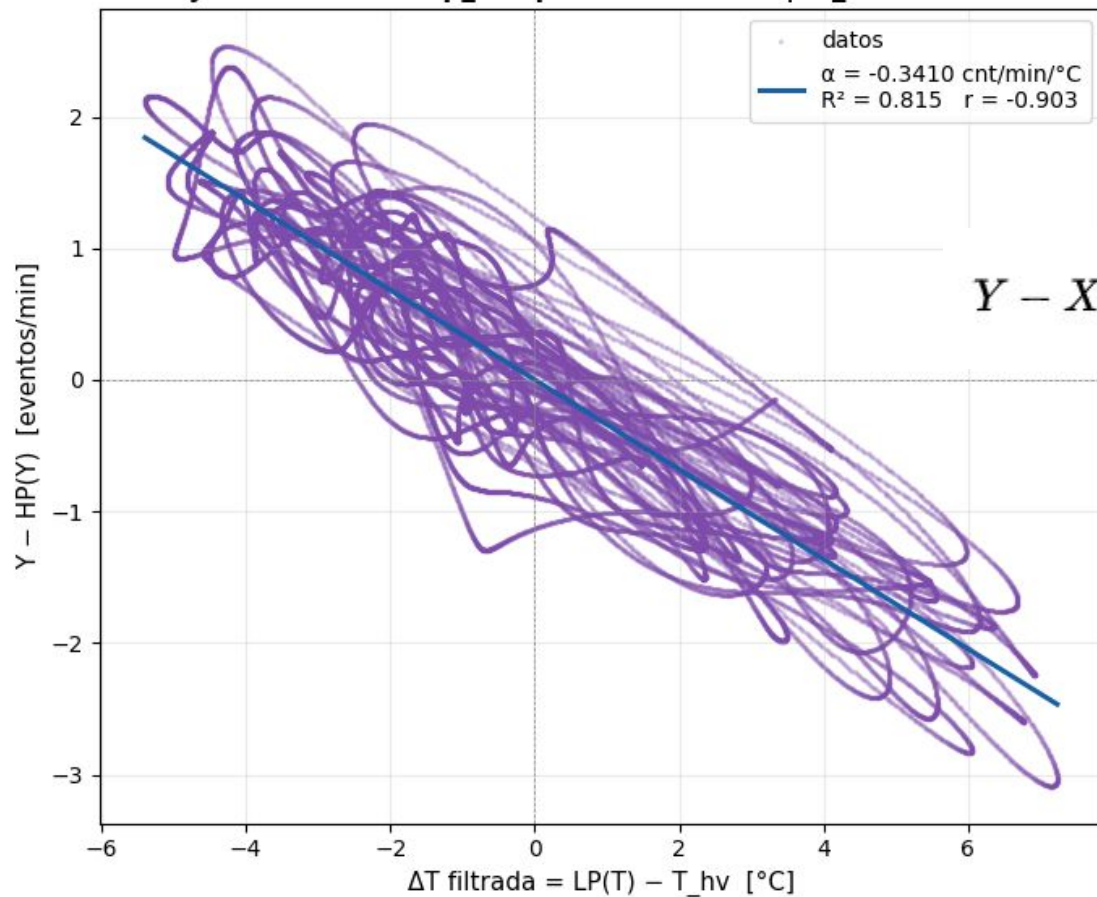


Análisis intermedio I: Calibración contraparte digital



Análisis intermedio I: Calibración contraparte digital

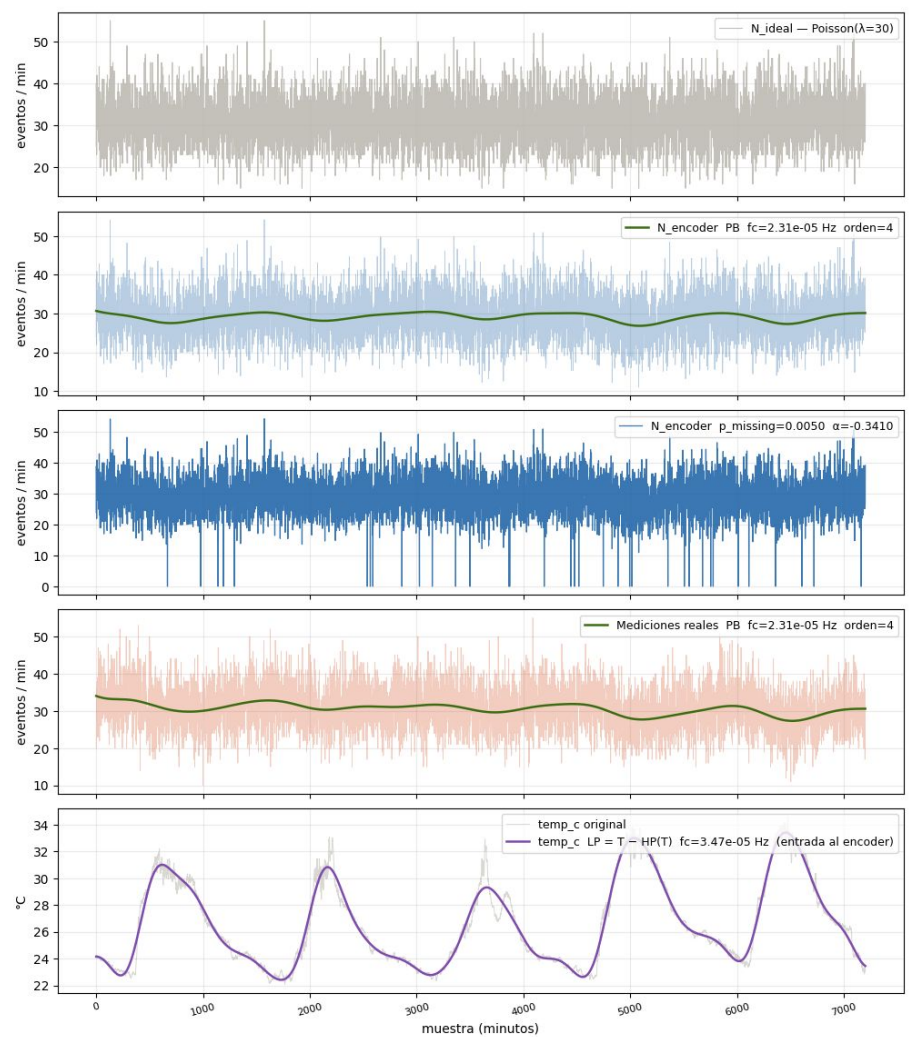
Ajuste lineal: comp_temp vs ΔT filtrada | $T_{hv}=21.00\text{ }^{\circ}\text{C}$



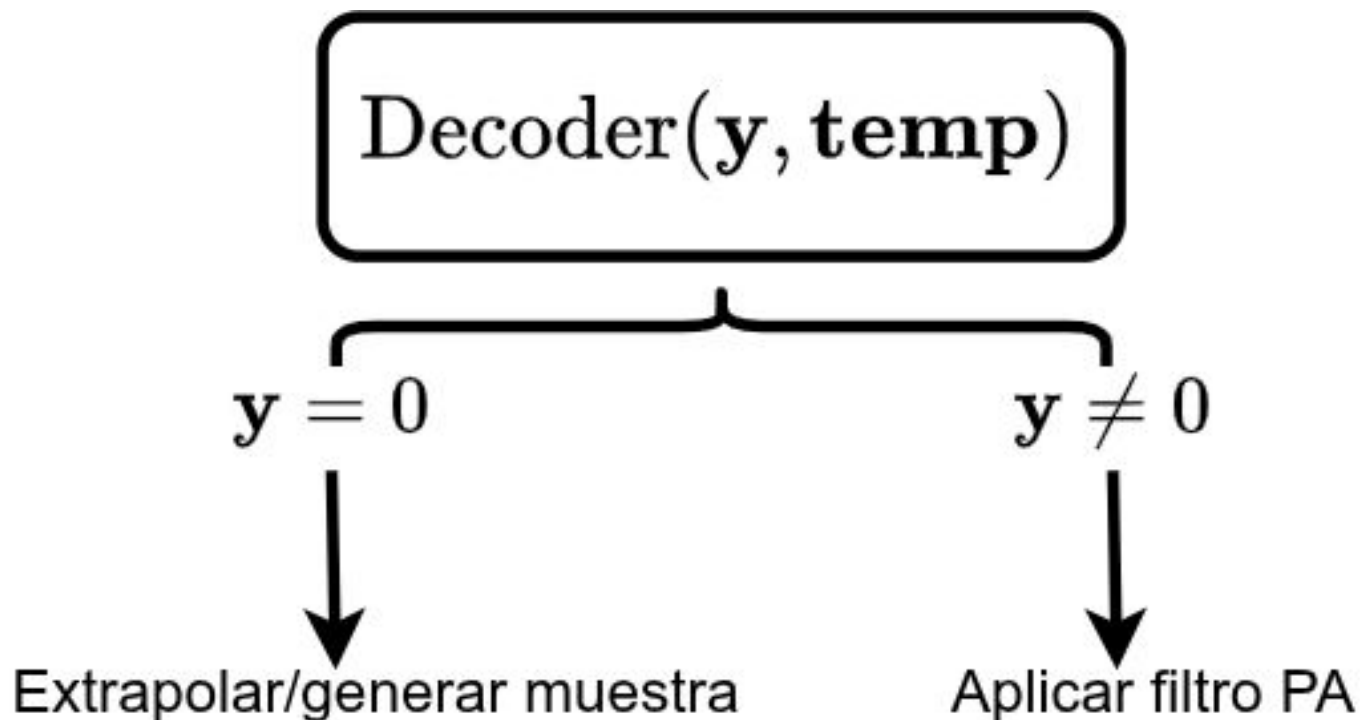
$$Y - X = Y - HP(Y) = \alpha(LP(T_{perfil}) - T_{hv})$$

Análisis intermedio I: Calibración contraparte digital

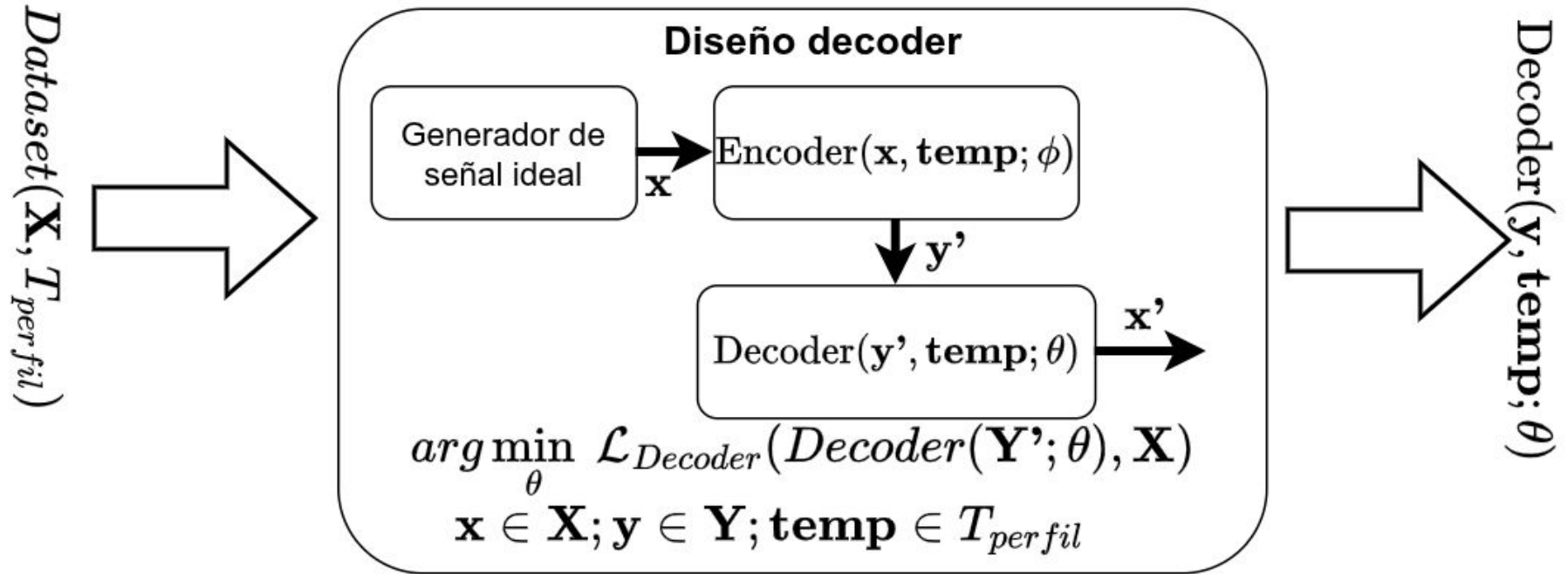
$$\text{Encoder}(X, \text{temp}, p_{\text{missing}}; T_{hv}) \longrightarrow Y'$$



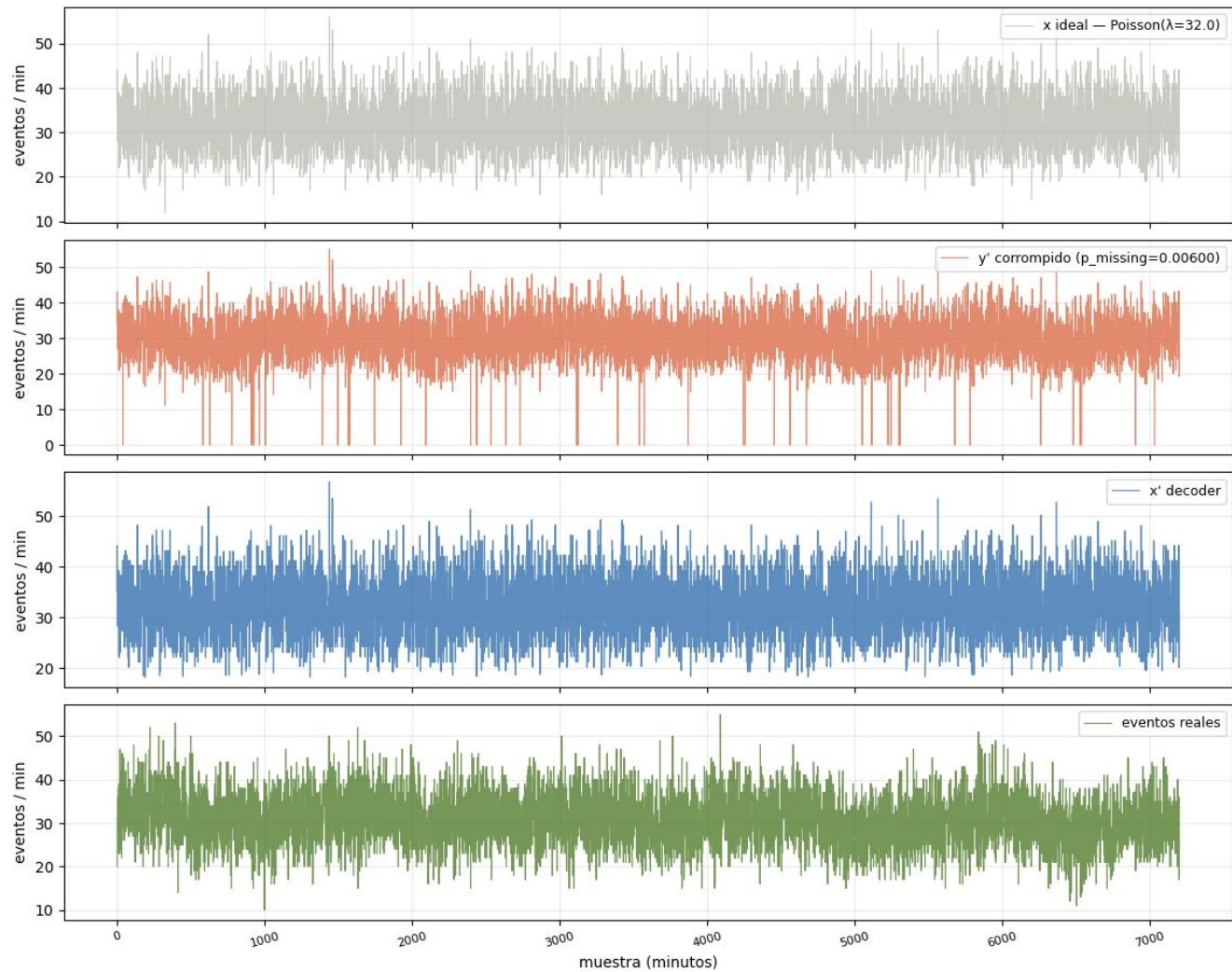
Análisis intermedio II: Diseño decoder



Análisis intermedio II: Diseño decoder



Decoder(y , temp)



Conclusiones

1 Descentralización

Repartir las tareas en el continuo Edge-Fog-Cloud elimina dependencias innecesarias en sitios remotos.

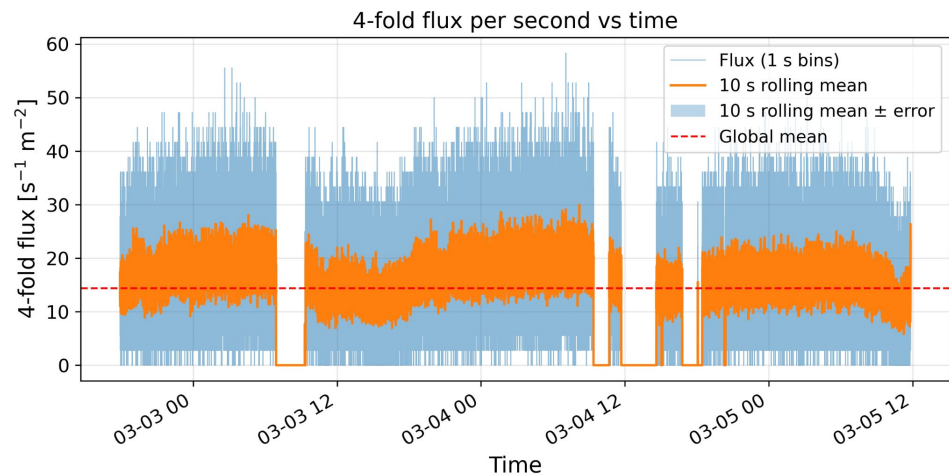
2 Ventaja del autoencoder

Un encoder interpretable permite entrenar el decoder sin ground truth experimental.

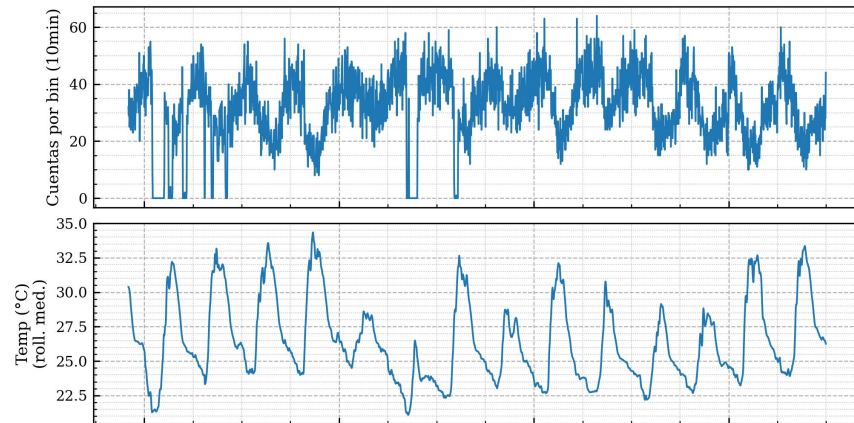
3 Framework genérico

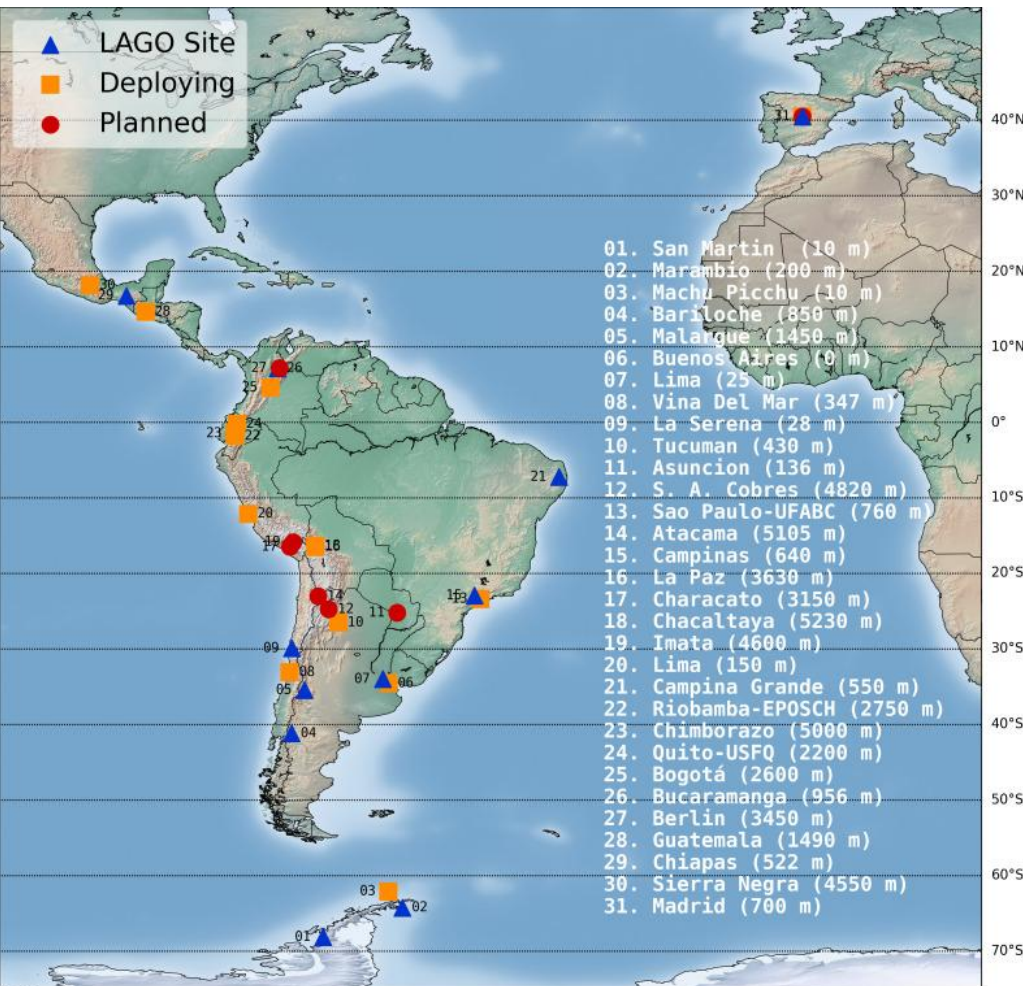
Cualquier detector con una anomalía ambiental caracterizable —WCD, hodoscopio— puede usar el framework.

Jorge Perea-Perez-jorge.perea@correo.uis.edu.co



Ventana común: 2026-03-12 16:10:00 → 2026-03-26 23:50:00 | dt=10min | rolling=15min
counts_mode=4fold | solo bins completos
Pearson r: cuentas vs T = -0.486 | cuentas vs P = 0.072

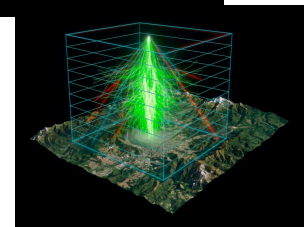
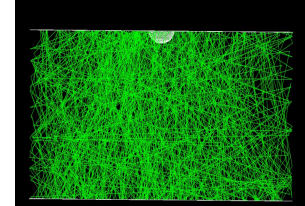
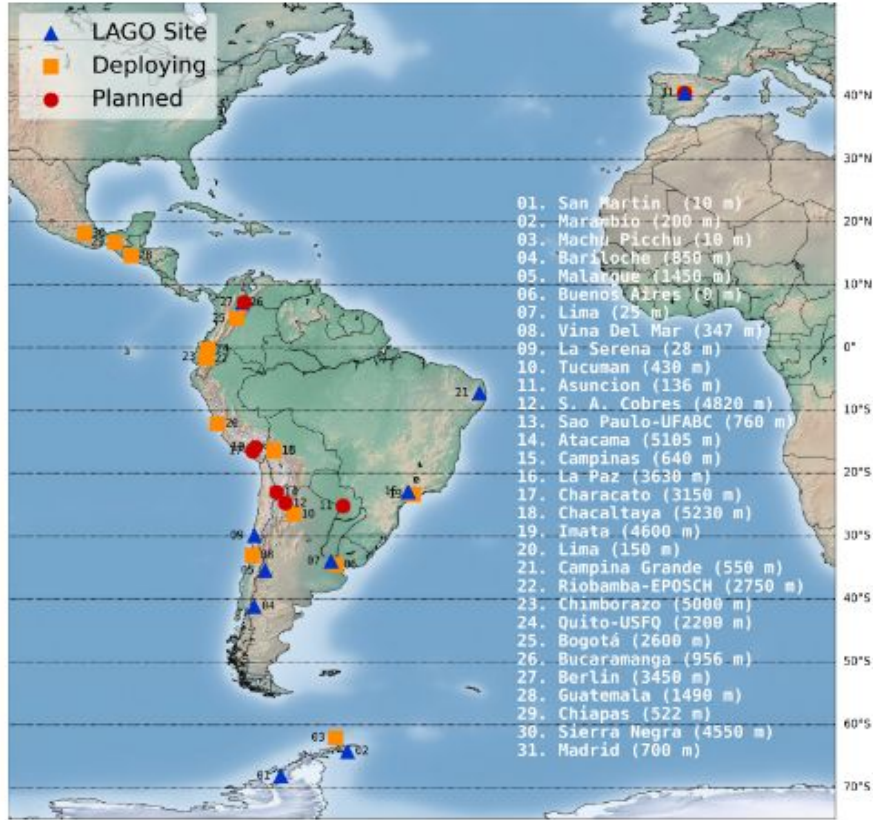




The LAGO project: The Latin American Giant Observatory project



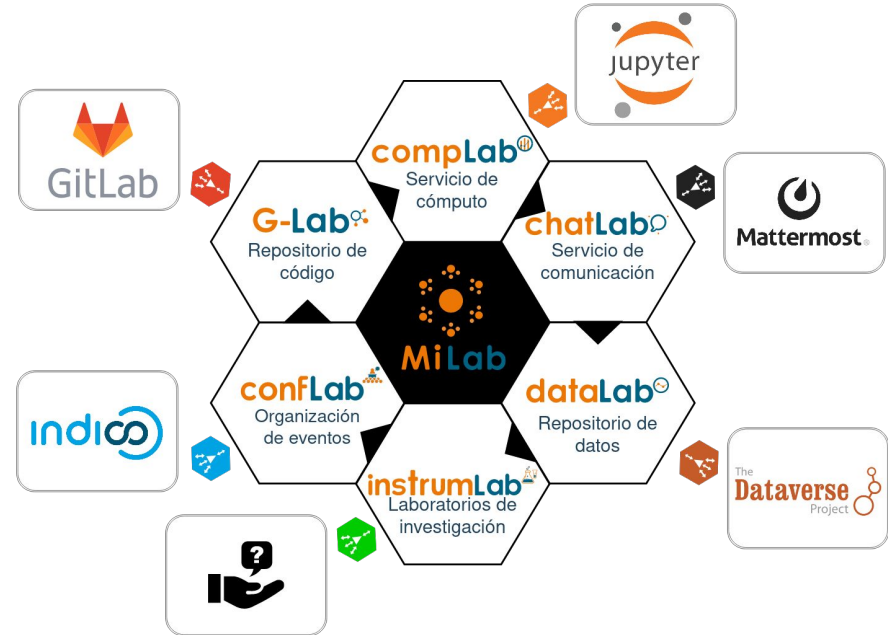
Datos masivos, heterogéneos y distribuidos



MiLab

Plataforma como servicio **en la nube** para apoyar el trabajo de pequeños/medianos grupos de investigación en la gestión de:

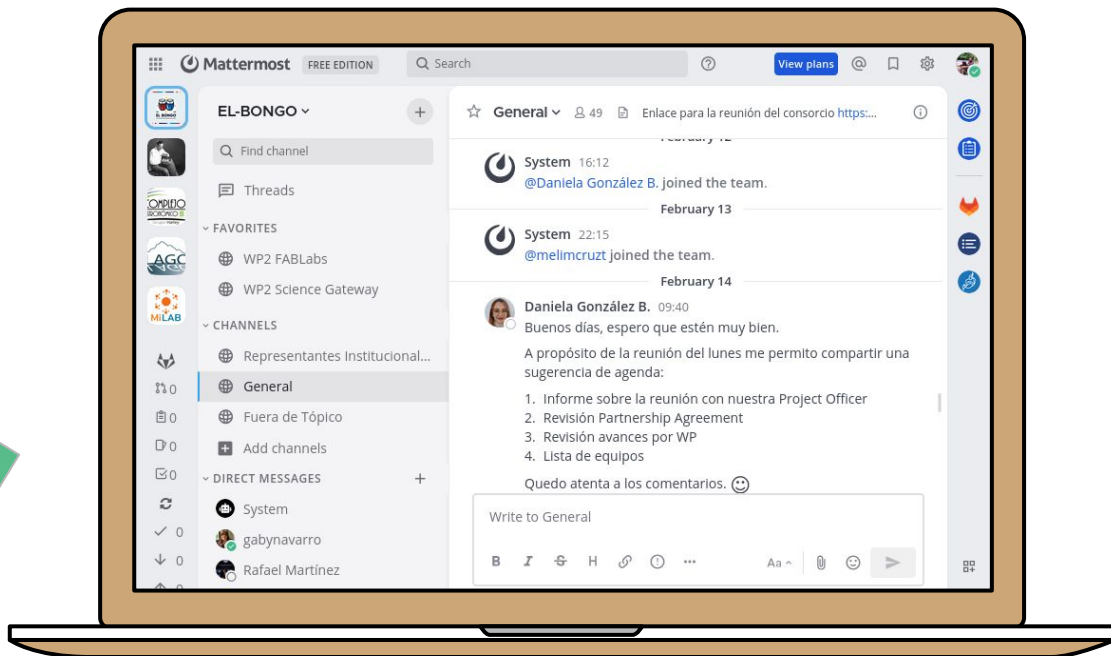
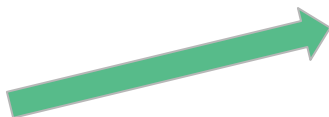
- Datos de investigación
- Códigos computacionales
- Entornos de cómputo
- Comunicación
- Eventos académicos
- Visibilidad web



Gestión de comunicaciones



Una plataforma para la comunicación y preservación de la historia de los grupos de investigación.

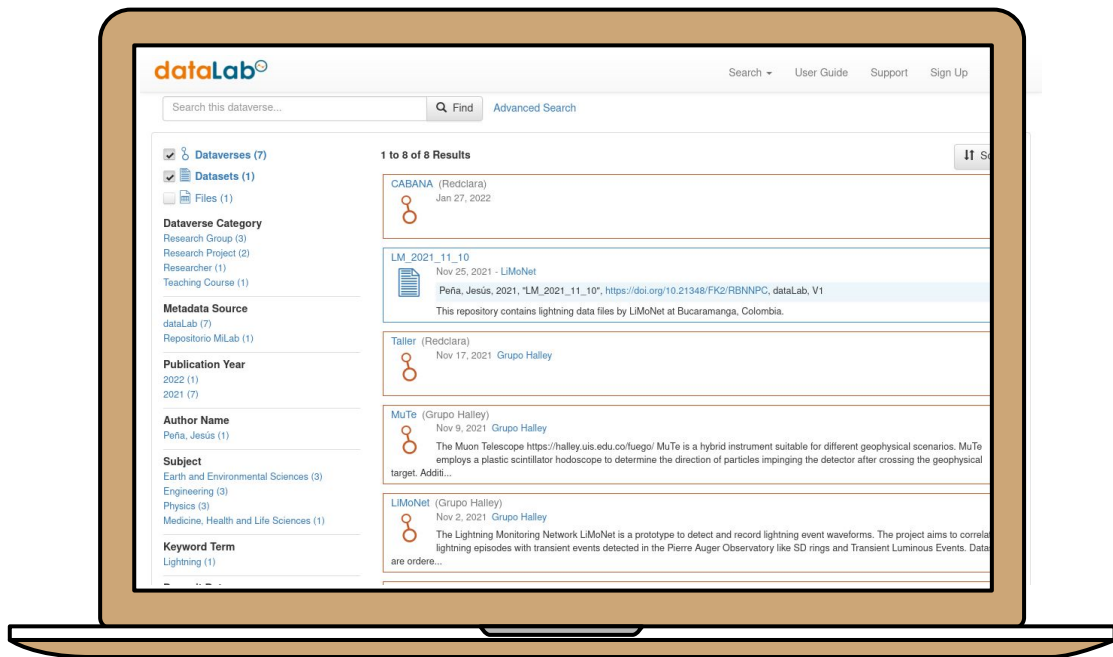


<https://mattermost.redclara.net/>

Repositorio de datos



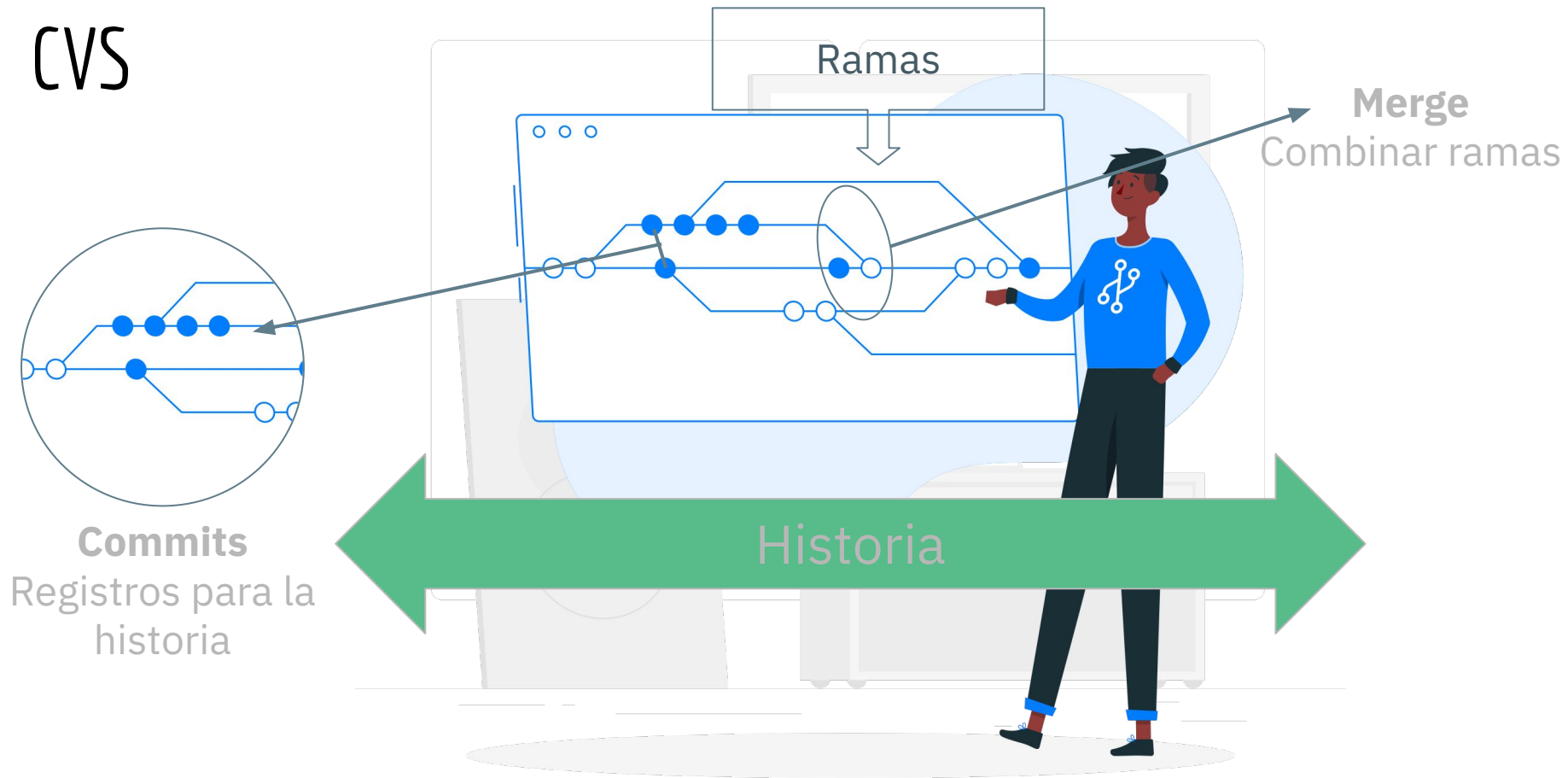
Una solución para la preservación, gestión y acceso seguro a los datos de investigación.



<https://dataverse.redclara.net/>

Control de versiones

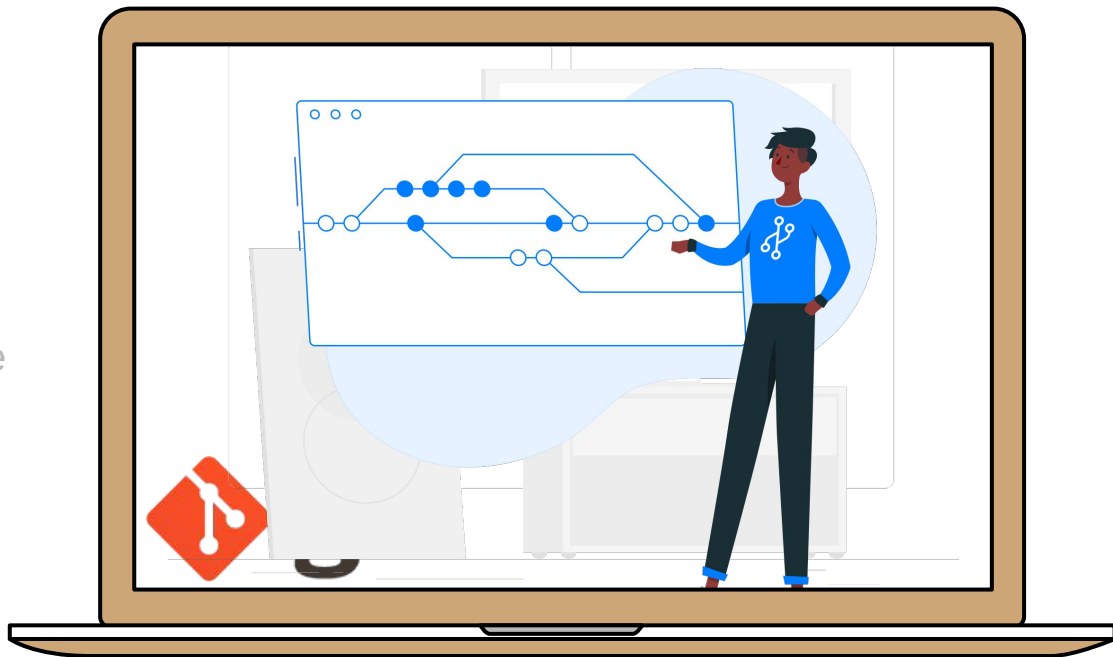
CVS



Repositorio de código



Un servicio web de **control de versiones** y desarrollo de software colaborativo basado en **Git**

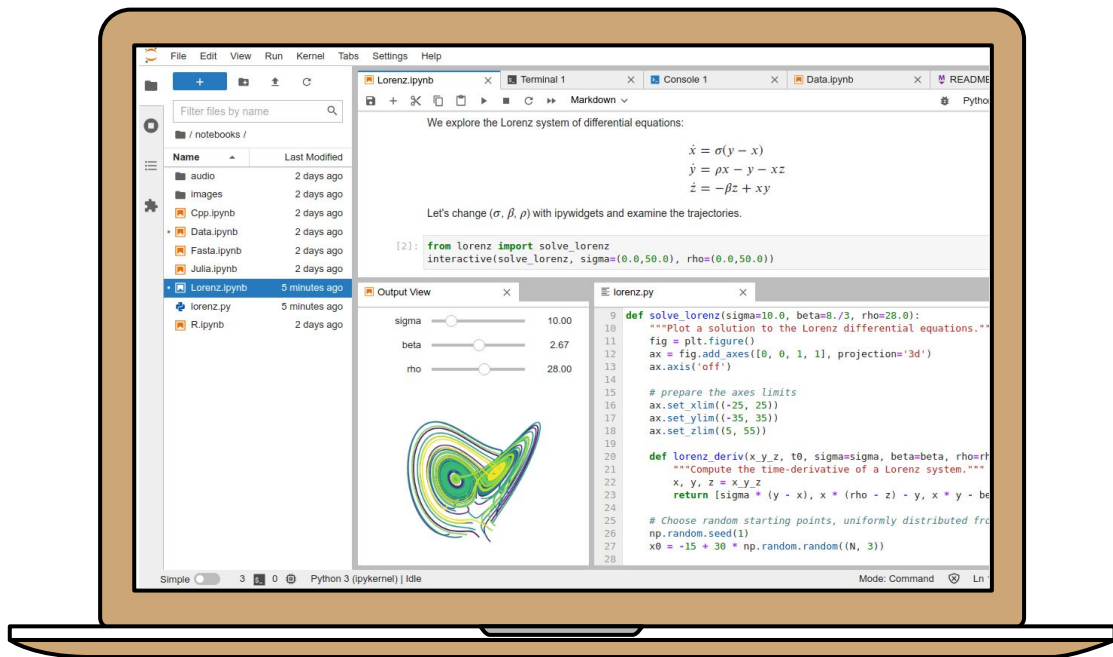


<https://gitmilab.redclara.net/>

Cálculo computacional

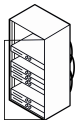


*“Jupyter existe para **desarrollar** software de código abierto, estándares abiertos y servicios para la informática interactiva en **docenas de lenguajes** de programación.”*



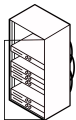
<https://jupyter.redclara.net/>

Cálculo computacional



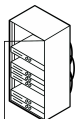
Super Computación y
Cálculo Científico UIS

1



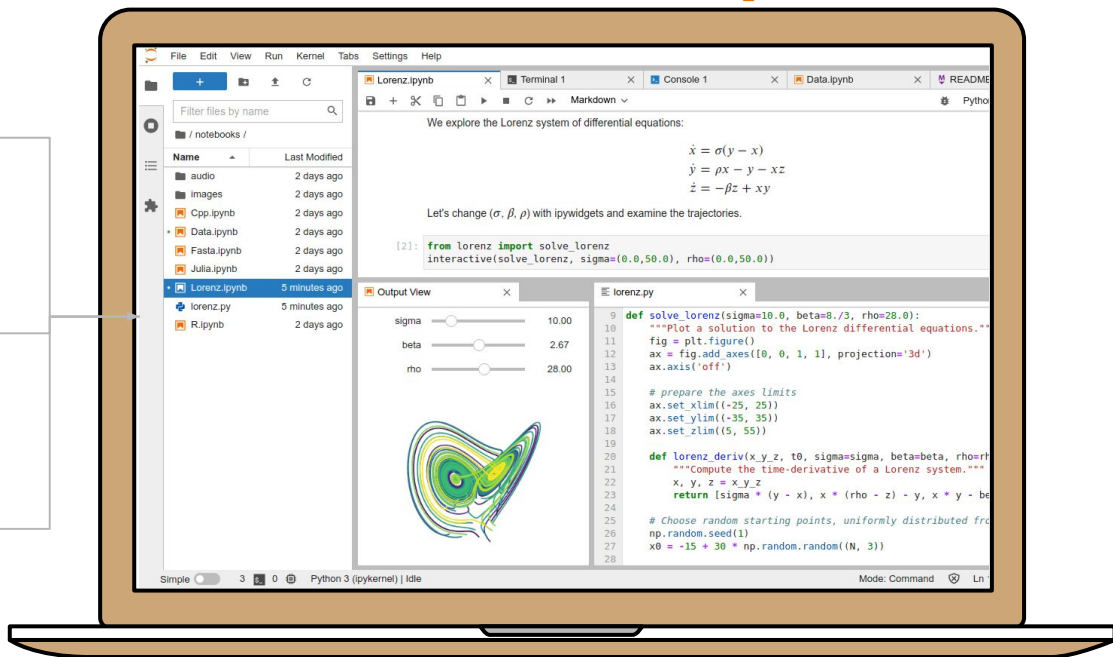
Ciemat

2



SCALAC

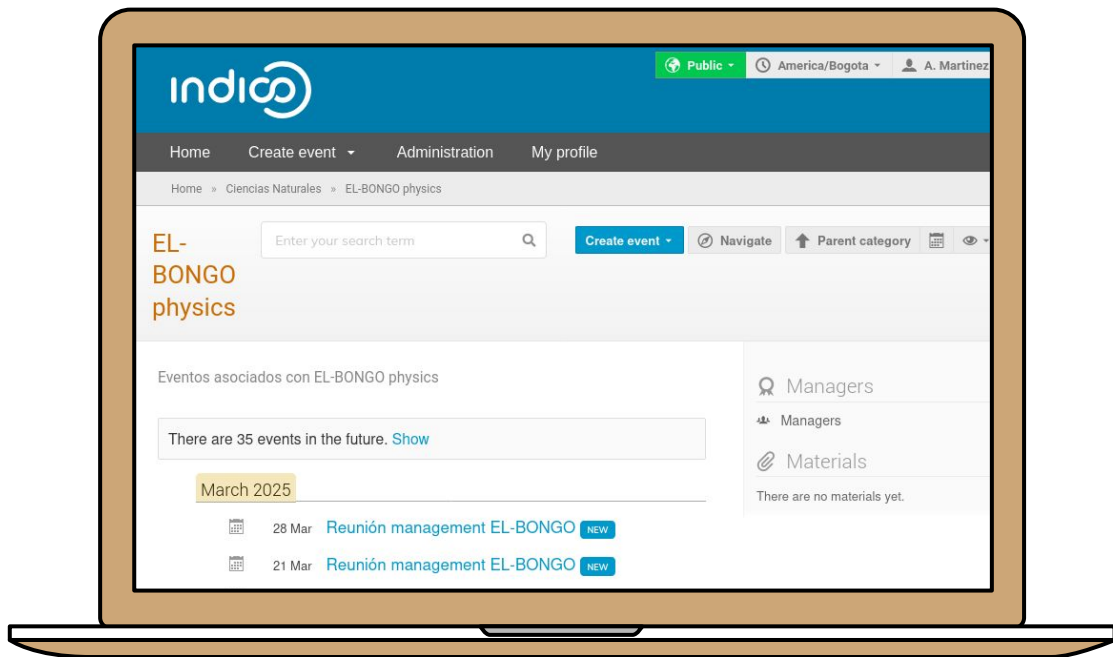
3



Gestión de eventos

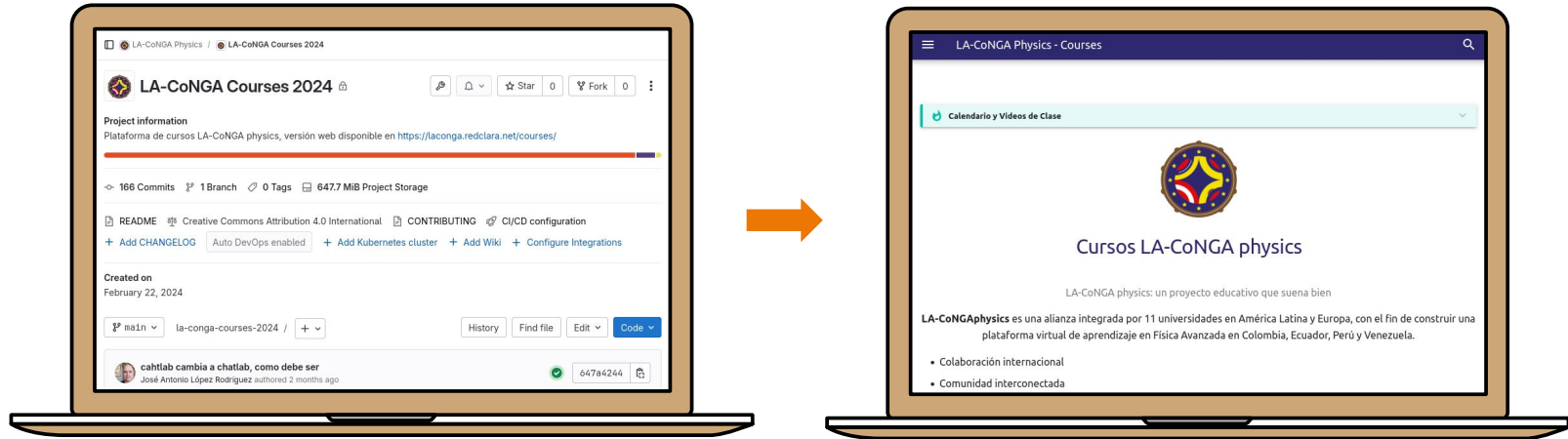


Un servicio para la gestión de eventos académicos*, facilitando la organización y participación en reuniones, conferencias y seminarios.



<https://jupyterhd.redclara.net/>

Visibilidad web



Mecanismos <<CI/CD>> para el despliegue de aplicaciones web