

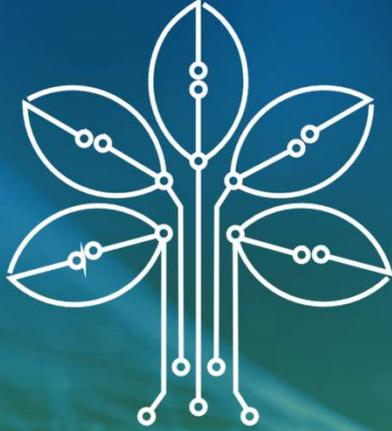
# Algoritmos Verdes

Caso Práctico de Nowcasting de Demanda Eléctrica en Problemas de Observabilidad de Red de Distribución en Baja Tensión.

*Guillermo Moreno*

TECNALIA

04/12/2024



**IA4TES**  
INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
PARA LA  
TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO DE DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

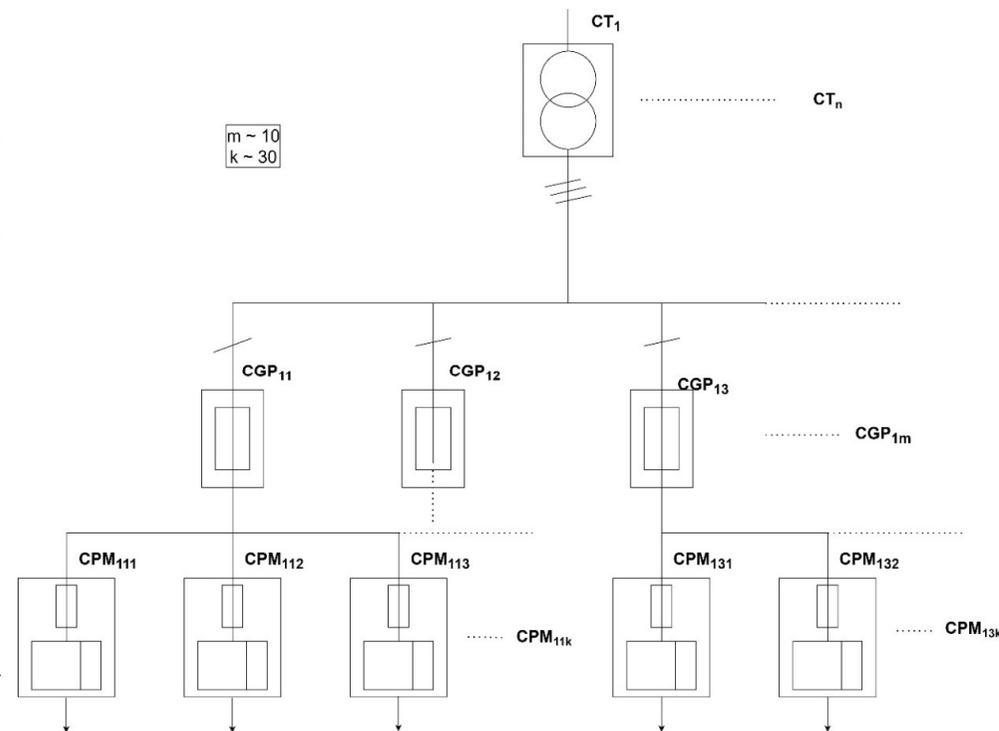
# Introducción

## Contexto

- El proceso de **Nowcasting** de la demanda eléctrica requiere de continuas predicciones a partir de nuevas medidas en cortos periodos de tiempo.
- Esto genera un coste computacional que puede ser desproporcionado y debe ser cuantificado, siendo evaluado dentro de los denominados **algoritmos verdes**.

## Definición

- La algoritmia verde hace referencia:
  - Tanto a las **prácticas** orientadas a utilizar la IA para mitigar el impacto sobre el medio ambiente en términos de recursos naturales utilizados.
  - Como a la **reducción del impacto** que la propia IA puede tener en el entorno natural.
- La instalación tipo bajo estudio es la habitual **red de distribución de baja tensión** residencial y comercial, considerando 30 CPMs por CGP y 10 CGPs por CT, en total 300 SMs por cada CT.

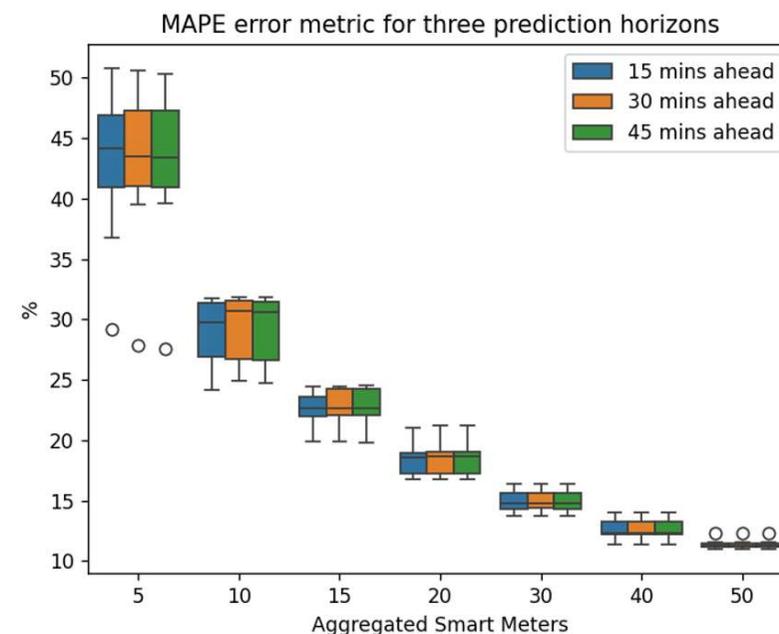


### • Algoritmo en cuestión

- El algoritmo empleado en este tipo de casos debe ser de **bajo coste computacional**, seleccionando en este caso un modelo de tipo **ARMA**.
- El presente estudio considera diferentes **niveles de agregación** de las lecturas de los SMs y realiza predicciones a tres horizontes: 15', 30' y 45'.
- A mayor nivel de agregación mayor es la precisión, sin embargo, genera un **trade-off** con respecto a la **observabilidad** aguas abajo, debiendo llegar a un consenso de actuación.

### • Problema del retardo en las lecturas

- Las **lecturas**, debido a la tecnología PRIME empleada en los SMs, se realizan **en serie** a nivel **individual**.
- Por ello, una **gran proporción del tiempo** dedicado a la predicción es **fijo** y proviene de la lectura del SM, existiendo soluciones a este inconveniente que entran fuera del alcance del presente estudio.



- **Resumen**

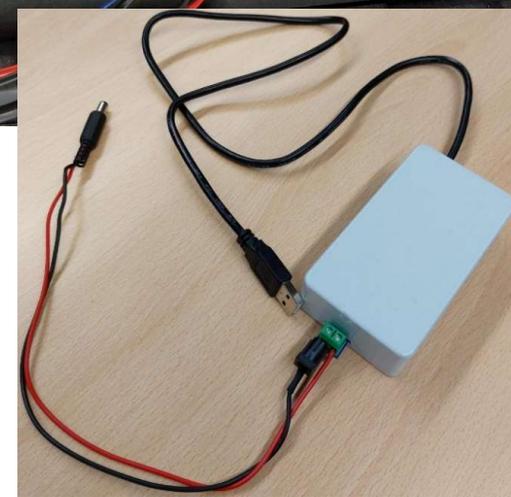
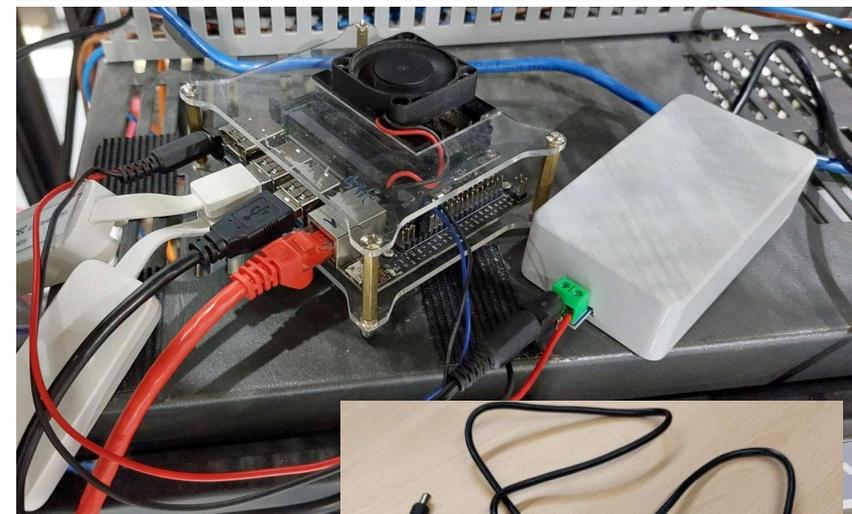
- El presente estudio busca **reducir el coste** del algoritmo en cuestión a nivel de tiempos y consumo energético.
- Para ello, se van a tratar los siguientes aspectos:
  - **Metodología:** Se detallan las herramientas de trabajo, describiendo los equipos y las características a emplear, que consiste en un entorno **Edge** y un entorno **Cloud**, en función del caso de uso a evaluar.
  - **Resultados:** Se realizan dos estudios independientes:
    - En primer lugar, se analizan los tiempos y consumos realizados en función del **nivel de agregación**, desde a nivel de CPM (1 SM) hasta a nivel de CGP (30 SMs). Este estudio se realiza en un entorno Edge, habitualmente empleado.
    - Seguidamente, realizamos el estudio para **múltiples CTs**, por una parte, en el entorno Edge, y, por otra parte, aprovechando el potencial del entorno Cloud, permitiendo lanzar llamadas simultáneas a los diferentes CTs.

# Metodología

## Algoritmos Verdes

### • Entorno Edge

- Consta de una **Jetson Nano Developer Kit**, ampliamente usado en este tipo de entornos.
- En este caso se ha instalado un **medidor de corriente** en su fuente de alimentación, de fabricación propia en las instalaciones de Tecnalía, para reportar su consumo.
- Las medidas de consumo se envían en formato CSV al equipo, siendo analizadas posteriormente.
- La frecuencia de lectura es de **un segundo**, con una resolución de **10 mA** y una corriente máxima de **4 A**.
- También se realizan medidas del **uso del CPU**, con el fin de obtener una relación entre ambas medidas ( **$E = f(\%CPU)$** ) y poder relacionar las mediciones realizadas en el Edge con las del Cloud.



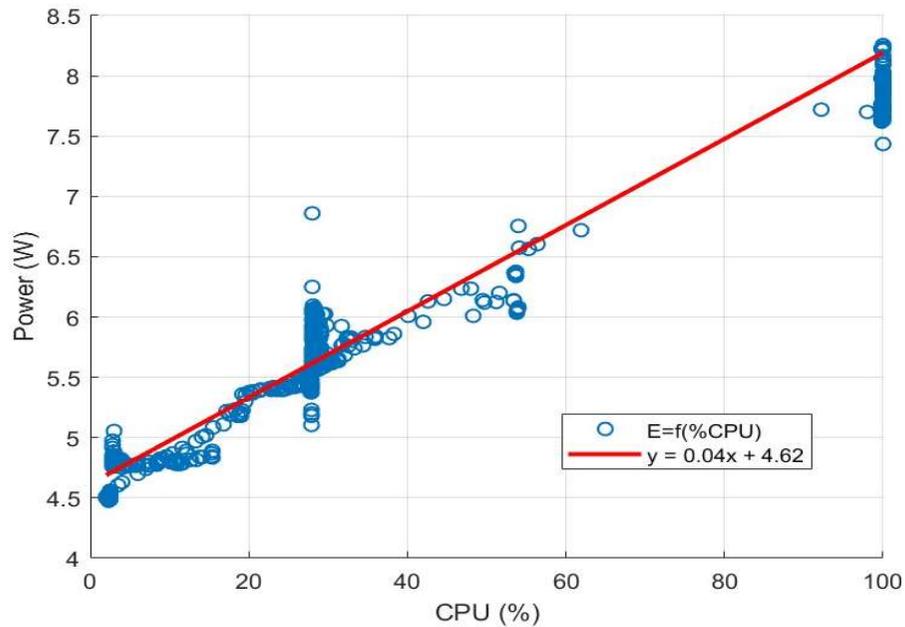
- **Entorno Cloud**

- Consta de una **Intel® Xeon® Platinum 8268 Processor**, empleando los propios equipos disponibles en las instalaciones de Tecnalía.
- En este caso, la medición de consumo y uso de CPU se realiza desde el reporte histórico de la **BBDD interna**.

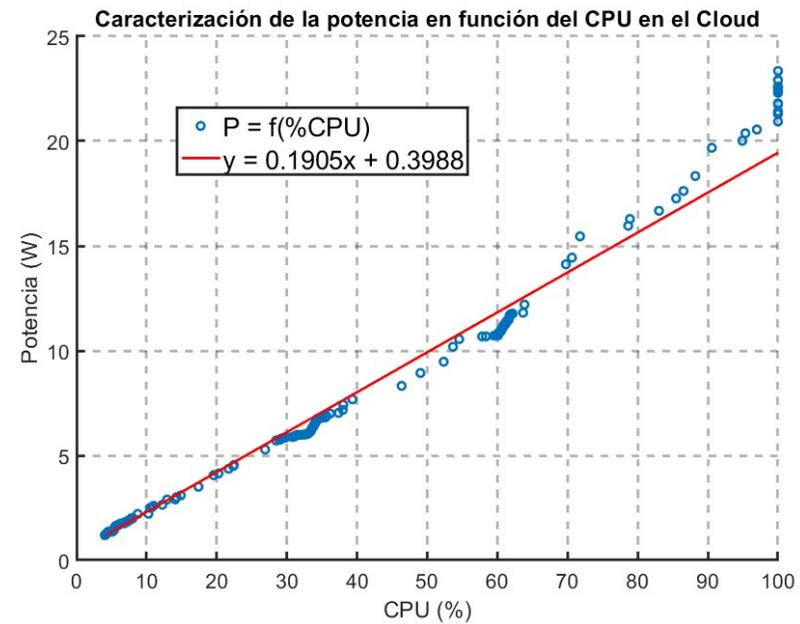


- **Justificación comparativa**

- Ya que ambos entornos realizan medidas desde diferentes fuentes, con el fin de comparar ambas mediciones, se analiza la **relación entre el uso de CPU y su consumo energético**, comprobando que existe una correlación común en ambos entornos.
- Se observa que existe una **correlación** aproximadamente **lineal** entre ambas variables que es común en ambos entornos. Conociendo esta dependencia se simplifica el cálculo del consumo energético.



## Entorno Edge

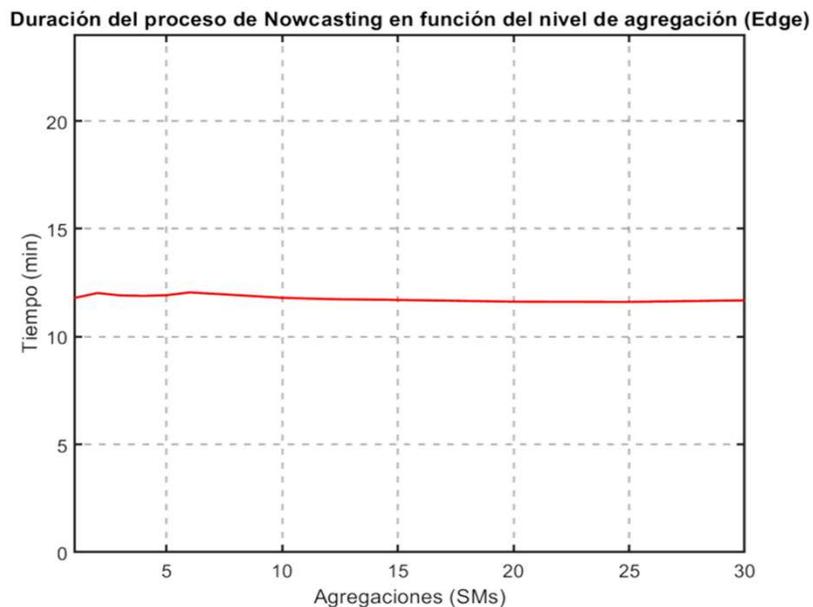
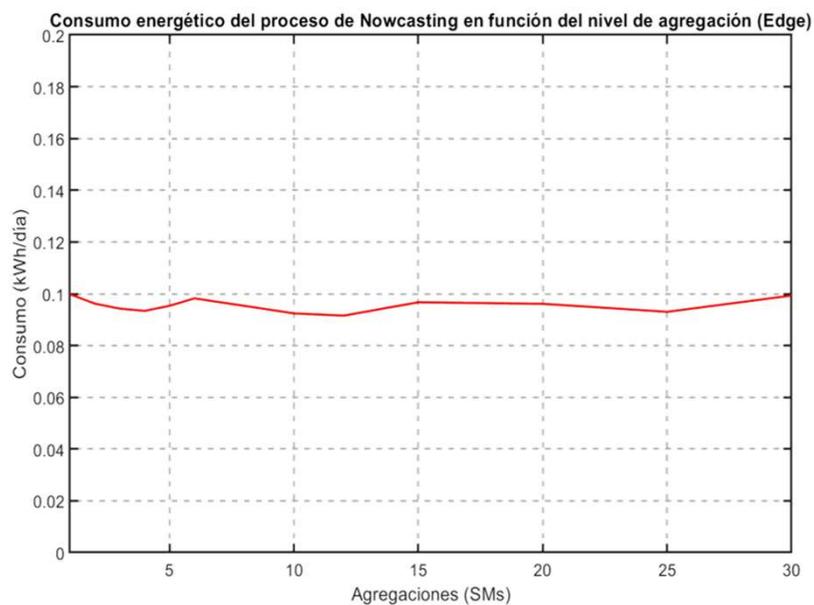


## Entorno Cloud



- **Nowcasting según el nivel de agregación**

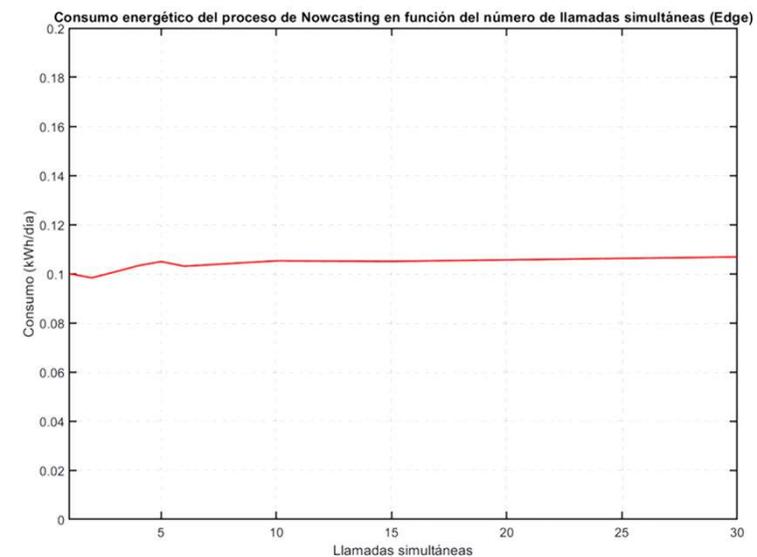
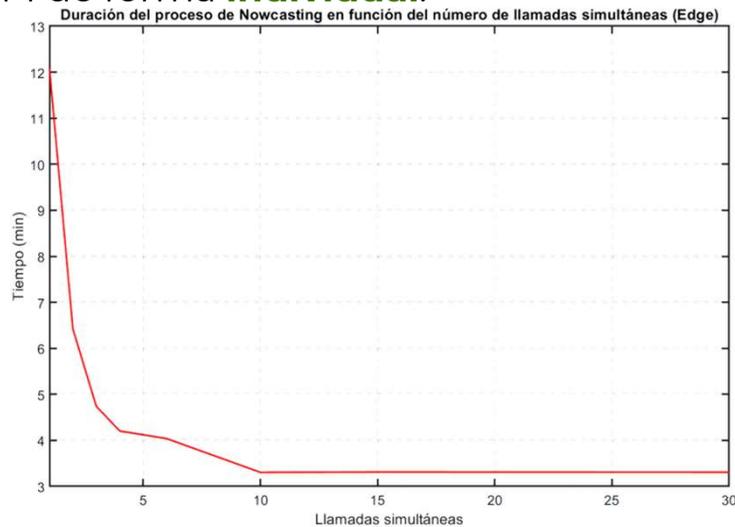
- **No existe una dependencia** observable con el nivel de agregación, debido al lanzamiento secuencial de lecturas, que no depende de esta variable y abarca casi la totalidad del tiempo de predicción.
- De esta forma, con la tecnología actual, **no es posible optimizar el coste** en función del nivel de optimización, pero ¿qué pasaría si dispusiésemos de tecnología 5G?



# Resultados

## • Nowcasting asumiendo tecnología diferente (5G)

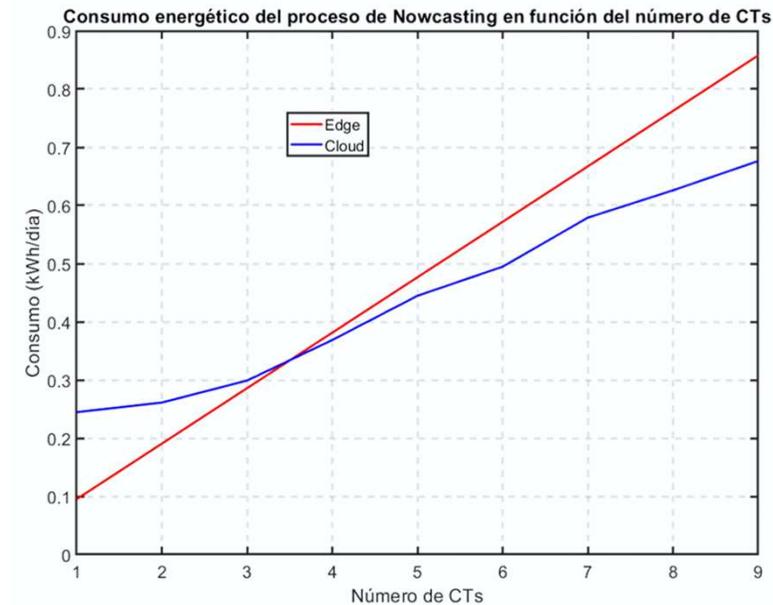
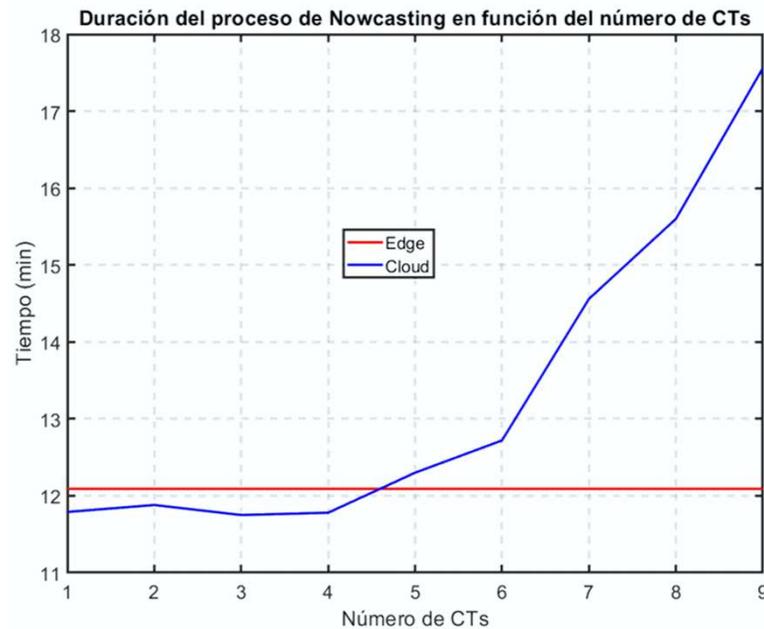
- El **tiempo de computación se reduce notablemente** conforme aumenta el número de llamadas simultáneas, de 12'09" a 3'19", optimizándose los tiempos de 10 llamadas simultáneas en adelante (satura).
- Sin embargo, **el consumo energético se mantiene constante**, ya que, por otra parte, el uso de CPU se incrementa al realizar llamadas simultáneas.
- Este caso sería diferente si se permitiesen realizar lecturas del agregado, en lugar de tener que **llamar** a cada SM de forma **individual**.



# Resultados

## Nowcasting según el número de CTs

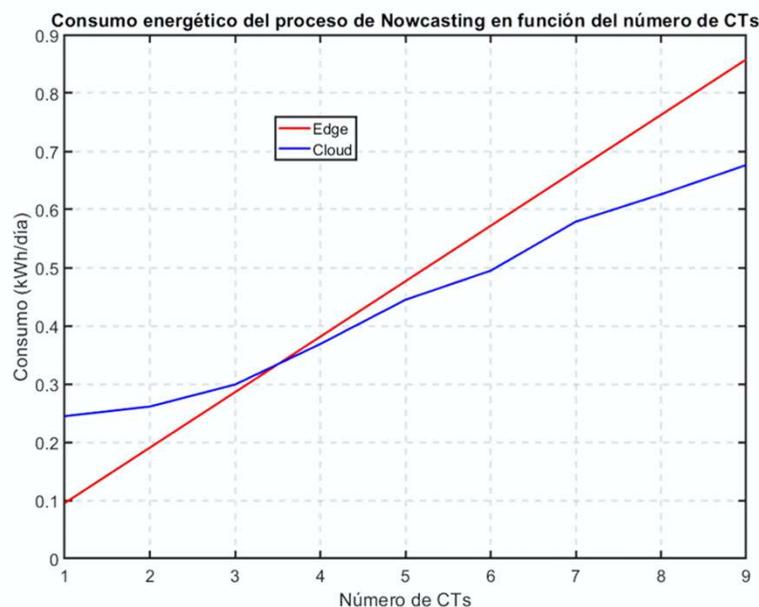
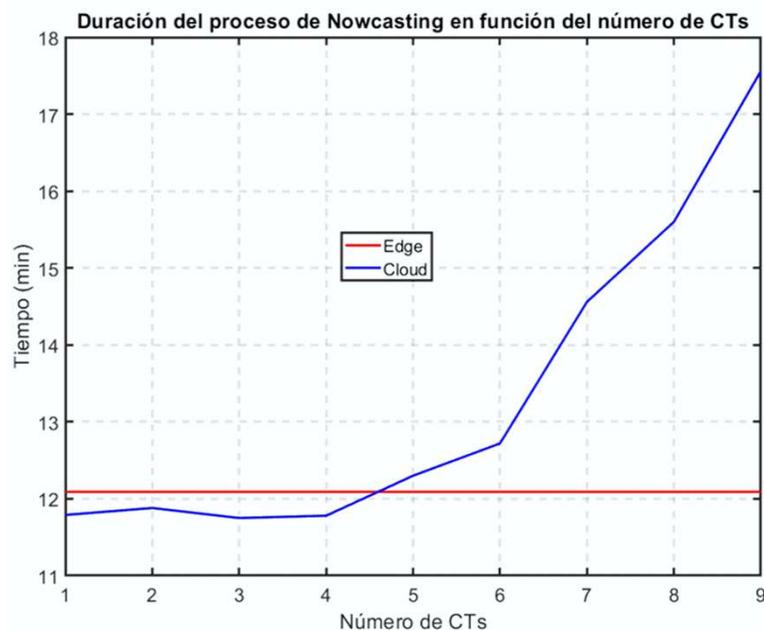
- Se realiza un contraste del entorno **Edge** (un equipo por CT) frente al **Cloud** (un único equipo).
- El **tiempo de computación** es algo menor en el Cloud que en el Edge hasta emplear 5 CTs. Para **más de 7 CTs** no es posible trabajar en el **Cloud**, ya que se **supera la frecuencia** de lanzamiento de la predicción (15').



# Resultados

- Nowcasting según el número de CTs

- El **consumo energético** es proporcional al número de CTs en el Edge, al tener un equipo por cada CT. El **Cloud** optimiza su rendimiento y no ve afectado tanto su consumo, siendo **más eficiente** que el Edge **de 4 CTs en adelante**. Podemos deducir por lo tanto que resulta óptimo trabajar en el Cloud entre 4 y 7 CTs.



- En función del nivel de agregación, mediante la tecnología actual, no es posible reducir el coste de tiempos o energético.
- Empleando una tecnología que permita realizar llamadas simultáneas a los SMs se reduce enormemente el tiempo de computación, permitiendo reducir enormemente la saturación de la red.
- En función del número de CTs se observa que el Edge consume menos que el Cloud cuando el número de CTs es inferior a 4, por otra parte, resulta necesario trabajar en el Edge a partir de 7 CTs, ya que la duración del Cloud supera el tiempo entre predicciones.
- Si es posible reducir los tiempos de predicción (al emplear otra tecnología, realizando lecturas selectivas, obteniendo el agregado en lugar de lecturas individuales, ...) el entorno Cloud destacaría notablemente, reduciendo su consumo de forma progresiva conforme más CTs estén involucrados.

# ¡GRACIAS!

*guillermo.moreno@tecnalia.com*



INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
PARA LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ASUNTOS ECONÓMICOS  
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE DIGITALIZACIÓN  
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

**R** Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008