



# 5G-AGROGREEN

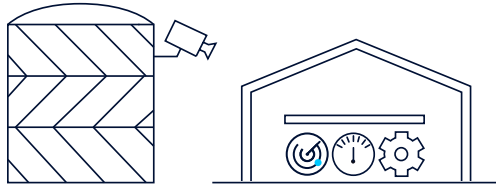
29<sup>th</sup> July, 2023

Nokia Spain

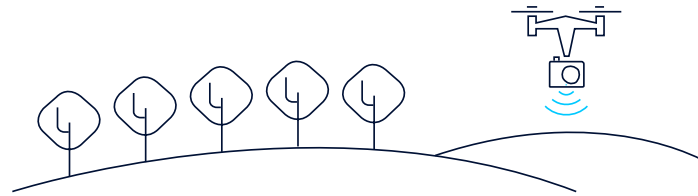
# La agricultura del futuro

Monitorización y automatización robustas, operacionalmente simples y en tiempo real, con emisiones ZERO de CO2

## 1-SEE, 2-THINK, 3-ACT, but in 4-GREEN



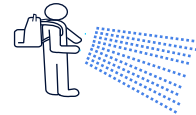
Automatización de  
equipos, robótica,  
seguridad, sensores



Agricultura de precisión y monitoreo de campo



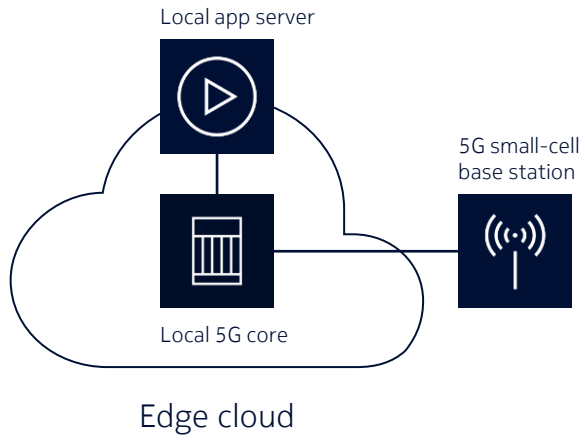
Vehículos autónomos



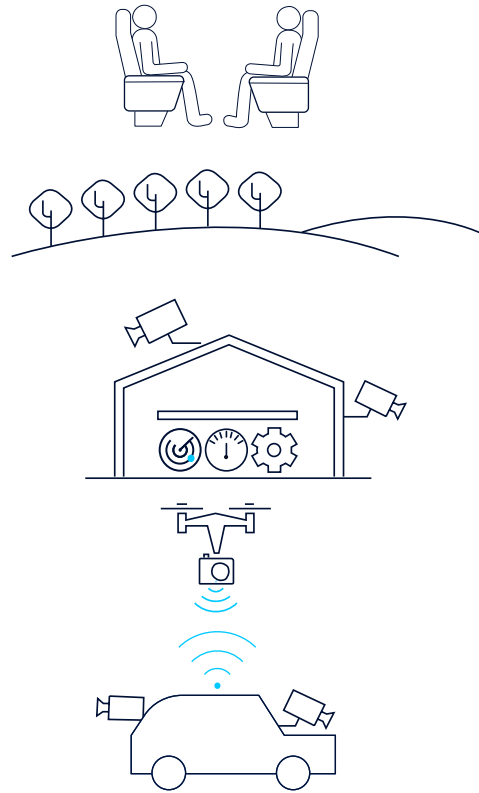
La futura granja inteligente requerirá comunicaciones confiables, escalables y resistentes

# La relevancia de los datos

## Medidas y toma de datos



# 1-SEE



Consejos y asesoría de expertos en cultivos

Medidas en campo y cultivos

Medidas en bodega, sensorización y monitorización

Medidas aéreas con drones

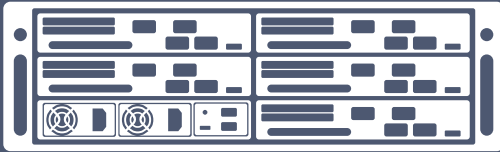
Medidas con AGVs

El dato agrario de cualquier fuente será clave para la automatización agraria o para la asistencia en la toma de decisiones


## La relevancia del procesamiento de los datos

Automatización inteligente de la interpretación de los datos para automatización o asistencia a la toma de decisiones

OpenEdge AirFrame con GPUs



Añadiendo capacidad de computación GPU en el borde de la red



Integración en el borde de la radio

Estación Base AirScale

# 2-THINK

- Inteligencia artificial
- Realidad inmersiva
- Aritmética común
- Procesamiento de paquetes
- Protocolos de radio
- Cifrado
- Compresión
- Aceleración de contenido

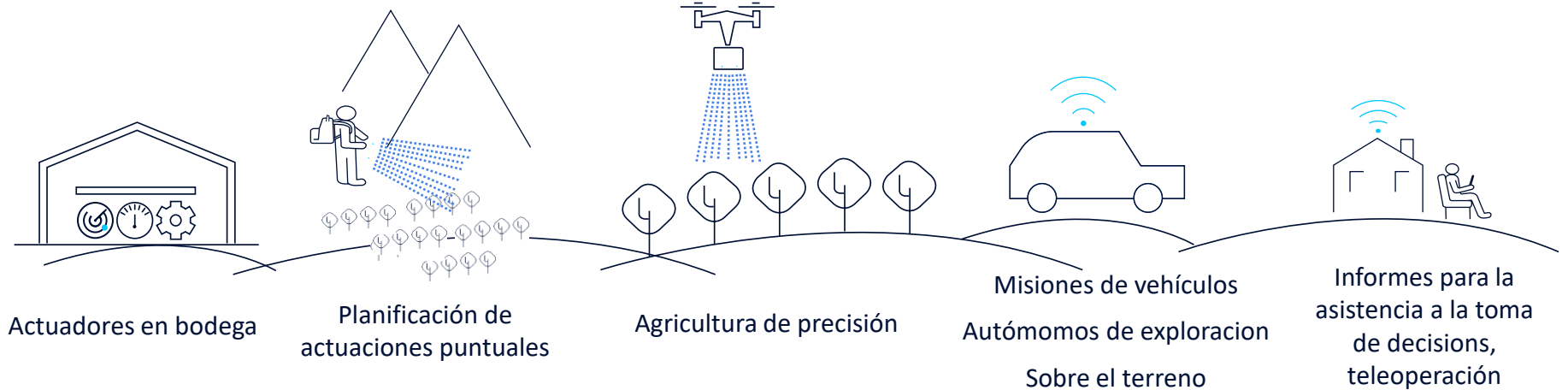


Gestión inteligente para dar soporte a la automatización de tareas agrarias o a la asistencia a la toma de decisiones

Actuar antes, de forma mas precisa y con menos recursos

La asistencia a la toma de decisiones de los agricultores o la automatización de algunos procesos conlleva grandes ventajas

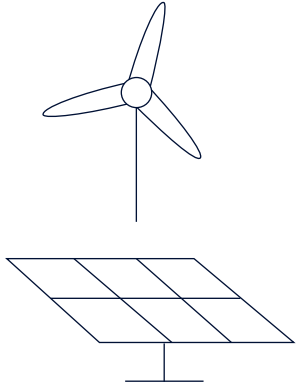
# 3-ACT



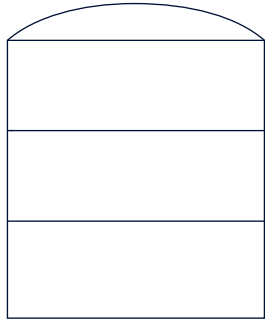
La futura granja inteligente requerirá comunicaciones confiables, escalables y resistentes

# La agricultura del futuro

Monitorización y automatización robustas, operacionalmente simples y en tiempo real, con emisiones ZERO de CO2 en el site de referencia



Wind and Sun  
powered site



Baterías de  
alimentación situadas  
en el punto de  
presencia radio



Radio Site only powered  
By green energy, acting  
as energy provider



## 4-GREEN

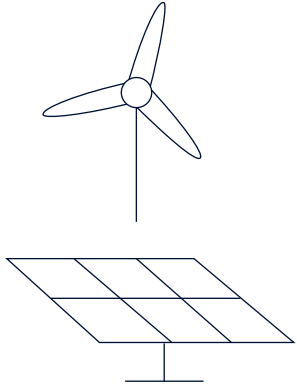
Equipos alimentados  
por energía verde:

Vehículos, módems,  
AGVs, drones, radio  
5G, radioenlace, ...

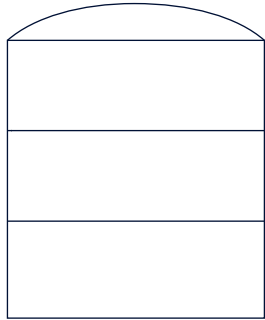
La futura granja inteligente requerirá comunicaciones confiables, escalables y resistentes

## Agriculture of the future

Robust, operationally simple and real-time monitoring and automation, with ZERO CO2 emissions at the reference site



Wind and Sun  
powered site

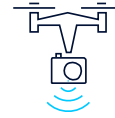


Power batteries  
located at the radio  
point of presence



Radio Site only powered  
By green energy, acting  
as energy provider

Radio Site only  
powered By green  
energy, acting as  
energy provider



# 4-GREEN

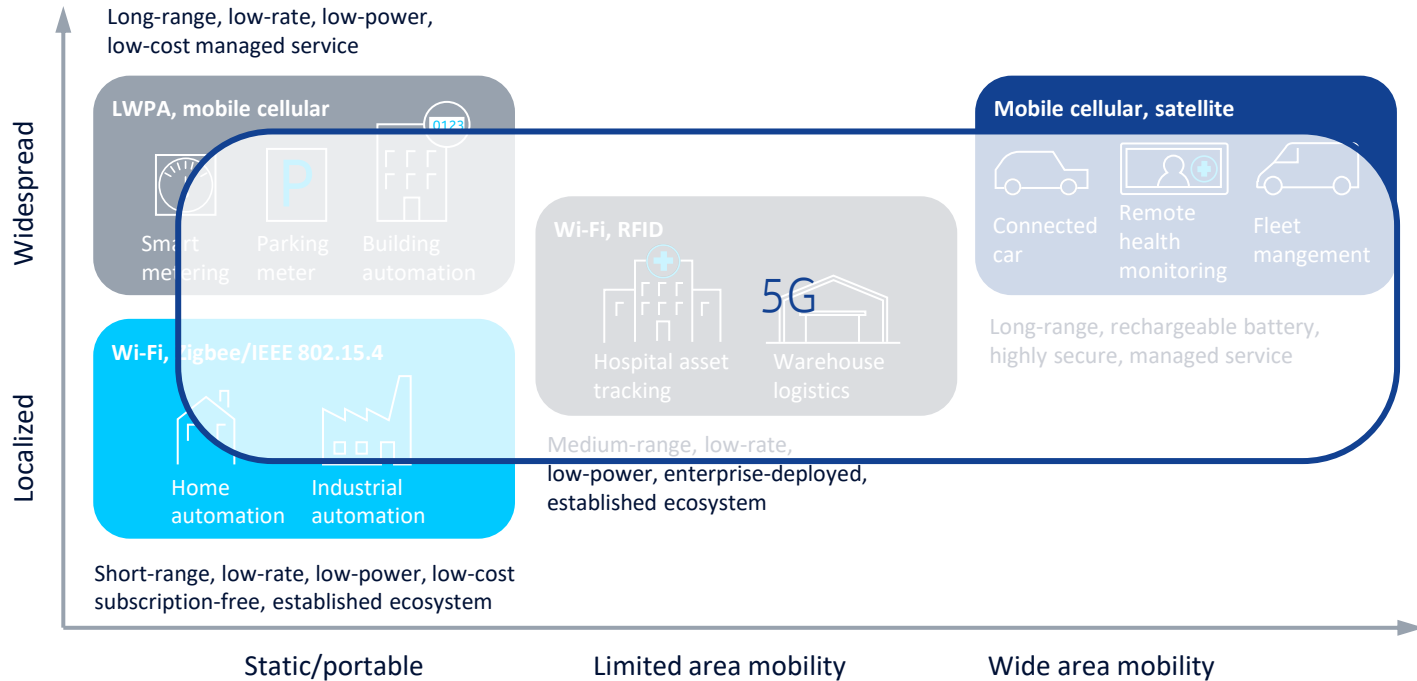
Equipment powered  
by green energy:

Vehicles, modems,  
AGVs, drones, 5G  
radio, radio link, ...

The future smart farm will require reliable, scalable and resilient communications

# IoT Connectivity Technologies

## Application Requirements Drive Technology Choice

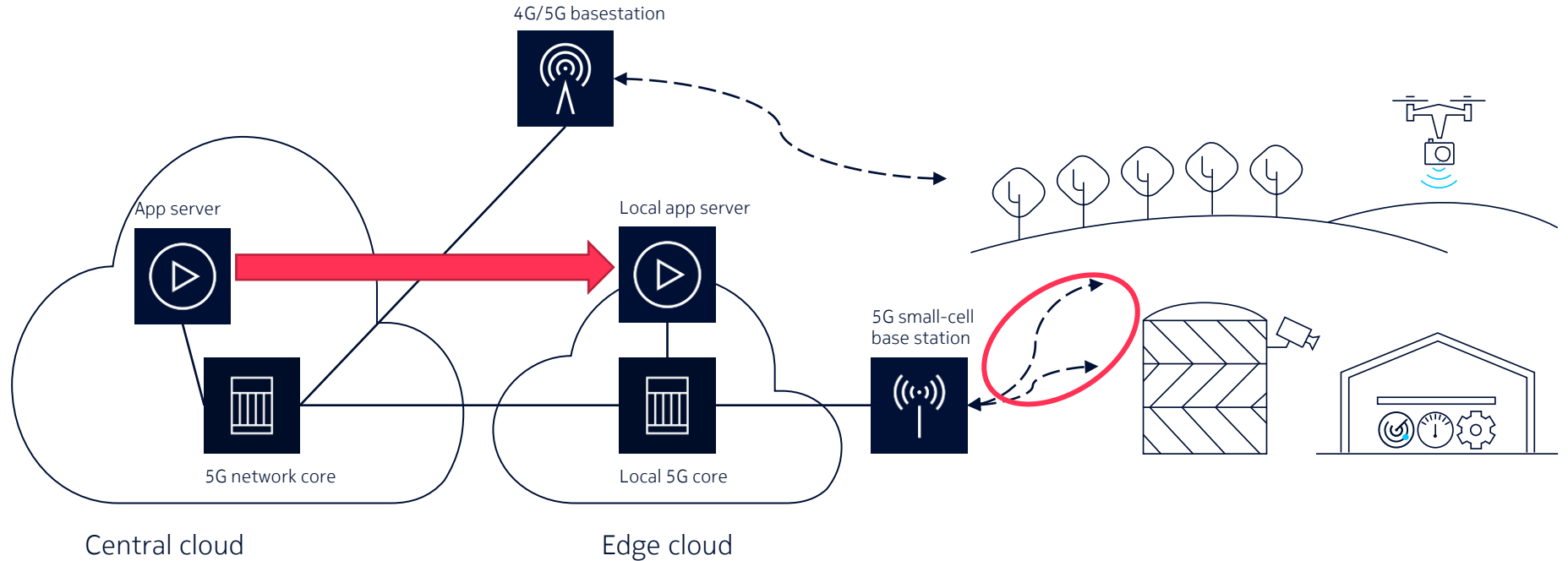


5G: ideally positioned to support future farm deployments



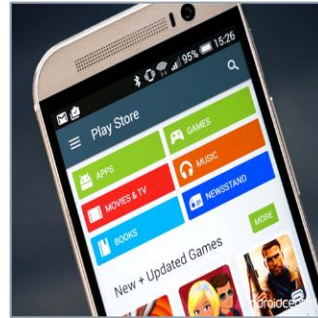
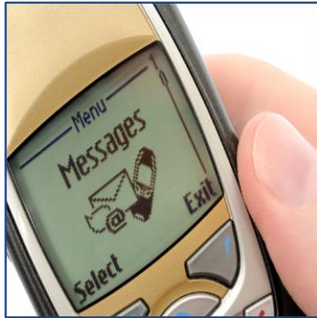
# Arquitectura de Red Agrícola Inteligente

Edge cloud distribuida, que reduce la latencia y mantiene los datos privados locales



Las innovaciones de radio 5G y la computación en el borde de la red permiten aplicaciones sensibles a la latencia

# What does 2G, 3G, 4G mean for users?



## Small wireless data

- 1993 SMS
- 1997 Snake

2G

## Wide-area wireless networking

- 1999 i-mode
- 2003 3G data cards
- 2005 Nokia N70

3G

## Mobile internet

- 2007 iPhone
- 2008 App stores
- 2010 Netflix's mobile client
- 2011 Facebook's Messenger for Mobile

4G

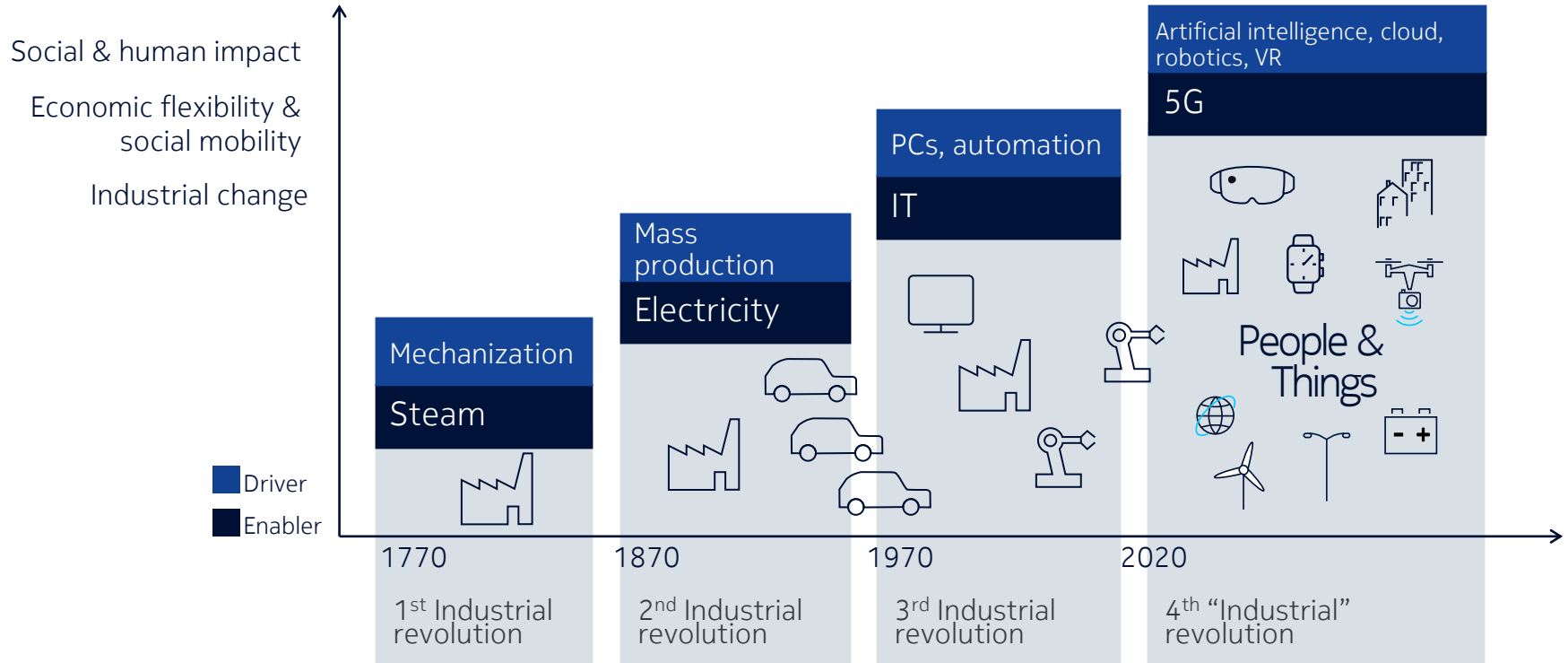
## Immersive, pervasive networking

- 2018 Virtual and augmented reality
- 2020 Critical machine coms for industry automation

5G

The evolution of network & device capabilities deepen user engagement & expectations

# 4<sup>th</sup> “Industrial” Revolution powered by 5G



# Green 5G solution

## Dron de análisis multispectral

El P4 Multispectral unifica el proceso de capturar la información necesaria para conocer el estado de los cultivos y para ayudar a la gestión de la vegetación. DJI ha dotado a esta plataforma del mismo potente rendimiento que le caracteriza, incluyendo un tiempo máximo de vuelo de 27 minutos y un alcance de transmisión de 7 km[1] con el sistema OcuSync.





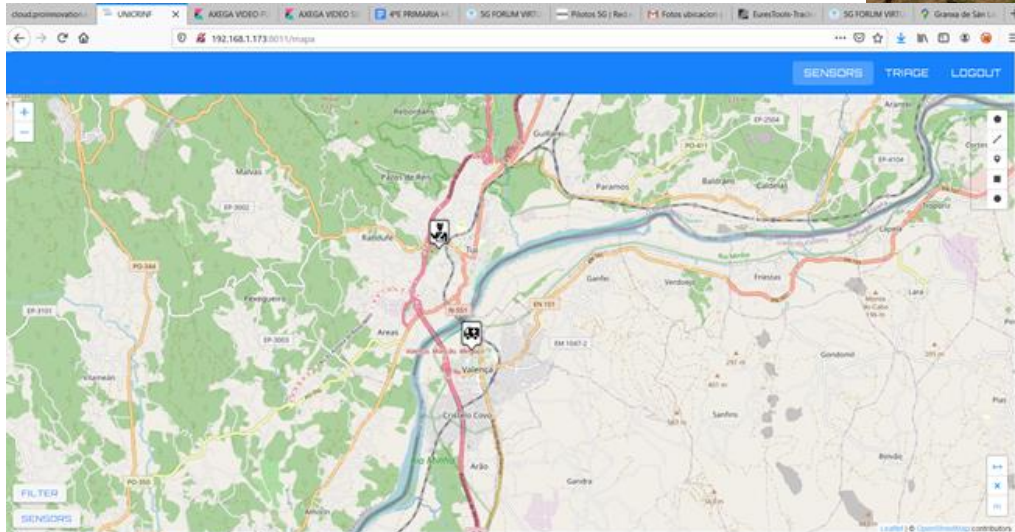
# 5G Site as green power site

## Dron de análisis multispectral

Drones, Sensors, vehicles, radio site, all involved devices Will be fed with green energy generated in the AGRO site



We would not only be talking about services for the population of all kinds,



# 5G Site as green power site

## Dron de análisis multiespectral

Drones, Sensors, vehicles, radio site,  
all involved devices Will be feeded  
with green energy generated in the  
AGRO site

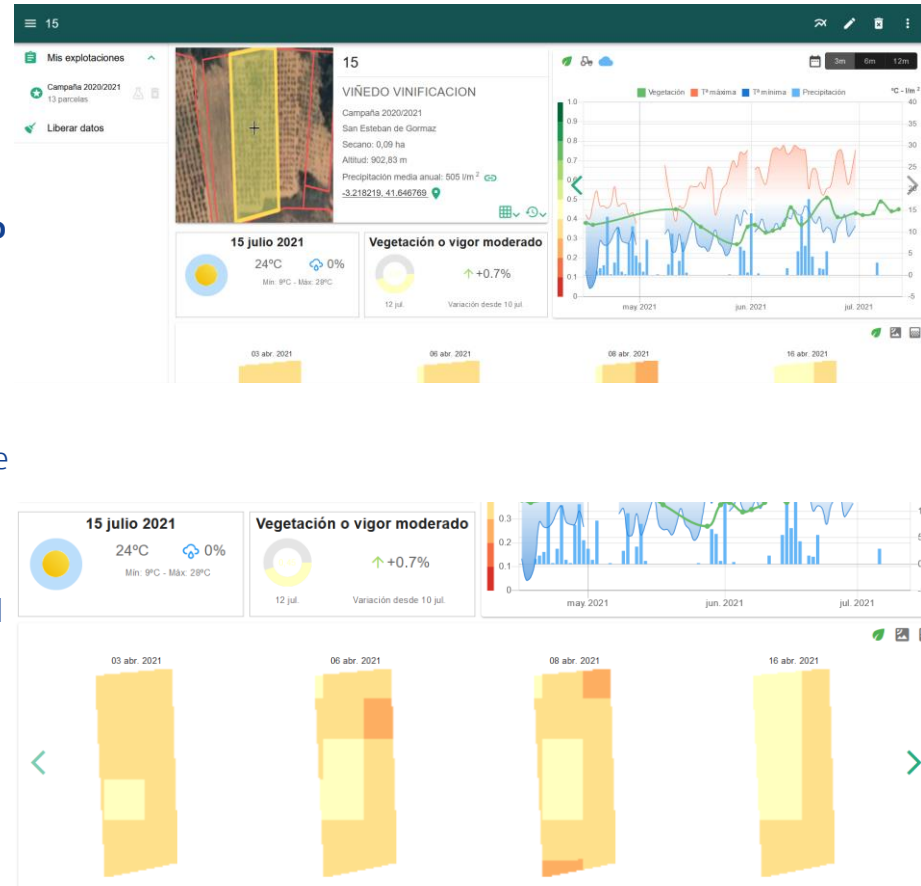


# Collaborators – OPI ITACYL

## SATIVUM Tool

Sativum es un **desarrollo informático del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León para agricultores** que permite acceder y gestionar información de parcelas agrícolas. Se asienta sobre tres pilares que se irán desarrollando y perfeccionando:

- **Acceso a datos sobre el suelo**, el clima y el cultivo a escala de parcela gracias al acceso a datos de diferentes redes de sensores, satélites de observación de la tierra y bases de datos.
- **Ayuda en la toma de decisiones sobre el cultivo** mediante el desarrollo de herramientas que basadas en datos y modelos agronómicos orienten al productor en la toma de decisiones de fertilización, riego, etc.
- **Simplificación de la relación entre el agricultor y la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural** así como una vía de comunicación entre ambos para la emisión de avisos.





# Collaborators – OPI ITACYL

## SATIVUM Tool: Acceso a datos sobre el suelo

El DJI Agras MG-1 es un octocóptero de precisión a tasa variable de pesticidas líquidas herbicidas, aportando nuevos niveles de agricultura.

The screenshot displays the SATIVUM web application interface. The top navigation bar includes a search field for 'Nombre parcela' and a menu with options like 'Mis explotaciones' and 'Liberar datos'. The main content area shows a summary for a specific area: '3,51 ha' and '16 parcelas', with '3 cultivos' (Avena, veza, viñedo vinificación) and '1 explotación'. Below this is a table listing individual plots.

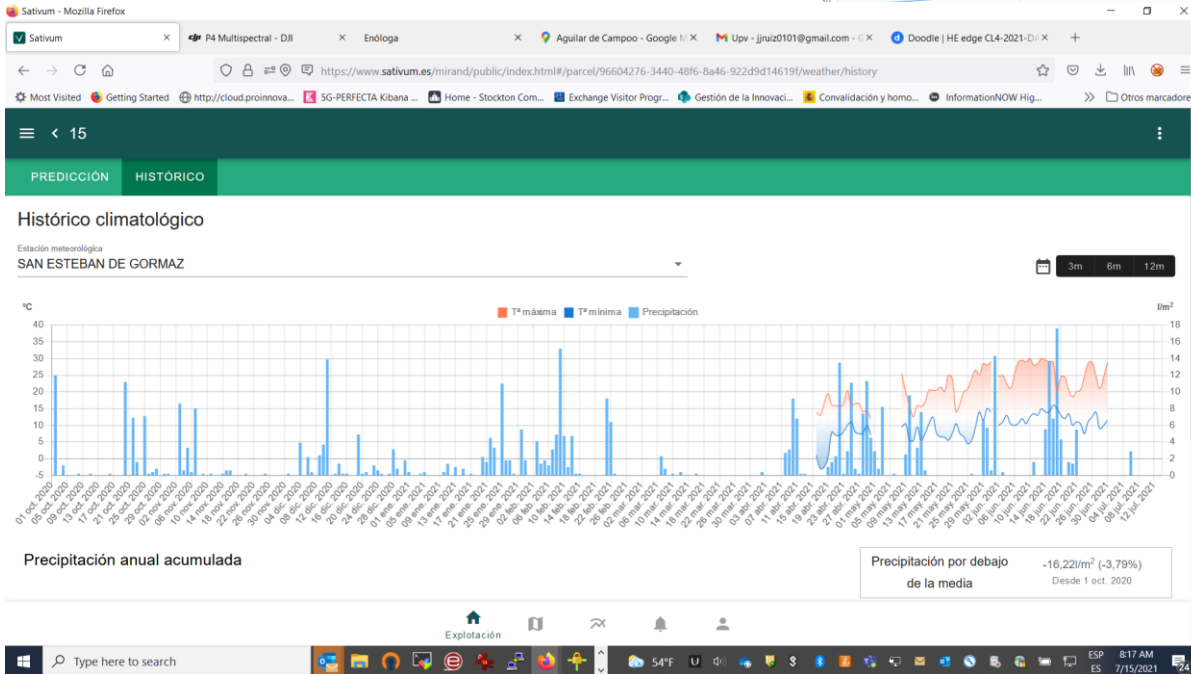
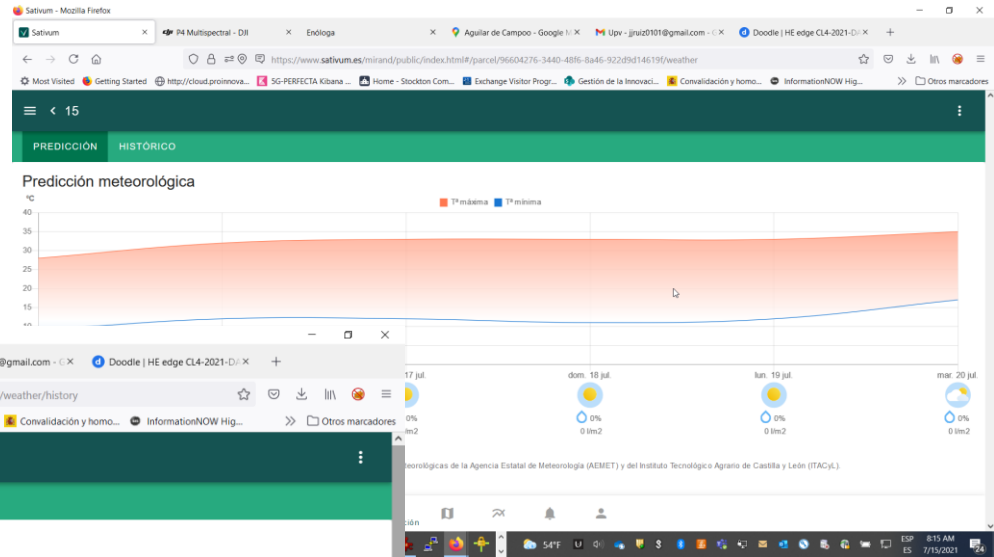
Nombre	Cultivo	Superficie (ha)	Municipio	Expediente	Vegetación
VIÑEDO VINIFICACION		0,01	San Esteban de Gormaz		
VIÑEDO VINIFICACION		0,07	San Esteban de Gormaz		
VIÑEDO VINIFICACION		0,09	San Esteban de Gormaz		
VIÑEDO VINIFICACION		0,07	San Esteban de Gormaz		
VIÑEDO VINIFICACION		0,09	San Esteban de Gormaz		
VIÑEDO VINIFICACION		0,1	San Esteban de Gormaz		
VIÑEDO VINIFICACION		0,09	San Esteban de Gormaz		
VIÑEDO VINIFICACION		0,06	San Esteban de Gormaz		

This screenshot shows the map view of the SATIVUM application. The map displays a rural landscape with various agricultural plots outlined in green. The interface includes a search bar for 'Referencia SIGPAC o municipio' and a sidebar with 'Mis explotaciones' and 'Liberar datos' options. The bottom of the screen shows the Windows taskbar with the system clock at 8:14 AM on 7/15/2021.



# Collaborators – OPI ITACYL

## SATIVUM Tool: Acceso a datos sobre el suelo



# Energía verde en telecomunicaciones



## Isla 5G en Matanza de Soria

- Red 5G + Core + MEC
- Autoabastecida (solar + eólica + generador diesel backup)
- Conectividad por StarLink

**Escenario:** isla 5G en Matanza (Soria), desde donde se operan dispositivos IoT para casos de uso de agricultura: sensores ambientales, cámaras, vehículos autónomos...

### Objetivos:

- Monitorizar el consumo de energía de los dispositivos
- Monitorizar la generación de energía de la isla
- Predecir el consumo y generación de energía para decidir en qué momentos ejecutar los distintos escenarios (operar AGV, entrenar algoritmos IA, etc)



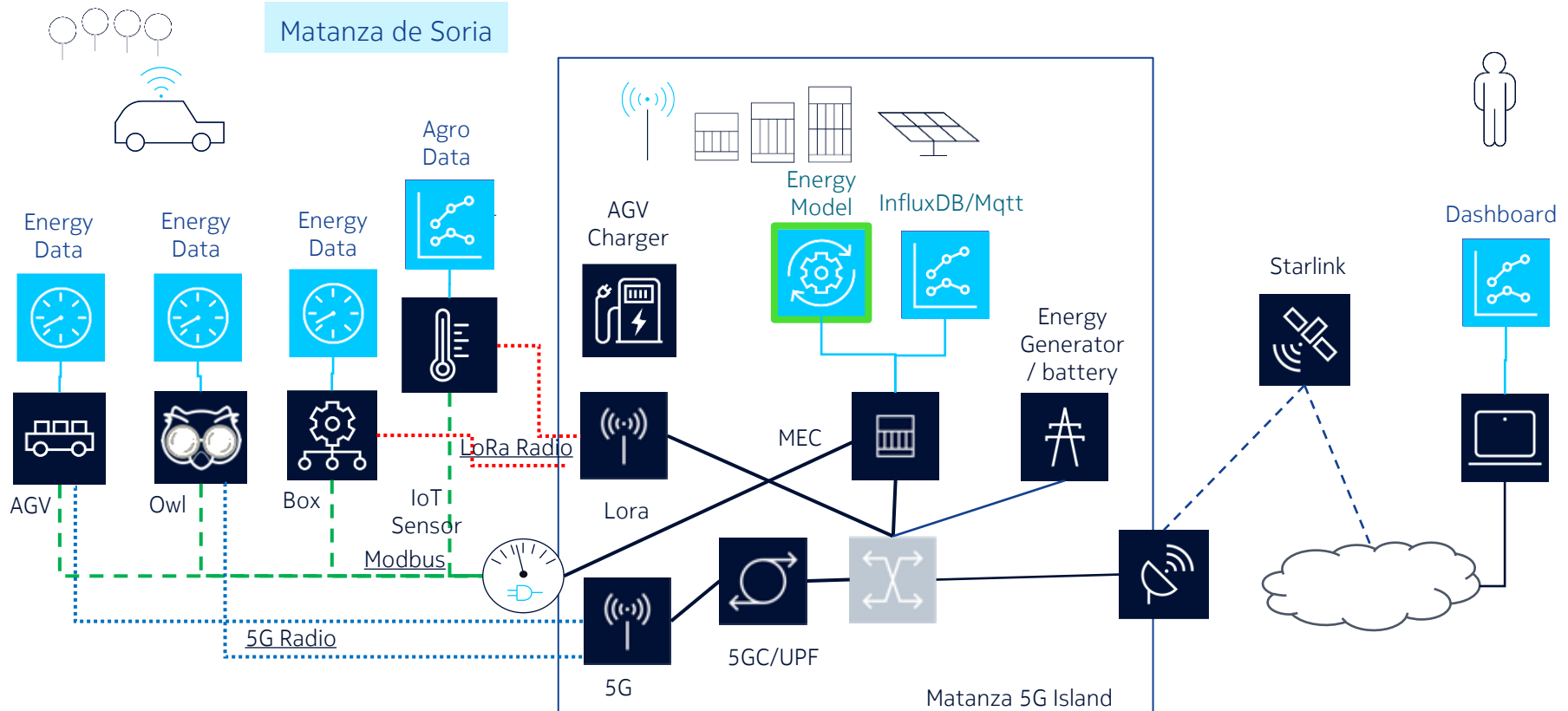
- Bandas n40 o n78 y/o n258 & B7
- Integrar medidor de consumo de energía
- Integrar medidores de generación de energía
- Desplegar y mantener una red 5G + MEC + red IoT en el emplazamiento de Matanza
- Sensores IoT de monitorización de consumo en dispositivos. Monitorización de consumo en baterías. *Hay una parte subcontratada.*
- Algoritmos de predicción de consumo y generación eléctrica a partir de datos de uso y del tiempo atmosférico\*.
- Captura de datos en Matanza de Soria\*

\*subcontratado a FUNDETEL de UPM: Jose Manuel Moya

# Arquitectura

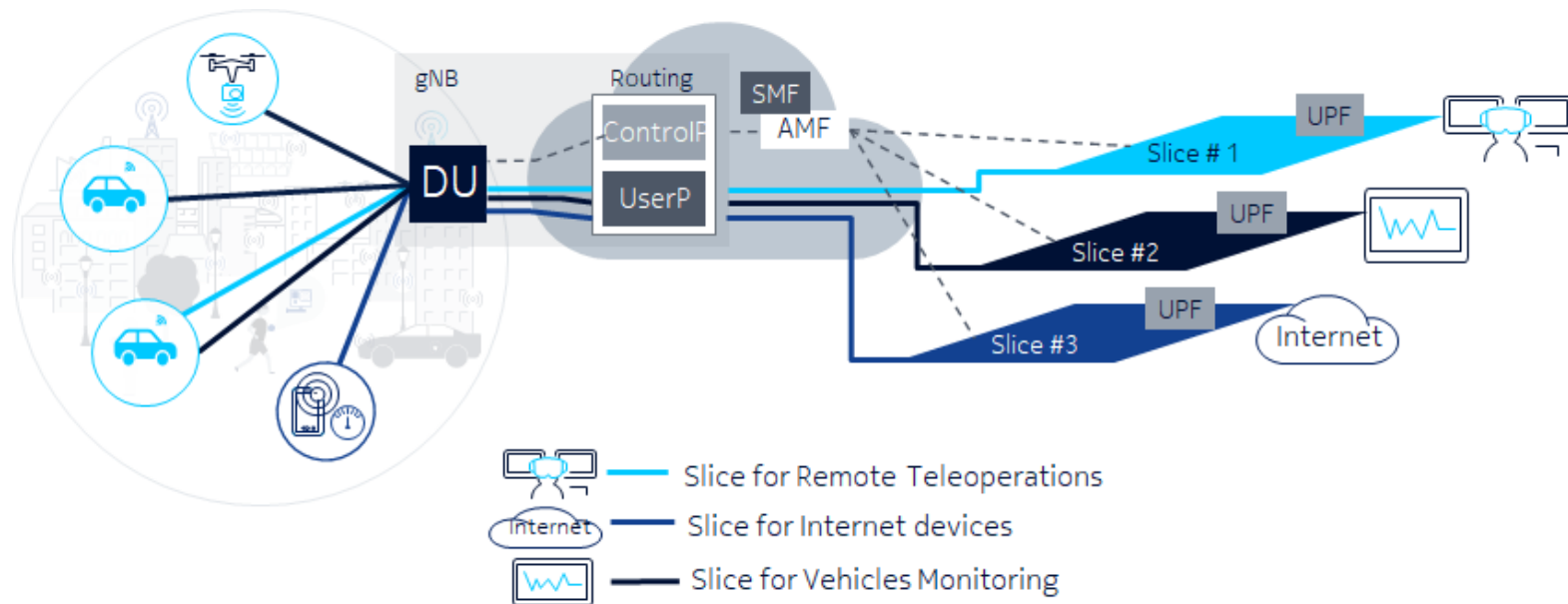


Energía Verde  
Comunicaciones



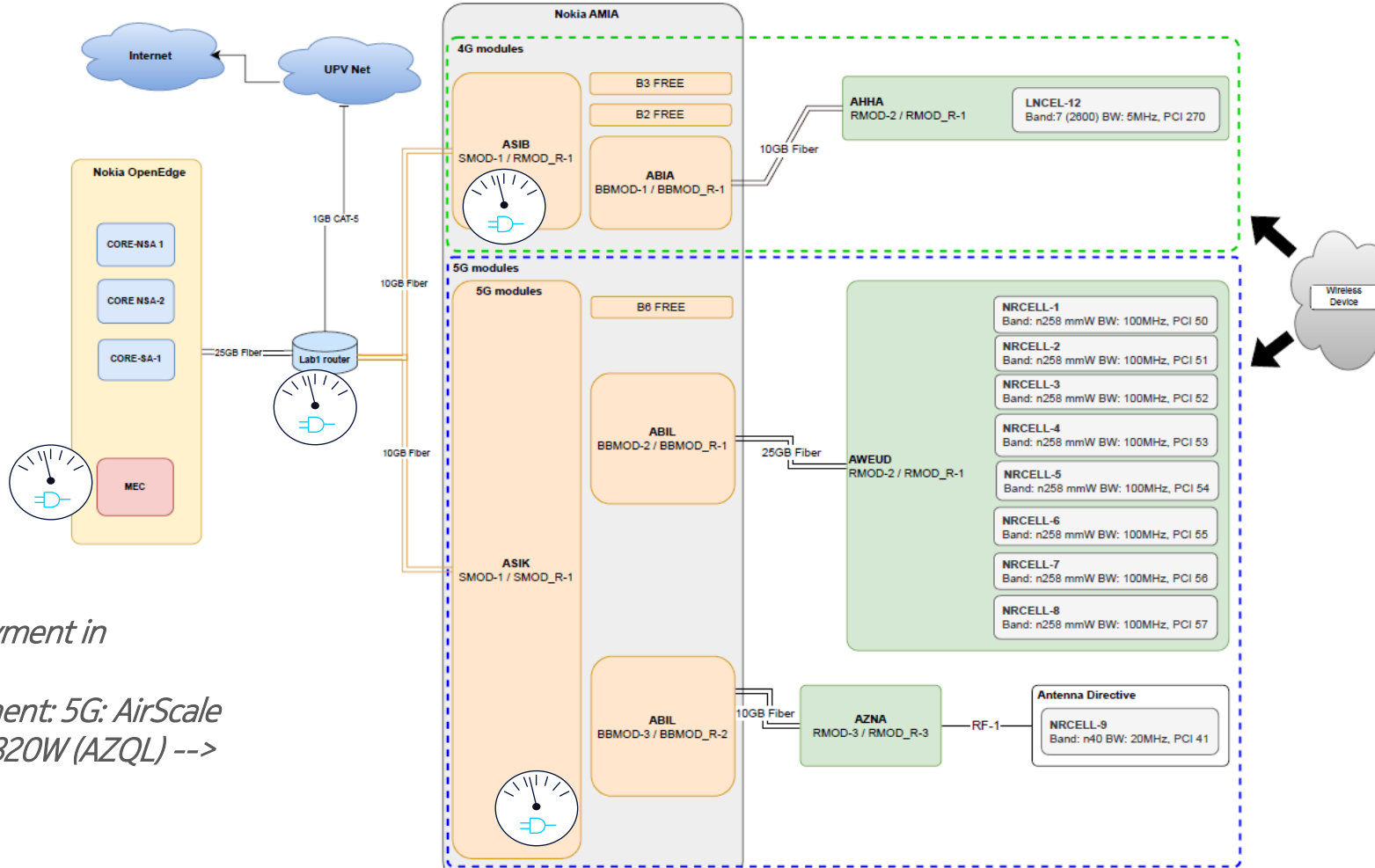
# Arquitectura

Several Slices in Radio, Transport and Core



# Radio HW

## Radio Slices

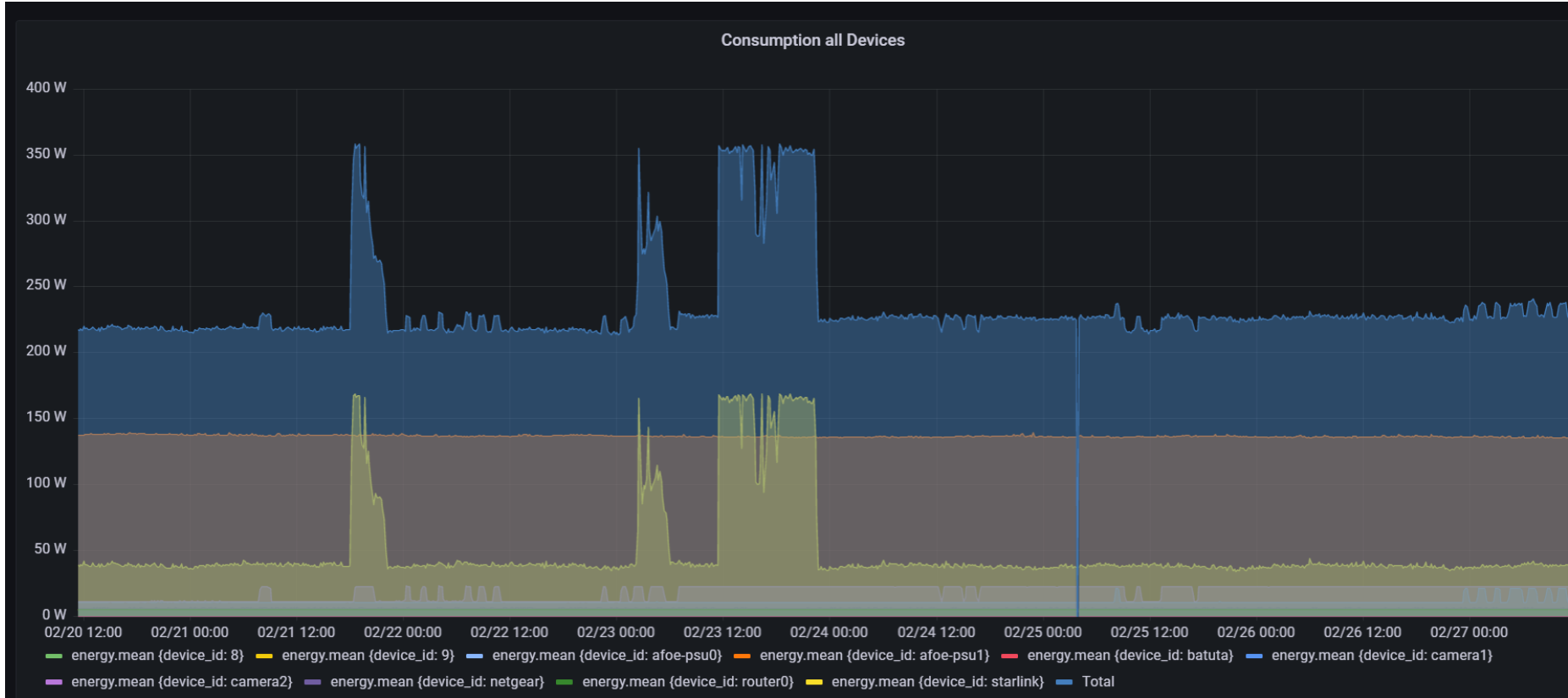


*Not final deployment in Matanza.*

*Current equipment: 5G: AirScale RRH 8T8R n78 320W (AZQL) --> 5G TDD 3500*

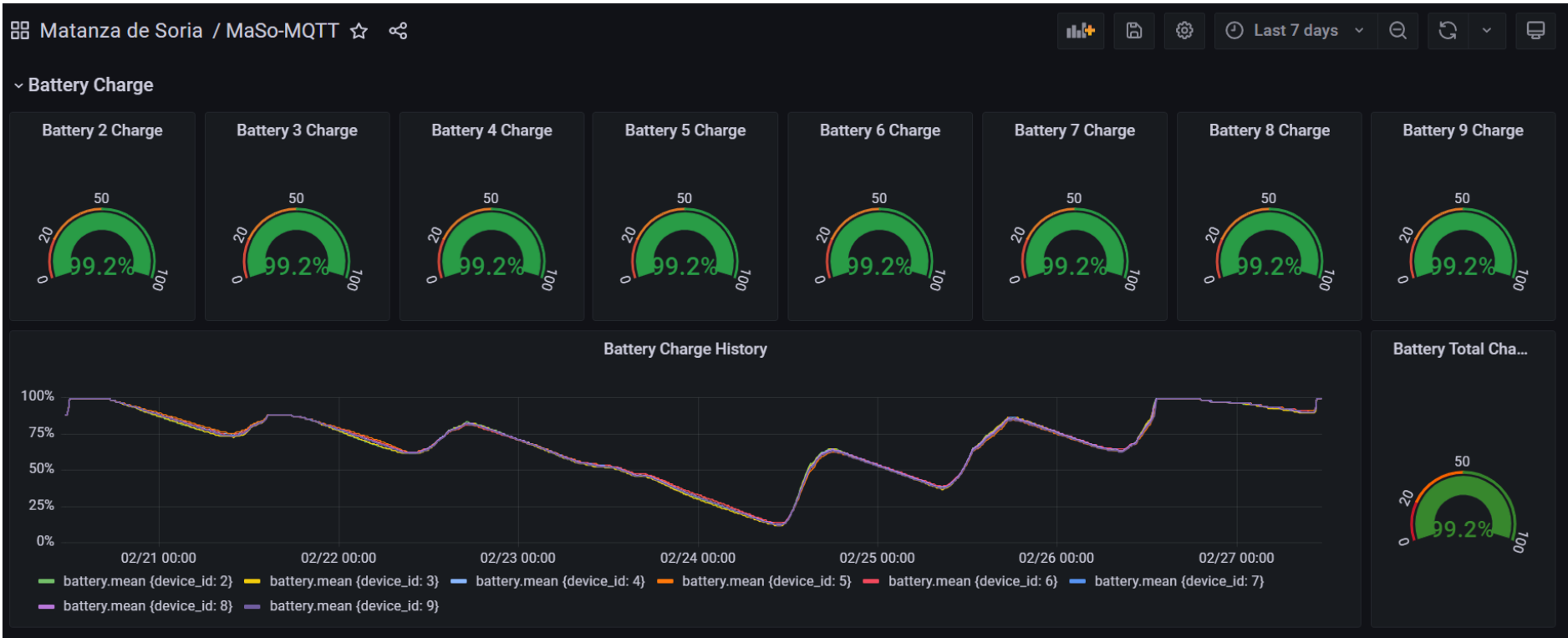
# Energy Sensors

Source of information of Energy Sensors



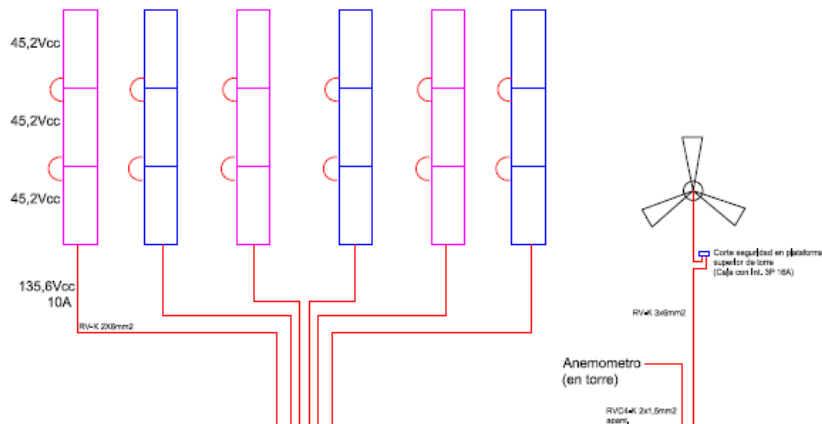
# Energy Sensors

Source of information of Energy Sensors

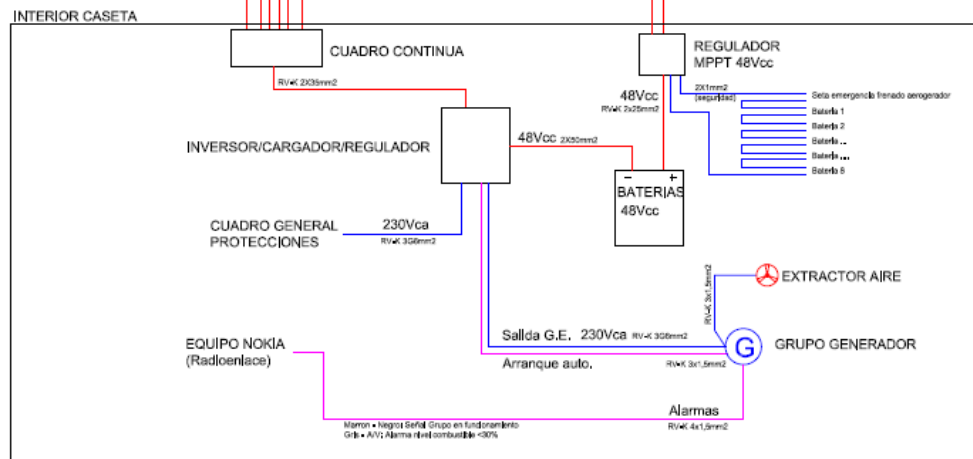
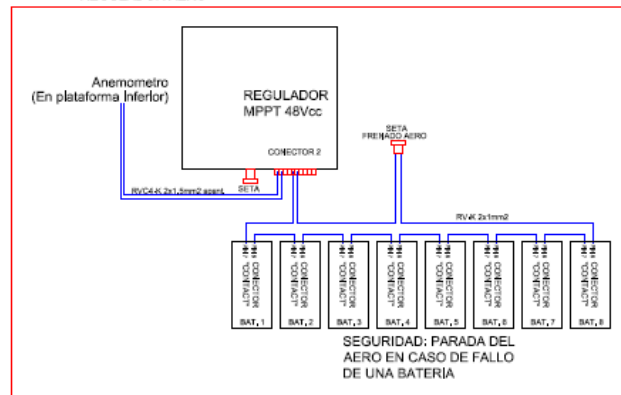


# Energy Sensors

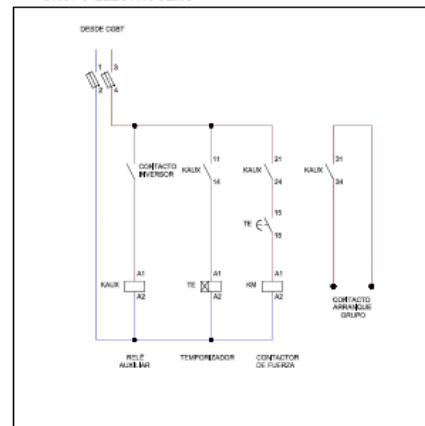
Source of information of Energy Sensors



DETALLE CONEXIONES REGULADOR AERO



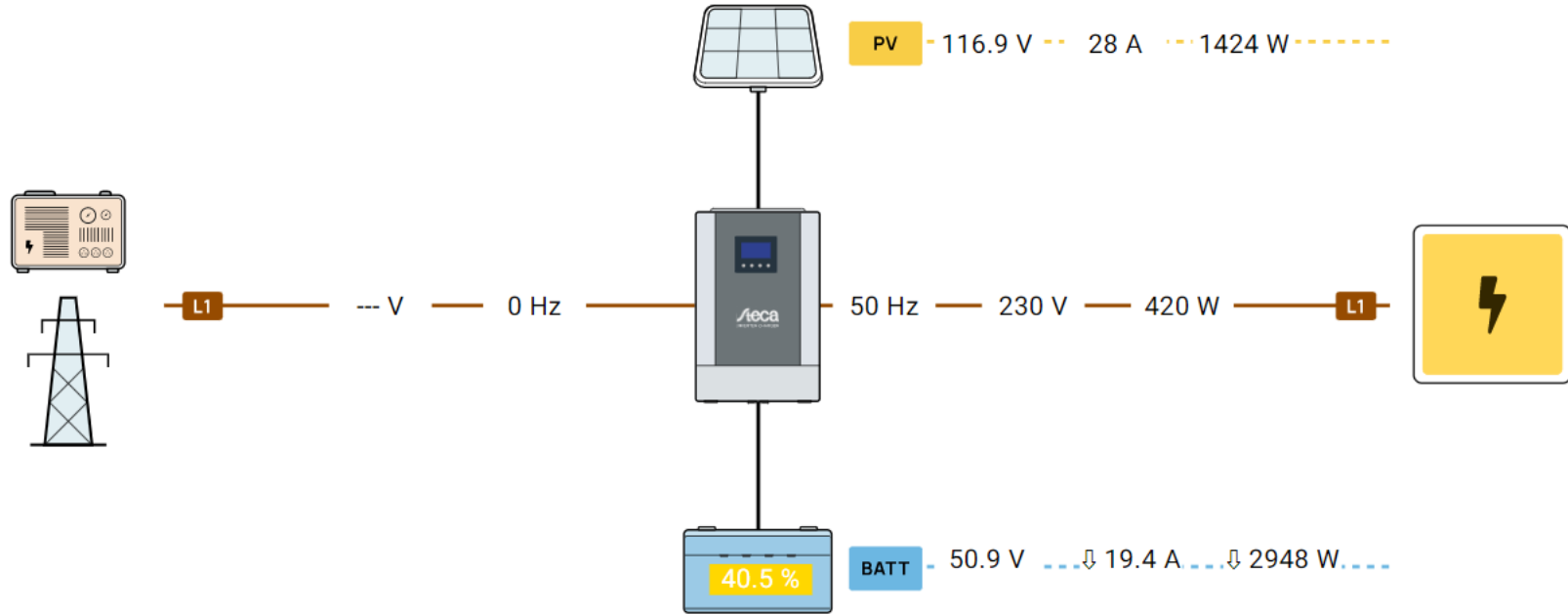
TEMPORIZACION ARRANQUE-PARO GRUPO ELECTROGENO





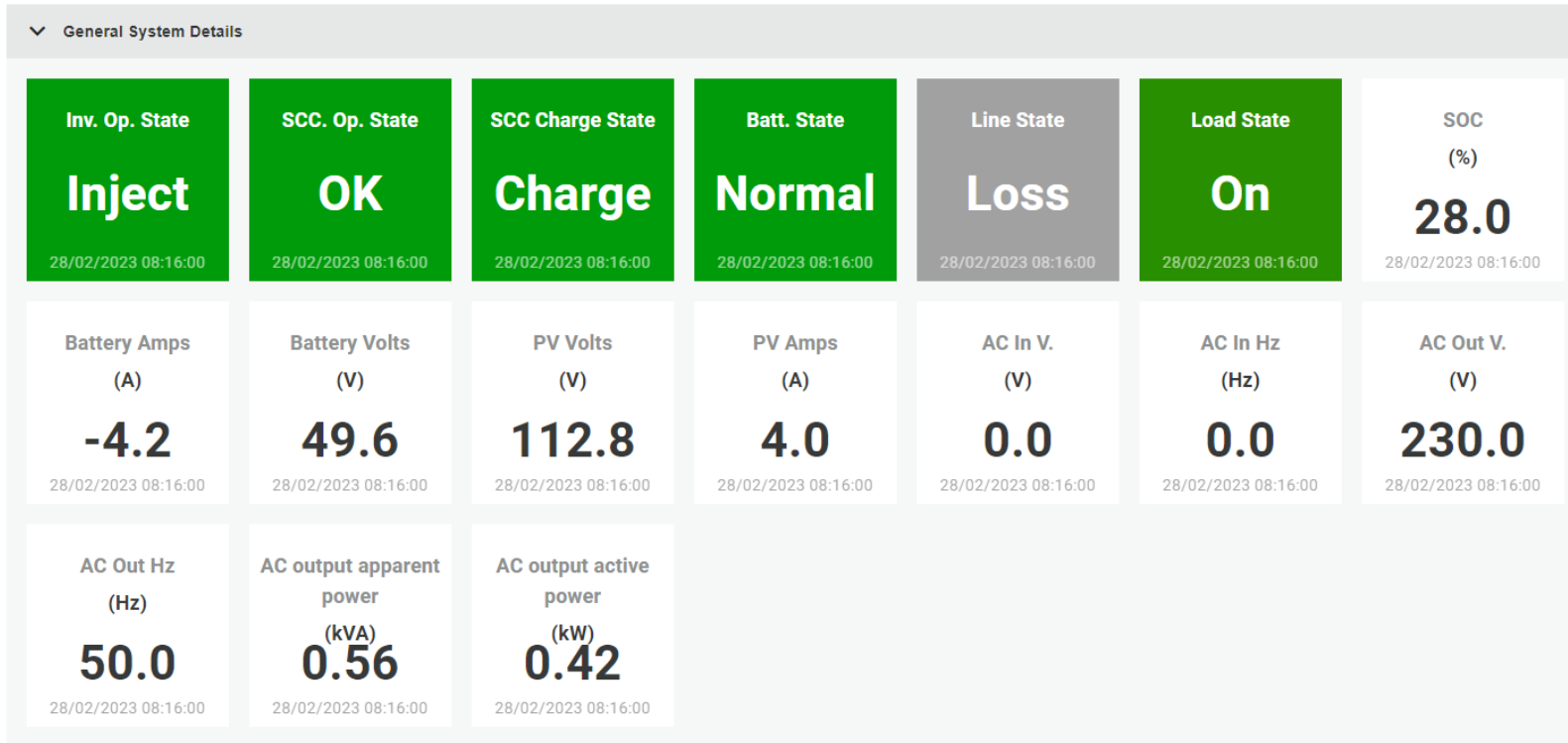
# Energy Sensors

Source of information of Energy Sensors: Photovoltaic Panels



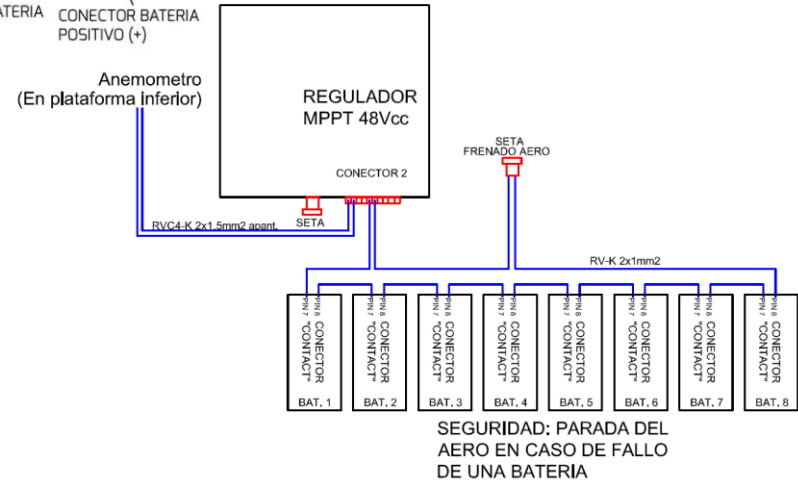
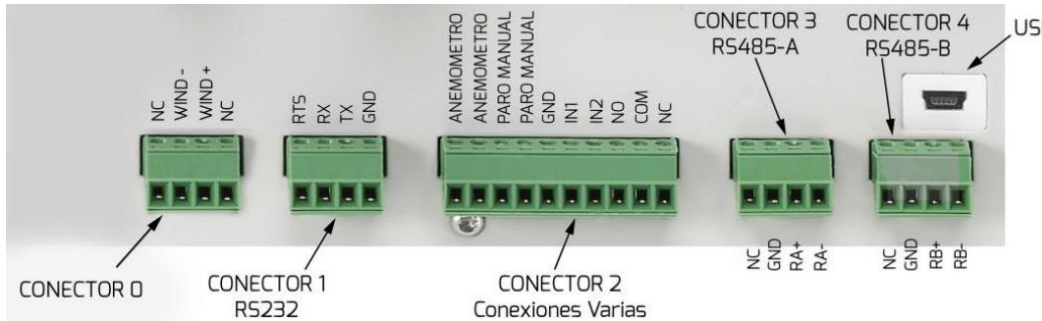
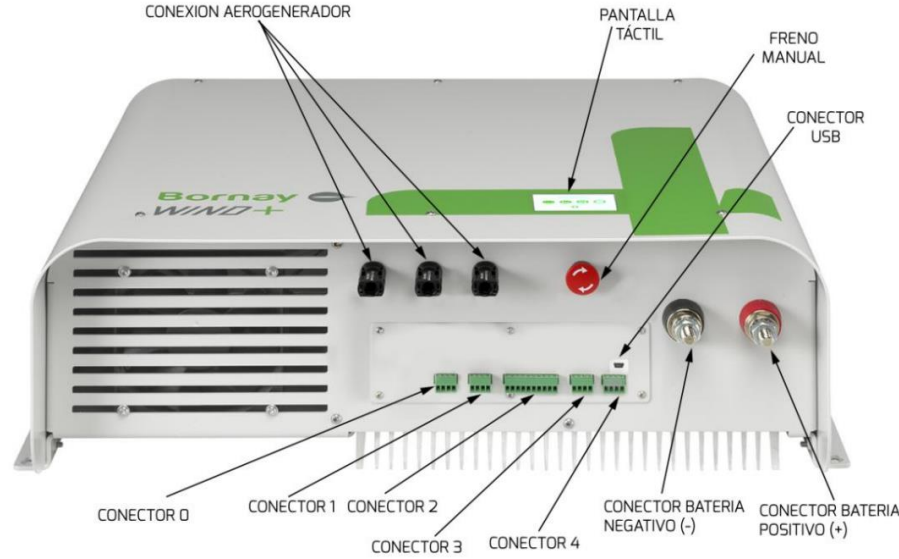
# Energy Sensors

Source of information of Energy Sensors: Photovoltaic Panels



# Energy Sensors

Source of information of Energy Sensors: Air generator



# Agro Sensors ( from QAMPO )

Source of information of Agricultural Sensors

Cultivo 

Cultivo: Vid   
Variedad:  
Lote:  
Monitorización: 2022-10-24/20:00

Ver Historial

Último envío: 27/02/23 13:18

Temperatura Ambiente 

Actual: 0,87°C  
Máx. Ayer: 6,87°C  
Med. Ayer: 2,22°C  
Mín. Ayer: -3,76°C  
Máx. Hoy: 1,84°C  
Mín. Hoy: -3,55°C

Ver Historial


Último envío: 27/02/23 14:01

Análisis de Temperatura 

DeltaT: 2,67°C  
T. Hum: -1,8°C  
T. Seca: 0,87°C  
T. Rocío: -6,97°C

Ver Historial

Último envío: 27/02/23 14:01

Humedad Ambiente 

Actual: 56,21%  
Máx. Ayer: 98,71%  
Med. Ayer: 74,68%  
Mín. Ayer: 52,96%

Ver Historial

Último envío: 27/02/23 14:01

DPV 

Actual: 0,28KPa

Ver Historial

Último envío: 27/02/23 14:01

Viento 

Actual: 12,53km/h  
Máx. Ayer: 19,21km/h  
Med. Ayer: 10,47km/h

Ver Historial

Último envío: 27/02/23 14:01

Lluvia 

Hoy: 0mm  
Ayer: 0mm  
Semana: 10,6mm  
Mes: 10,6mm  
Año: 40,4mm

Ver Historial

Último envío: 27/02/23 14:01

Radiación Solar 

Actual: 264,26W/m2  
Acum. Hoy: 2,24MJ/m2  
Acum. Ayer: 10,92MJ/m2

Ver Historial

Último envío: 27/02/23 14:01

Evapotranspiración 

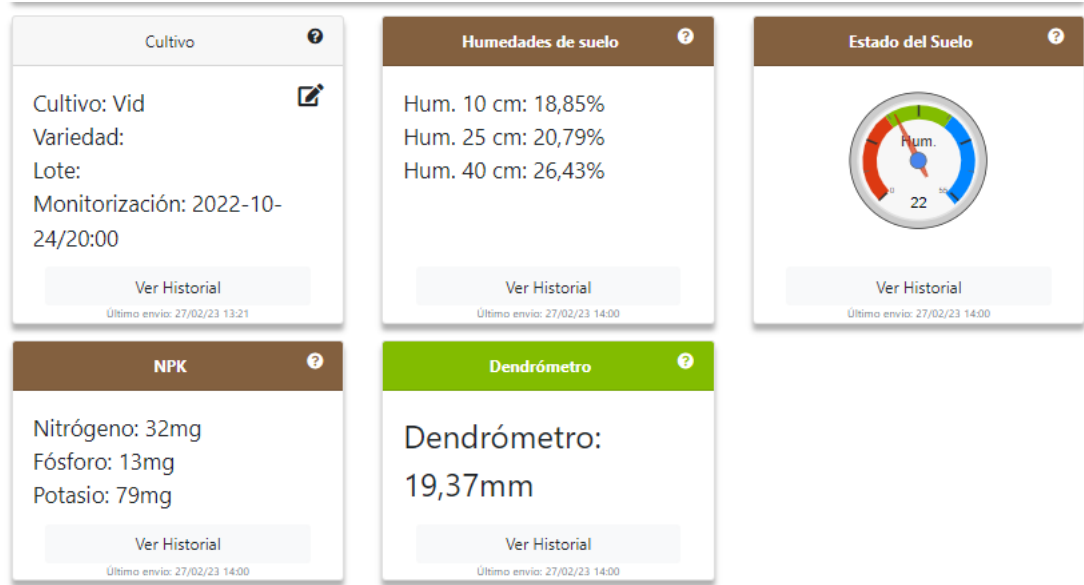
Ayer: 1mm  
Hoy: -mm  
Mañana: -mm

Ver Historial

Último envío: 26/02/23 23:59

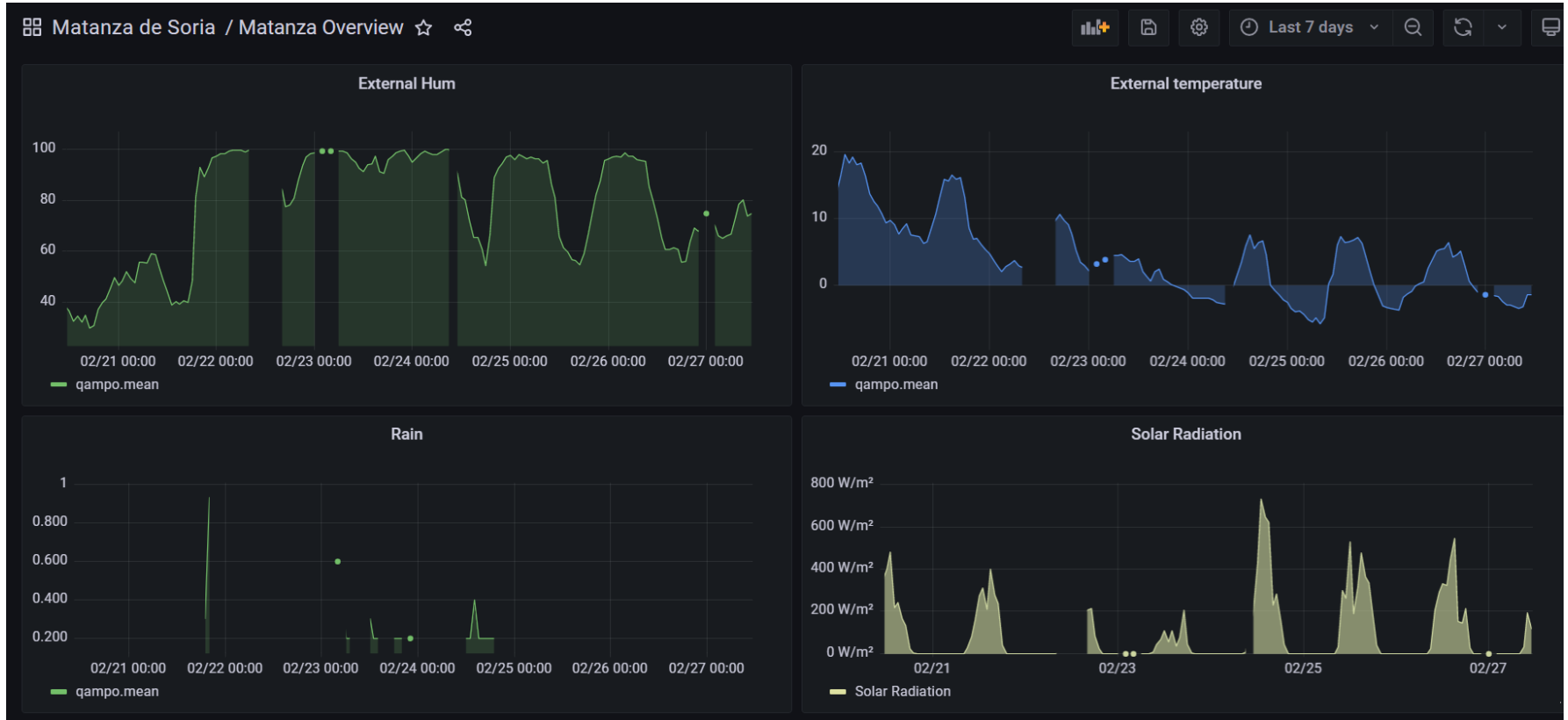
# Agro Sensors ( from QAMPO )

Source of information of Agricultural Sensors



# Agro Sensors ( from QAMPO )

Source of information of Agricultural Sensors



# Monitorización de medidas:

1) Sensores consumo SITE Matanza



2) Baterías SITE Matanza:



3) Sensores OAMPO:



4) Consumo Módulos Radio



*Publicar*  
Publishing



*Subscribir*  
Subscribing



(Visualización consumos, niveles baterías, sensores)



(Consultas de BBDD)



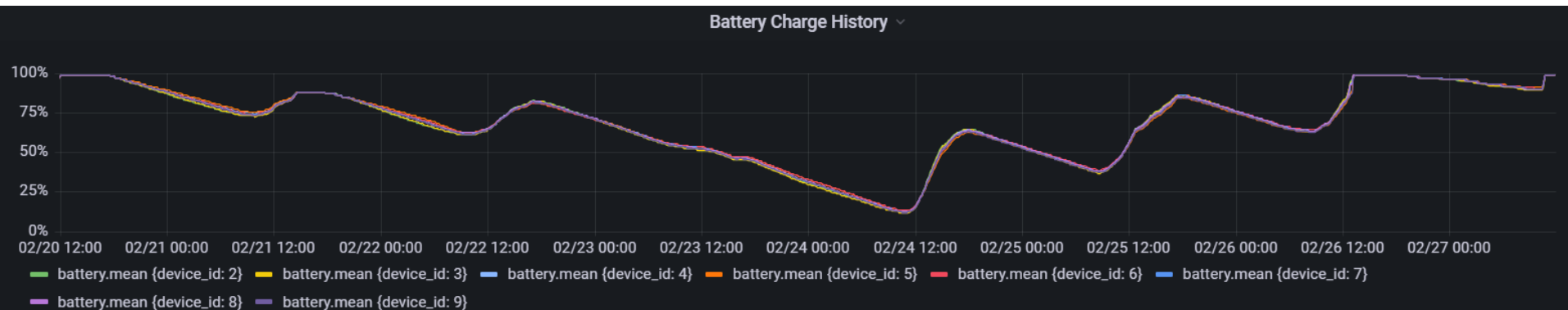
(Automatización procesos)

## 2) Nivel de carga baterías:



### Características:

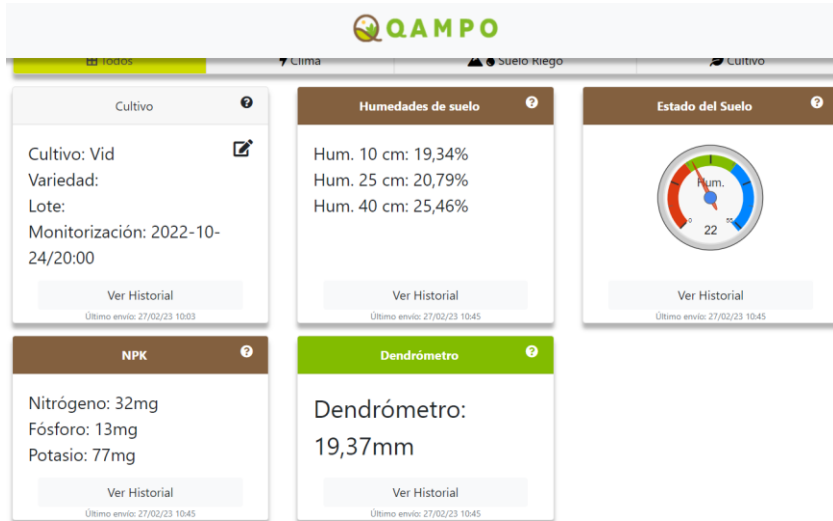
- 8 módulos de baterías Pylontec US3000C (id: 2..9)
- Conexión al servidor por USB (Protocolo ModBus)



El nivel de carga de las baterías es muy similar en los 8 módulos y sigue ese patrón oscilante diario, acorde a los niveles de radiación solar (empieza a cargar sobre las 10:00 de la mañana y llega a su pico sobre las 18:00, donde empieza a descargar. El viento también influye en la carga de las baterías.



### 3) Sensores de Qampo



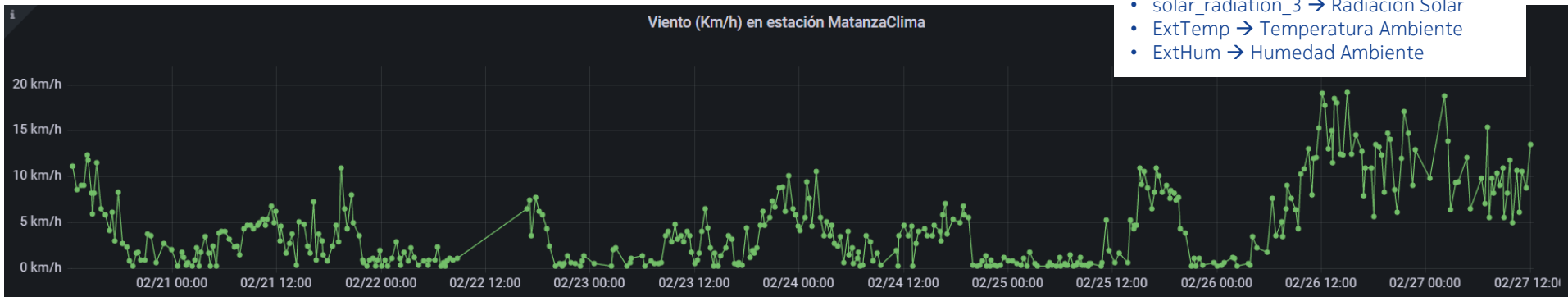
#### 4 SITES con sensores:

- Matanza1
- Matanza2
- Matanza-Clima
- Zamadueñas

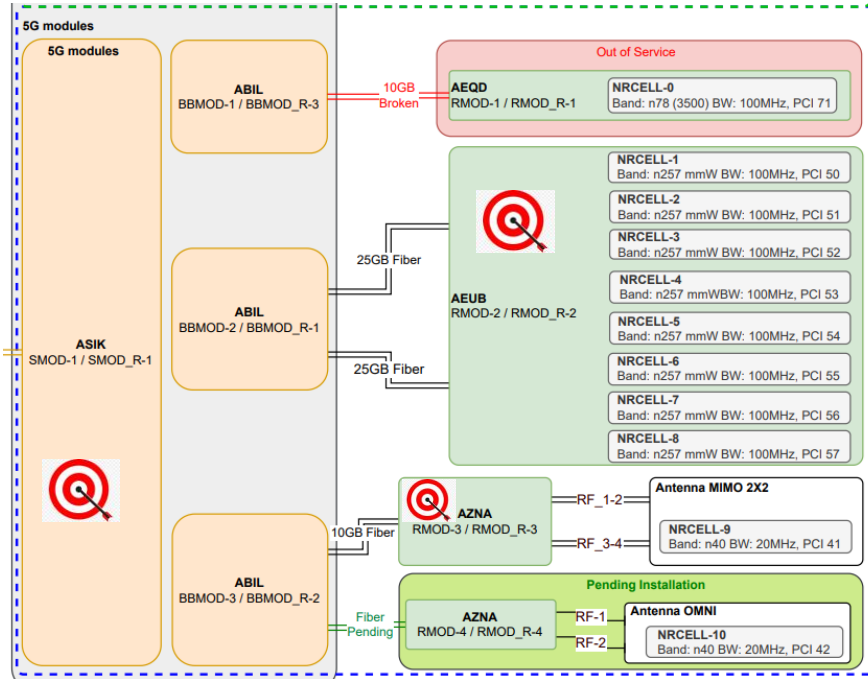
#### Parámetros monitorizados

- Dendrometer\_1 → Dendrómetro 25.4mm
- SDI12B1 → Nitrógeno
- SDI12B2 → Fósforo
- SDI12B3 → Potasio
- soil\_hum\_3 (Zamadueñas) → Hum. 45 cm
- soil\_hum\_4 (Zamadueñas) → Hum. 30 cm
- soil\_hum\_5 (Zamadueñas) → Hum. 15 cm
- soil\_hum\_2 (Matanza2) → Hum. 40 cm
- soil\_hum\_4 (Matanza2) → Hum. 25 cm
- soil\_hum\_5 (Matanza2) → Hum. 10 cm
- soil\_hum\_3 (Matanza1) → Hum. 40 cm
- soil\_hum\_4 (Matanza1) → Hum. 25 cm
- soil\_hum\_5 (Matanza1) → Hum. 10 cm
- Leaf\_1 → Humectación Hoja
- wind\_speed\_2 → Viento
- solar\_radiation\_3 → Radiación Solar
- ExtTemp → Temperatura Ambiente
- ExtHum → Humedad Ambiente

Viento (Km/h) en estación MatanzaClima



## 4) Consumo de módulos radio (Demolab):



Monitorización de módulos radio y módulo de sistema (bandabase) del nodo 5G:

```
b1user@open5gs2:~/NaC/Radio/WebEM$ ./5G_getMeasurements.sh
Thu Dec 15 10:22:33 CET 2022
```

```
"ENERGY_EFFICIENCY/RMOD/RMOD_R-3": {
  "voltage": "53.7",
  "power": "63.9"
}
"ENERGY_EFFICIENCY/RMOD/RMOD_R-2": {
  "voltage": "53.0",
  "power": "134.0"
}
"ENERGY_EFFICIENCY/SMOD/CABINET_R-1/SMOD_R-1": {
  "voltage": "53.3",
  "power": "305.5"
}
```



