

# SISTEMAS DE RESPALDO CON GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO BASADO EN HIDRÓGENO VERDE Y APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS E INTEGRABLES EN LA GESTIÓN DE ENERGÍA INTELIGENTE DEL HOSPITAL

**Eduardo Calderón Coldeforn**

Responsable Medio Ambiente-Hospital Universitari Germans Trias i Pujol

# Objetivos principales

Desarrollar un servicio de I+D que integre bajo una misma solución alternativas a los servicios de respaldo y gestión energética, que utilice el hidrógeno verde como vector energético.

Esta herramienta permitirá al Hospital Universitari Germans Trias i Pujol de la red del ICS evaluar la disponibilidad e idoneidad de la solución y su replicabilidad.

1. Diseñar un **nuevo sistema de respaldo energético libre de emisiones de CO<sub>2</sub>** debiendo cumplir con el principio de no causar un perjuicio significativo al medio ambiente (DNSH).
2. Desarrollar los equipos que integran el sistema de **generación de hidrógeno verde y electricidad**.
3. **Desarrollar un almacenamiento energético** en forma de **hidrógeno verde y baterías u otro sistema** que estará dotado de **inteligencia y flexibilidad** para permitir al demostrador adaptarse de manera dinámica a la demanda energética del hospital, integrándose como un elemento más en el ecosistema energético del hospital a través del gestor energético desarrollado.
4. **Desarrollar un gemelo digital** de los prototipos diseñados para optimizar su funcionamiento y mantenimiento.
5. **Desarrollar una gestión energética conectada a los sistemas de información y gestión del hospital**, parametrizable y consignable que permita garantizar las funcionalidades de respaldo y gestión energética.
6. **Optimización del rendimiento global de los prototipos** bajo tres criterios seleccionables, estos son rendimiento energético, rendimiento económico, y de emisiones. De esta forma se optimiza la sostenibilidad económica y ambiental atendiendo a:
  - a. **Aprovechamiento de calor de proceso** para introducirlo en la red de climatización del hospital (agua caliente)
  - b. **O<sub>2</sub>** como subproducto a aprovechar en el hospital.
  - c. **Consumo directo de hidrógeno verde** para dopar el gas utilizado en calderas
  - d. **Rendimientos** de los componentes
  - e. Previsión de **consumos y costes**
  - f. **Otras propuestas innovadoras** u aprovechamientos

Los objetivos principales de esta actuación son:

- a) Investigar sobre la reducción de costes y gastos de mantenimiento de estos sistemas respecto a los sistemas de respaldo actuales.
- b) Analizar y testear estas tecnologías y los equipos que la integran en la gestión energética de un hospital, no solamente en situaciones de emergencia.
- c) Maximizar los rendimientos globales de los prototipos.
- d) Validar los componentes del demostrador y su integración en un entorno relevante que permita avanzar de TRL5 a TRL 7.
- e) Validar la eficiencia, integración y modularidad de estos equipos para que, en un futuro, este modelo, si es viable, se pueda replicar y extenderse en otras áreas y usos.

Este desarrollo del sistema estará basado en tecnologías que integren la cadena de generación y valoración del hidrógeno y sus subproductos.

El sistema (prototipo) debe integrarse a dos niveles:

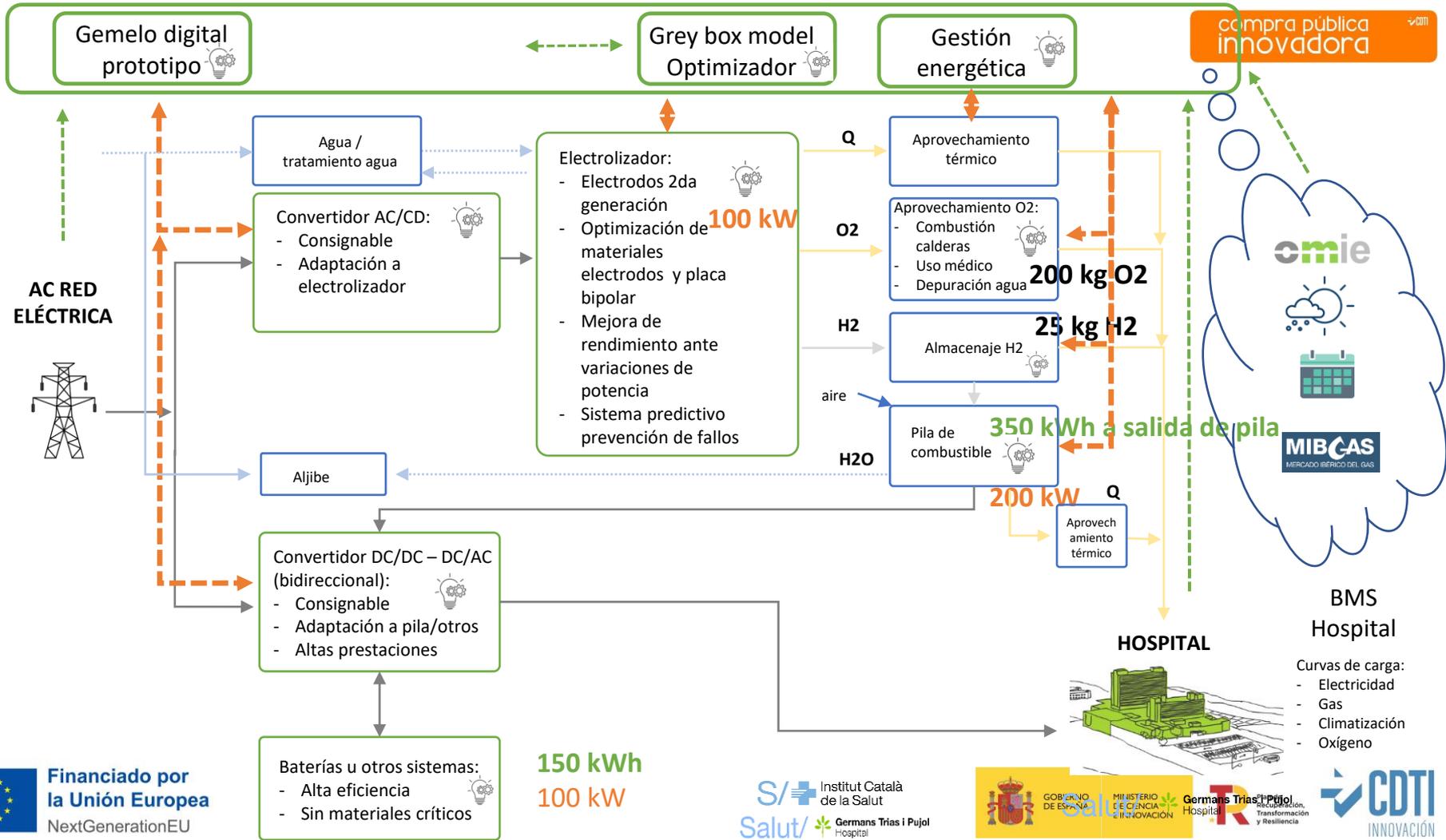
- Integración física en las instalaciones del hospital e instalación, y con las instalaciones existentes que correspondan (clima, gas, electricidad, gases, etc.)
- Integración con los sistemas de información/gestión de las instalaciones del hospital. Integración de la información externa que se considere necesaria.

Para conseguir un piloto innovador que aproveche las tecnologías emergentes, se propone emplear:

- Técnicas de predicción.
- Técnicas de optimización y maximización de resultados.
- Técnicas de simulación.
- Tecnologías innovadoras.
- ...

Áreas de actuación y tecnologías identificadas para los pilotos:

1. Electrónica de potencia
2. Generación y usos de gases renovables
3. Aprovechamiento de subproductos
4. Almacenamiento energético
5. Gemelo digital del prototipo
6. Herramienta de modelo predictivo de gestión energética (gestor energético)
7. Integración, gestión y validación con la infraestructura física y con los sistemas e instalaciones del hospital





Flujos información entre  
componentes prototipo



Flujos información con  
terceros



Componentes del prototipo



Componentes del prototipo



Indica posibilidad de  
innovación



Subproductos aprovechables



Flujos internos prototipo



Flujos de agua



Flujos de electricidad



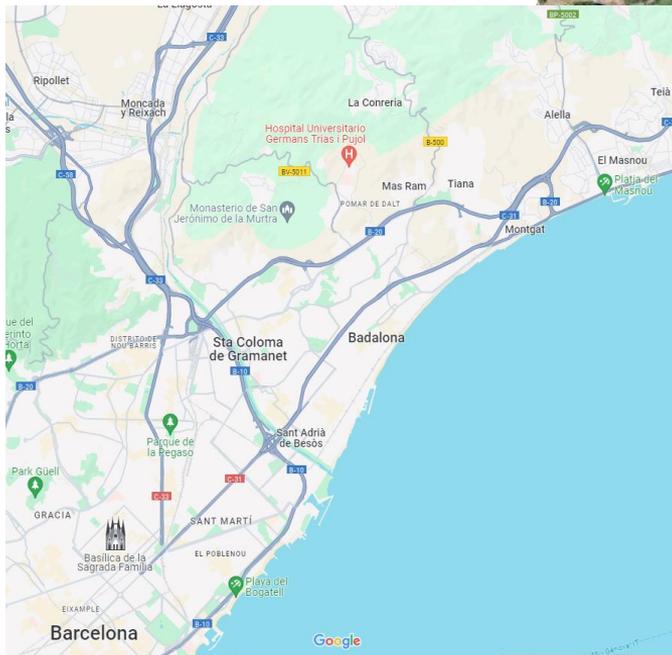
Predicciones externas

Building Management System (BMS)  
(sistemas de información y control de instalaciones del hospital)

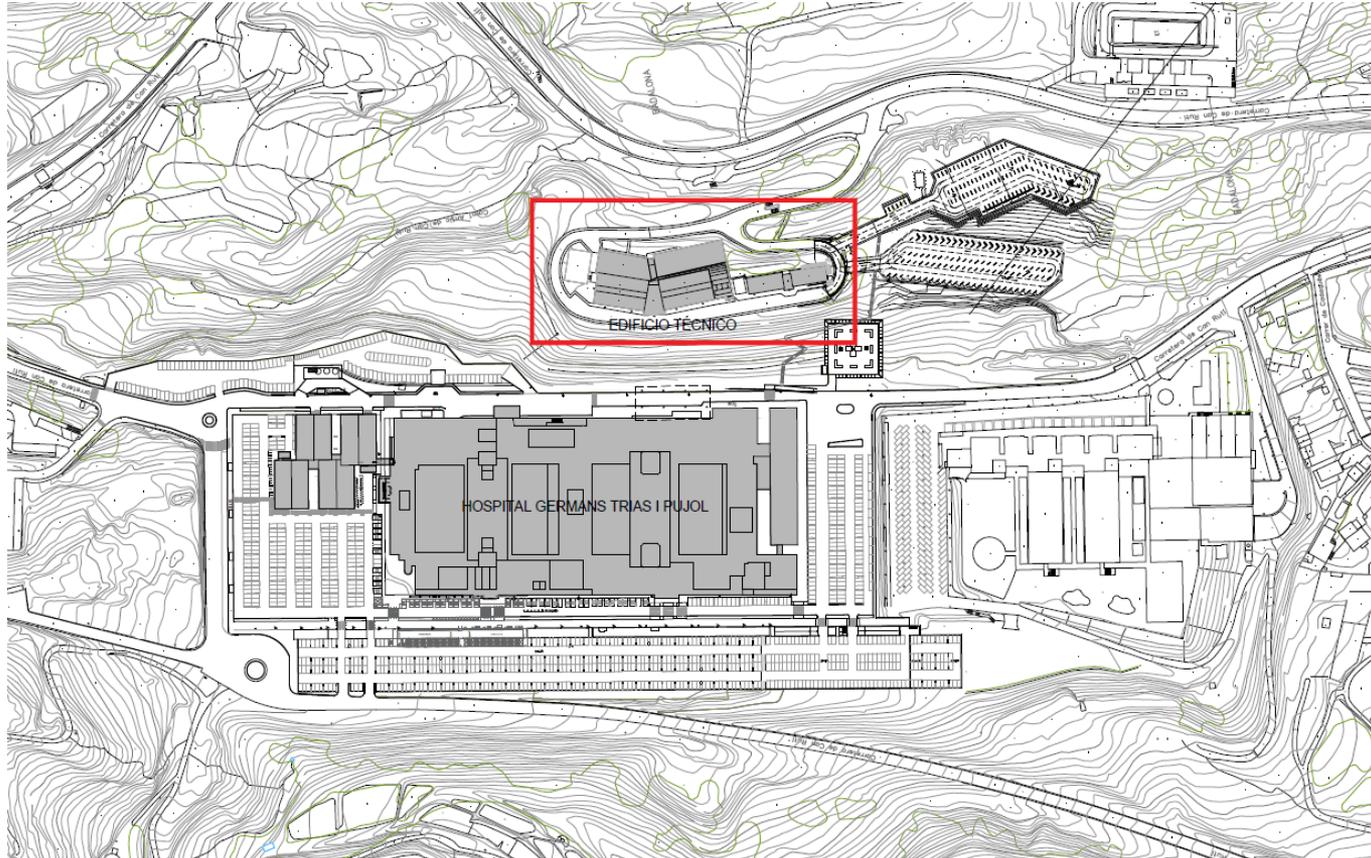
Edificio  
hospital



Edificio  
energías

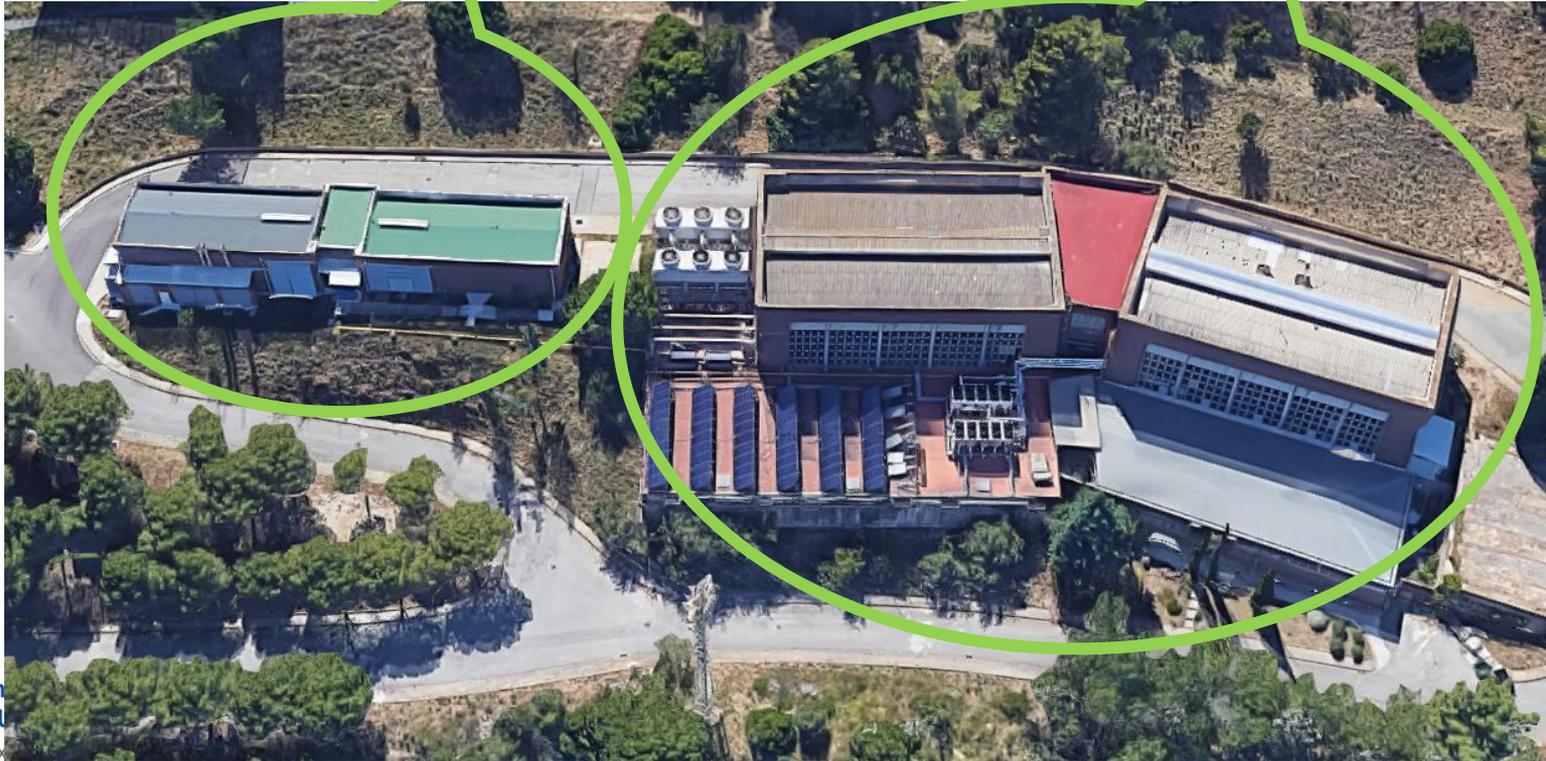


# Tecnologías e integración



## Generación Térmica

Acometida Eléctrica + Respaldo + ET-1 QGBT-1



Equipos de respaldo (gasoil)

ET-1 QGBT-1 (electricidad BT)

Acometida Eléctrica AT

5 equipos agua-agua con grupos de bombeo primario. Torres de refrigeración y bombeo asociado.

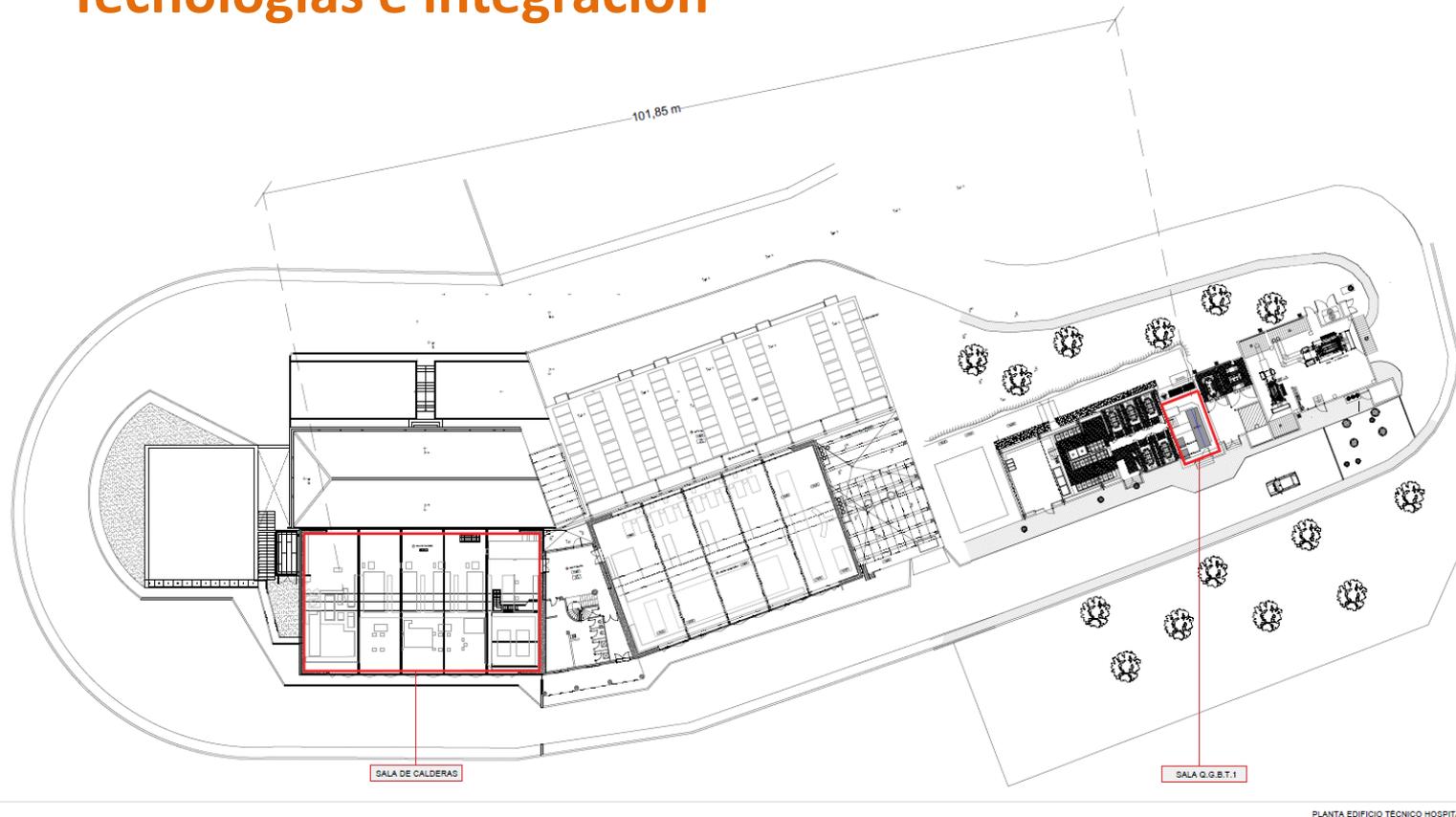
2 calderas de gas con grupos de bombeo primario y secundario asociado.



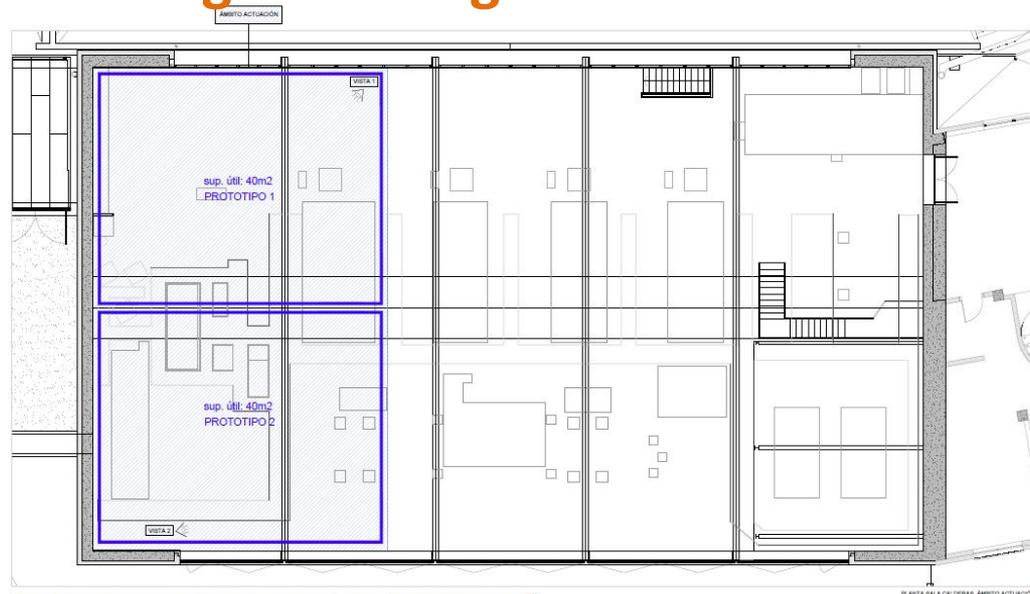
3 equipos agua-aire con grupos de bombeo dedicados.

# Tecnologías e integración

compra pública  
innovadora



# Tecnologías e integración



VISTA 1 ESPACIO ÁMBITO ACTUACIÓN



VISTA 2 INSTALACIÓN EXISTENTE

**NOTA:**  
EL ESPACIO MOSTRADO ESTÁ LIBRE DE LOS OBJETOS QUE APARECEN EN LAS IMÁGENES

**PROYECTO:**  
IMPLANTACIÓN PROTOTIPO RESPALDO Y GESTIÓN ENERGÉTICA BASADO EN HIDROGENO VERDE

**Financiación:**  
General

**PROYECTO:**  
Hospital Universitari Germans Trias i Pujol (HUPiP) (GRM0300)  
Carretera de Canyet s/n  
08916 Badalona

**PLANTA:**

PLANTA SALA CALDERAS, ÁMBITO ACTUACIÓN

**CODIGO:**

A03

**FECHA:**

2023. 03.10

**ESCALA:**

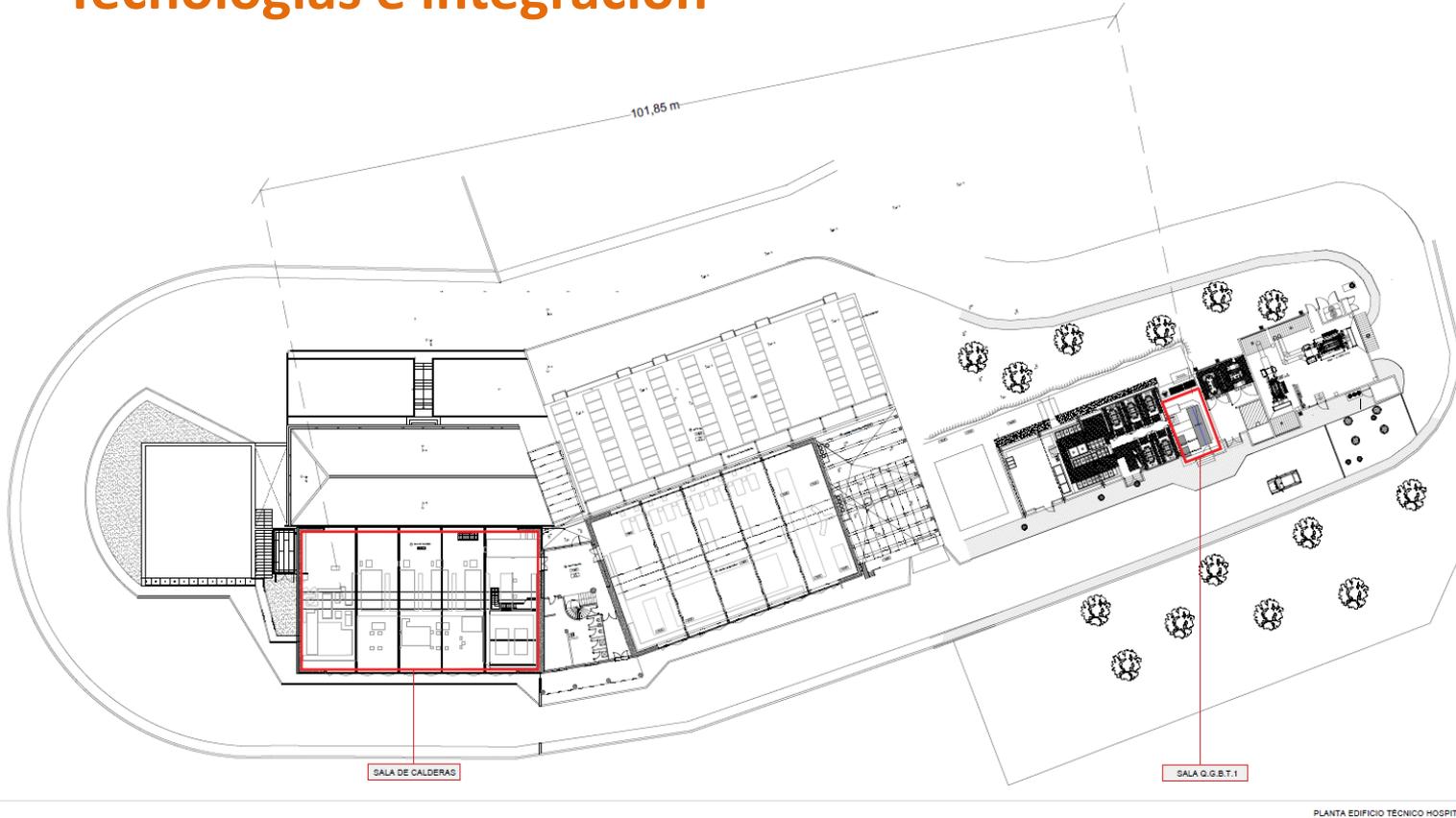
1:500

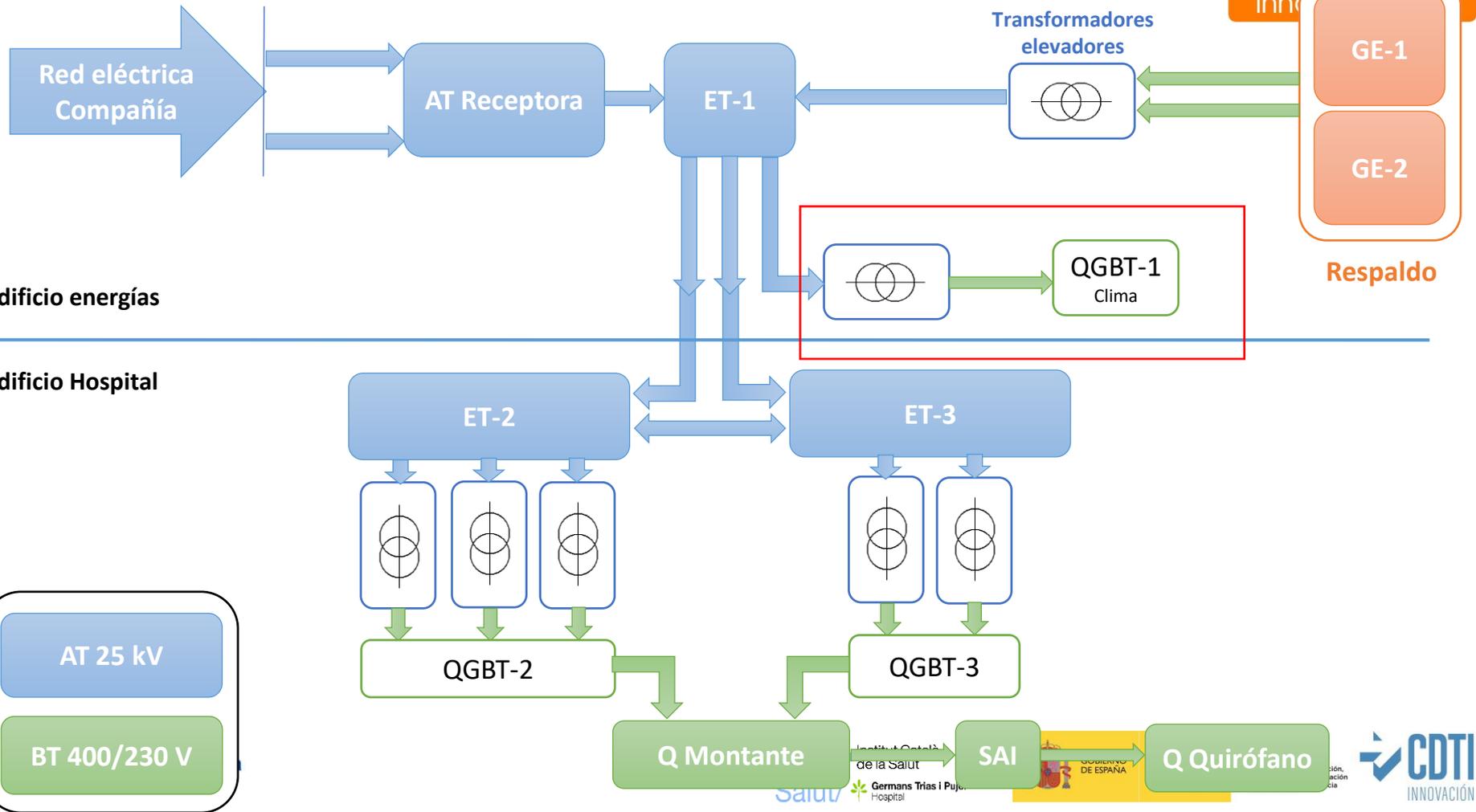
**LOGOS:**  
Salut/ Germans Trias i Pujol Hospital

# Tecnologías e integración

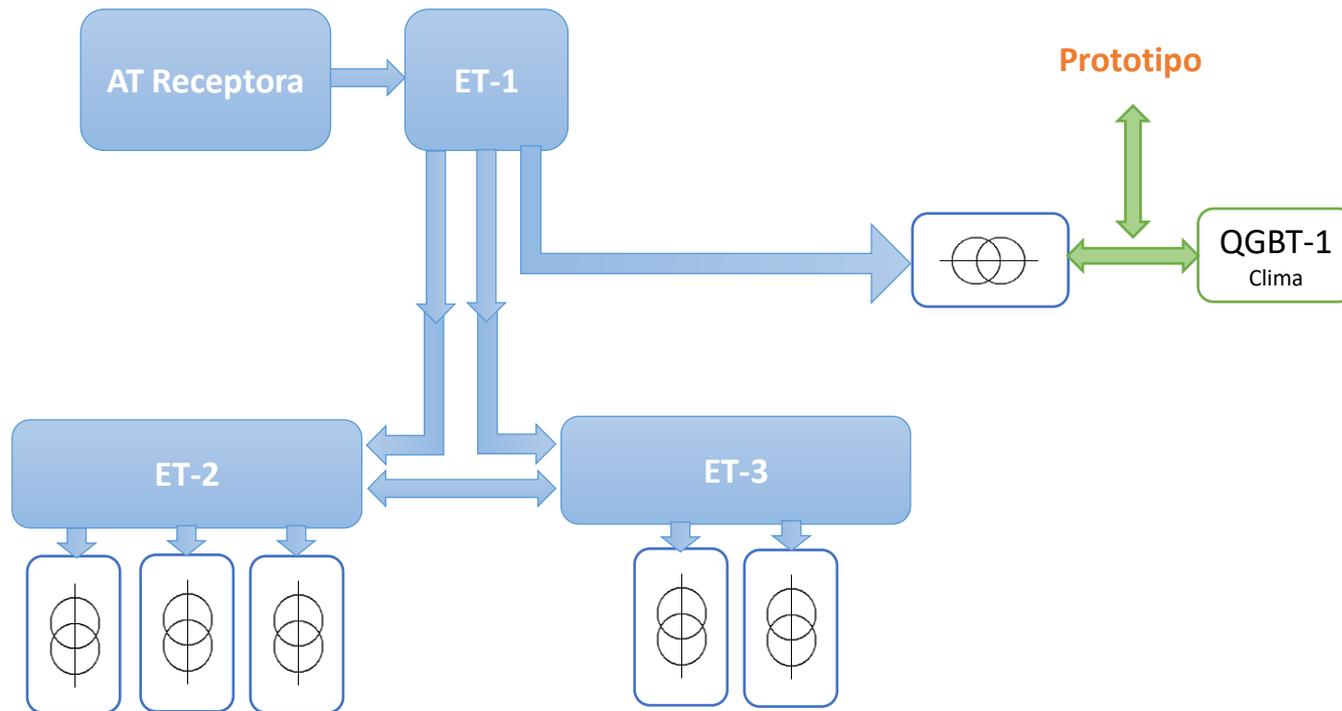


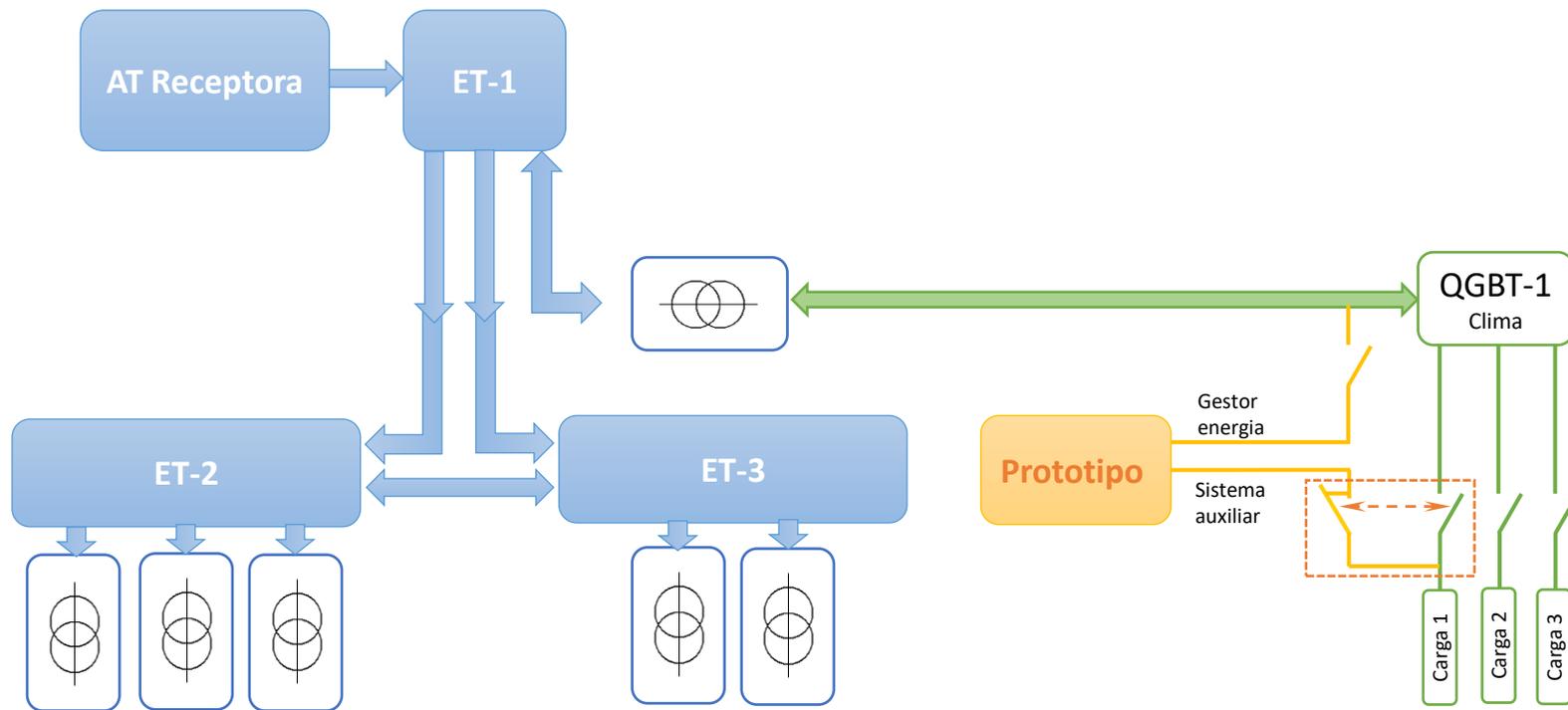
# Tecnologías e integración



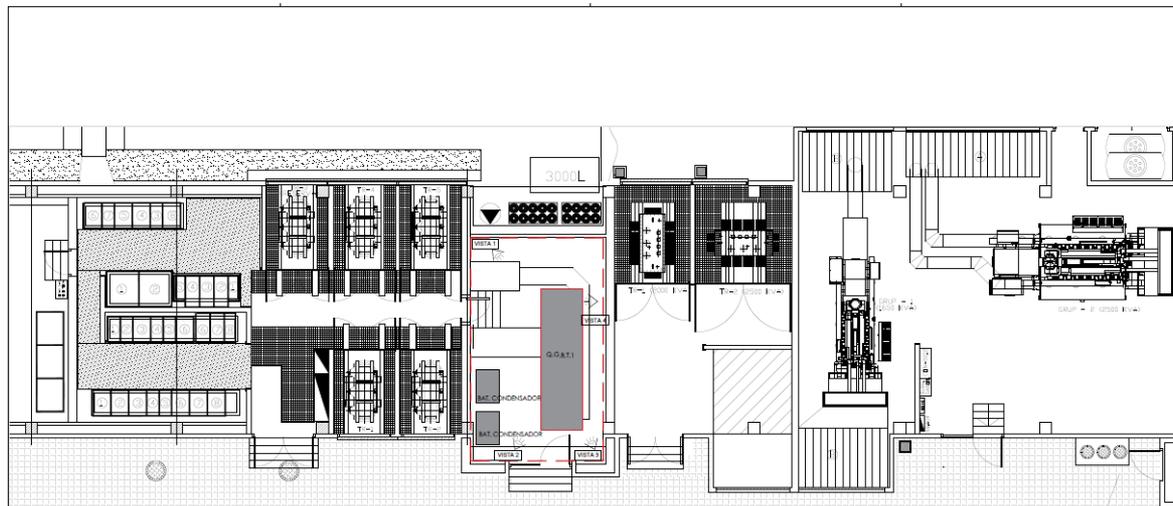


# Tecnologías e integración





# Tecnologías e integración



PLANTA ESPINDO G.G.B.T.1



VISTA 1

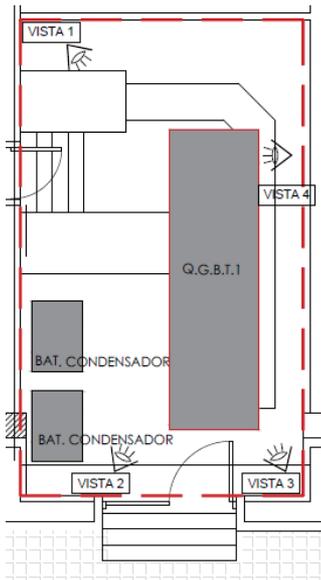
VISTA 2

VISTA 3

VISTA 4

VISTA INSTALACION EXISTENTE

<b>PROYECTO:</b> INSTALACION PROTOTIPO RESERVALO Y GESTION ENERGETICA BASADO EN HIBRIDADO VERDE	<b>CLIENTE:</b> Hospital Universitario Germans Trias i Pujol IAP/ICP G05670250 Calle de la Cavallada, 380116 Badajoz	<b>PLANTA:</b> PLANTA SALA CALDERAS_ÁMBITO ACTUACIÓN	
<b>FECHA:</b> 2024	<b>ESCALA:</b> 1:100	<b>FECHA:</b> 2024	<b>FECHA:</b> 2024



VISTA 1 Q.G.B.T.1



VISTA 2 VISTA FRONTAL Q.G.B.T.1

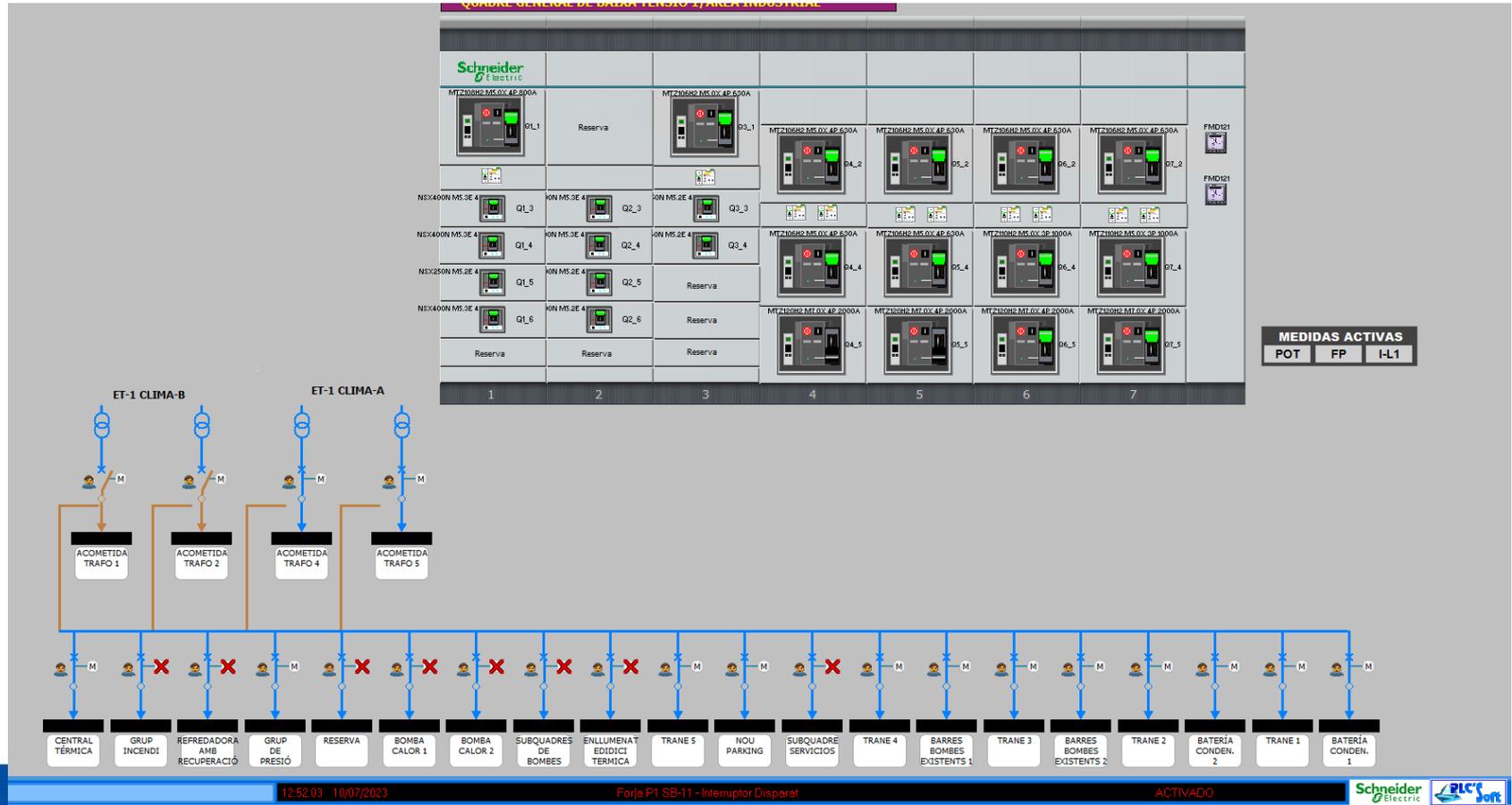


VISTA 3 VISTA POSTERIOR Q.G.B.T.1

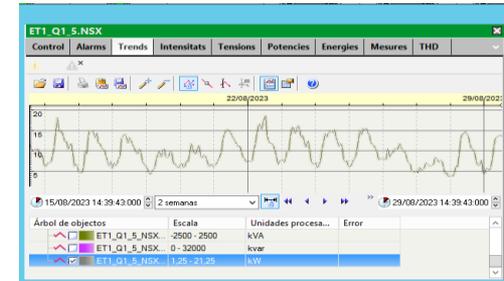
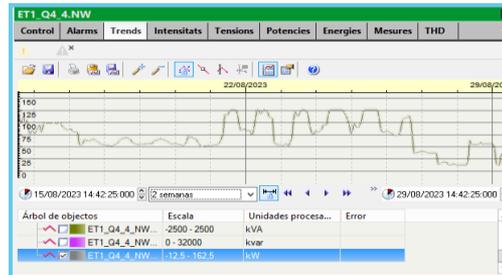
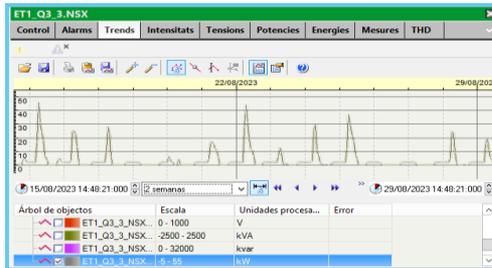


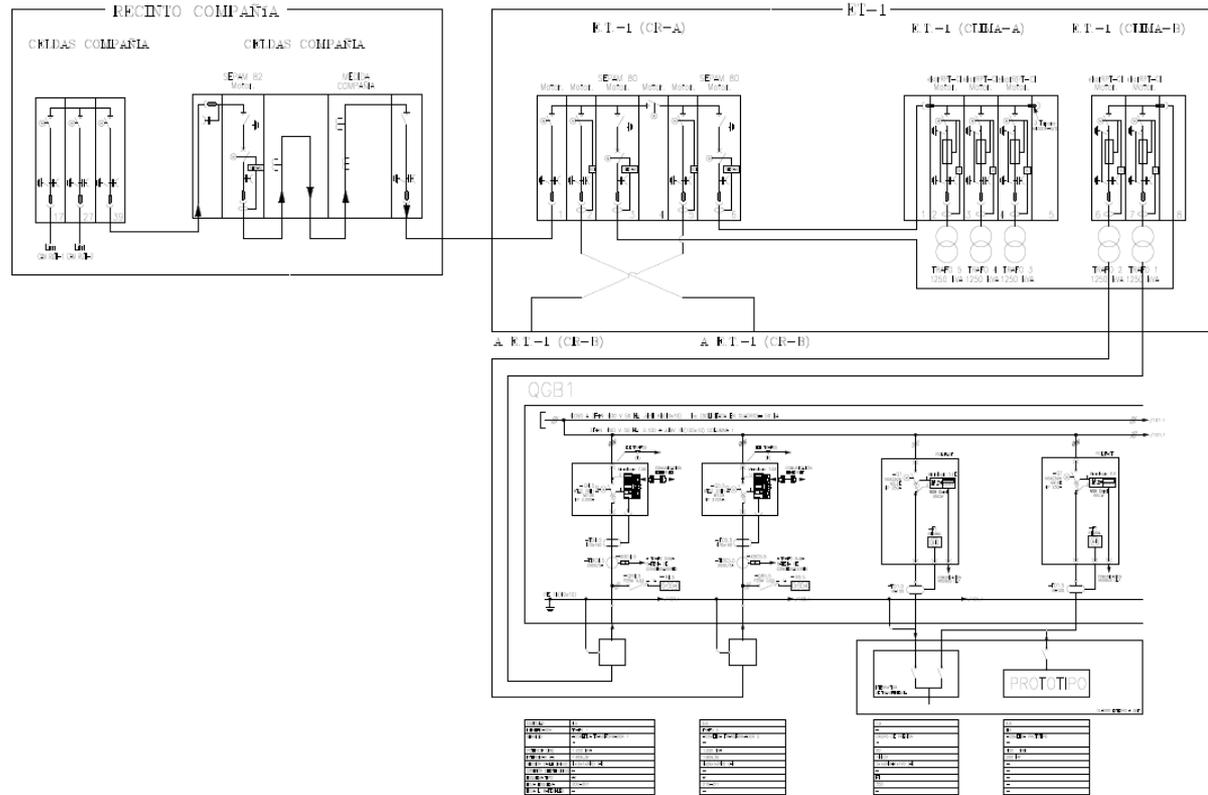
VISTA 4 DETALLE INTERIOR Q.G.B.T.1

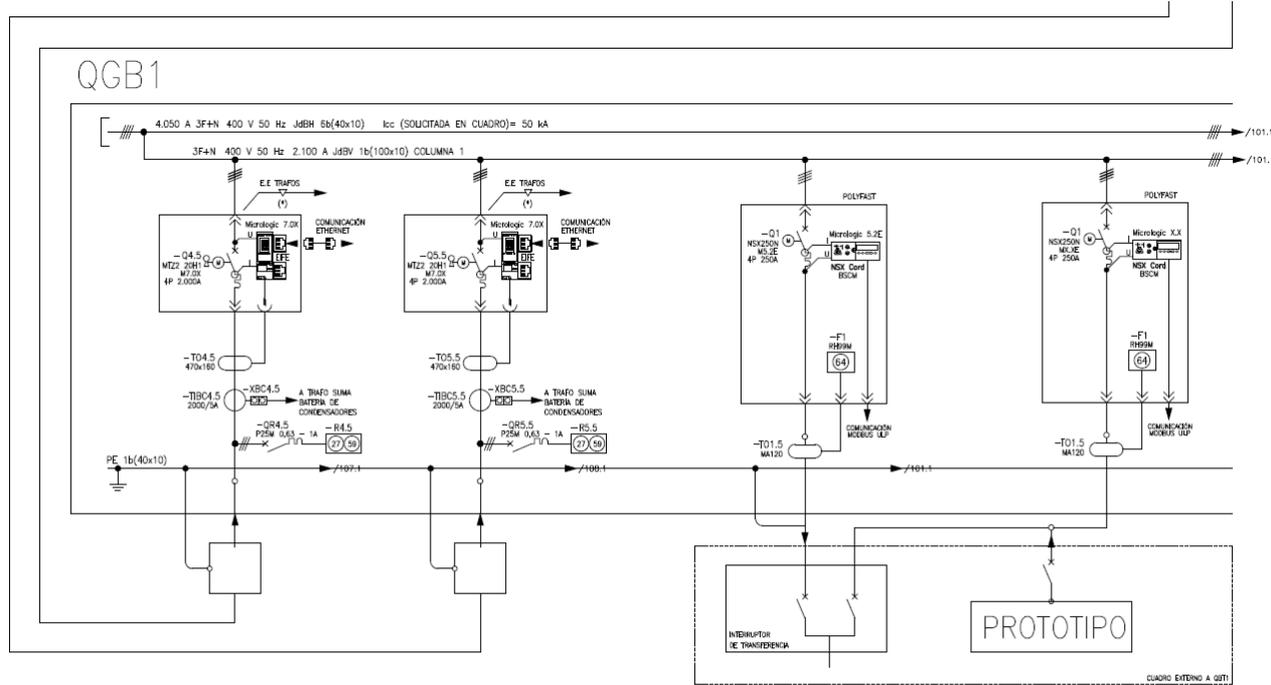
# Tecnologías e integración



- Central térmica: criticidad 2.
- Grupo incendios: criticidad 2.
- Grupo de presión: criticidad 1.
- Reserva: por definir.
- Bomba calor 1: criticidad 2.
- Bomba calor 2: criticidad 2.
- Sub-cuadro de bombas: criticidad 1.
- Alumbrado edificio térmica: criticidad 1.
- Trane 5: criticidad 2.
- Nuevo aparcamiento: criticidad 1.
- Sub-cuadro servicios: criticidad 2.
- Trane 4: criticidad 2.
- Embarrado bombas existentes 1: criticidad 2.
- Trane 3: criticidad 2.
- Embarrado bombas existentes 2: criticidad 2.
- Trane 2: criticidad 2.
- Baterías condensadores 2: baterías condensadores.
- Trane 1: criticidad 2.
- Baterías condensadores 1: baterías condensadores.







CUBICULO	4.5
IDENTIFICADOR	TRAFD 1
SERVICIO	ACOMETIDA TRANSFORMADOR 1
POTENCIA (kW)	1.250 kVA
INTENSIDAD (A)	1.806,36
SECCION CABLE (mm <sup>2</sup> )	4x(6x1x240) (A)
CONDICION CUBIERTA (mm <sup>2</sup> )	-
ESQUEMA TIPO	A1
HOJA ESQUEMA	200-201
HOJA L. MATERIALES	-

CUBICULO	5.5
IDENTIFICADOR	TRAFD 2
SERVICIO	ACOMETIDA TRANSFORMADOR 2
POTENCIA (kW)	1.250 kVA
INTENSIDAD (A)	1.806,36
SECCION CABLE (mm <sup>2</sup> )	4x(6x1x240) (A)
CONDICION CUBIERTA (mm <sup>2</sup> )	-
ESQUEMA TIPO	A1
HOJA ESQUEMA	210-211
HOJA L. MATERIALES	-

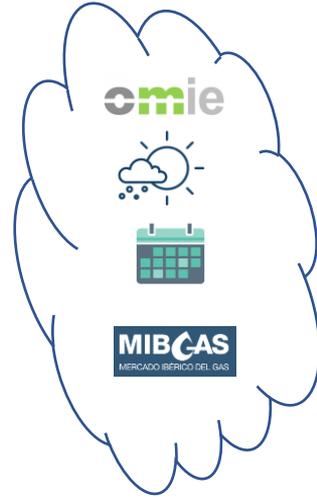
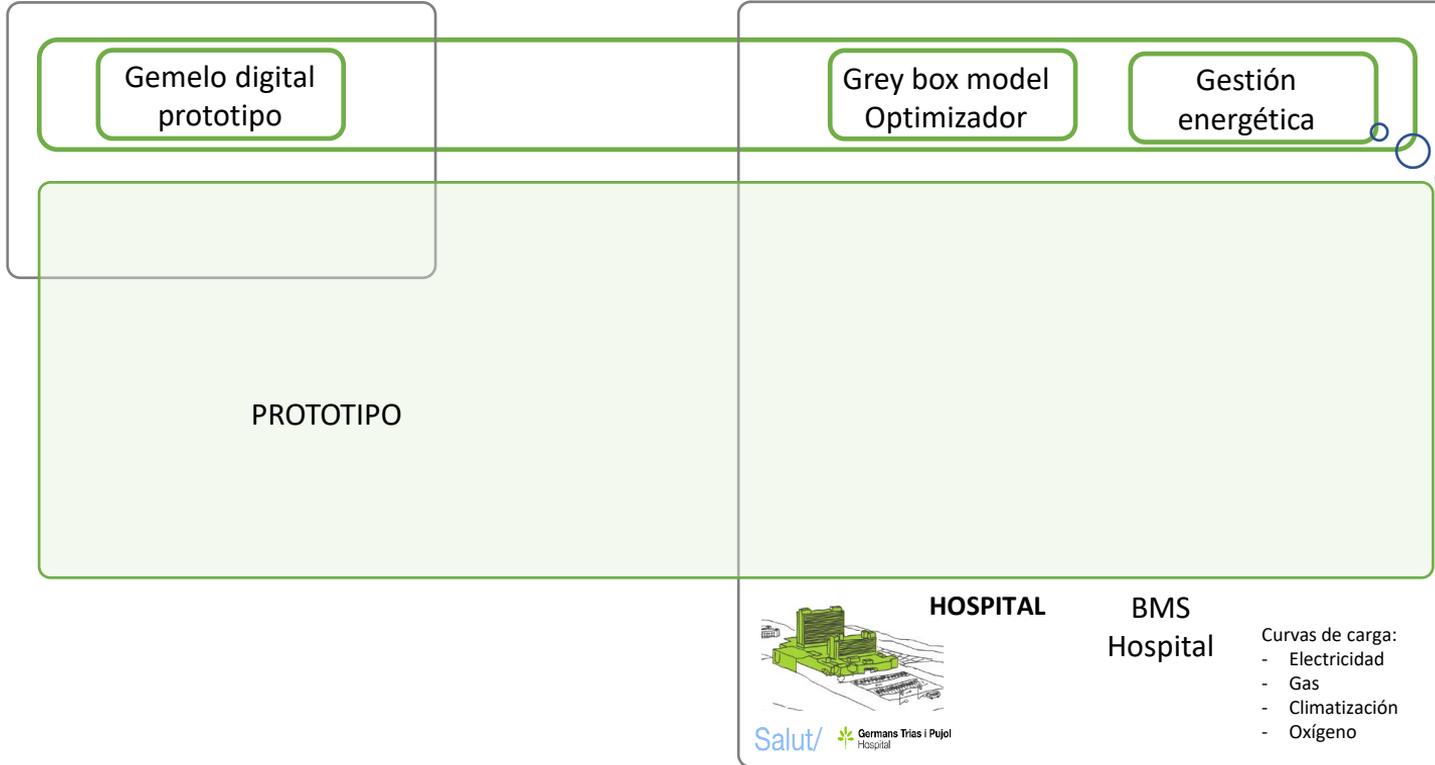
CUBICULO	1.5
IDENTIFICADOR	GRUPO DE PRESION
SERVICIO	-
POTENCIA (kW)	80
INTENSIDAD (A)	144,51
SECCION CABLE (mm <sup>2</sup> )	3x1x240+1x120 (A)
CONDICION CUBIERTA (mm <sup>2</sup> )	-
ESQUEMA TIPO	F4
HOJA ESQUEMA	350
HOJA L. MATERIALES	-

CUBICULO	X.X
IDENTIFICADOR	RP
SERVICIO	ACOMETIDA PROTOTIPO
POTENCIA (kW)	450 kW
INTENSIDAD (A)	200 kW
SECCION CABLE (mm <sup>2</sup> )	-
CONDICION CUBIERTA (mm <sup>2</sup> )	-
ESQUEMA TIPO	-
HOJA ESQUEMA	-
HOJA L. MATERIALES	-

# Tecnologías e integración

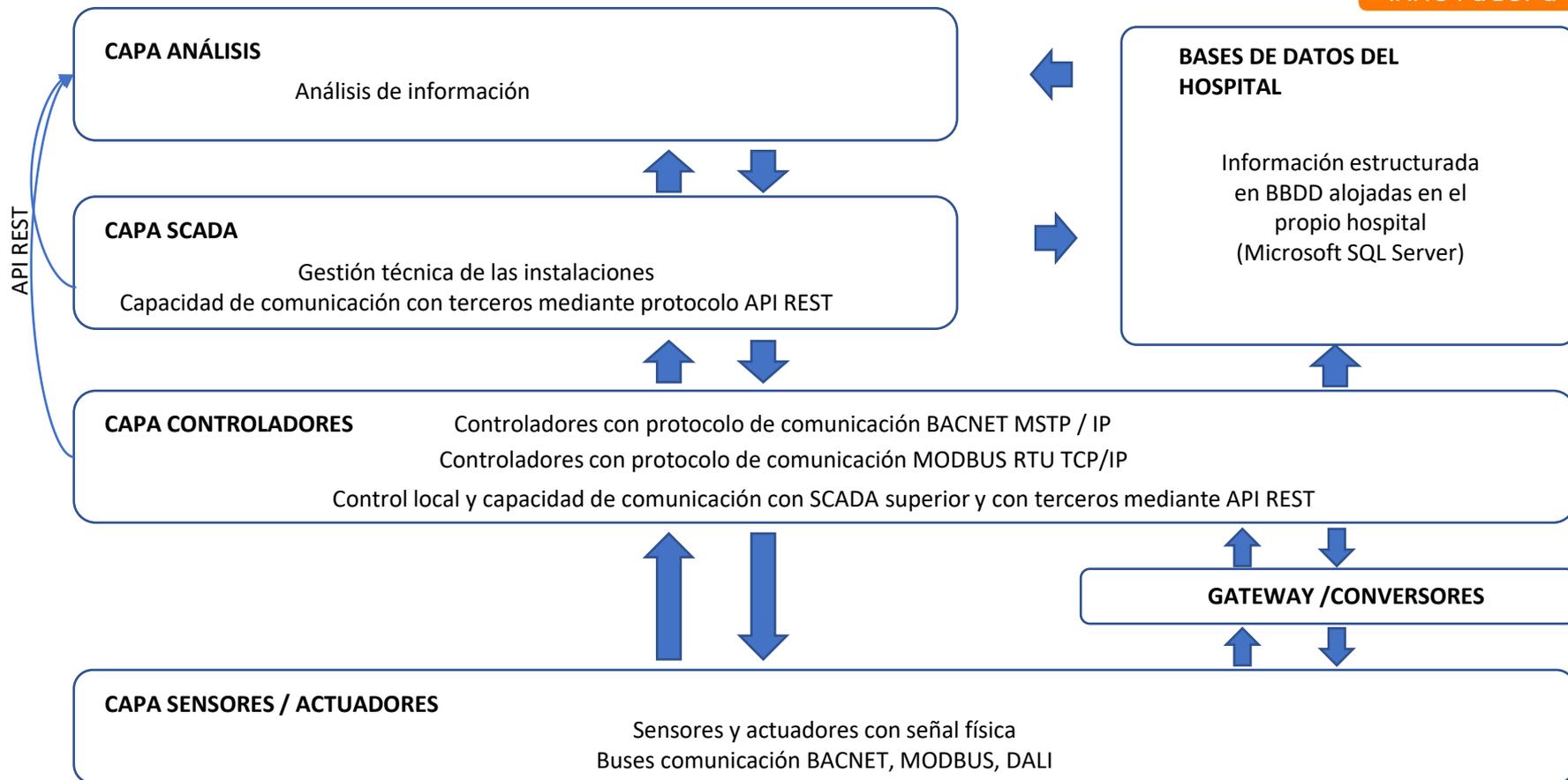
Servidores/arquitectura externo

Servidores/arquitectura hospital



# ARQUITECTURA HOSPITAL

compra pública  
innovadora



Se parte del sistema con el almacenamiento de energía a su máxima capacidad. Se deben poder realizar las siguientes acciones.

Consignar en el gestor energético:

1. **Criterio de almacenamiento de energía** (función de recarga del prototipo): minimizar el coste de generación de energía (kWh) en forma de H<sub>2</sub> y de carga de baterías o sistema alternativo (criterio económico).
2. Un **respaldo de 2 horas** para las cargas del circuito “grupo de presión”, **funcionalidad prioritaria**.
3. **Función de peak-shaving** para las cargas de “Trane 2” (ver figura 15) para que no exceda de 250 kW de potencia instantánea.
4. **Función de peak shaving** para el QGBT1 para que no exceda de 1000 kW.

A partir de estas consignas el gestor energético debe realizar las siguientes funciones:

1. Analizar el perfil de consumo de "grupo de presión" (ver figura 10) y determinar cuanta es la energía mínima que debe reservar para garantizar un respaldo de 2 horas en caso de fallo del subministro eléctrico de compañía. Este fallo será simulado haciendo saltar las protecciones del circuito.
2. Determinar la energía eléctrica útil disponible en el prototipo (almacenada en forma de H<sub>2</sub> y en baterías U OTRO SISTEMA), y cuanta puede destinarse a otras funciones que no sean de respaldo.
3. Analizar el perfil de consumo de "Trane 2" (ver figura 15) para prever cuanta energía y potencia instantánea necesitará cubrir el prototipo. Determinar la viabilidad o tiempo máximo que podrá dar servicio y prever la recarga del sistema.
4. Analizar el perfil de consumo del QGBT1 para prever cuanta energía y potencia instantánea necesitará cubrir el prototipo. Determinar la viabilidad o tiempo máximo que podrá dar servicio y prever la recarga del sistema.
5. Almacenar energía con el criterio asignado de reducción de coste: determinar en qué horarios la energía es más barata para poder generar y cuál es el precio de la energía ahorrada por funciones de gestión energética (no respaldo) para poder determinar el rendimiento económico y determinar a su vez nuevos períodos para el almacenamiento de energía.
6. Implementa la función peak-shaving hasta agotar recursos destinados a la misma, respetando la energía que debe garantizar el respaldo consignado.
7. Gestiona los flujos de calor y uso de subproductos para su aprovechamiento y mejora del rendimiento global del sistema prototipo.
8. Se pueden considerar otros escenarios, pero el escenario base es de obligado cumplimiento. Para generar otros escenarios deberá contemplarse la siguiente premisa: La función de respaldo sólo se aplicará a las cargas que se definan como criticidad 1.
9. Otras funcionalidades se podrán aplicar al resto de cargas y al global del QGBT1.

# ¡Gracias por su interés!

[www.cdti.es](http://www.cdti.es)  
ocpi@cdti.es