ANEJO 11: AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES 3

2 SITUACIÓN ACTUAL 6

3 NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN APLICABLES A LOS ELEMENTOS DE CONTROL PLC 25

4 ACTUACIONES PARA AUTOMATIZACIÓN DE RED DE ALTA 26

5 CARACTERÍSTICAS DE AUTOMATAS Y SCADA PARA ESTACIONES DE BOMBEO 27

6 ANÁLISIS DE COBERTURAS 29

7 SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO PARA LA PLANTA FV 38

7.1 Vistas de Control 40

7.1.1 Principal>Configuración>Gestor energético>General 40

7.1.2 Principal>Configuración>Gestor energético>Instalaciones n (de 1 a 5) 41

7.1.3 Principal>Configuración>Gestor energético>Generador FV>Generador 1 a 5 41

7.1.4 Principal>Configuración>Sensores>Energía>Energía 1 a 5 41

7.1.5 Principal>Estado>IFVA>IFVAn 42

7.1.6 Principal>Estado>IFVA>Inversores 42

7.1.7 Principal>Alarmas 44

7.1.8 Principal>Análisis>Gráficas 45

7.1.9 Principal>Análisis>Acumulados 45

7.1.10 Sinóptico 45

7.2 HARDWARE NECESARIO DEL CENTRO DE CONTROL 46

1 ANTECEDENTES

La Comunidad de Regantes Balazote la Herrera (CRBH) para completar su modernización ha llevado a cabo diferentes proyectos:

- **MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LOS REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES BALAZOTE-LA HERRERA FASE 1 y FASE 2**, ejecutado a través de Convenio con SEIASA, donde se contemplaba:
    - Red de tuberías a presión para captación y transporte desde la Toma 1 en el Rio Balazote hasta los embalses de regulación (1 al 4).
    - Red de tuberías a presión de distribución hasta casetas de contadores a parcela en 9 sectores de riego
    - Hidrantes multiusuario (de 1 a 4 contadores) para suministro a explotaciones.
    - Embalses de regulación y estaciones de bombeo asociadas en cabecera de cada sector.
    - Captación en el río Balazote
    - Sistema de telecontrol en la red de baja a través del sistema GPRS de ABB.
        - Dicho sistema de telecontrol no llegó a utilizarse por diversos motivos en su puesta en marcha y fue sustituido posteriormente como se comenta más adelante.
    - **Sistema de automatización de red de alta** para estaciones de bombeo con sistema SCADA desarrollado **por REGABER y ABB** conjuntamente:
        - **Comunicación vía radio** desde el centro de control de la CR dispuesto en su sede
        - Este sistema de automatización de la red de alta permite realizar actuaciones en remoto sobre los bombeos, para su arranque paro, modificación de consignas de presión para la regulación de los bombeos, y consultar valores instantáneos de presiones, caudales y determinados valores.
        - En estos SCADAS **no existen opciones para monitorización de variables ni se contemplan aspectos de seguimiento energético**, estando muy limitados en su funcionalidad, así como en la actualización de las funcionalidades al no disponer de soporte por las empresas que ejecutaron el proyecto.
    - Línea interior de suministro eléctrico en MT desde punto de acometida a toda la red de estaciones de bombeo, de tal forma que se contaba con disponer de un único punto de suministro CUPS.
    - Inicialmente el proyecto no dispuso de las autorizaciones necesarias para contar con suministro eléctrico por lo que las estaciones de bombeo eran operadas por grupos electrógenos.

- En paralelo al proyecto de Modernización ejecutado por la CRCH se llevó a cabo el **proyecto de Modernización de Regadíos de la SAT nº 484 CM Río Balazote Don Juan** (entidad asociada a la CRCH) que tiene la encomienda de gestión del suministro de riego a los comuneros, para llevar

a cabo la modernización del riego en el interior de las parcelas de los diferentes comuneros. Esto se realizó de manera conjunta para todos aquellos que quisiesen llevar a cabo el equipamiento de la parcela para unificar criterios técnicos de las instalaciones y reducir costes de implantación al tratarse de una contratación conjunta. En dicho proyecto no se contemplaba actuaciones relativas a telecontrol y automatización, ya que se pensaba disponer de los dispositivos de telecontrol de la red de baja de la CRCH.

- Posteriormente se pudo llevar a cabo el **proyecto** para disponer del **punto de acometida eléctrica** a partir de una subestación eléctrica de Iberdrola, donde se dispuso el contador de suministro eléctrico así como determinados elementos de automatización, registro y seguimiento de parámetros eléctricos mediante un dispositivo SEGURENER de la empresa ACOEMAN, a través del cual se establece el seguimiento de los valores de energía activa, reactiva, control de potencia fuera de horarios preconfigurados para evitar excesos de potencia, así como funciones de monitorización y registro de valores históricos. Este dispositivo cuenta con un sistema de monitorización y automatización propio, no vinculado al resto de elementos de la CR.

- En 2015-2016 se llevó a cabo el proyecto para **ejecución de Toma de Captación nº2** en el Rio Balazote, con objetivo de poder aumentar la capacidad de captación en épocas de mayor caudal circulante por el Rio debido a las limitaciones que se encontraron tras la ejecución del proyecto inicial en la Toma 1. Dicho proyecto contemplaba:
    - Canal de derivación del río hasta una cántara de regulación
    - Bombeo para inyectar dicho caudal en la red de transporte para su incorporación a las balsas nº3 y nº4.
    - Filtrado-tamizado
    - Sistema de automatización con SCADA en local, que no quedó integrado en el sistema de automatización del resto de estaciones de bombeo y debía ser operado de manera presencial en la propia pantalla del SCADA. Posteriormente se dispuso un sistema independiente para poder operar remotamente este equipo.
    - Dicha captación venía funcionando únicamente 4-5 meses al año y no se encontraba electrificada, hasta la campaña 2020-2021 donde se ejecutó la línea eléctrica a partir de la línea existente de la CRCH.

- En 2016 se llevó a cabo un **proyecto para la sustitución del sistema de telecontrol de la red de baja** instalado en la modernización de ABB. En dicho proyecto se seleccionó el sistema de unidades remotas de INELCOM (ISRL) con dispositivos de comunicaciones M2M-GPRS. Dicho sistema de telecontrol permite realizar la programación de apertura y cierre de las válvulas hidráulicas en los hidrantes multiusuario y registra lecturas de caudal y totalizador de los contadores para su uso en facturación y seguimiento de consumos y cupo individual a nivel de comunero. Adicionalmente

cuenta con entradas 4-20mA para transductores de presión distribuidos en numerosos puntos de cada uno de los sectores de riego. Este sistema es el que actualmente está en uso por parte de la CRCH de manera satisfactoria.

- Al mismo tiempo que se ejecutó el sistema de telecontrol de la red de baja por INELCOM, esta misma empresa llevó a cabo **la instalación de una red interior de comunicaciones vía wifi** entre los siguientes puntos:

    - Embalses nº2, nº3 y nº4
    - Toma nº2
    - Punto de acometida eléctrica
    - Centro de control ubicado en la sede de la CRCH

  Quedó por tanto fuera del sistema de la red interna de comunicaciones de la CRCH la estación de bombeo nº1 y la captación de la Toma 1.
  De esta forma se permitía poder acceder de manera remota (mediante una conexión vía VNC Viewer) a las pantallas locales de SCADAS configurados en los PLCs de las diferentes estaciones de bombeo e ir incorporando otras funcionalidades para el manejo de las mismas a partir de dispositivos implementados por la empresa ACOEMAN, proveedor que realiza todas las labores de mantenimiento y seguimiento de las estaciones de bombeo y sistemas eléctricos.

- Por último, en 2017 se completó el **Proyecto de Infraestructuras de transporte para la segunda fase de la sustitución de bombeos en la Mancha Oriental en la zona regable Balazote La Herrera**, que se ejecutó en dos fases:
    - por parte del Ministerio de Agricultura y la Confederación Hidrográfica del Júcar para la captación en el canal del Trasvase Tajo Segura y la conducción hasta el puto de entrega a la CRCH en la nave de bombeo nº4
    - Por parte de la CRCH para poder incorporar los volúmenes procedentes de dicha captación a su sistema hidráulico, permitiendo el almacenamiento en el embalse nº4 o incluso su bombeo aguas arriba hasta el embalse nº3 o nº2 por la tubería de transporte existente.

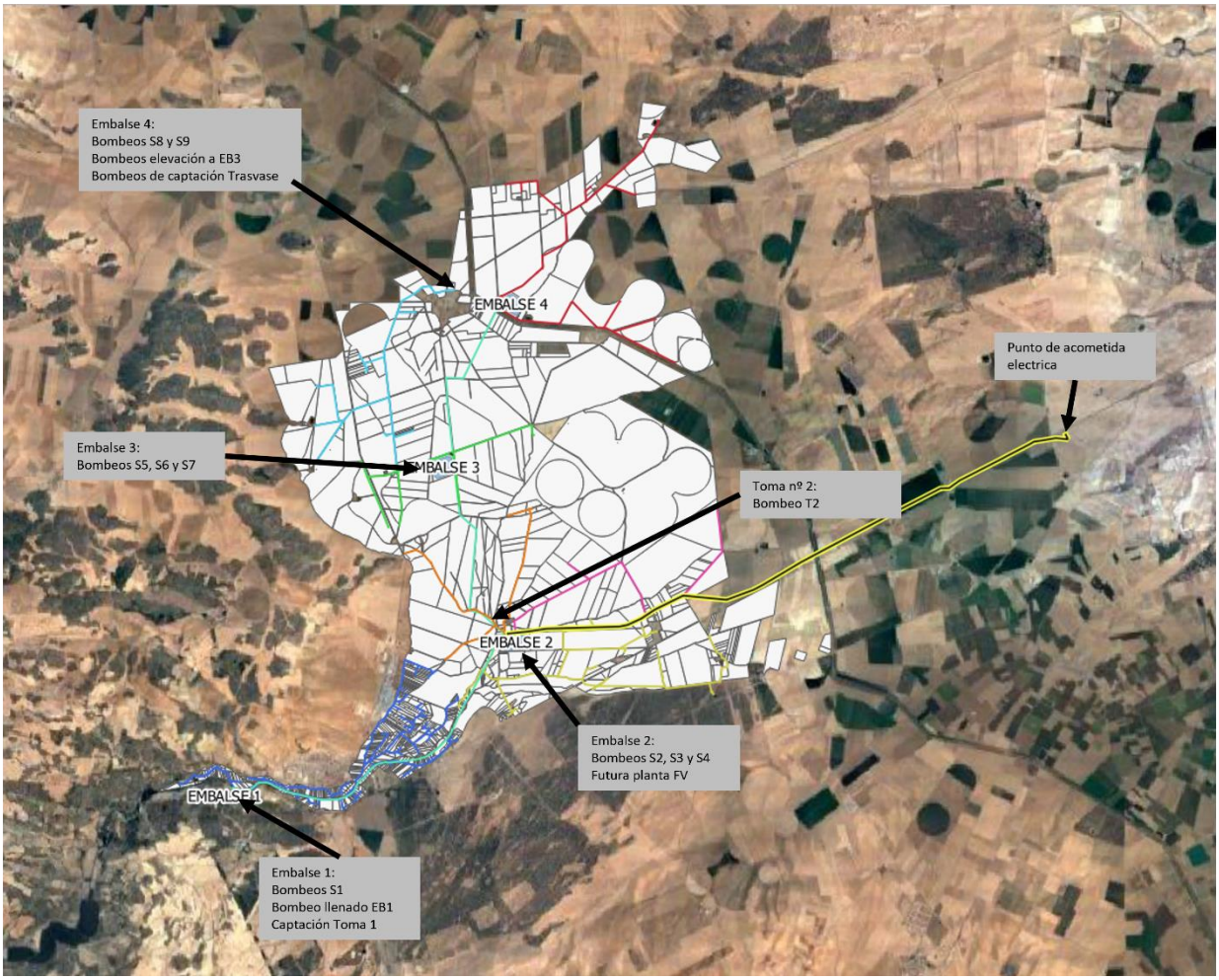
  Cada una de las fases contaba con su propio sistema de automatización y SCADA independiente, de los cuales el ejecutado por Tragsa no se llegó a completar en su configuración y se encuentra completamente inoperativo para siquiera poder llevar a cabo las pruebas de bombeo.

  En la ejecución de la fase de la propia CRBH se incorporaron más elementos de bombeo y determinadas consignas y variables de funcionamiento que no eran viables de integrar en el sistema de automatización de la red de alta ejecutado en el proyecto de modernización inicial (SCADA Regaber ABB), de tal forma que se llevó a cabo la **reforma integral de la automatización de la**

estación de bombeo nº4 y n nº3 por parte de la empresa ACOEMAN donde se incorporaron las funcionalidades existentes para el manejo habitual (arranque paro, consignas de presión, monitorización de variables) de los bombeos a sector y todos los escenarios de trabajo para el funcionamiento de la sustitución de bombeos y la captación de volúmenes por el canal del Trasvase. Aprovechando la red interna de comunicaciones vía wifi, desde el centro de control de la CRCH se puede acceder vía remota (mediante VCN Viewer) a los SCADAS de automatización incorporados en la estación de bombeo nº 3 y nº4 configurados sobre PLCs Schneider.

2 SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se muestra una tabla resumen con las principales características respecto a los elementos de automatización y control con imágenes de los diferentes sistemas de red de alta existentes en la actualidad en la CRBH:



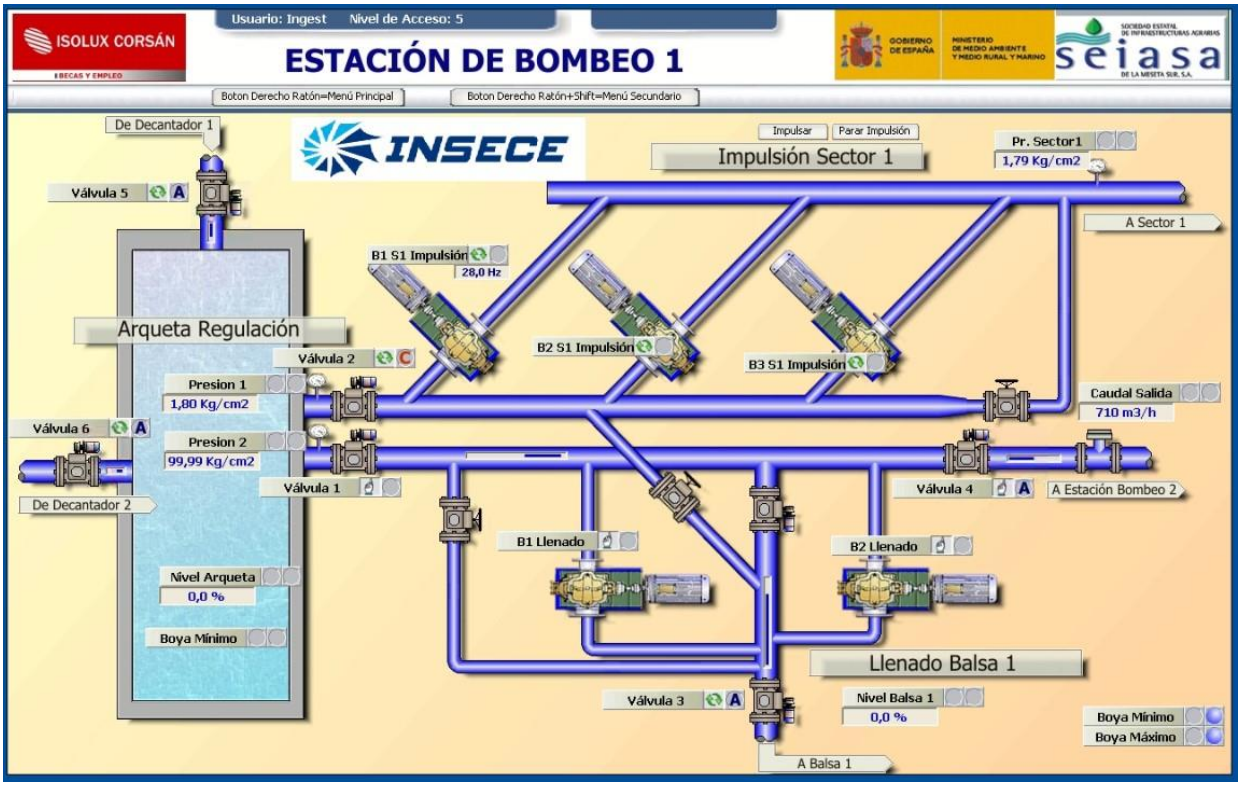
EMBALSE Nº1:

- Autómatas OMRON del proyecto de modernización inicial (Regaber-ABB)
- Comunicación vía radio a centro de control
- Equipos y sensores controlados:
    - Cántara de regulación aguas debajo de los decantadores de la Toma 1
        - Sensores de nivel
    - Bombas de elevación a embalse nº1 (2 bombas)
        - Arranque paro
    - Bombas de inyección a Sector 1 (1BVV + 2BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
    - Señales de presión
    - Caudal de salida hacia Embalse nº2 (caudalímetro electrómagnético)
    - Control de válvulas motorizadas

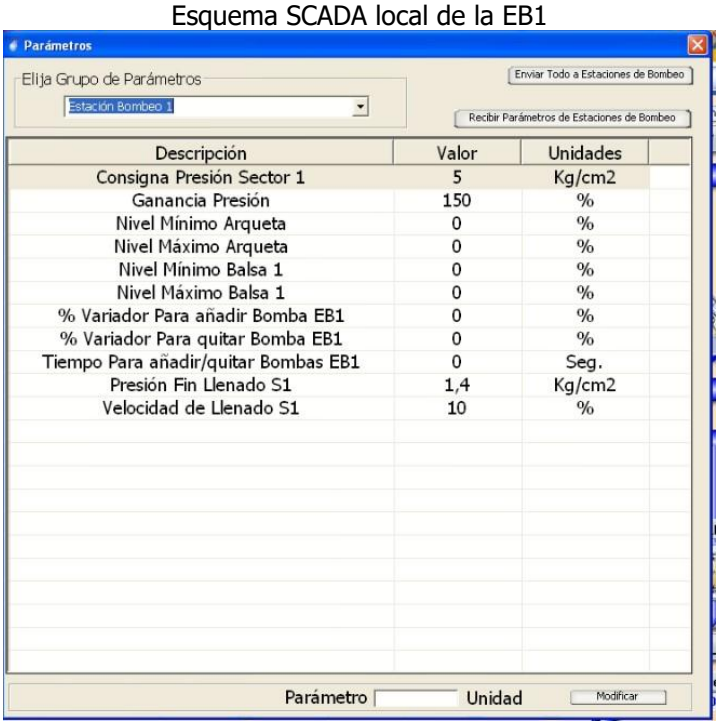
Principales inconvenientes

- Funcionamiento sobre una máquina virtual XP sobre el ordenador del puesto de control de la CRBH
- Gestión de alarmas deficiente
- No registro de históricos ni explotación de información
- Imposibilidad de actualización o mejora al no disponer de soporte.

- No están integrado los contadores de captación desde el azud hasta los decantadores ni el aforador
- No integración de niveles de decantadores de captación
- No dispone de conexión wifi a la red propia de la CRBH como el resto de puntos.

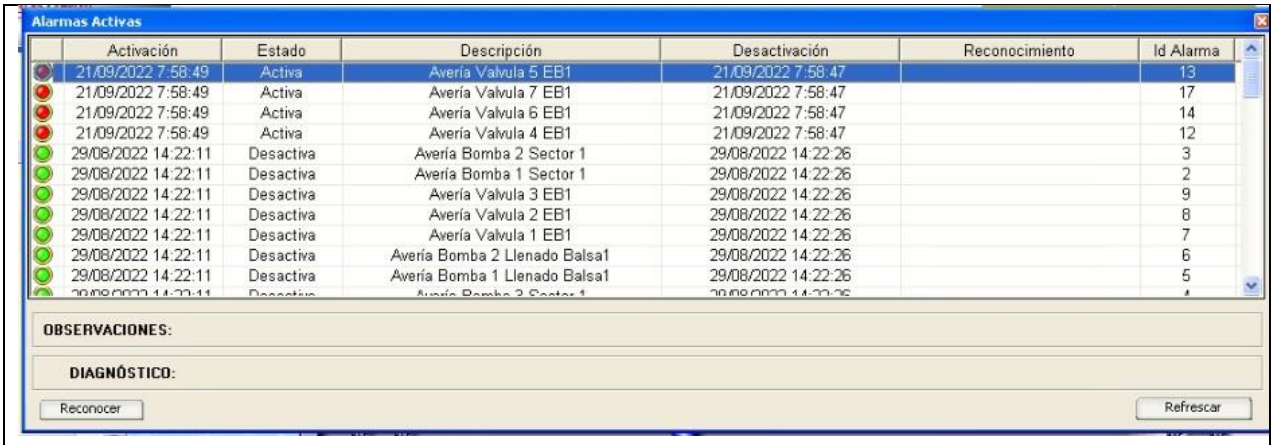


Esquema SCADA local de la EB1



Descripción	Valor	Unidades
Consigna Presión Sector 1	5	Kg/cm2
Ganancia Presión	150	%
Nivel Mínimo Arqueta	0	%
Nivel Máximo Arqueta	0	%
Nivel Mínimo Balsa 1	0	%
Nivel Máximo Balsa 1	0	%
% Variador Para añadir Bomba EB1	0	%
% Variador Para quitar Bomba EB1	0	%
Tiempo Para añadir/quitar Bombas EB1	0	Seg.
Presión Fin Llenado S1	1,4	Kg/cm2
Velocidad de Llenado S1	10	%

Pantalla de configuración de variables en EB1



Activación	Estado	Descripción	Desactivación	Reconocimiento	Id Alarma
21/09/2022 7:58:49	Activa	Avería Valvula 5 EB1	21/09/2022 7:58:47		13
21/09/2022 7:58:49	Activa	Avería Valvula 7 EB1	21/09/2022 7:58:47		17
21/09/2022 7:58:49	Activa	Avería Valvula 6 EB1	21/09/2022 7:58:47		14
21/09/2022 7:58:49	Activa	Avería Valvula 4 EB1	21/09/2022 7:58:47		12
29/08/2022 14:22:11	Desactiva	Avería Bomba 2 Sector 1	29/08/2022 14:22:26		3
29/08/2022 14:22:11	Desactiva	Avería Bomba 1 Sector 1	29/08/2022 14:22:26		2
29/08/2022 14:22:11	Desactiva	Avería Valvula 3 EB1	29/08/2022 14:22:26		9
29/08/2022 14:22:11	Desactiva	Avería Valvula 2 EB1	29/08/2022 14:22:26		8
29/08/2022 14:22:11	Desactiva	Avería Valvula 1 EB1	29/08/2022 14:22:26		7
29/08/2022 14:22:11	Desactiva	Avería Bomba 2 Llenado Balsa1	29/08/2022 14:22:26		6
29/08/2022 14:22:11	Desactiva	Avería Bomba 1 Llenado Balsa1	29/08/2022 14:22:26		5

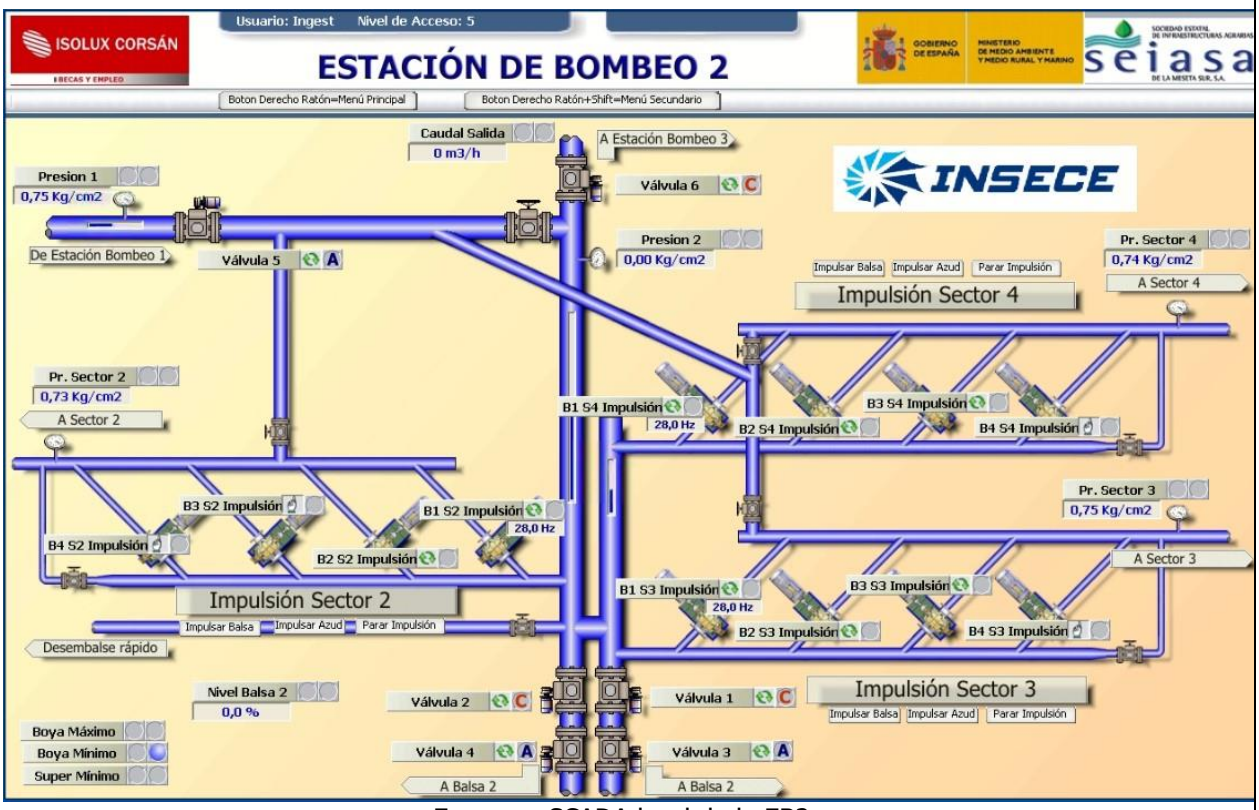
EMBALSE Nº2

- Autómatas OMRON del proyecto de modernización inicial (Regaber ABB)
- Comunicación vía radio a centro de control
- Equipos y sensores controlados:
    - Bombas de inyección a Sector 2 (1BVV + 3BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Bombas de inyección a Sector 3 (1BVV + 3BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Bombas de inyección a Sector 4 (1BVV + 3BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Señales de transductores de presión en impulsión de cada sector
    - Nivel de llenado de balsa a partir de transductor de presión en colector de salida
    - Caudal de salida hacia Embalse nº3
    - Control de válvulas motorizadas
- Cuenta con antena wifi en la red interna de la CRBH

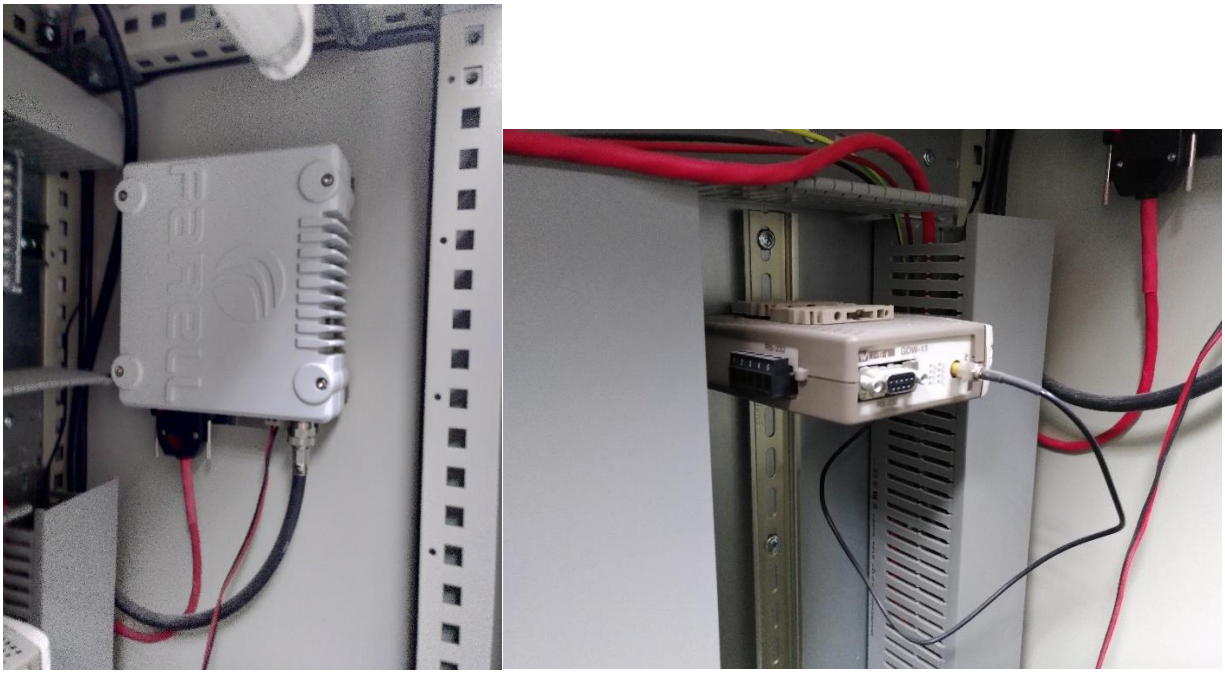
<u>Principales inconvenientes</u>

- Funcionamiento sobre una máquina virtual XP sobre el ordenador del puesto de control de la CRBH
- Gestión de alarmas deficiente
- No registro de históricos ni explotación de información
- Imposibilidad de actualización o mejora al no disponer de soporte.
- Punto de entrega de la potencia de la planta FV. Imposibilidad de incorporar valores de monitorización de la misma sobre este automatismo
- Caudalímetro de salida hacia EB2 averiado y no integrado correctamente en el sistema de monitorización

- Imposibilidad de incorporar variables para situación de funcionamiento de elevación de EB3 a EB2 si hay captación desde el Trasvase.

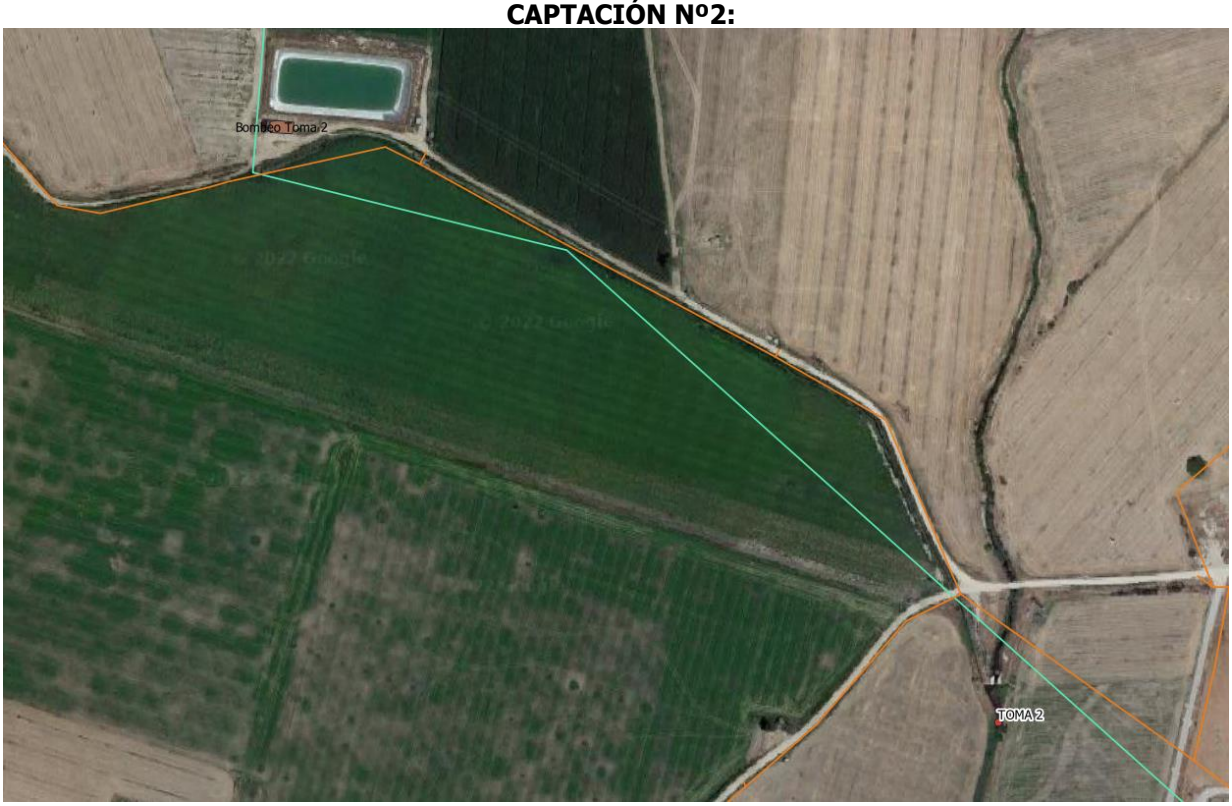


Esquema SCADA local de la EB2


Módulos de comunicación vía radio en centro de control de la CRBH para embalse 1 y 2

Antena wifi de la EB2

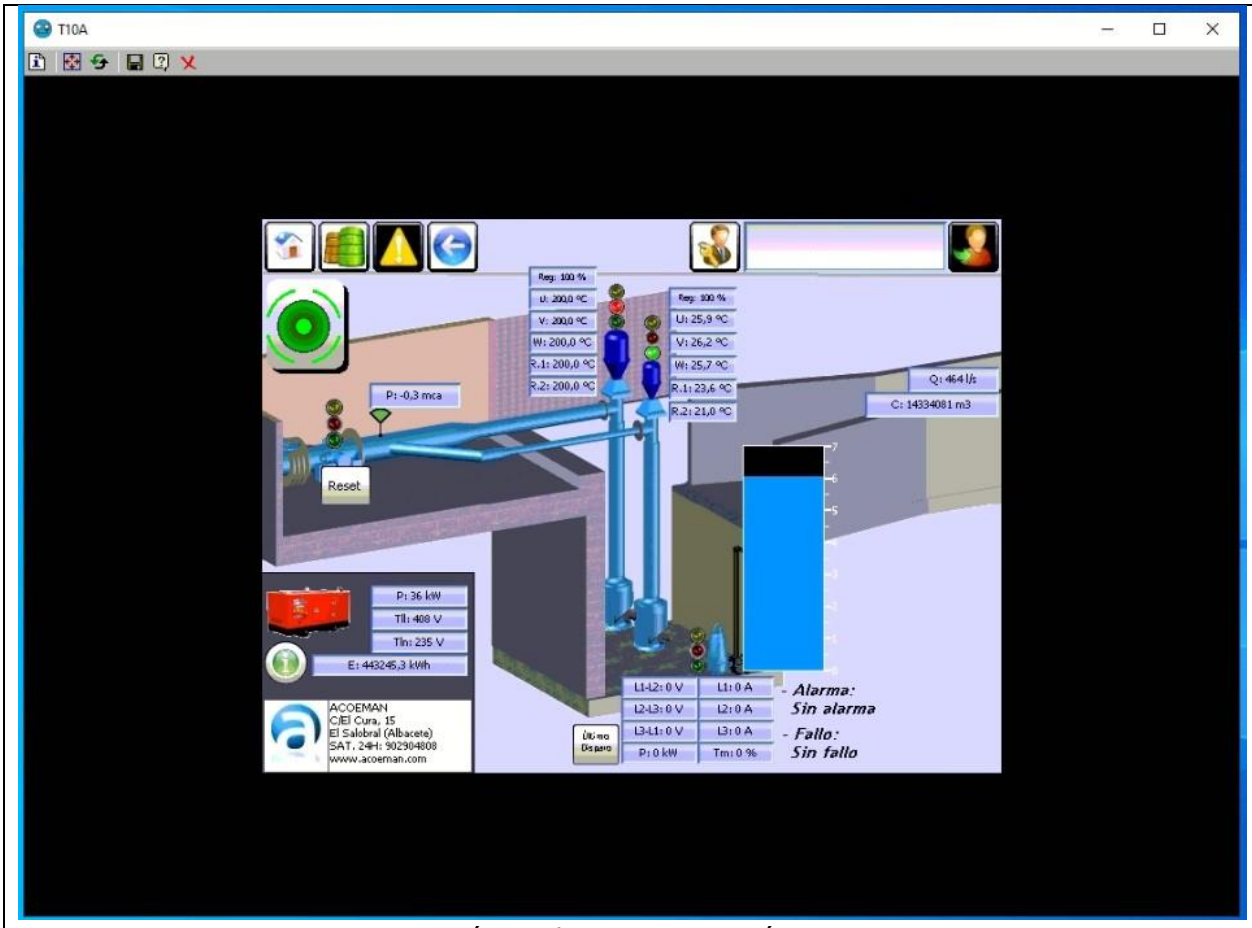
CAPTACIÓN Nº2:



- Autómata Schneider independiente instalado por ACOEMAN
- Conexión desde centro de control a PLC vía VPN usando la red wifi interna
- Equipos y sensores controlados:
    - Bombas de inyección a red de transporte (1BVV)
        - Arranque / paro
        - Consigna de nivel para la cántara de aspiración
    - Parámetros eléctricos de consumo
    - Nivel de llenado de la cántara
    - Sondas de nivel de máximo y mínimo
    - Caudal de entrada a cántara mediante aforador (caudalímetro de ultrasonidos lámina libre)
    - Temperatura de motor
    - Presión impulsión
    - Control de válvulas motorizadas
- Cuenta con antena wifi en la red interna de la CRBH

Principales inconvenientes

- Funcionamiento independiente sobre SCADA propio no integrado en el mismo sistema de Estaciones de Bombeo EB 3 y EB 4
- No registro de históricos ni explotación de información



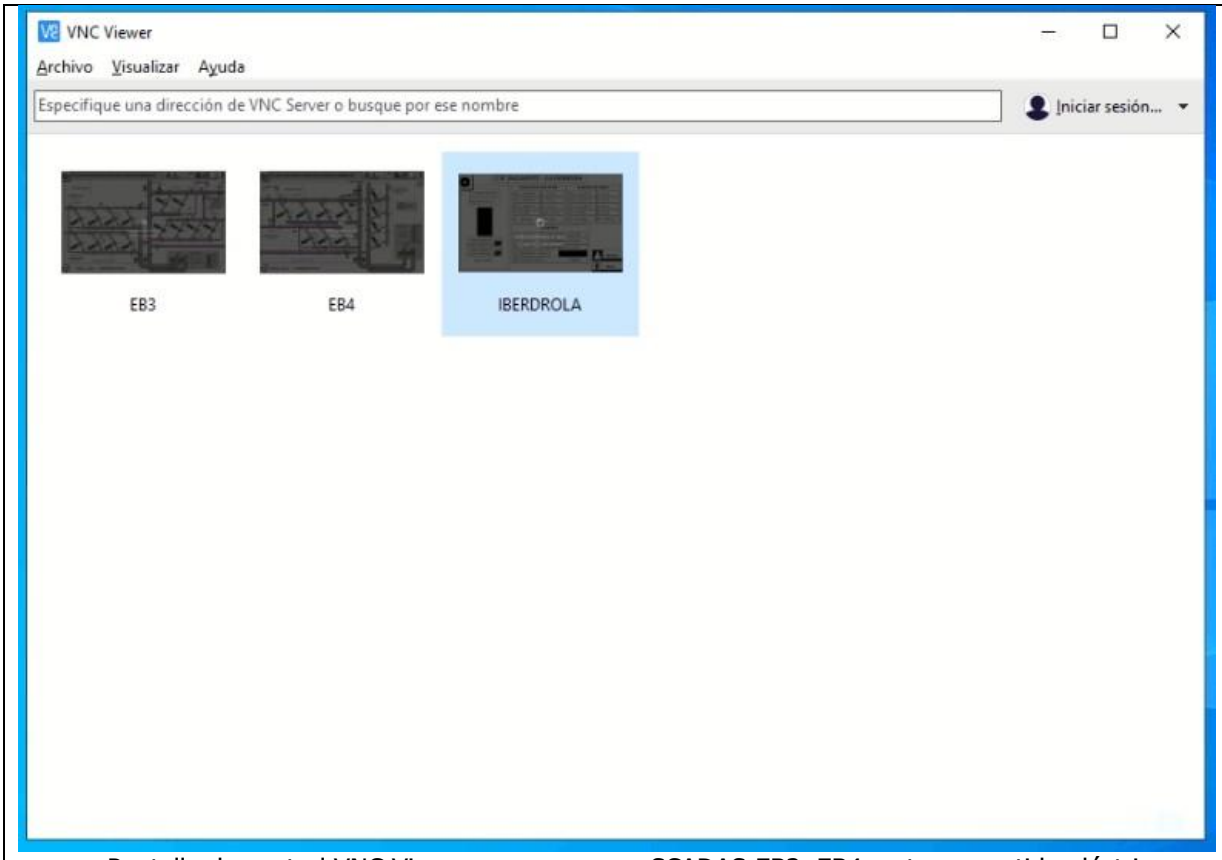
Sinóptico de SCADA Captación nº2

EMBALSE Nº3

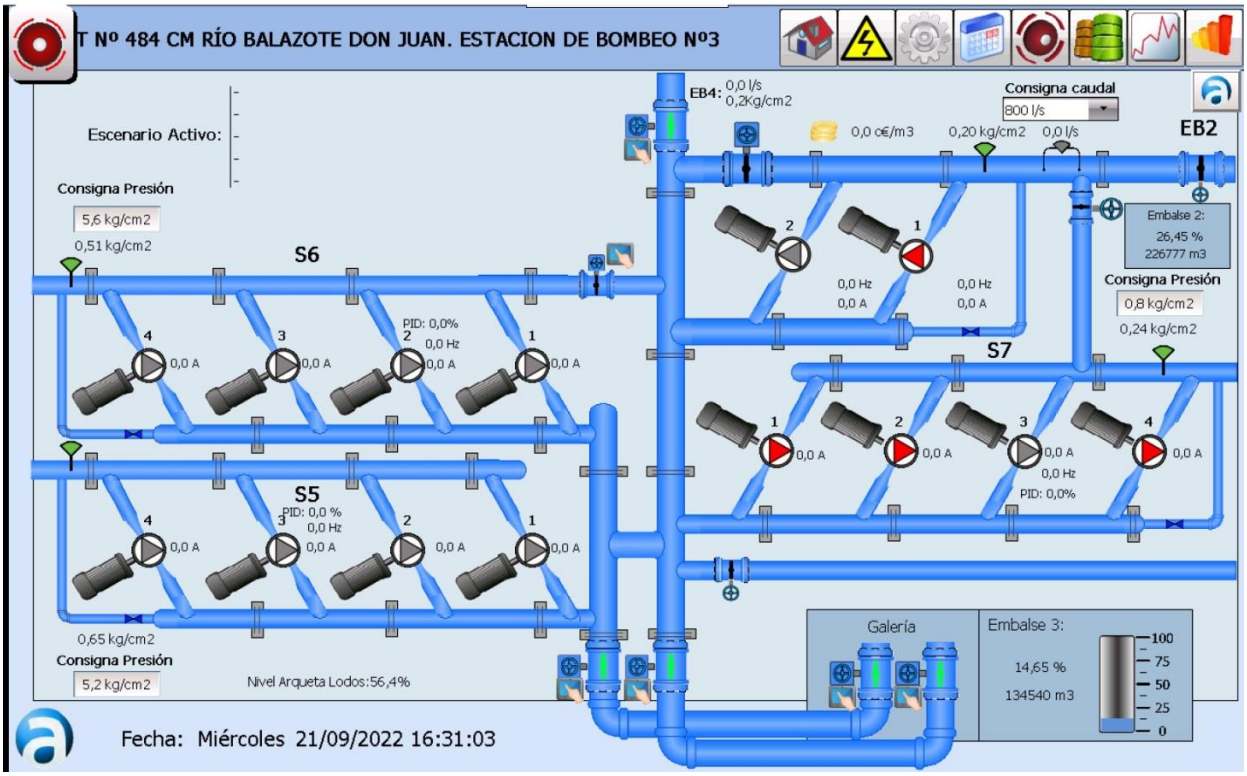
- Autómatas Schneider instalado en el proyecto de Sustitución de Bombeos
- SCADA desarrollo propio empresa instaladora ACOEMAN proveedor de la CRBH
- Conexión desde centro de control a PLC vía VNC Viewer usando la red wifi interna
- Equipos y sensores controlados:
    - Bombas de inyección a Sector 5 (1BVV + 3BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Bombas de inyección a Sector 6 (1BVV + 3BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Bombas de inyección a Sector 7 (1BVV + 3BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Bombas de elevación desde EB3 a EB2 (2 BVV) con regulación caudalimétrica
    - Señales de transductores de presión en impulsión de cada sector
    - Nivel de llenado de balsa a partir de transductor de presión en colector de salida
    - Caudal de salida hacia Embalse nº4
    - Control de válvulas motorizadas
- Cuenta con antena wifi en la red interna de la CRBH

<u>Principales inconvenientes</u>

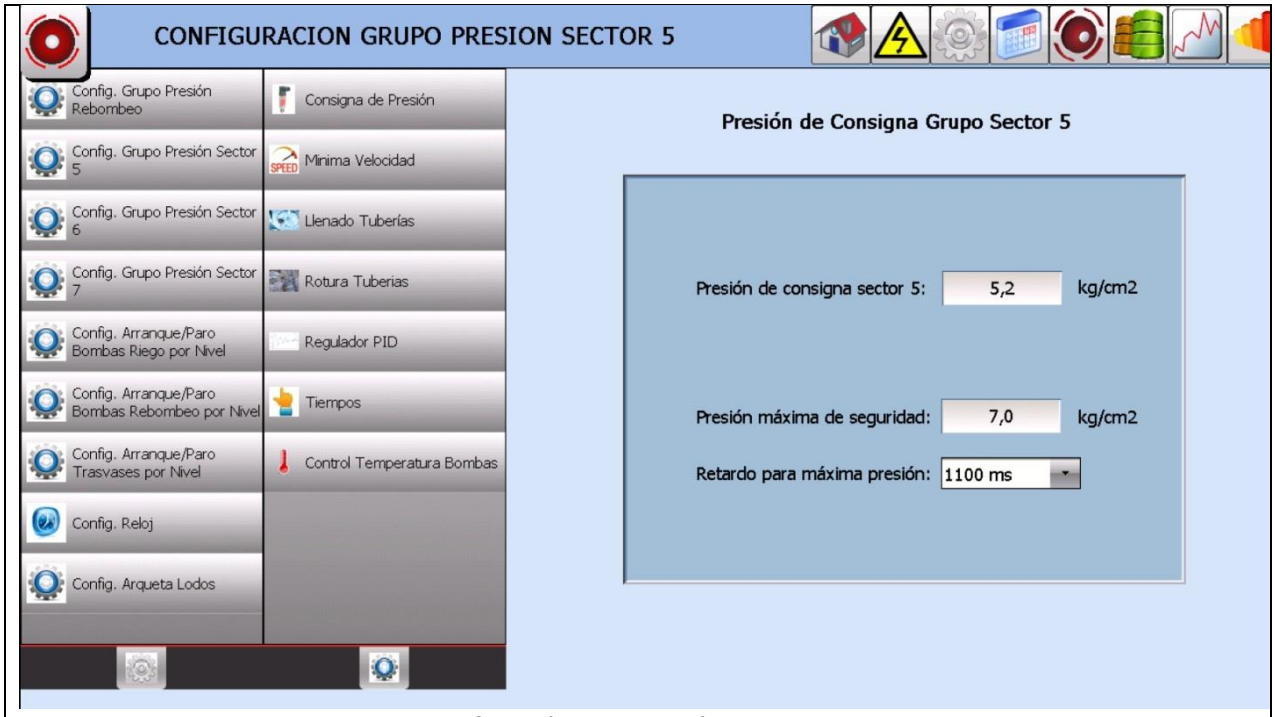
- Acceso en local desde PC de la CRBH en conexión remota



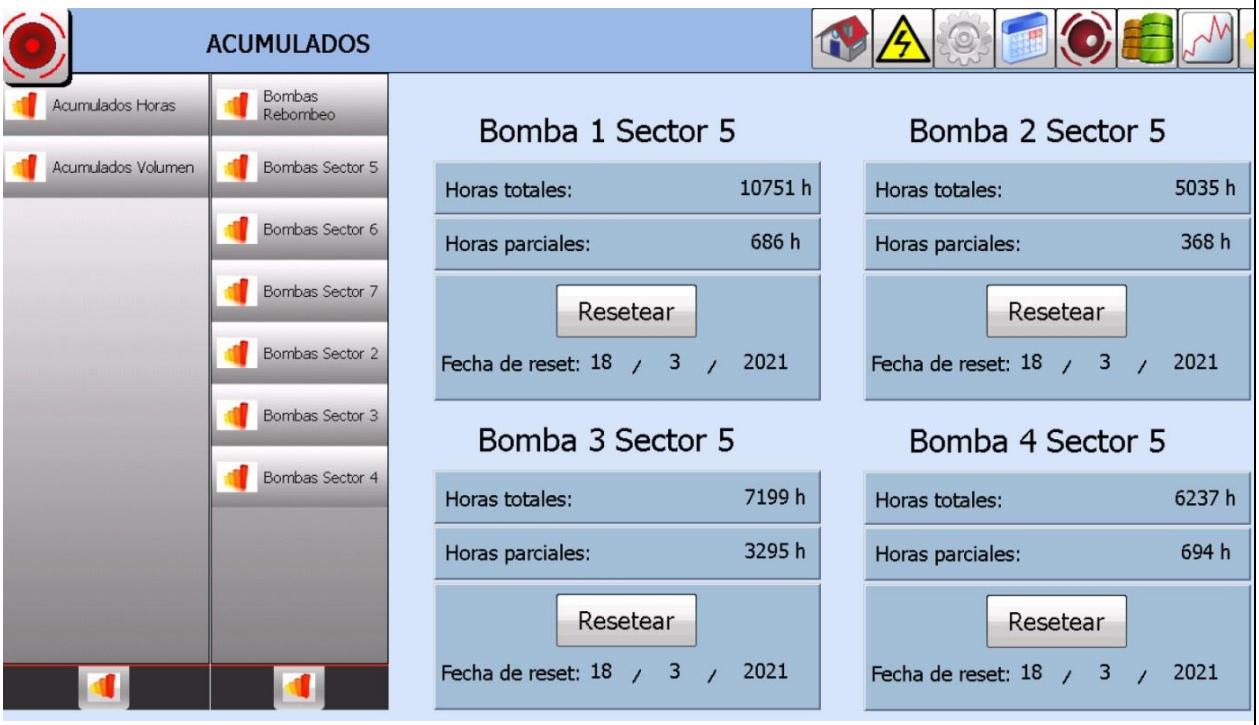
Pantalla de control VNC Viewer para acceso a SCADAS EB3, EB4 y pto acometida eléctrica



Esquema SCADA local de la EB3



Configurador para Bombeo Sector 5



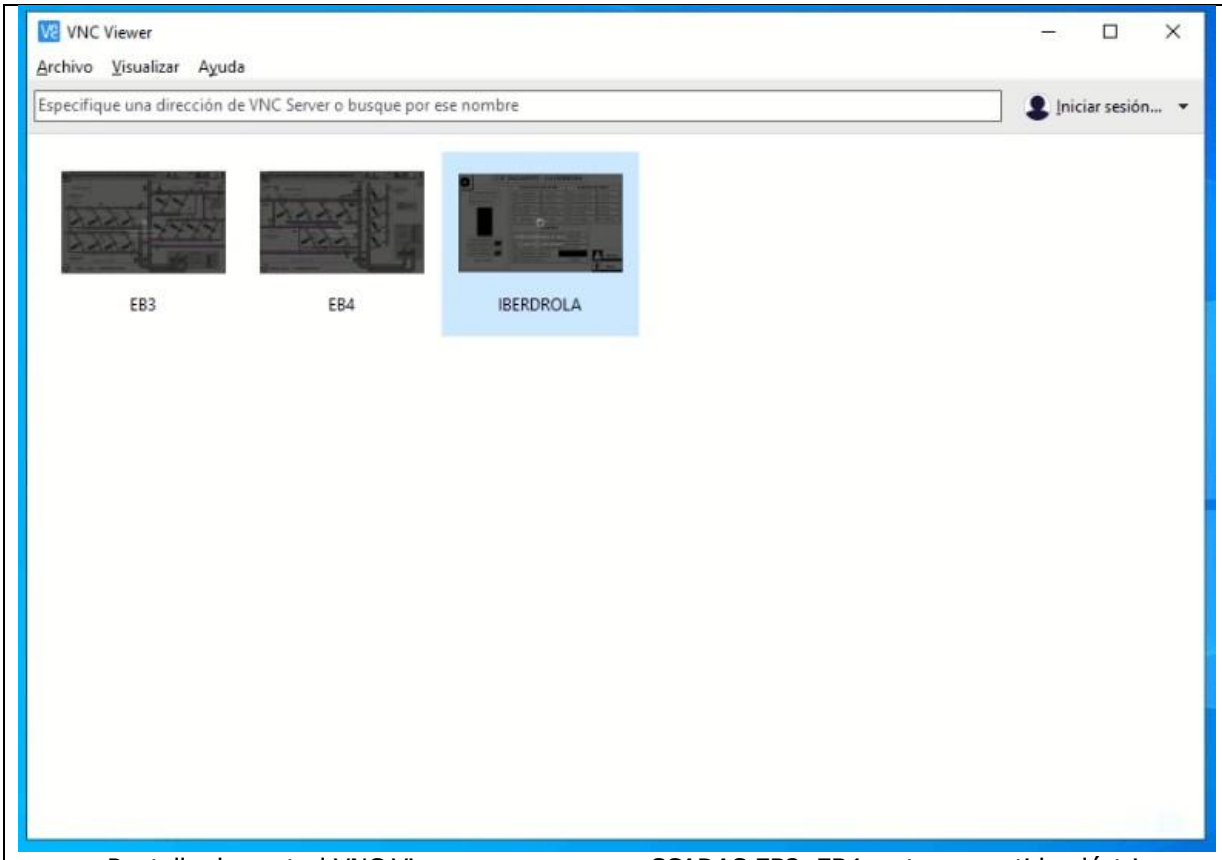
Vista de valores acumulados de horas de funcionamiento de bombas

EMBALSE Nº4

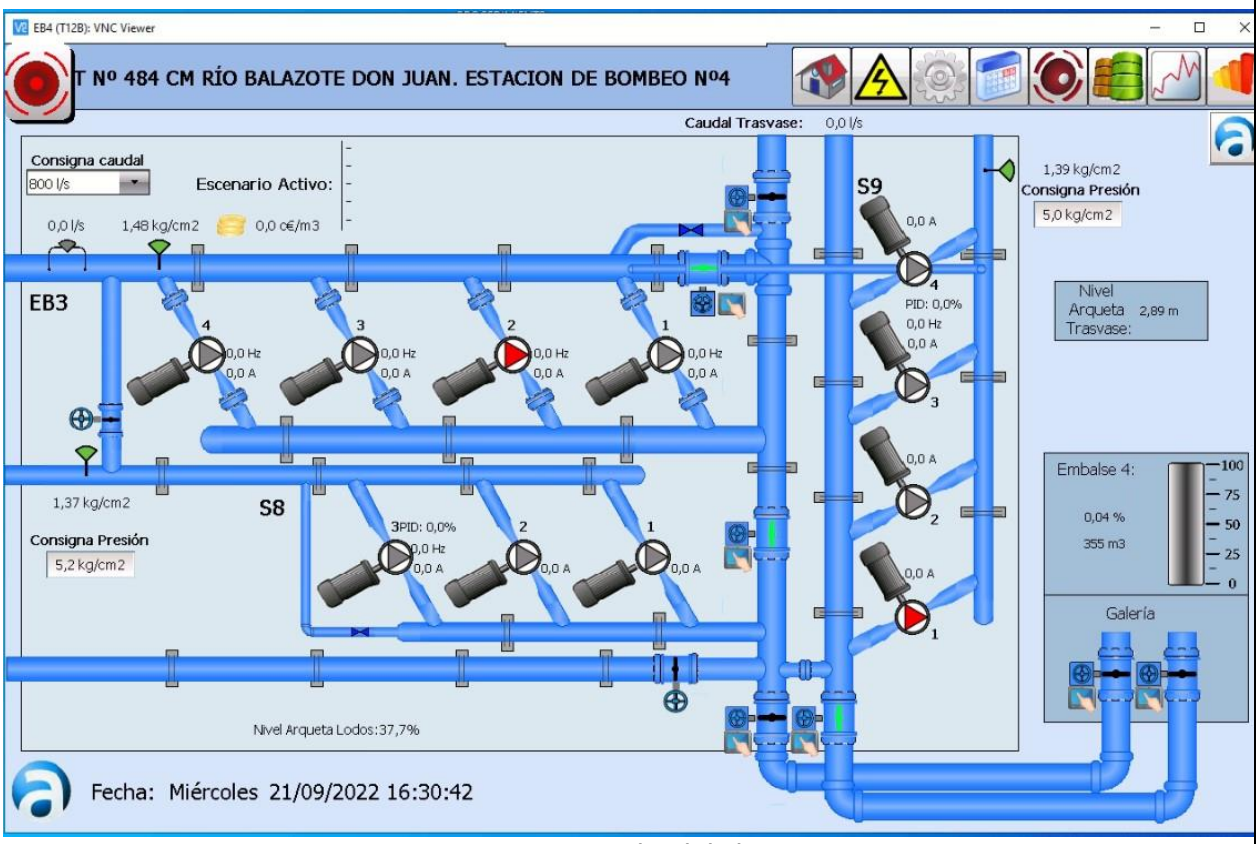
- Autómatas Schneider instalado en el proyecto de Sustitución de Bombeos
- SCADA desarrollo propio empresa instaladora ACOEMAN proveedor de la CRBH
- Conexión desde centro de control a PLC vía VNC Viewer usando la red wifi interna
- Equipos y sensores controlados:
    - Bombas de inyección a Sector 8 (1BVV + 2BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Bombas de inyección a Sector 9 (1BVV + 3BVF)
        - Arranque / paro
        - Consigna de presión para regulación manométrica
        - Regulación de BVV
    - Bombas de elevación desde EB3 a EB2 (4 BVV) con regulación caudalimétrica
    - Señales de transductores de presión en impulsión de cada sector
    - Nivel de llenado de balsa a partir de transductor de presión en colector de salida
    - Caudal de salida hacia Embalse nº3
    - Control de válvulas motorizadas
    - Parámetros eléctricos de los transformadores
- Cuenta con antena wifi en la red interna de la CRBH
- Nivel de llenado de la cántara de aspiración de la Toma Trasvase

<u>Principales inconvenientes</u>

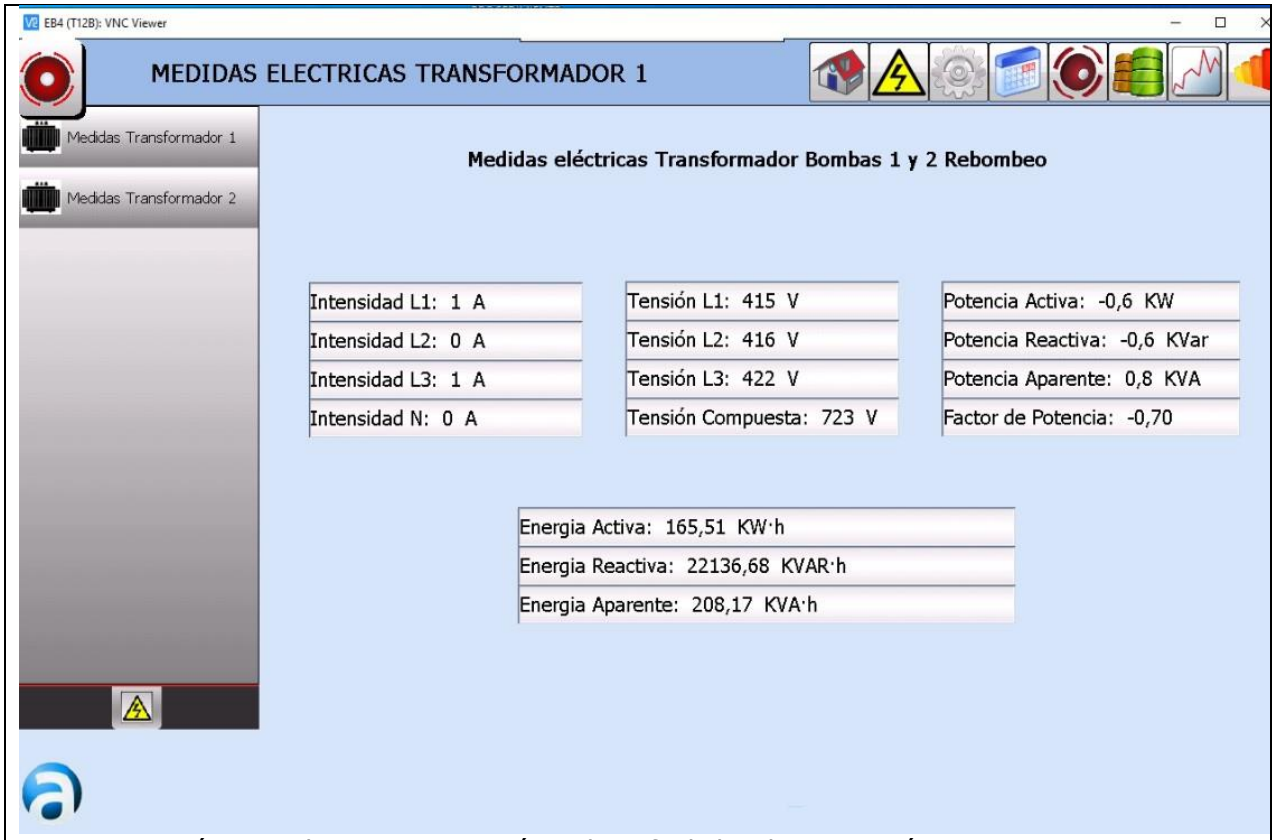
- Acceso en local desde PC de la CRBH en conexión remota



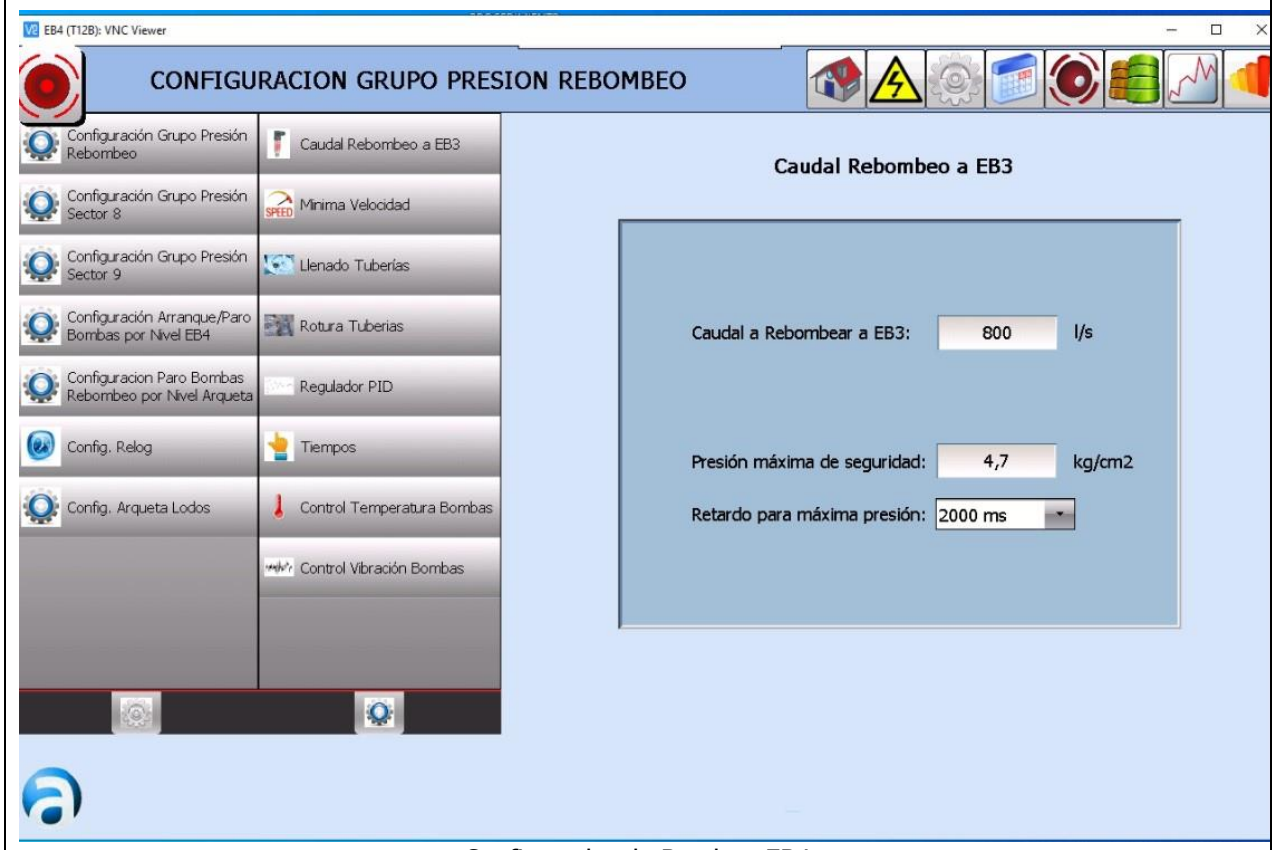
Pantalla de control VNC Viewer para acceso a SCADAS EB3, EB4 y pto acometida eléctrica



Esquema SCADA local de la EB3



Parámetros de consumo energético de trafo de bombeo captación Toma Trasvase



Configurador de Bombeo EB4

SCADA con pantalla LCD en local al que se conecta la CRBH mediante VNC Viewer

PLC Bombeo EB4

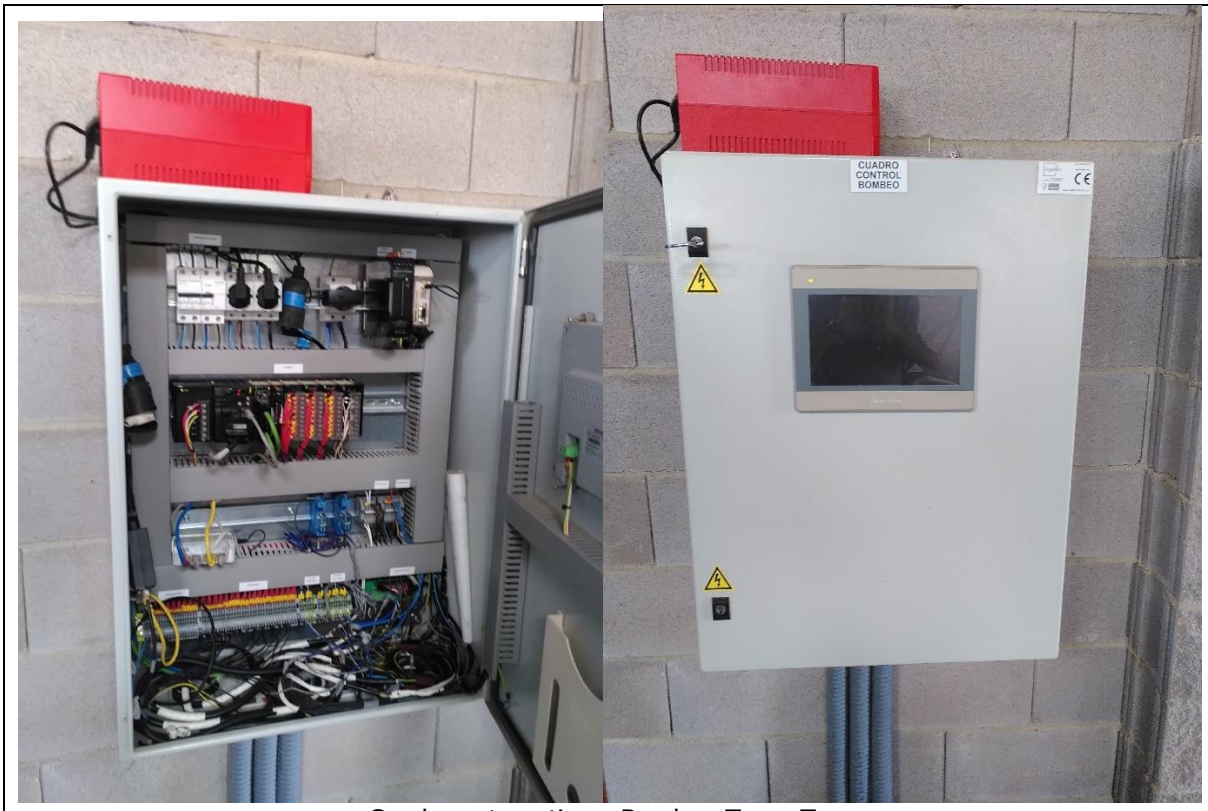
CAPTACIÓN TOMA TRASVASE

- Autómatas OMRON instalado en el proyecto de Sustitución de Bombeos
- Equipos y sensores controlados:
  - Bombas de elevación de cántara de aspiración a embalse nº4 (2 BVV con regulación por nivel)
  - Debe funcionar en concordancia con el sistema de la EB4
  - No ha llegado a estar operativo y no se ha podido realizar las pruebas de funcionamiento por parte de la CRBH después de la entrega de la obra
  -

<u>Principales inconvenientes</u>

- No operativo

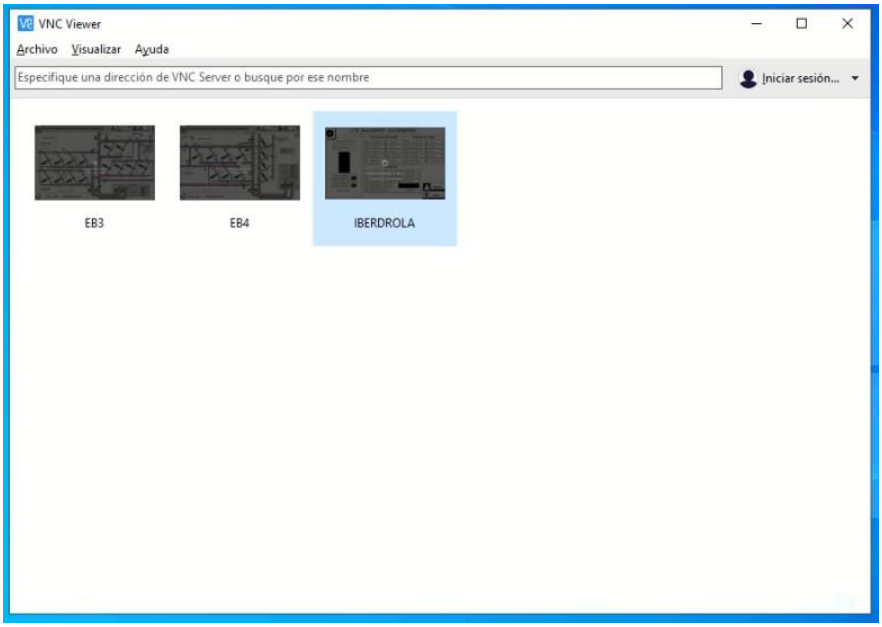
Bombas Captación Toma Trasvase

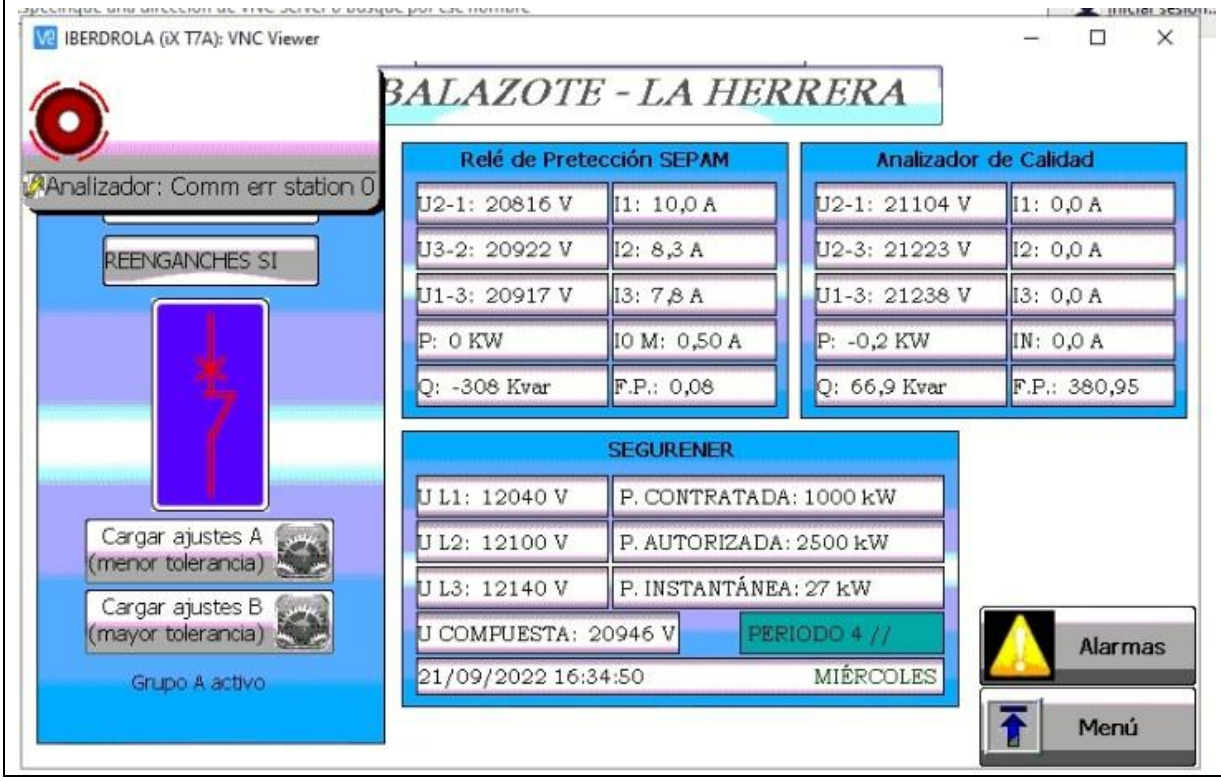


Cuadro automatismo Bombeo Toma Trasvase

ACOMETIDA ELÉCTRICA

- Dispositivo SEGURENER implementado por empresa ACOEMAN para seguimiento de parámetros eléctricos de la acometida de la CRBH
- Conexión en remoto vía VNC Viewer usando la red wifi interna
- Alarmas de consumo energético
- Control de energía reactiva
- Discriminador horario para control de excesos de potencia





3 NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN APLICABLES A LOS ELEMENTOS DE CONTROL PLC

- CE marking according EN 61131-2
- CSA 22-2 Nº 142 (Canadian Standars Association)
- UL 508 (Underwriters Laboratories)
- C-Tick ACA (Australian Communication Authority/Australia)
- CSA 22-2 Nº 213 Hazardous Location (CSA)
- FCC Part 15 – Class A
- GOST CEI
- BV (Boreau Veritas / Norway)
- DNV (Det Norske Veritas/Norway)
- GL (Germanischer Lloyd/Germany)
- LR (Lloyd´s register United Kingdom)
- RINA (Registro Italiano Navale/Italy)
- ABS (American Bureau of Shipping / USA)
- RMRoS (Russian Maritime Register of Shipping / Russia)
- El PLC debe incluir certificaciones a Ethernet robustas:

  SEAchilles Level 2

  Cumplir con el estándar IEC – 62443

NORMATIVAS MEDIOAMBIENTALES

Sustancias peligrosas

- WEEE, Directiva 2002/96/EC
- RoHS, Directiva 2011/65/EU
- RoHS China, Estándar SJ/T 11363-2006
- REACh regulación EC 1907/2006
- The SAFETY PLC modules must be certified by TÜV for applications up to SIL3 according to IEC 61508, IEC 62061 and Performance Level PLe according to ISO13849-1
- Los PLC SAFETY deben cumplir con los siguientes standards:
- IEC 61508: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety- related systems, Part 1-7, edition 2.0.
- IEC 61511: Safety instrumented system for the process industry sector, edition 2016
- IEC 61131: Programmable controllers, part 2: Equipment requirements and tests
- European Boiler protection standard: EN 50156-1
- US Boiler protection standards: NFPA 85, 86, 72
- EN 54.2 Fire detection and fire alarm systems.

- EN 298 Automatic gas burner control systems for gas burners and gas burning appliances with or without fans.
- IEC 62061 Safety of machinery.
- EN ISO 13849-1 Safety of machinery.
- EN50155 Railway environment.

4 ACTUACIONES PARA AUTOMATIZACIÓN DE RED DE ALTA

Como se ha reflejado en el apartado anterior, la configuración actual del sistema de automatización de la red en alta de la CRBH tiene una serie de aspectos mejorables para la fiabilidad y la correcta operación por parte de la entidad.

Con la implantación de las tecnologías de energía renovables pretendidas con este proyecto se hace necesario contar con herramientas de gestión de la red robustas, fiables y con las funcionalidades y flexibilidad necesarias para poder adaptar el funcionamiento de los bombeos de manera óptima a los escenarios de consumo eléctrico a partir de la producción de la planta FV.

Es por ello que se plantea como imprescindible para alcanzar los objetivos de ahorro energético marcados en el proyecto, que se lleven a cabo una serie de actuaciones encaminadas a mejoras la funcionalidad de los sistemas de automatización, gestión, control y telemando de las estaciones de bombeo de la CRBH, especialmente en aquellos puntos como la estación de bombeo nº2, donde precisamente se produce el vertido de la planta FV hacia la red de distribución de la CRBH y en la estación de bombeo nº1, la cual no dispone de los sistemas de comunicaciones necesarios para implantar un sistema de automatización más eficiente.

Las principales actuaciones que se plantean en este proyecto para la mejora del sistema de automatización y telecontrol de la red en alta de la CRBH son las siguientes:

1. Implantación de **automatización en Estación de Bombeo nº1**, sustituyendo el sistema SCADA actual por el sistema compatible e integrado con la automatización de las estaciones de bombeo EB3 y EB4
2. **Integración de la EB1 dentro de la red de comunicaciones vía wifi interna** de la CRBH, mediante instalación de antenas Wireless entre el centro de control de la CRBH y la EB1, con un punto intermedio de visión directa entre ambos.
3. Implantación de **automatización en Estación de Bombeo nº2**, sustituyendo el sistema SCADA actual por el sistema compatible e integrado con la automatización de las estaciones de bombeo EB3 y EB4.
4. Implantación de **automatización en Bombeo Toma Trasvase**, sustituyendo al sistema SCADA actual no operativo por el sistema compatible e integrado con la automatización de las estaciones de bombeo EB3 y EB4.

5. Integración de los diferentes sistemas de automatización existentes en una **plataforma SCADA única** centralizada (nuevos sistemas de EB1 y EB2, junto con sistemas existentes de EB3, EB4, Toma 2, Toma Trasvase y Acometida eléctrica
6. Implantación de **gestor energético para la monitorización y control de la planta FV** integrada en el mismo SCADA referido

5 CARACTERÍSTICAS DE AUTOMATAS Y SCADA PARA ESTACIONES DE BOMBEO

Para realizar el control de la planta fotovoltaica y poder llevar a cabo el sistema de gestión energético que se describe en el punto 6 del presente anejo, es necesario instalar los equipos encargados de tomar los datos correspondientes y procesarlos. Estos equipos serán los encargados de comunicarse con el software de gestión energética del centro de control de la CCRR, recibiendo las consignas y ordenes correspondientes, para conseguir que la planta fotovoltaica, reduzca el consumo energético de la red hidráulica, manteniendo las consignas necesarias para el buen funcionamiento de la red.

Las características técnicas de los equipos son:

Equipo de control energético con hibridación controlada con funcionalidad definida en la memoria de principio de funcionamiento, compuesto por:

- 2 Armarios metálicos autoportantes IP55 1600X800x400mm con placa de montaje y zócalo paletizable de 100mm.
- Protecciones eléctricas magnetotérmicas y diferenciales.
- Controlador lógico programable de alto rendimiento con procesadores dedicados BMXP34, plataforma de E/S Modicon X80 en una configuración de uno varios bastidores y módulos adicionales para varias aplicaciones.
- Panel PC tactil de 21,5" 1920X1080 pixel TFT-LCD más licencia de 8000 tags.
- Sistema de comunicaciones DUAL 433Mhz + wireless con la ISFV.
- Switch 16 puertos 1Gbps gestionable.
- Medidor de potencia Alta Tensión con puerto Ethernet y serie de comunicaciones con protocolo Modbus RTU.
- Relés de maniobra.
- Canalizaciones, borneros de conexión y cableado.

Los sistemas de automatización propuestos para las estaciones de bombeo EB1 y EB2 **deben ser completamente compatibles con el sistema de automatización implementado actualmente en las estaciones de bombeo EB3 y EB4**, y a su vez ser integrables en una plataforma única ubicada en un sistema de supervisión y control centralizado en la sede de la CRBH.

Las tareas a realizar relativas a la implementación de la automatización en la EB1, EB2 y Toma Trasvase conllevarán:

- Desmontaje completo de armario de maniobra y armario de PLC y montaje de ambos cuadros (2 Armarios metálicos autoportantes IP55 1600X800x400mm con placa de montaje y zócalo paletizable de 100mm) según esquemas utilizando toda la aparamenta eléctrica nueva, incluso cableados y canalizaciones interiores.
- Se dotará de PLC Schneider o similar de alto rendimiento con procesadores dedicados BMXP34, plataforma de E/S Modicon X80 con al menos las siguientes características
    - Características del controlador:
    - - 7 Kinst/ms
    - - Sistema multitarea para tiempo réflex garantizado
    - - Puerto USB para programación integrado en todas las CPUs
    - - Código de programa de 70 Kins
    - - Almacenamiento adicional de archivos de hasta 16 Mb con acceso FTP
    - - Protocolos de comunicación Modbus TCP/RTU
- Se integrarán todas las señales existentes actualmente en el SCADA a sustituir, entre ellos serán:
    - Arranque/paro y maniobra de cada una de las bombas de sector o elevación
    - Integración con variador de velocidad y configuración para secuencia de arranque con regulación manométrica para bombeos de sector 1 a 4.
    - Integración con variador de velocidad para secuencia de arranque y regulación mediante sensores de nivel en cántara de aspiración en toma de Trasvase e integración con escenarios de funcionamiento programados en PLC EB4 para el caso de funcionamiento en caso de captación desde Trasvase para llenado de balsa 4 o elevación a balsa 3.
    - Integración de las señales Pt-100 de las bombas existentes.
    - Maniobra para válvulas motorizadas existentes en EB1 y EB2
    - Registro de señal analógica de los transductores de presión 4-20mA en las diferentes estaciones de bombeo
    - Registro de señal analógica de caudalímetros existentes y a instalar en red principal de transporte
- Sistema de gestión de alarmas
- Registro y almacenamiento de variables en base de datos SQL, con capacidad para generar informes y gráficas personalizadas, incluso con envío al usuario
- Parametrización de niveles de seguridad para accesos de usuarios

6 ANÁLISIS DE COBERTURAS

La CRBH ya cuenta como se ha reflejado en apartados anteriores de:

- Sistema de telecontrol para la red de baja (casetas de hidrantes a partes) implementada con sistema IRSL de INELCOM con comunicaciones vía GPRS M2M
- Sistema de telecontrol para la red de alta:
    - Vía radio para la EB1 y EB2 en los autómatas a sustituir
    - Vía Wifi en la red interna de comunicaciones existente con repetidores ubicados en el centro de control, EB2, EB3, EB4, Toma 2 y punto de acometida eléctrica

El único punto que falta para incorporar a la red de comunicaciones wifi es la EB1, la cual no tiene una visión directa con el centro de control, por lo que se plantea un punto intermedio en un poste eléctrico existente propiedad del ayuntamiento de Balazote, donde ya existe infraestructura de antenas para otros propósitos.

Se instalará un equipo wifi (radio + antena) en la EB1, que comunicará (visión directa) con otro equipo wifi (radio + antena) instalado en la torre de comunicaciones. Esta antena comunicará a su vez, mediante switch con otra antena instalada en la misma torre y que estará orientada hacia el centro de control, donde se instalará el último equipo wifi (radio + antena).

Una vez indicada la infraestructura necesaria para enlazar el equipo de control de la EB1 con la red wifi actual, se detallan las características técnicas de los equipos necesarios a instalar:

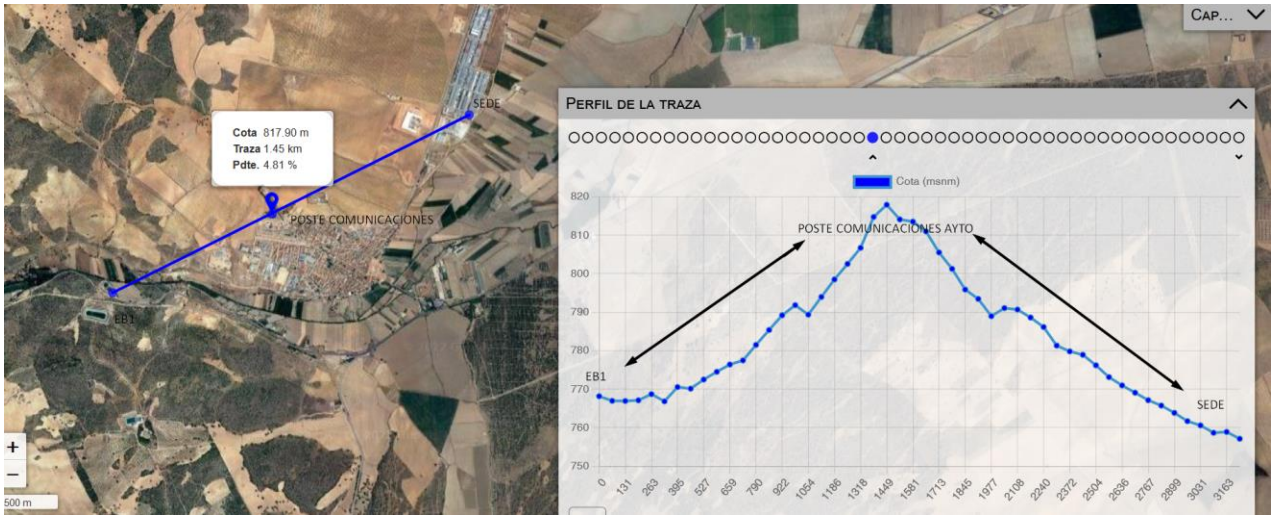
Antena wireless de las siguientes características:

- Tecnología airMAX ac para conseguir una velocidad de transmisión de hasta 450 Mbps.
- Intervalo de frecuencia 5150 - 5875 MHz.
- Ganancia 25 dBi.
- Puerto Gigabit Ethernet.
- Temperatura de trabajo -40 a 70ºC

La alimentación de los equipos de comunicación a instalar en la torre de comunicaciones del ayuntamiento, necesitan alimentación a 230Vac. Para ello, se toma la alimentación de la línea de media tensión propia de la CCRR, y mediante un transformador de 21000/230Vac 75KVA, se consiguen los 230Vac necesarios para la alimentación de las antenas.

NOTA: La alimentación de los equipos de control de la EB1, EB2 y Toma trasvase, se realiza mediante red eléctrica existente

En la imagen siguiente se muestra un croquis de los puntos donde se instalarían las antenas.



Las coordenadas (UTM H30 25830) de los diferentes puntos son:

- Centro de control: 574.640; 4.305.545
- Poste intermedio de comunicaciones: 573.071; 4.304.739
- EB1: 571.758; 4.304.099

El poste intermedio donde alojar las antenas intermedias

En cuanto a las comunicaciones de la planta fotovoltaica, actualmente ya existe tecnología internet en la EB2, y por lo tanto se utilizarán los equipos actuales (router, switch, antenas, etc.), o bien se utilizará el módulo de comunicaciones propio del smartlogger (necesario la utilización de una tarjeta SIM) para enviar los datos desde el equipo de monitorización de la planta fotovoltaica (smartlogger 3000A), hasta la app del centro de control (nube).

ESTUDIO DE COBERTURAS RED WIMAX ESTACIÓN DE BOMBEO 1 – CENTRO DE CONTROL

Este documento describe el Sistema de Comunicaciones propuesto para el telecontrol del Proyecto "PROYECTO PARA UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FLOTANTE PARA AUTOCONSUMOS SIN VERTIDO DE EXCEDENTES CON UNA POTENCIA INSTALADA DE 1.760 KWp PARA LA COMUNIDAD DE REGANTES BALAZOTE-LA HERRERA".

Para ello se prevé emplear un sistema de comunicaciones vía radio.

Partiendo de la información previa, y de los datos facilitados por la documentación recibida, se han estudiado y modelado las alternativas de comunicaciones contempladas para el sistema de telecontrol, con el objetivo de confirmar su viabilidad y describir en detalle las que se pueden considerar más adecuadas, en cuanto al Sistema de Comunicaciones a implantar.

Este estudio incluye la comunicación entre el centro de control, y la estación de bombeo 1, considerada para el estudio de coberturas actual.

Se pretende comprobar el sistema de comunicaciones a proponer en el proyecto, mediante el modelizado del mismo, para asegurar la viabilidad de las coberturas y enlaces de la red Wimax para la comunicación entre el Centro de Control y la estación de bombeo 1.

El sistema de comunicaciones proyectado es una red Wimax (radio por microondas) encargada de tener en una red de tipo WAN, todas las estaciones principales y comunicarlas con el centro de control.

Con esta solución se puede implementar una estrategia de comunicaciones en "tiempo real", con refresco inmediato del estado de la red de riego, en la aplicación SCADA del centro de control (en el orden de unos pocos segundos). Las órdenes de telemando emitidas desde el centro de control también serán ejecutadas en tiempo real. Las alarmas y eventos generados en los PLCs de control se transmiten también inmediatamente hacia el centro de control.

FUNDAMENTOS DEL MODELADO DE UNA RED DE RADIO

Se han modelado las redes de comunicación de radio UHF para predecir la calidad de los enlaces, las áreas de cobertura y la no existencia de zonas oscuras coincidentes con alguno de los puntos a comunicar.

Para los modelados de las redes se han tenido en cuenta tanto las características de los equipos de radio UHF previstos, como la teoría de propagación de ondas de radio, utilizando el modelo Longley-Rice de predicción de propagación atmosférica.

En este apartado se aportan los fundamentos de telecomunicaciones para el correcto modelado de una red de radio.

El modelado permite predecir el *margen de señal* o la calidad del radioenlace. El *margen de señal* M de cada radioenlace se expresa en dB y se calcula como sigue, en el caso de UHF:

- M (dB) = Señal recibida (dBm) - R (dBm) = (Tx - L1 + A1 - P + A2 - L2) - R

Donde:

- T (dBm) = 10 log10 (potencia transmitida en Watts) + 22
- L1 (dB) = Pérdidas de línea en el transmisor
- A1 (dBi) = Ganancia de la antena transmisora relativa a una antena isotrópica
- P (dB) = Pérdida de propagación de radio, Longley-Rice (con margen de desvanecimiento requerido).
- A2 (dBi) = Ganancia de la antena receptora relativa a una antena isotrópica
- L2 (dB) = Pérdidas de línea en el receptor
- R (dBm) = 20 log10 (Umbral del receptor en microvoltios) – 89

El modelado se particulariza para cada radioenlace o vano, realizándose un cálculo de las pérdidas básicas de propagación, y el correspondiente balance de potencias, ajustando en cada caso los parámetros de los equipos RF necesarios de forma que se asegure un nivel adecuado de señal en recepción.

La evaluación de los radioenlaces y la predicción de la calidad de los mismos se ha realizado a partir del modelo teórico de predicción de la propagación del *US Institute for Telecommunications Science* (ITS) más conocido como modelo de Longley-Rice.

El modelo ITS de propagación para frecuencias entre 20 MHz y 20 Ghz (modelo ITM "Irregular Terrain Model" de Longley-Rice 1968), es un modelo de propósito general que puede ser aplicado a gran variedad de problemas de ingeniería de radiofrecuencia. El modelo, que está basado en la teoría electromagnética y en el análisis estadístico tanto de las características del terreno como en medidas de radiación, predice la atenuación media de una señal de radio en función de la distancia y de la variabilidad de la señal en el tiempo y en el espacio.

El procedimiento de cálculo que se utiliza para estimar la viabilidad de un radioenlace es el balance de potencias. No obstante, debe tenerse en cuenta que se trata de un estudio teórico, y que por lo tanto está sujeto a variaciones debidas a diversos factores: orientación de las antenas, reflexiones, refracciones, interferencias no deseadas, etc. Así pues, para la calibración del modelado se tendrán que realizar las oportunas comprobaciones, medidas y ajustes durante la posterior fase de instalación, para asegurar de esta manera el correcto funcionamiento del sistema.

Para realizar los cálculos, se ha hecho uso de una herramienta informática que dispone de una base de datos de las cotas del terreno. Sobre un plano de la zona en estudio, se han dispuesto las estaciones principales mediante sus coordenadas geográficas, y con ello se han generado los perfiles del terreno correspondiente a cada vano. De esta forma pueden determinarse los parámetros necesarios para verificar el correcto funcionamiento del enlace, como son las alturas de las antenas y las pérdidas producidas por posibles obstáculos intercalados en la trayectoria de los equipos terminales.

El Margen de Desvanecimiento de señal (M) determina la calidad de un radioenlace. M es la diferencia entre el nivel de señal recibido y la sensibilidad del equipo receptor, cuyo valor proporciona información acerca del correcto funcionamiento del sistema desde un punto de vista teórico.

Teniendo en cuenta los parámetros de configuración utilizados en el modelado, el hecho de que unas condiciones atmosféricas o climatológicas adversas pueden producir atenuación en las señales de radio, y también que se pueden dar ocasionalmente interferencias externas que hagan fluctuar la señal, como parámetro de diseño se considera un enlace óptimo (en color verde) si la señal relativa es >= 5 dBm con respecto al umbral de recepción considerado para las radios de comunicación (se ha tomado -89dBm) , y un enlace válido pero "justo" (en color amarillo discontinuo) si la señal relativa es >= 3 dBm con respecto al umbral de recepción considerado para las radios de comunicación (se ha tomado -89dBm), ante posibles desvanecimientos de señal, para asegurar la plena viabilidad del enlace en "todo tiempo", incluso en las condiciones meteorológicas más desfavorables. En la fijación de este valor se ha tenido en cuenta que la herramienta de modelado ya descuenta todas las pérdidas de propagación.

Aunque el programa de modelado ya descuenta las atenuaciones de señal debidas a fenómenos físicos como la difracción y refracción, en la fijación del margen citado se ha tenido en cuenta que, además de que las condiciones atmosféricas y climatológicas afectan siempre en alguna medida a las señales de radio, también ocasionalmente pueden darse interferencias externas que hagan fluctuar la señal.

SOFTWARE EMPLEADO

Para modelar el sistema de radioenlaces se ha utilizado el programa de ordenador RadioMobile versión 11.6, propiedad intelectual de Roger Coudé, que permite analizar la propagación de ondas de radio y realizar una representación gráfica completa.

En esta versión avanzada, y a diferencia de otras anteriores, en los cálculos de los enlaces se descuentan automáticamente las perdidas debidas a zona urbana, bosque, y otras obstrucciones.

Estas comunicaciones utilizarán frecuencias del rango de entre 5.3 GHz y 5.8GHz mediante enlaces transparentes, de modo que cualquier punto conectado en la red se encontrará conectado a los otros.

En este caso concreto vamos a simular el rendimiento de un sistema **Alvarion BreezeAccess VL**, cuya ficha técnica se adjunta, para una red trabajando en la **banda de 5,4 GHz**.

Según los datos tomados de la hoja de características técnicas del Alvarion BreezeAccess VL el equipo permite llevar a cabo la transmisión de datos con unos niveles de señal recibida entre **-71 y -89 dBm**. Por lo que toda transmisión cuyo Nivel de Rx esté dentro de este margen se considerará como enlace correcto de comunicación.

NOTA: se ha tomado como referencia estos equipos, si bien valdría cualquier otro de similares características o superiores.

PARAMETROS UTILIZADOS EN EL MODELADO

Para el modelado de la red de radio WIMAX se han utilizado los siguientes parámetros generales:

- Rango de frecuencias para cálculos: 5470-5725 MHz
- Polarización: Vertical
- Modo estadístico: Intento a 70% de situaciones

Valores para los parámetros de superficie:

- Refractividad de la superficie: 301 Unidades-N
- Conductividad del suelo: 0,005 S/m
- Permitividad relativa del suelo: 15
- Clima de la zona: Continental templado

Para el modelado de Estaciones Remotas se han utilizado los siguientes parámetros (para la red WIMAX se ha introducido los valores en dBm obtenidos de las hojas de características de los equipos Alvarion BreezeAccess VL, ya que es mucho más sencillo que andar realizando los cálculos en Watts o uV.

Elemento transmisor (radio WIMAX Centro de Control)

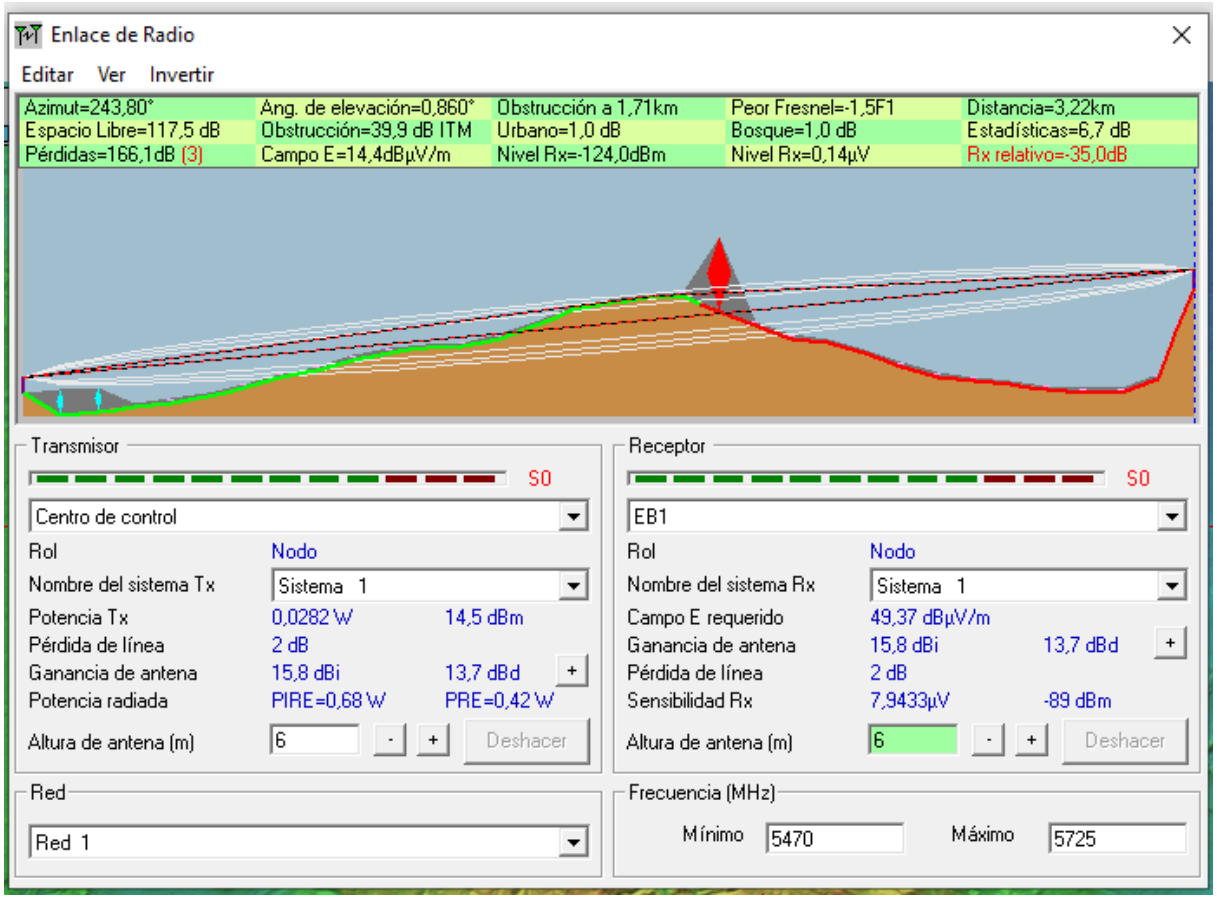
- Potencia de transmisión: 14,5 dBm
- Perdida de línea: 2 dB
- Ganancia de antena: 16 dBi
- Umbral de recepción: -89 dBm
- Altura de antena sobre el suelo: 6 m
- Tipo de Antena: Directiva
-

Elemento receptor (radio WIMAX EB1)

- Potencia: 14,5 dBm
- Perdida de línea: 2 dB
- Ganancia de antena: 16 dBi
- Umbral de recepción: -89 dBm
- Altura de antena sobre el suelo: 6 m
- Tipo de Antena: Directiva (orientadas hacia el Centro de Control)

RED OBTENIDA SEGÚN LA IMPLEMENTACIÓN

Las características técnicas del enlace de la estación de bombeo 1 con el centro de control son las siguientes:



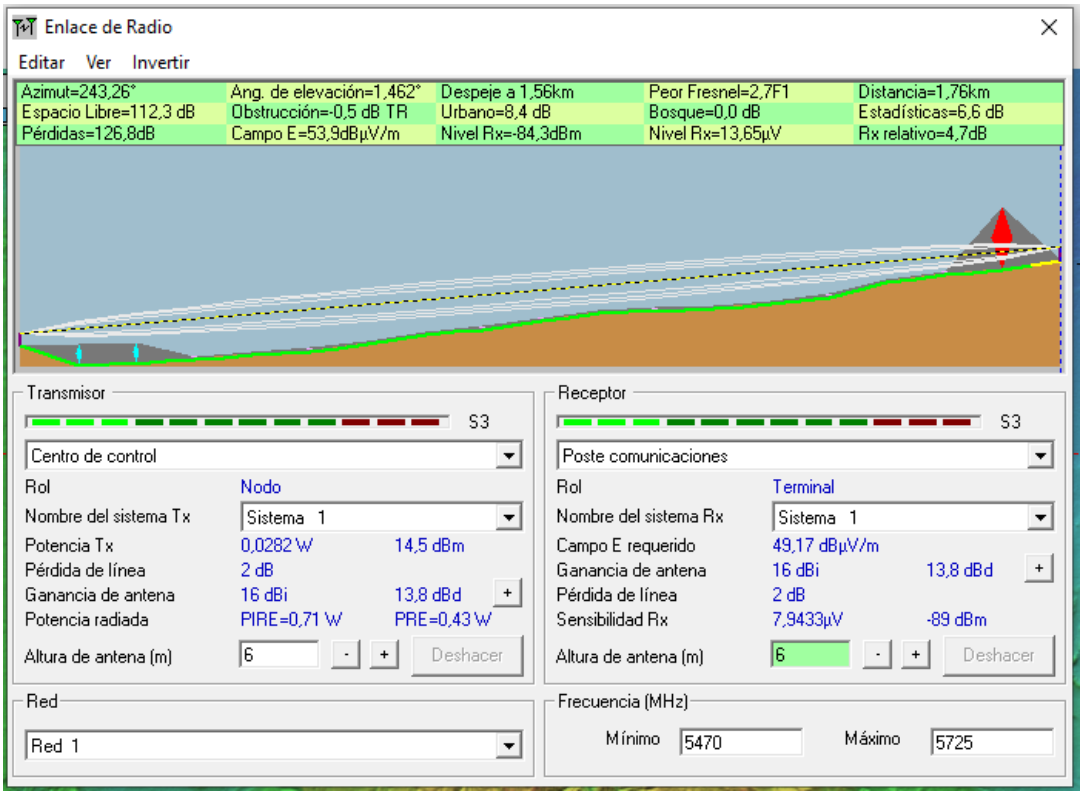
Red WIMAX Centro de Control - Estación de Bombeo 1

Se comprueba que el enlace WIMAX entre el Centro de Control y la ubicación de la EB1 no es bueno dando un umbral de recepción de -124dBm, muy por encima del considerado como nivel correcto de comunicación (-71 - -89 dBm).

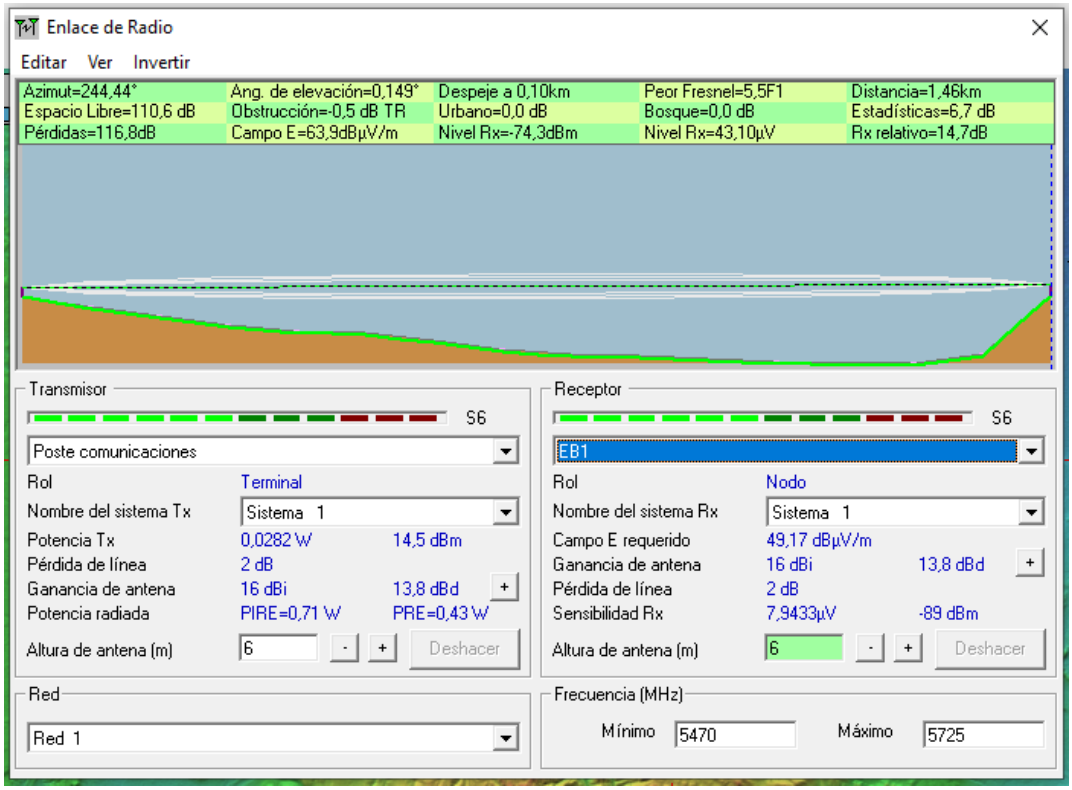
Para solucionar éste problema se toma un punto medio, ubicado en un poste de comunicaciones ya existente, y propiedad del Ayuntamiento.

Por lo tanto, se realizará un primer enlace entre la EB1 con este poste de comunicaciones, y un segundo enlace desde ésta torre hasta el centro de control.

Las características técnicas de éstas comunicaciones son:



Red WIMAX Centro de Control – Poste de comunicaciones



Red WIMAX Poste de comunicaciones – Estación de bombeo 1

Se comprueba que el enlace WIMAX entre la EB1 y el poste de comunicaciones y entre el poste de comunicaciones, y el centro de control son correctos, estando ambos dentro del umbral bueno de recepción (-71 - -89 dBm).

7 SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO PARA LA PLANTA FV

La instalación fotovoltaica para autoconsumo que se pretende realizar para la Comunidad de Regantes de Balazote – La Herrera, debe estar integrada en la infraestructura eléctrica donde existen instalaciones de bombeo de agua, para trasiego de agua entre embalses y rebombeos para mantenimiento de presión constante en tuberías de riego.

Entre los principales objetivos, están:

- Debe ser un sistema eficiente, que sea capaz tanto de aprovechar el máximo de energía solar disponible en cada instante como la energía excedentaria de la instalación.
- Debe evitar, en la medida de lo posible, paradas de bombas por el paso de nubes, teniendo en cuenta la potencia contratada y de entrada de la línea eléctrica de distribución cada cuarto de hora (maxímetro).
- Debe ser un sistema integrado en el automatismo de los sistemas de bombeo, incluso en su visualización en local y en su plataforma Web.
- Cualquier bomba puede funcionar sincronizada o no con la instalación fotovoltaica.
- Debe ser un sistema automático, en el que el usuario no deba intervenir en la decisión de arrancar o parar equipos de bombeo en función de si hay energía fotovoltaica disponible o no.
- Dispondrá de un sistema de informes energéticos que permitan ajustes futuros de funcionamiento, en las cuales se pueda comprobar mediante puntos de inspección, la eficiencia y eficacia del funcionamiento del sistema.

Las instalaciones de bombeo se pueden dividir en 3 grupos:

a) Inst. de bombeo con arranque directo de la bomba.
b) Inst. de bombeo con variador de frecuencia para trasiego de embalses.
c) Inst. de bombeo con variador de frecuencia para regulación de presión constante en tuberías de riego.

Para la realización del presente proyecto, hay que tener en cuenta:

1. La norma UNE 217001:2020, la cual define los requisitos y ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución.
2. Los equipos de bombeo necesitan una potencia mínima de funcionamiento para arrancar si van con variador, o la potencia nominal si no lo tienen.
3. En todos los períodos tarifarios (P1 a P6), se deberá tener en cuenta de forma automática y leída en tiempo real en el contador, la potencia contratada y la configuración de los equipos de control en

los automatismos para arrancar y regular o no los equipos de bombeo no exceder de la potencia contratada (o autorizada) cuando no exista radiación suficiente en la instalación fotovoltaica para autoconsumo. Esta falta de radiación puede ser debido a diversos factores, entre ellos, que no esté el sol suficientemente alto para la potencia mínima, que haya un día nublado, que haya paso de nubes de manera esporádica y temporal…

4. Todos los equipos de bombeo existentes que toman el consumo eléctrico del punto de medida de la compañía eléctrica, de cualquier estación de bombeo, deben ser gestionados por el sistema de control, e integrados y gestionados con la instalación fotovoltaica para autoconsumo.

Dadas estas particularidades, el sistema a diseñar deberá contemplar:

- Sistema anti vertido que pueda cumplir la norma UNE217001:2020 y el REBT.
- Sistema de gestión energética, el cual sea capaz de gestionar la energía solar disponible en el campo FV, energía consumida en la instalación, energía consumida por cada equipo de bombeo, energía generada por la instalación fotovoltaica para autoconsumo y energía importada de la red eléctrica de distribución.
- Sistema de gestión de bombeos, el cual sea capaz de adoptar escenarios de trabajo para las distintas instalaciones de bombeo en función de su configuración, información del sistema de gestión energética, periodos tarifarios y parámetros horarios y prioritarios programados por el operador de las instalaciones. Debe de aprovechar al máximo la energía disponible en cada momento en la instalación fotovoltaica para autoconsumo.

Uno de los parámetros a medir será la potencia disponible de la instalación fotovoltaica para autoconsumo.

El usuario podrá elegir entre dos escenarios de funcionamiento para su instalación de bombeo:

- Escenario 1 (E1). Funcionamiento sin restricciones de potencia (con la configuración habitual de automatismo).
- Escenario 2 (E2). Funcionamiento con límite de consumo de la red eléctrica, configurable por el operador de las estaciones de bombeo, este límite de consumo puede ser desde 0 kWh hasta la potencia contratada, o incluso superior autorizada. Con este escenario se pretende que no haya más consumo cuarto horario en el contador de la compañía eléctrica del indicado en cada periodo tarifario (Consigna de consumo en cada uno de los períodos tarifarios), sólo en determinadas ocasiones puntuales (paso de nubes, velocidad forzada del variador…), el consumo cuarto horario podrá llegar a la potencia contratada (por defecto) o autorizada por el operador de las estaciones de bombeo.

En todos los escenarios de funcionamiento y en todas sus fases, se seguirá teniendo en cuenta todas las configuraciones y condiciones impuestas en el automatismo de control de bombeos.

Los distintos funcionamientos de la instalación, en función de la selección del usuario, son los siguientes:

- Escenario 1 (E1), funcionamiento normal de la bomba.
- Escenario 2 (E2), el funcionamiento será el siguiente:

- Fase de "Arranque" Cuando la potencia disponible en la instalación fotovoltaica para autoconsumo sea igual o mayor a la potencia de la bomba con mayor prioridad de arranque
- Fase de "En marcha": La bomba regulará su velocidad para alcanzar y no exceder la potencia autorizada y configurada (en función del periodo tarifario). Si baja la PEntr por debajo de la consigna, aumentará la velocidad de la bomba, si sube la PEntr por encima de la consigna, disminuirá la velocidad de la bomba. Si la bomba regula presión, el sistema tendrá que garantizar unas prestaciones mínimas configurables que aseguren la calidad de la distribución.
- Fase de "Parada": Para calcular el momento en el que la bomba tiene que parar porque la instalación fotovoltaica para autoconsumo ha bajado la producción, el sistema aprovechara la potencia calculada a partir de las integraciones cuarto horarias del manómetro del contador.

  Si el consumo eléctrico proveniente de la red de distribución es mayor a la potencia contratada o autorizada por el operador, cuando se calcule que el maxímetro del contador de la compañía eléctrica va a superar este valor, el sistema debe parar bombas automáticamente.

  Una vez parada la bomba, el sistema se irá a la fase de Arranque.

Hay que indicar que, a cada equipo de bombeo, el operador de las estaciones de bombeo le podrá asignar una prioridad para arranque/paro, para que los equipos de bombeo, cuando estén en este escenario (E2), arranquen y paren en cascada automáticamente en función de la prioridad (además de la potencia disponible del sol, potencia contratada o autorizada y demás protecciones del sistema de control).

7.1 VISTAS DE CONTROL

Es en el sistema de control donde se deberán configurar los siguientes parámetros, para los cuales habrá que realizar vistas en el panel HMI local y en la plataforma Web:

7.1.1 Principal>Configuración>Gestor energético>General

En esta vista se configurará de qué Vatímetro (Sensor de energía) vamos a leer los datos de consumo de la red eléctrica de distribución. Además, también configuraremos la consigna de potencia eléctrica consumida de la red eléctrica de distribución que deseamos regulen nuestros equipos de bombeo, esta consigna estará ligeramente por encima de la consigna que tengan configurados los inversores fotovoltaicos, para así, forzar a estos a su máxima generación eléctrica.

Los parámetros serán los siguientes:

- Potencia de consigna en contador para P1 (kW)
- Potencia de consigna en contador para P2 (kW)
- Potencia de consigna en contador para P3 (kW)

- Potencia de consigna en contador para P4 (kW)
- Potencia de consigna en contador para P5 (kW)
- Potencia de consigna en contador para P6 (kW)

Hay que indicar el valor 99999 en el período tarifario que no se desee regular la potencia (por ejemplo, en P6).

7.1.2 Principal>Configuración>Gestor energético>Instalaciones n (de 1 a 5)

El sistema de control podrá controlar hasta 5 instalaciones fotovoltaicas (una en cada estación de bombeo, por ejemplo) para autoconsumo en el mismo punto de suministro eléctrico de la red de distribución.

La vista en la HMI local y en la plataforma Web será:

- Activar función Instalación fotovoltaica para autoconsumo

Si se activa el parámetro anterior, se dará visibilidad a los siguientes parámetros:

- Nombre Instalación fotovoltaica para autoconsumo:
- Generador fotovoltaico
- Fórmula Ax2
- Fórmula Bx
- Fórmula C

7.1.3 Principal>Configuración>Gestor energético>Generador FV>Generador 1 a 5

Se podrán configurar hasta 5 generadores, los parámetros serán los siguientes:

- Activar generador
- Dirección IP
- Puerto
- Esclavo generador
- Esclavo Radiación y Temperatura
- Esclavo inversor 1
- Esclavo inversor n (hasta 20 inversores)

7.1.4 Principal>Configuración>Sensores>Energía>Energía 1 a 5

Se podrán configurar hasta 10 sensores, los parámetros serán los siguientes:

- Activar sensor Energía
- Dirección IP
- Puerto
- Esclavo

7.1.5 Principal>Estado>IFVA>IFVAn

En esta vista se visualizará el estado de las distintas instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo (IFVA), los parámetros a visualizar serán:

- Nombre de la planta.
- Estado de la planta:
  - Sin límite de potencia.
  - Con potencia limitada.
  - Inactiva.
  - En Avería.
- Estado de los inversores fotovoltaicos ("Normal" si todos están funcionando correctamente / "Anomalía" si hay uno o más que tienen alguna alarma activa).
- Regulación de potencia generada (%).
- Potencia activa generación (kW).
- Potencia activa solar disponible (kW).
- Potencia reactiva generación (kVAr).
- Reducción de emisiones de CO_2 (t).
- Energía total generada (kWh).
- Corriente fase L1 (A).
- Corriente fase L2 (A).
- Corriente fase L3 (A).
- Tensión fase L1-L2 (V).
- Tensión fase L2-L3 (V).
- Tensión fase L3-L1 (V).
- Eficiencia instalación (%).
- Valor de Alarmas 1.
- Valor de Alarmas 2.
- Valor de Alarmas 3.

7.1.6 Principal>Estado>IFVA>Inversores

En esta vista se visualizará el estado de los inversores fotovoltaicos. A diferencia de la anterior, sólo se podrá visualizar de manera simultánea un inversor de los posibles 100 inversores de la instalación:

- Nº IFVA (Desplegable del 1 al 5).
- Nº de inversor fotovoltaico (desplegable del 1 al 20).
- Nº de String.
- Nº de seguidores MPPT.
- Potencia nominal (kW).

- Estado:
  - Inicializando
  - Detección de la resistencia de aislamiento
  - Detectando red
  - Arrancando
  - Conectado a red
  - Conexión a red, potencia limitada
  - Conexión a red, desconectando
  - Desconectado, fuera de red
  - Apagado por fallo
  - Apagado por comando
  - Cierre OVGR
  - Apagado, comunicación desconectada
  - Apagado, potencia limitada
  - Apagado, se requiere un arranque manual
  - Apagado, Interruptores de CC desconectados
  - Apagado, corte rápido
  - Apagado, falta potencia de entrada
  - Programación de la curva cosf -P
  - Programación de la curva Q-U
  - Programación de la curva cosf -U
  - Programación de la red, contacto de relé
  - Programación de la curva Q-P
  - Comprobación puntos de la lista de chequeo
  - Chequeando puntos
  - Inspeccionando
  - Autocomprobación de AFCI
  - Escaneando I-V
  - Detectando entrada DC
  - En funcionamiento, carga fuera de red (Aislado)
  - En espera, sin radiación
- Máxima potencia generada día actual (kW).
- Potencia generador AC (kW).
- Potencia generador PV CC (kW).
- Energía total generada AC (kWh).
- Corriente L1 (A).
- Corriente L2 (A).
- Corriente L3 (A).

- Tensión L1-N (V).
- Tensión L2-N (V).
- Tensión L3-N (V).
- Eficiencia del inversor fotovoltaico (%).
- Temperatura interna (°C) del inversor fotovoltaico.
- Resistencia de aislamiento (Mohm)
- Tensión de string PV1 (V).
- Corriente de string PV1 (A).
- Tensión de string PVn (V).
- Corriente de string PVn (A).
- Valor de Alarmas 1.
- Valor de Alarmas 2.
- Valor de Alarmas 3.

7.1.7 Principal>Alarmas

Las alarmas que se leerán del sistema fotovoltaico que se visualizarán y registrarán en el sistema de control serán:

→ Los distintos sensores emitirán alarmas por valor bajo o alto de la señal de 4-20 mA.

→ Cuando cualquier remota IP: *"Fallo de comunicación con remota IP n".*

→ Cuando la estación meteorológica no responda a la comunicación Modbus TCP durante más tiempo que el definido: *"Fallo de comunicación con estación meteorológica de IFVA n".*

→ Cualquier alarma leída por comunicación sobre el sistema fotovoltaico, indicando el nº de IFVA.

EJEMPLO: *"Planta fotovoltaica sin tensión AC en IFVA n"*

→ Cuando el sistema de control fotovoltaico no responda a la comunicación Modbus TCP durante más tiempo que el definido: *"Fallo de comunicación con sist. De control de IFVA n".*

→ Cuando cualquier inversor no responda a la comunicación Modbus TCP durante más tiempo que el definido: *"Fallo de comunicación con Inversor n de IFVA n".*

→ La medida de corriente de cada string (PV) de cada inversor esté en anomalía, el sistema emitirá la siguiente alarma:

"Fallo generación string (nº) de inversor n de IFVA n"

Cualquier alarma leída por comunicación sobre cualquier Inversor, indicando nº de IFVA y nº de Inversor, por ejemplo:

"Pérdida de la red AC en Inversor n de IFVA n"

Estas alarmas se desglosarán en un informe, el cual mostrará el número de String, número de inversor y número de IFVA con la alarma.

El número de inversor que aparezca en el panel de alarmas debe tener el mismo número indicado en el frontal del inversor fotovoltaico correspondiente.

7.1.8 Principal>Análisis>Gráficas

El sistema integrado de gestión debe incorporar gráficas para análisis de información de las siguientes variables:

Variable para registrar	Unidad de medida	Tiempo registro del dato
Potencia instantánea generada total	kW	5 minutos
Potencia instantánea generada IFVAn(1 al 5)	kW	5 minutos
Potencia instantánea consumida en instalación	kW	5 minutos
Potencia instantánea importada de la red de distribución	kW	5 minutos
Irradiancia instantánea	W/m2	5 minutos

7.1.9 Principal>Análisis>Acumulados

Variable para registrar	Unidad de medida	Tiempo registro del dato
Energía generada total	kWh	5 minutos
Energía generada IFVAn(1 al 5)	kWh	5 minutos
Energía consumida en instalación	kWh	5 minutos
Energía importada de la red de distribución	kWh	5 minutos
Energía excedentaria no consumida en instalación	kWh	5 minutos
Irradiancia acumulada	kW/m2	5 minutos

El sistema dispondrá un apartado para informes horarios, diarios, mensuales y anual de energía consumida, generada e importada de la red.

7.1.10 Sinóptico

El sinóptico a diseñar, tanto en el HMI local como en la plataforma Web, debe mostrar datos instantáneos de la instalación, tales como:

- Datos de funcionamiento de cada instalación fotovoltaica para autoconsumo
  - Estado de funcionamiento.
  - Potencia disponible.
  - Potencia generada.
- Datos energéticos de la línea de entrada de la red de distribución:
  - Periodo tarifario activo.
  - Potencia entrada de la red de distribución (importada).
  - Potencia contratada.

  - Potencia autorizada.
- Datos de los equipos de bombeo
  - Estado de Marcha/Paro/Avería.
  - Consumo de cada equipo de bombeo.
  - Velocidad de regulación del variador.
  - Datos de caudalímetros y sensores de presión existentes.
  - Nivel instantáneo de los embalses.
  - Estado de los horarios de arranque.

A la hora de diseñar el sinóptico, debe tenerse en cuenta:

- Debe tener un aspecto amigable.
- Ha de ser cómodo de usar, tanto en PC, Tablet y móviles.

7.2 HARDWARE NECESARIO DEL CENTRO DE CONTROL

El hardware necesario a instalar en el centro de control para la implementación del Scada de control de la red hidráulica, que deberá de incluir el control y monitorización de todos los sistemas tanto actuales como proyectados de la red de riego de la CCRR (embalse 1, EB1, embalse 2, EB2, embalse 3, EB3, embalse 4, EB4, captación toma trasvase y acometida eléctrica), es el siguiente:

- Armario rack 48U con accesorios internos incluidos.
- CPU Intel Core 3,4 GHZ
- Windows 10
- 2x 8GB DDR4 2400 MHZ
- 3 x 1TB SATA 3
- SAI 3000VA
- Monitor LED 27”4K ULTRA HD
- Teclado y ratón USB