ANEJO Nº 9

MONITORIZACIÓN Y CONTROL

ÍNDICE

1 OBJETIVO E INTRODUCCIÓN 1

2 MONITORIZACIÓN Y CONTROL 1

2.1 MONITORIZACIÓN DE INVERSORES 4
2.2 ROUTER 7
2.3 ESTUDIO DE COBERTURAS PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIONES PROPUESTO 7
2.4 SWITCHES 10
2.5 SENSOR DE RADIACIÓN 10
2.6 SENSOR DE TEMPERATURA 11

3 SISTEMA ANTIVERTIDO (INYECCIÓN 0) 11

3.1 EQUIPO INSTALADO EN CAMPO FOTOVOLTAICO 12
3.2 EQUIPO INSTALADO EN ESTACIÓN DE BOMBEO 13

4 ACTUACIONES PROYECTADAS EN EL SECTOR VIII.1 13

5 ACTUACIONES PROYECTADAS EN EL SECTOR IX-X 15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de sistema de monitorización existente en Sector VIII.1 y VIII.2 4

Figura 2. Topología de conexión tipo. Red en forma de estrella de fibra o Ethernet 5

Figura 3. Topología de conexión tipo. Conexión en red 4G 6

Figura 4. Cobertura Movistar en Sector VIII.1 con red 3G 8

Figura 5. Cobertura Movistar en Sector VIII.1 con red 4G 8

Figura 6. Cobertura Movistar en Sector IX-X con red 3G 9

Figura 7. Cobertura Movistar en Sector IX-X con red 4G 9

Figura 8. . Esquema de sistema final de monitorización del Sector VIII.1 14

Figura 9. Esquema de sistema final de monitorización del Sector IX-X 16

1 OBJETIVO E INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es dotar a las nuevas instalaciones de las infraestructuras de monitorización y control necesarias para que pueda realizarse un óptimo funcionamiento de las instalaciones proyectadas. En ellas se incluyen:

1. La monitorización y control del campo fotovoltaico como elemento generador de energía.
2. El sistema antivertido por estar su funcionamiento ligado al control de la energía producida en el campo fotovoltaico.

Se describen las instalaciones a proyectar de forma independiente para el Sector IX-X y para el Sector VIII.1. En el Sector VIII.1 en la Fase 1 ejecutada, ya se ha instalado un sistema de monitorización, control y antivertido que sólo habría que ampliar para las nuevas instalaciones. Por el contrario, para el Sector IX-X serán todas las instalaciones completamente nuevas, luego hay que diseñar al completo el sistema de monitorización, control y antivertido.

2 MONITORIZACIÓN Y CONTROL

Es necesario proveer a la instalación de las herramientas óptimas para el desarrollo de una monitorización que ofrezca un correcto sistema de control y telegestión, permitiendo la eficiente explotación de las plantan solares en base a las condiciones y recursos disponibles en el entorno.

Las instalaciones contarán con un sistema de monitorización que permita a la Comunidad de Regantes del Canal Zújar que pueda realizar las modificaciones que sean necesarias en dicha plataforma. Deberá ser compatible con la plataforma y con hardware con los que se cuenta actualmente en la Comunidad de Regantes, pues ya tiene varias instalaciones fotovoltaicas en funcionamiento con un sistema de monitorización y control. La plataforma de monitorización que ya existe en las instalaciones fotovoltaicas de la Comunidad de Regantes son las que proporciona el propio fabricante de los inversores Huawei (sistema Fusión Solar que no necesita hardware para su soporte ni licencia en la nube ni representa ningún coste para su uso).

Permitirá la elaboración de informes de trabajo, estado y operación de la planta fotovoltaica con relación a su producción energética y parámetros característicos.

Integrará todas las señales y el estado de todos los elementos activos de la planta fotovoltaica, incluyendo las notificaciones de alarmas.

Tendrá una plataforma o entorno que pueda ser accesible localmente vía estación de trabajo (Workstation o PC) o de forma remota automáticamente. El acceso a esta plataforma podrá hacerse desde cualquier dispositivo fijo (ordenador) o móvil (Smartphone, tablet...).

El sistema de monitorización proporcionará información de las siguientes variables en tiempo real:

- Control de los dispositivos de la instalación fotovoltaica en tiempo real
- Voltaje y corriente continua a la entrada de inversor.
- Voltaje entre fases en la red, potencia total de salida del inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Potencia instantánea total.
- Históricos de energía producida, con resolución horaria, diaria, mensual, anual y total acumulada.
- Temperatura de módulo.
- Radiación solar y sus componentes.
- Porcentaje de cobertura de energía solar.
- Generación de alarmas.
- Generación y descarga de informes y gráficas interactivas.
- Variables del funcionamiento del centro de transformación.
- Actuación para evitar vertido a red unido al sistema antivertido.

El tiempo entre mediciones de datos será de menos de 1 minuto. El sistema de monitorización propuesto está diseñado con las siguientes características y filosofía:

- Cuenta con una arquitectura modular: a nivel de hardware, contando con diferentes componentes y sensores que, por la concepción de la arquitectura del sistema, son independientes entre sí. El sistema admitirá la utilización de diferentes dispositivos de distintos fabricantes para realizar una misma funcionalidad, sin que el desempeño del sistema se vea afectado.
- Interfaces y protocolos estándar: El sistema permitirá utilizar equipos de diversos fabricantes y modelos, permitiendo la interconexión de cualquier dispositivo. Permite la conectividad Ethernet y RS485, pudiendo extenderse a Wifi o LoRa y permite implementar protocolos de monitorización estándares, como Modbus RTU/TCP.
- Escalabilidad: El sistema será fácilmente escalable, permitiendo añadir nuevos módulos en cada nivel de la arquitectura de manera sencilla. Sólo será necesario conectar el nuevo módulo a la red de monitorización. También cuenta con gran escalabilidad a nivel de datalogger/unidad de control, pudiendo distribuir la planta en distintas subestaciones,

agrupando la monitorización de distintos dispositivos en una unidad de control determinada o disponiendo unidades de control de respaldo.

- Desarrollo ágil: A nivel de software y firmware el sistema será fácilmente escalable al presentar una arquitectura modular en vez de monolítica.
- Personalización: El sistema SCADA ofrecerá la información a través de informes analíticos, gráficas y tablas, mostrando alarmas y enviando reportes por correo electrónico de manera automática. Ofrecerá un alto nivel de personalización, no sólo de los datos mostrados a través de gráficas y tablas, sino de las alarmas y los reportes.

El funcionamiento del sistema será el siguiente:

1. Los inversores distribuidos por el campo fotovoltaico reciben la información precedente de cada uno de los string que tienen conectados aguas abajo
2. Mediante cable de comunicaciones RS485 llega hasta el datalogger ubicado en la zona del campo fotovoltaico donde se centralizan trafos y casetas de servicios auxiliares. El datalogger también recibe la información de las ondas de radiación y temperatura e información de los trafos.
3. El datalogger se conectará con cable ethernet a un router 3G/4G que enviará los datos a la nube del proveedor del sistema de gestión, los cuales podrán ser visualizados y explotados en el scada. A este router también se conectará el sistema de videovigilancia.
4. Al mismo tiempo el datalogger se conectará con cable de comunicaciones RS485 al sistema antivertido esclavo (ubicado en el campo fotovoltaico). En las estaciones de bombeo, en el punto de conexión del nuevo suministro, se instalará el sistema antivertido maestro que tomará lecturas de la energía tomada de la red. Al estar las estaciones de bombeo (punto de consumo de la energía) alejadas del punto de producción de la energía será necesaria una comunicación con fibra óptica monomodo con sus correspondientes switch (uno en campo fotovoltaico y otro en estación de bombeo).

Se muestra a continuación el esquema de monitorización de las instalaciones fotovoltaicas existentes en el Sector VIII.1 (Fase 1) y en el Sector VIII.2, que obedece a lo explicado anteriormente:

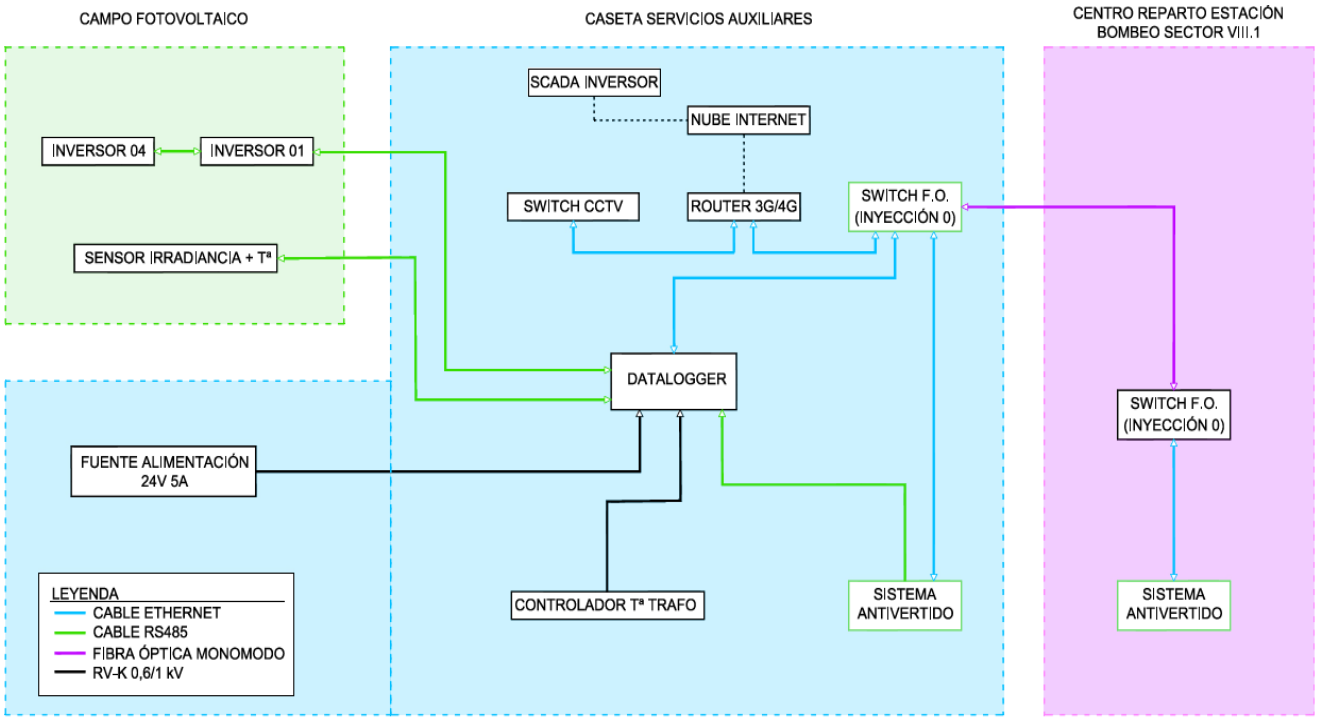

Figura 1. Esquema de sistema de monitorización existente en Sector VIII.1 y VIII.2

En los siguientes apartados se exponen los diferentes equipos y sistemas de monitorización, telegestión y telemedida que permitirán una monitorización completa de la instalación.

2.1 MONITORIZACIÓN DE INVERSORES

El datalogger deberá ser totalmente compatible con los inversores, tal como el ya existente en el Sector VIII.1 (Fase 1) y en el Sector VIII.2 (SmartLogger 3000A del fabricante Huawei), ya que éste será el encargado de realizar la monitorización completa de la planta. Este dispositivo se ubica en el edificio de control de la planta, y a él se conectarán los inversores a través de sus entradas RS485.

El datalogger monitoriza y gestiona sistemas de alimentación fotovoltaica. Se encarga de la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de sistemas de alimentación fotovoltaica. Admite diferentes topologías de conexión o integración en red (Red en forma de anillo de fibra, red en forma de estrella de fibra y red en forma de estrella Ethernet).

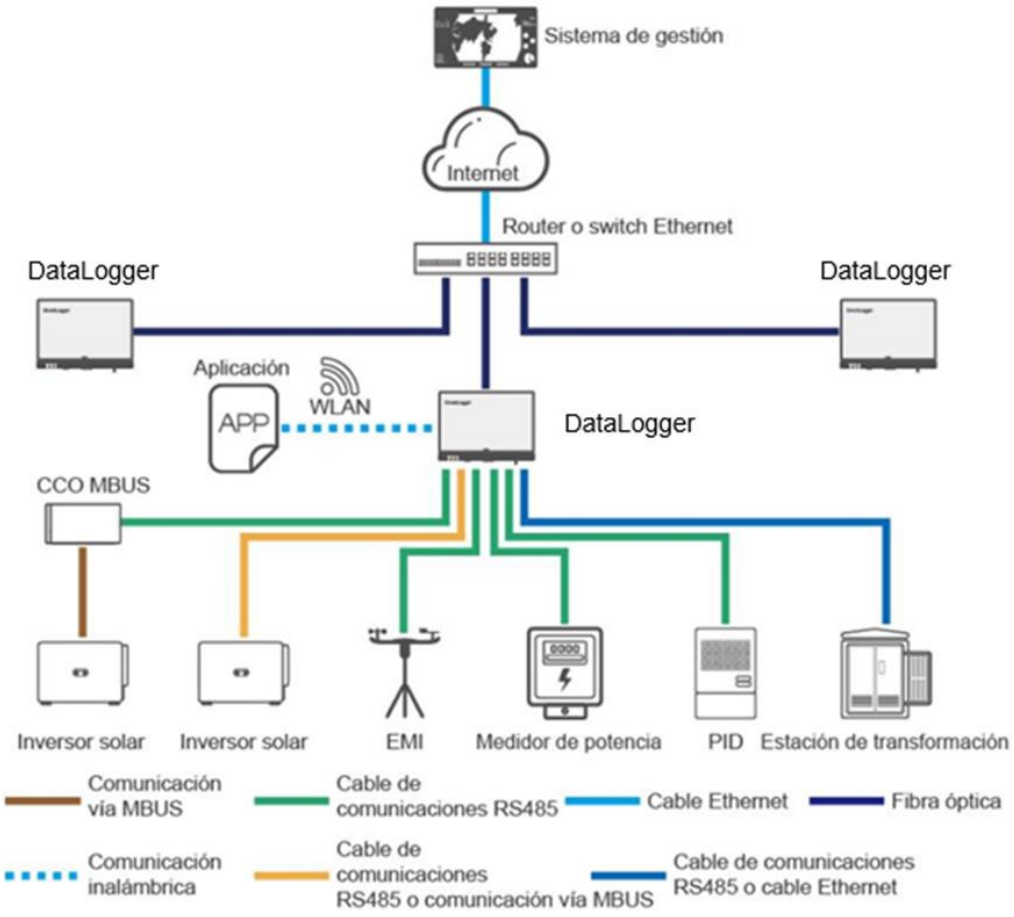

Figura 2. Topología de conexión tipo. Red en forma de estrella de fibra o Ethernet

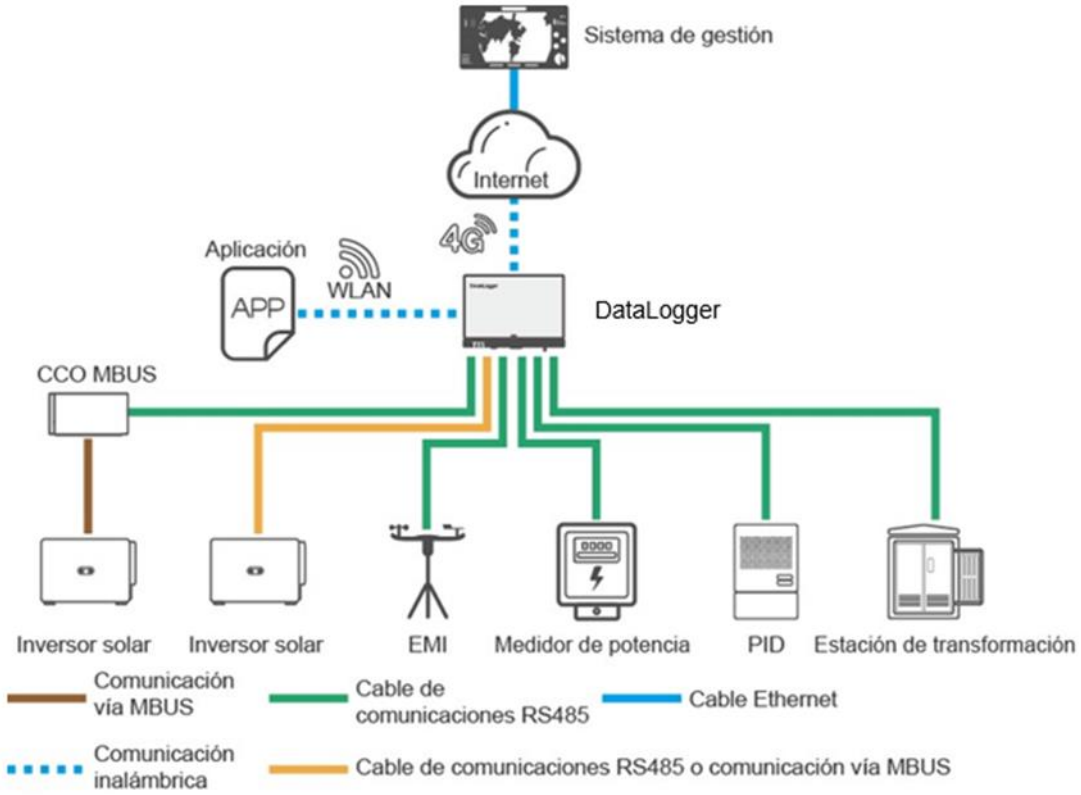

Figura 3. Topología de conexión tipo. Conexión en red 4G

Utilizar el dispositivo de monitorización del mismo fabricante que los inversores asegura una completa compatibilidad entre ellos y un soporte técnico rápido. Los datos monitorizados por el dispositivo serán accesibles de manera remota a través del portal web destinado a ello o a través de la aplicación desarrollada para ello. Entre los principales parámetros que este dispositivo permite monitorizar y gestionar están:

- Gestión de la potencia reactiva a través de un voltaje límite.
- Protección ante voltajes desequilibrados.
- Escaneo de MPPT.
- Modo hibernación nocturno.
- Monitorización de los strings individuales.
- Detección de fallos por string referentes a parametros como alta potencia o baja potencia entre otros.
- Definir la máxima potencia activa.
- Protección anti-isla.
- Programa de potencia remoto.

Como se ha dicho anteriormente, el software de monitorización también será compatible con el que ya existe en las otras instalaciones fotovoltaicas que tiene en funcionamiento la comunidad de regantes basado en la plataforma del propio fabricante de los inversores.

2.2 ROUTER

Se empleará un router industrial con tecnología 4G LTE capaz de alcanzar velocidades de descarga de hasta 150 Mbps. Dispondrá de 3 puertos LAN 10/100BaseTX con conector RJ45 y un punto de acceso WiFi 802.11b/g/n.

También incorporará un puerto WAN 10/100BaseTX con conector RJ45 pudiendo funcionar el router sobre este interfaz WAN con backup sobre la red 3G en caso de caída del mismo. Dispondrá de dual SIM pudiendo usar el segundo operador como backup del primero en caso de pérdida de señal o mala cobertura.

El router dispondrá de cliente VPN (PPTP, L2TP, IPsec, GRE, OpenVPN) permitirá conexiones seguras extremo a extremo, port forwarding, firewall y cliente dynDNS integrados. Posibilidad de reset remoto a través de SMS. El router tendrá una antena WiFi de 5dBi y una antena GSM de 3dBi, cable Ethernet UTP y alimentador externo 200Vac.

Las tarjetas SIM necesarias serán suministradas por la Comunidad de Regantes, pues ya posee contratos específicos para intercambio de datos para el conjunto de sus instalaciones.

2.3 ESTUDIO DE COBERTURAS PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIONES PROPUESTO

Las comunicaciones del sistema de monitorización para subir los datos al software de monitorización y seguridad son por medio de 3G/4G. Cabe decir que tanto en la estación de bombeo del Sector IX-X como en la estación de bombeo del Sector VIII.1 y su campo fotovoltaico ejecutado en la fase 1 citada, ya existen comunicaciones 3G/4G por lo que se puede asegurar la existencia de cobertura. En cualquier caso, se muestra en las siguientes figuras la cobertura que proporciona, por ejemplo, la compañía Movistar, donde se puede comprobar que es suficiente. Las antenas de los propios equipos previstos serán suficientes para las comunicaciones necesarias.

Figura 4. Cobertura Movistar en Sector VIII.1 con red 3G

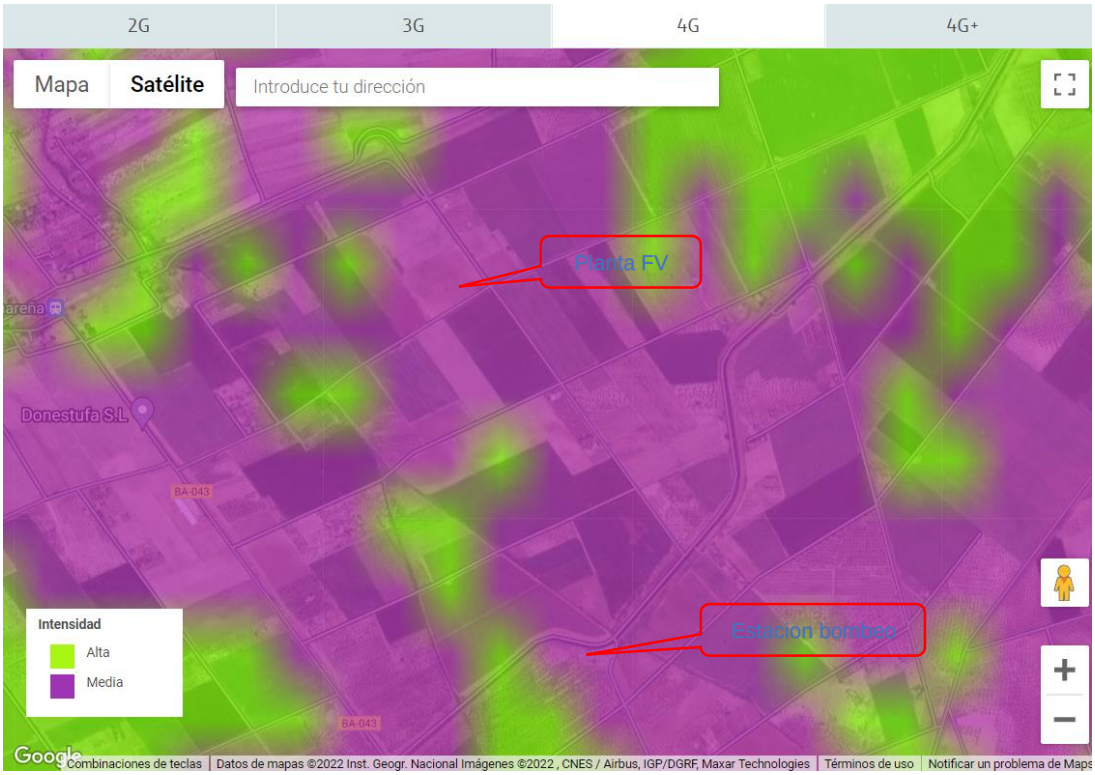

Figura 5. Cobertura Movistar en Sector VIII.1 con red 4G

Figura 6. Cobertura Movistar en Sector IX-X con red 3G

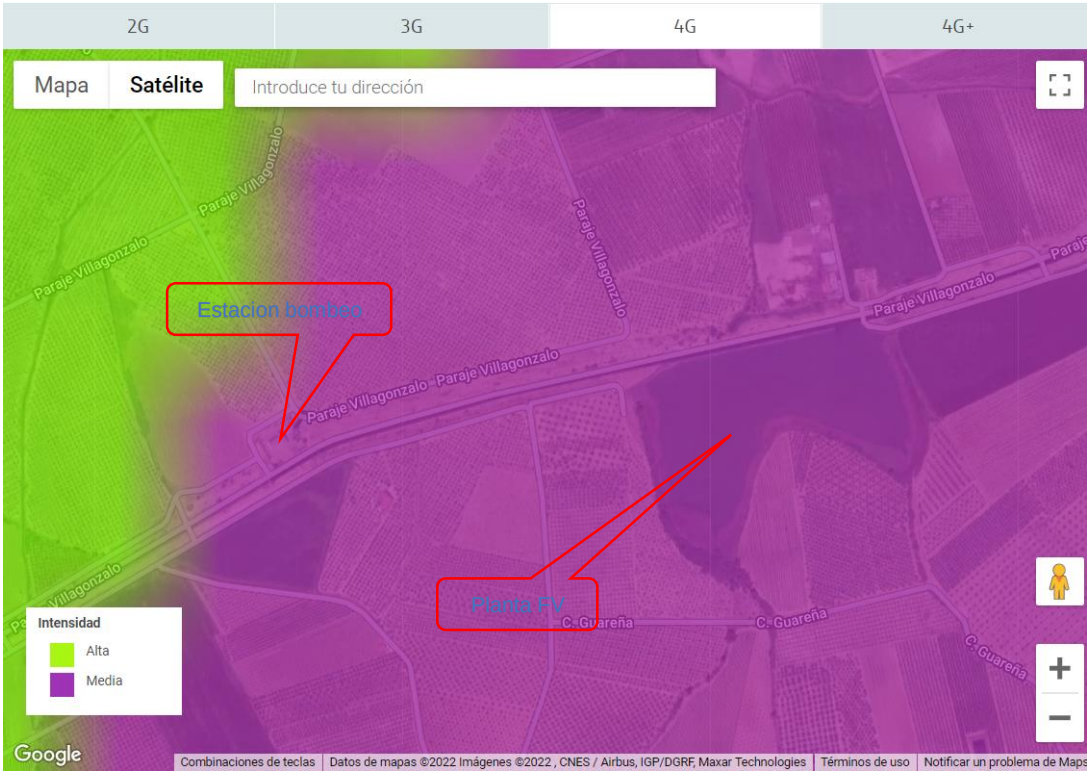

Figura 7. Cobertura Movistar en Sector IX-X con red 4G

2.4 SWITCHES

Se instalarán los switches de última generación inteligentes necesarios para la conversión de fibra óptica a ethernet. Cumplirán con el estándar IEEE 802.3az de eficiencia energética de Ethernet. El soporte para la administración y configuración de IPv6 garantizará que su red permanezca protegida después de la actualización de IPv4 a IPv61.

Puertos e Interfaces

- Cantidad de puertos básicos de conmutación RJ-45 Ethernet: 8
- Puertos tipo básico de conmutación RJ-45 Ethernet: Gigabit Ethernet (10/100/1000)
- Cantidad de puertos SFP/SFP+: 2
- Cantidad de ranuras del módulo SFP: 2
- Conector eléctrico: Toma de entrada de CC

Conexión

- Estándares de red: IEEE 802.3,IEEE 802.3ab,IEEE 802.3u,IEEE 802.3x
- Soporte 10G: No
- Espejeo de puertos: Si
- Bidireccional completo (Full duplex): Si
- Soporte de control de flujo: Si
- Adición de vínculos: Si
- Auto MDI / MDI-X: Si
- Protocolo de árbol de expansión: Si
- Bloqueo de cabeza de línea (HOL): Si
- Auto-negociación: Si

2.5 SENSOR DE RADIACIÓN

La radiación solar se medirá mediante un sensor de radiación. Así, se efectuará la supervisión del rendimiento de la instalación y de la producción de energía solar de la misma. El sensor de radiación estará comunicado e integrado con el sistema de monitorización de forma que pueda haber datos de medida en tiempo real y gestionables para la elaboración de análisis e informes de rendimiento del sistema fotovoltaico y la evaluación del recurso solar según normativa vigente.

La sonda contará con una carcasa robusta que se acopla firmemente a una esquina del panel fotovoltaico con un tornillo de fijación o con un adaptador que permite su instalación en el lateral o la parte superior de los paneles. El dispositivo proporciona datos en el protocolo digital MODBUS, estándar en la industria solar a través de una interfaz RS-485.

La medición de la radiación se verá reducida si la cúpula del piranómetro no está limpia, por lo que se deberá mantener la cúpula limpia utilizando agua o alcohol. Para que en el interior del piranómetro no se genere humedad que puedan alterar la medición de la radiación, el piranómetro deberá tener un pequeño deposito con desecante que mantenga seco.

2.6 SENSOR DE TEMPERATURA

Una variable importante a la hora de monitorear la instalación fotovoltaica es la supervisión de los módulos fotovoltaicos. Para poder supervisar la temperatura de funcionamiento de los módulos será necesario instalar sensores de temperatura que medirán la temperatura de los módulos.

El sensor de temperatura para paneles fotovoltaicos es un componente que se enchufa en la carcasa, de tal forma que se puede desmontar fácilmente en caso necesario, por ejemplo, para su recalibración. El dispositivo proporciona datos en el protocolo digital MODBUS, estándar en la industria solar a través de una interfaz RS-485.

3 SISTEMA ANTIVERTIDO (INYECCIÓN 0)

Para legalizar una instalación de autoconsumo sin excedentes se debe disponer de una solución antivertido acorde al RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Según el artículo 4. Clasificación de modalidades de autoconsumo de dicho RD, la instalación objeto de este proyecto se encuadraría dentro de la Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes.

Dicho sistema antivertido debe asegurar el funcionamiento según el Anexo I del RD 244/19 donde se especifican los requerimientos de funcionamiento, para acoplar la producción solar al consumo y no realizar el vertido de los excedentes a la red.

Para el sistema antivertido a instalar, se deberá aportar un informe de ensayos o certificado emitido por un laboratorio acreditado que demuestre el cumplimiento con los exigentes criterios establecidos por la ITC-BT-40 Anexo I: “Sistemas para evitar el vertido de energía a la red” (mismos requerimientos que la UNE 217001-IN).

La complejidad de estos sistemas radica en la sincronización entre consumo y generación, de forma que se asegure que no se pierde energía que fluya a la red de distribución o transporte

dado que podría poner en peligro la integridad de las mismas o de las personas que trabajan en su mantenimiento. Esa sincronización básicamente depende de un analizador de redes instalado en el Punto Frontera, de tal forma que si detecta vertido a la Red de Distribución, un elemento de control intermedio manda reducir la potencia al inversor hasta el punto en el que no haya vertido. Es decir, la instalación fotovoltaica sigue generando energía, pero exactamente la que se consume en ese punto de consumo.

Para garantizar que el vertido de energía a la red de distribución sea nulo, de forma adicional al datalogger, será necesario la instalación de 2 equipos:

3.1 EQUIPO INSTALADO EN CAMPO FOTOVOLTAICO

Se trata de un regulador de potencia para el autoconsumo con cumplimiento de los criterios establecidos en la UNE 217001-IN y RD244/2019. Permitirá regular la potencia obtenida de fuentes renovables y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red.

Integra en el mismo dispositivo regulador y un contador eliminando la necesidad de otros componentes externos en la regulación de la potencia. Permite regular la potencia obtenida de fuentes renovables utilizando la potencia real (potencia sin armónicos) y aportar garantías físicas y lógicas para decidir qué potencia debemos o deseamos consumir de la red. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas. Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.

Es un controlador dinámico de potencia que permite regular el nivel de generación de los inversores de una instalación de producción (fotovoltaica, eólica, etc.) en función del consumo instantáneo. El objetivo final es limitar o eliminar la exportación de energía, de la manera más eficiente, consiguiendo maximizar la producción cumpliendo las restricciones normativas y técnicas.

Se instalará en la caseta de servicios auxiliares del campo fotovoltaico conectado al datalogger que controla los inversores y será un equipo multifunción con capacidad de:

- Gestionar múltiples modelos de inversores de distintos fabricantes. Comunicación TCP (Sunspec/Modbus) ó comunicación RS485 RTU (Modbus+...,Requiere pasarela REN-TTL-485)
- Ajustado según legislación local (Ej: España fase de mínimo consumo, media de consumos, …)
- Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.

- Proporciona Servidor Modbus/TCP para monitorización
- Datos instantáneos en pantalla y mediante señalización luminosa y acústica.
- En modalidad autoconsumo sin excedentes: Evita la inyección de energía a la red (doble control físico y lógico) con cumplimiento de norma UNE 217001-IN y RD244/2019.

El cableado de comunicaciones necesario para conectar los diferentes equipos se ha recogido en las figuras correspondientes a cada instalación que se muestran más adelante.

3.2 EQUIPO INSTALADO EN ESTACIÓN DE BOMBEO

Otro equipo se ubicará en el centro de reparto o conexión a embarrado, en el punto frontera de la instalación junto a la conexión a la instalación eléctrica de la estación de bombeo.

Será también un controlador dinámico de potencia con inyección CERO. En este caso particular, es necesario su uso debido a la distancia existente entre el punto frontera y la instalación de generación. Su función será exclusivamente como contador de la energía que se toma de la red eléctrica (o se pudiera verter), sin ninguna limitación de potencia.

No dispone de pantalla y cumple con los criterios establecidos en la UNE 217001-IN y RD244/2019.

Se comunica mediante fibra óptica con el equipo de la planta fotovoltaica para trasmitirle las lecturas de medidas de consumo de la red eléctrica. El cableado de comunicaciones necesario para conectar los diferentes equipos se ha recogido en las figuras correspondientes a cada instalación que se muestran más adelante.

4 ACTUACIONES PROYECTADAS EN EL SECTOR VIII.1

La Comunidad de Regantes del Canal del Zújar ha acometido varias actuaciones de construcción de campos fotovoltaicos para autoproducción. Dispone de dos instalaciones, una en el Sector VIII.1 Fase 1 (en ejecución) y otra en el Sector VIII.2 (ya ejecutada y en funcionamiento), que son muy similares a las que se diseñan en este proyecto, en lo que a monitorización-control-antivertido se refiere.

En la misma parcela donde se ha ejecutado la Fase 1 del Sector VIII.1, es donde se proyecta la ampliación prevista en el presente proyecto para su financiación a través del PRTR. Esta primera fase consta de una instalación de 620 kWp con 4 inversores de 185 kW de Huawei. Existe una caseta de servicios auxiliares donde se encontrarán el datalogger (Smartlogger de Huawei) y el

sistema antivertido (Renesys modelo Prisma). La línea de evacuación también se incluye en la Fase 1 y la conexión a la estación de bombeo (con su correspondiente sistema antivertido en el punto frontera). Incluso el sistema de video-vigilancia de toda la parcela se incluye en esta primera fase con sus comunicaciones.

En la Figura 8 se ha recogido su configuración.

Por tanto, en el presente proyecto para el campo fotovoltaico del Sector VIII.1 no hay que recoger ningún elemento nuevo. Solamente habrá que enlazar los 10 nuevos inversores entre sí con cable RS485 y conectarlos con el datalogger, quedando integrados en el sistema de monitorización y protegidos por el sistema antivertido. El scada se tendrá que actualizar añadiendo los 10 nuevos inversores.

En el siguiente esquema queda definida la configuración final

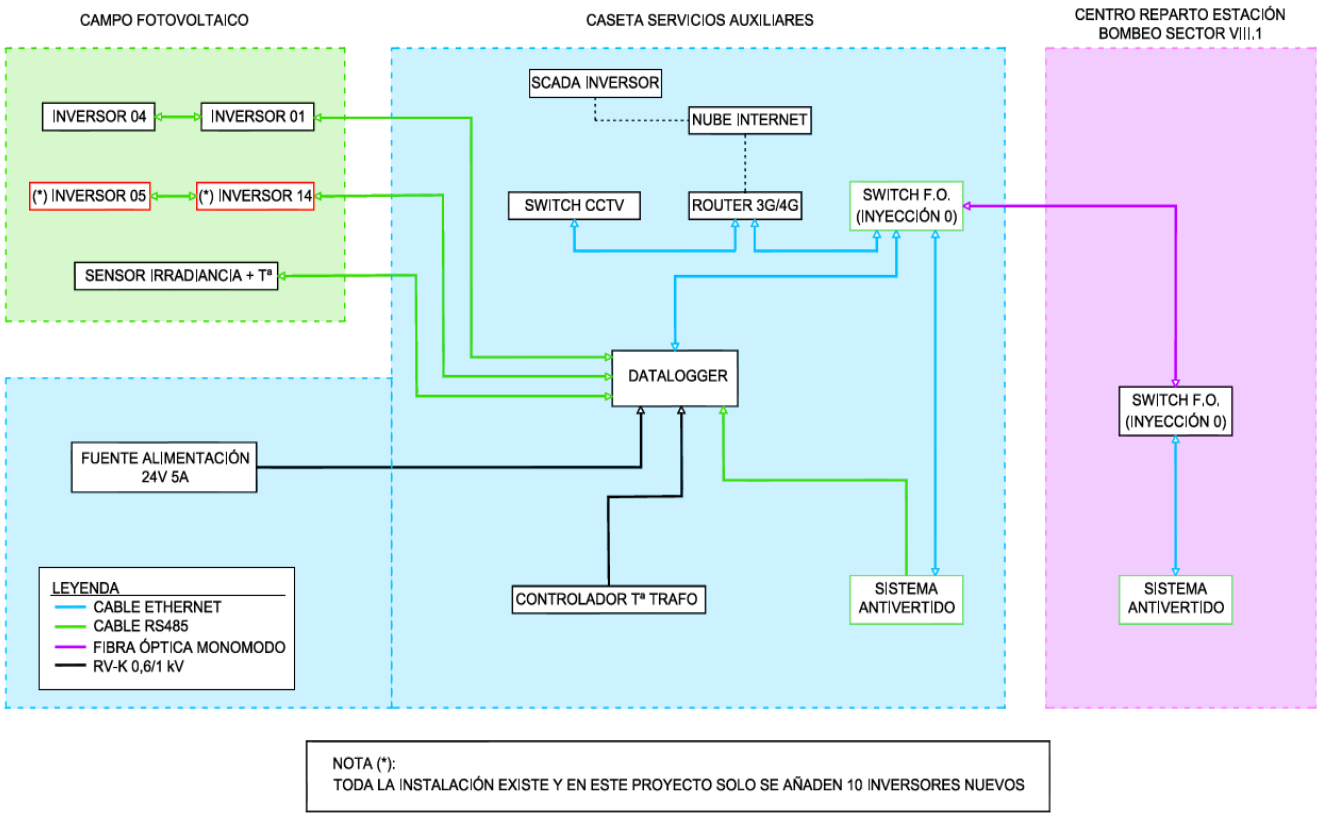

Figura 8. . Esquema de sistema final de monitorización del Sector VIII.1

5 ACTUACIONES PROYECTADAS EN EL SECTOR IX-X

La planta fotovoltaica del Sector IX-X es completamente nuevo, luego habrá que instalar la monitorización, control y sistema antivertido (e incluso la seguridad y videovigilancia). **Por tanto, se diseña un sistema que sea totalmente compatible con el existente en las distintas plantas fotovoltaicas con las que cuenta la Comunidad de Regantes del canal del Zújar.**

El campo fotovoltaico flotante está dividido en dos islas separadas entre sí, por lo que se montarán dos sistemas de monitorización y dos sistemas antivertido. Se describe a continuación:

- En la Isla 2 existen 4 inversores más las sondas de radiación y temperatura que mediante cable RS485 llegará hasta la caseta del trafo donde también estarán los servicios auxiliares. En un rack se conectarán al datalogger y al switch de fibra óptica multimodo. Se incluirá un sistema antivertido en dicho rack conectado al datalogger y al switch.
- En la Isla 1 existen 6 inversores más las sondas de radiación y temperatura que mediante cable RS485 llegará hasta la caseta específica de los servicios auxiliares. En un rack se conectarán al datalogger y a switch de fibra óptica multimodo. Se incluirá un sistema antivertido en dicho rack conectado al datalogger y al switch.
- Desde la caseta de la Isla 2 hasta la caseta de servicios auxiliares de la Isla 1 se tenderá fibra óptica bajo tubo de protección que se conectará al swtich existente en dicha caseta de la Isla 1 (al que se conecta también el datalogger y antivertido de la Isla 1).
- En la caseta de servicios auxiliares de la Isla 1 se instalará el router que dará salida a la información a la nube y al scada (y también servirá para la video-vigilancia).
- Para completar el sistema antivertido, en el punto frontera se instalará el correspondiente equipo con su switch de fibra, pues hay que conectar con fibra monomodo el punto de conexión a la red interior de la estación de bombeo del Sector IX-X con la caseta de servicios auxiliares de la Isla 1.

En el siguiente esquema queda definida la configuración final.

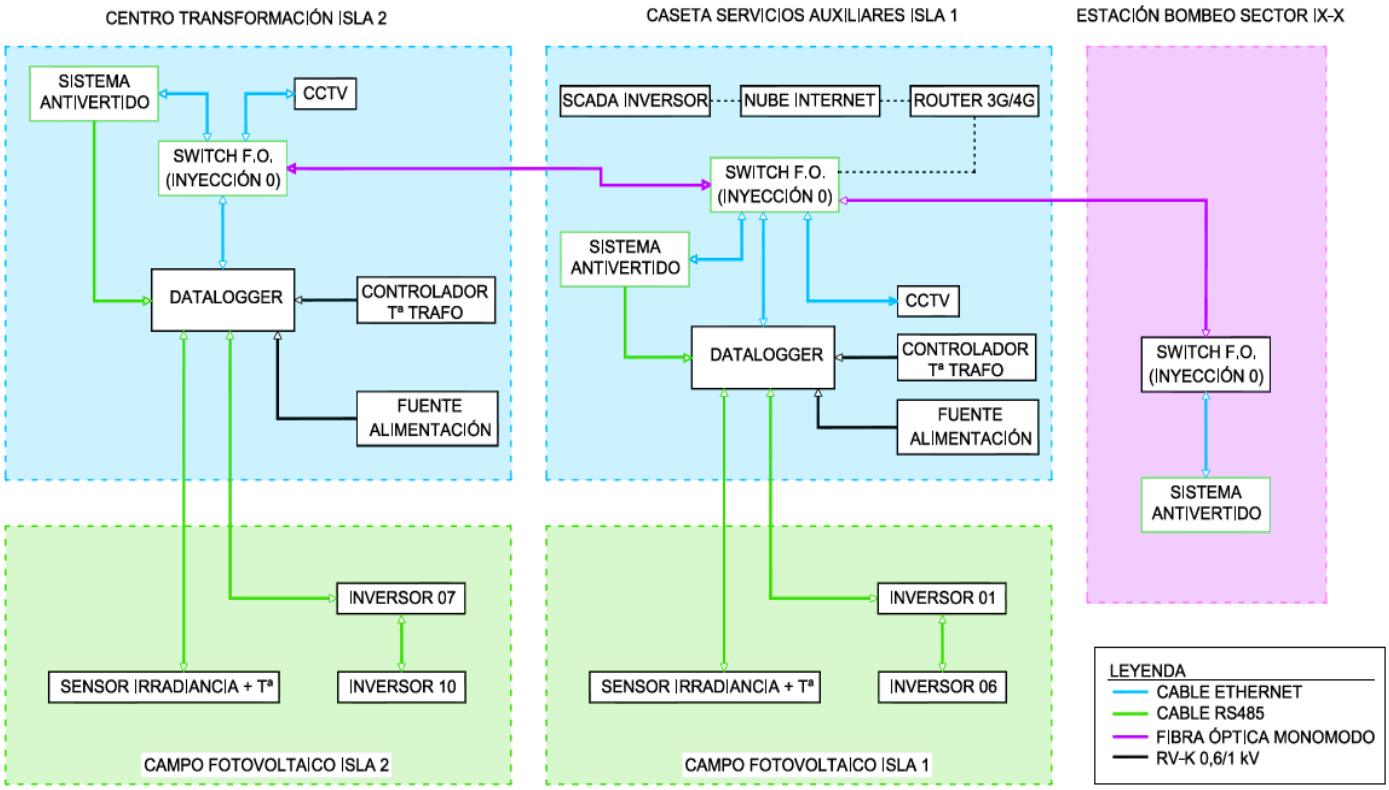

Figura 9. Esquema de sistema final de monitorización del Sector IX-X