

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA RENOVACIÓN DE DIVERSOS AUTOMATISMOS (PLCs) EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO DE GAVÀ, CASTELLDEFELS Y SANT BOI

1 ANTECEDENTES

Algunas estaciones de bombeo de Gavà, Castelldefels y Sant Boi tienen parte del sistema de control de los bombeos basados en una tecnología obsoleta de PLCs.

A fin de mantener en perfecto estado de funcionamiento las estaciones, AIGÜES DE BARCELONA tiene la necesidad de acometer su sustitución, con la incidencia mínima posible en su funcionamiento y la explotación de dichas estaciones.

2 OBJETO

El objeto de este documento es definir las bases y el alcance de la sustitución de los Sistemas de Automatismos de las siguientes estaciones de bombeo:

- Sistema de control Estación de bombeo Gavà 1
- Sistema de control Estación de bombeo Gavà 2
- Sistema de control Estación de bombeo Castelldefels 1
- Sistema de control Estación de bombeo Castelldefels 2
- Sistema de control Estación de bombeo Castelldefels 3
- Sistema de control Estación de bombeo Castelldefels 4
- Sistema de control Estación de bombeo Sant Boi – Viladecans

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO DE GAVÀ Y CASTELLDEFELS

Las 6 elevadoras o estaciones de bombeo ubicadas en Gavà (2) y Castelldefels (4) elevan el agua residual hasta la E.D.A.R. (Estación Depuradora de Aguas Residuales) Gavà.

Estas estaciones tienen instaladas en cada caso, un grupo electrógeno, un analizador de redes, unos convertidores de corriente para leer el consumo de las bombas, unos extractores que permiten ventilar la sala y un detector de intrusismo. El funcionamiento de las estaciones se rige, entre otras cosas, por dos ecosondas de nivel instaladas en cada estación.

El control de las estaciones se centraliza en la EDAR Gavà mediante un sistema de comunicación ADSL/3G (principal) y radio (secundario).

El número de bombas en cada estación es el siguiente:

- Estación de bombeo Gavà 1: 3 bombas.
- Estación de bombeo Gavà 2: 3 bombas.
- Estación de bombeo Castelldefels 1: 4 bombas.

- Estación de bombeo Castelldefels 2: 3 bombas.
- Estación de bombeo Castelldefels 3: 3 bombas.
- Estación de bombeo Castelldefels 4: 2 bombas.

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN DE SANT BOI – VILADECANS

Esta estación también eleva el agua residual hasta la E.D.A.R. Gavà.

Esta estación tiene instalada un grupo electrógeno, un analizador de redes, placas de protocolo DeviceNET en los arrancadores de cada bomba para leer el consumo de las bombas, unos extractores que permiten ventilar la sala y un detector de intrusismo. El funcionamiento de la estación se rige, entre otras cosas, por dos sondas de nivel.

El control de la estación se centraliza en la EDAR Gavà mediante comunicación 3G (principal) y radio (secundaria).

La estación de Sant Boi está formada por 5 bombas operadas por arrancadores SMC Flex de Rockwell.

2.3 SISTEMA DE AUTOMATISMOS A SUSTITUIR EN ESTACIONES DE BOMBEO DE GAVÀ Y CASTELLDEFELS

El control de la estación se realiza con dos PLCs, uno principal y otro auxiliar. Ambos son de la marca Rockwell Automation. El PLC principal es un SLC 5/05 y el PLC auxiliar es un PicoPLC.

Además, cada estación cuenta con un HMI modelo PanelView 600 Plus táctil y un analizador de red Power Monitor 3000.

El PLC principal, el HMI y el analizador de red están conectados mediante un hub ethernet.

Los elementos a substituir son:

1. PLC principal, que pasará a ser CompactLogix 5370 L3 de Rockwell
2. El PLC auxiliar que pasará a ser MicroLogix 1100
3. En HMI, que pasará a ser PanelView Plus 7 Performance de Rockwell
4. El analizador de red pasa a ser PowerMonitor 500 EtherNet/IP
5. El lazo 4-20mA de las sondas de nivel que pasa por los dos PLCs, se substituye por dobladores de señal 3109-N de la marca PR Electronics.
6. El hub ethernet se substituye per un switch Stratix 2000 de 8 puertos de Rockwell.
7. El sistema de alimentación a 24Vcc se substituye por dos fuentes Phoenix Contact, una con banco de baterías y otra sin en paralelo, para substituir los equipos existentes.

2.4 SISTEMA DE PLCS A SUSTITUIR EN ESTACIÓN DE BOMBEO SANT BOI - VILADECANS

El control de la estación se realiza con dos PLCs, uno principal y otro auxiliar. Ambos son de la marca Rockwell Automation. El PLC principal es un SLC 5/05 y el PLC auxiliar es un MicroLogix.

Además, la estación cuenta con un HMI modelo PanelView Plus 600 táctil conectado al PLC principal por ethernet.

También cuenta con un analizador de red Power Monitor 3000 conectado al PLC principal mediante DeviceNET.

El consumo de las bombas se obtiene de tarjetas DeviceNET instaladas en los arrancadores de las bombas.

El PLC principal y el HMI están conectados mediante un switch ethernet D-Link DES-1008D.

Los elementos a substituir son:

1. PLC principal, que pasará a ser CompactLogic L3 de Rockwell.
2. El PLC auxiliar que pasará a ser MicroLogix 1100.
3. En HMI, que pasará a ser PanelView Plus 7 Performance de Rockwell.
4. El analizador de red pasa a ser PowerMonitor 500 EtherNet/IP.
5. Las tarjetas DevideNET de los arrancadores (5) se substituyen por tarjetas Ethernet/IP.
6. El lazo 4-20mA de las sondas de nivel que pasa por los dos PLCs, se substituye por dobladores de señal 3109-N de la marca PR Electronics.
7. El switch ethernet se substituye per un switch Stratix 2000 de 16 puertos de Rockwell.
8. El sistema de alimentación a 24Vcc se substituye por dos fuentes Phoenix Contact, una con banco de baterías y otra sin en paralelo, para sustituir los equipos existentes.

3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS Y ALCANCE DE LOS MISMOS

- Toma de datos (espacio CCMs, esquemas, programas PLC, etc.)
- Realización del proyecto base (esquemas, automatismos y red ethernet)
- Sustitución de chasis de PLC, Fuentes de Alimentación, tarjetas CPU, tarjetas de Comunicaciones, tarjetas de entradas y salidas, monitor de red y HMI.
- Substitución red ethernet.
- Mejora del sistema de alimentación de corriente continua.
- Programación de los algoritmos de control en el nuevo PLC.
- Modificación PLC pooling en EDAR Gavà para les estaciones objeto de este pliego.
- Modificación SCADA Gavà (Pantallas de comunicación, nuevos TAGS y driver comunicaciones).
- Pruebas de los automatismos en entorno de desarrollo.
- Pruebas de SCADA en entorno de desarrollo.
- Puesta en marcha de los automatismos.
- Pruebas de comunicaciones y SCADA.
- Redacción de la nueva documentación y esquemas. Proyecto As Built.

3.1 Sustitución de chasis de PLC, tarjetas CPU, tarjetas de Comunicaciones, tarjetas de entradas y salidas, analizador de red y HMI.

Deberá concertarse una visita a las estaciones, a fin de ver “in situ” la disposición de los nuevos elementos en los cuadros existentes, y su ensamblado. Se deberá realizar el cambio de entradas y salidas entre el PLC existente y el nuevo minimizando el paro del sistema.

Dado que el nuevo modelo de PLC ya no dispone de puerto serie para conectar con la radio, se deberá añadir un Gateway de la marca Prosoft para permitir esta comunicación vía Ethernet/IP. Este Gateway dispone de una boca ethernet por un lado y una conexión RS-232 por el otro. Este Gateway permite que la comunicación mediante protocolo DF1 se realice por la interfaz ethernet.

El lazo 4-20mA de cada uno de los sensores de nivel, que actualmente pasa por el sensor de nivel, el PLC principal y el PLC auxiliar se ha de substituir por un doblador de señal 4-20mA para cada uno de los sensores de nivel. Esta nueva configuración conecta el sensor de nivel al doblador de señal y cada una de las dos salidas del doblador se conecta a uno de los PLCs (principal y auxiliar). Se conectarán ambas sondas de nivel al nuevo PLC auxiliar.

- El PLC principal pasa a ser CompactLogix L3 de Rockwell.
- El PLC auxiliar pasa a ser MicroLogix 1100 de Rockwell.
- El analizador de red pasa a ser PowerMonitor 500 EtherNet/IP Power Meter de Rockwell.
- El HMI existente pasa a ser PanelView Plus 7 Performance de Rockwell.

Habrà que ajustar el mecanizado de los frontales de los armarios existentes para ubicar el nuevo HMI si fuera necesario. También habrá que realizar nuevo mecanizado del frontal para alojar el monitor de red.

3.2 Mejora del sistema de alimentación de corriente continua

Se instalarán en cada una de las estaciones un equipo cargador / rectificador de corriente continua instalado en carril DIN, para dar suministro a todos los equipos de control alimentados a 24Vcc, tales como PLC principal y secundario, Panel View, Monitor de red, equipos de comunicación, etc... Cada equipo se instalará con baterías de gel de larga duración (10 años) con una capacidad de 12 Ah. El equipo será de la marca Phoenix Contact o similar. En paralelo al cargador se instalará una fuente de alimentación de 24VCC unida con diodos a la salida del cargador que tendrá capacidad para la totalidad de la carga de 24VCC, aproximadamente de 20 Amperios.

Los cargadores dispondrán de señales de estado (fallo, descarga) que se conectarán y programarán en PLC y SCADA.

Cabe destacar que en las estaciones Gavà 2 y Sant Boi ya se dispone de la fuente que se utiliza para cargar el banco de baterías, con el cargador de las baterías correspondientes, el propio banco de baterías de 12A y los diodos para conexión de la segunda fuente en paralelo. Por eso, en estas dos estaciones tan solo habrá que suministrar la segunda fuente de alimentación para substituir a la fuente secundaria actual.

3.3 Substitución red Ethernet

Se creará una red ethernet en cada estación para conectar los PLCs, el monitor de red, el Panel View, los arrancadores (donde sea necesario) y los equipos de comunicación hacia la EDAR Gavà (router ADSL y/o módem 3G).

La red estará formada por un switch no administrado modelo Startix 2000 de Rockwell alimentado a 24Vcc. Para las estaciones de Gavà y Castelldefels se utilizará un equipo de 8 puertos, mientras que para la estación de Sant Boi se utilizará uno de 16. La ocupación estimada de los puertos será:

EBARs Gavà y Castelldefels

- PLC principal
- PLC Auxiliar
- Panel View
- Monitor de red
- Router ADSL (si existe)
- Modem 3G (si existe)
- Puerto reservado para ordenador de diagnostico
- Reserva

EBAR Sant Boi

- PLC principal
- PLC Auxiliar
- Panel View
- Monitor de red
- Router ADSL (si existe)
- Modem 3G (si existe)
- Puerto reservado para ordenador de diagnostico
- Arrancador bomba 1
- Arrancador bomba 2
- Arrancador bomba 3
- Arrancador bomba 4
- Arrancador bomba 5
- Reservas

3.4 Programación de los algoritmos de control en el nuevo PLC

Análisis de los automatismos existentes (programa PLC actual), algoritmos y parámetros. Programación **totalmente nueva** en el CompactLogix y en el MicroLogix, basándose en los automatismos del PLC actual, pero creando la estructura de subrutinas, tipos de máquinas y tratamiento de información totalmente nuevo.

Los programas deberán estar estructurados en subrutinas comunes para cada tipo de máquina, realizando una llamada a la subrutina tipo por cada máquina existente, dicha subrutina será la encargada de gestionar los estados, alarmas, mandos, medidas y

consignas de cada máquina, así como desempaquetar y empaquetar los Arrays que se envían y reciben del SCADA. Gracias a esta programación basada en subrutinas, las diferencias entre programas de las diferentes estaciones han de ser mínimas, siendo la diferencia más destacada el número de bombas que gestiona cada estación.

En la EDAR Gavà se reciben los datos de los PLCs de todas las EBARs en un PLC que es el que se encarga de gestionar los poolings y el cambio de canal de comunicación del primario (ADSL/3G) al secundario (radio). Dado que se cambian los PLCs de las EBARs, se tendrá que modificar este PLC de poolings de la EDAR para reflejar ese cambio.

Cada máquina tendrá un número único identificativo tanto para la subrutina tipo del PLC, como para el SCADA y para traspasar la información del PLC al SCADA (pasando por el PLC de poolings) se definirán unos arrays de 32 bits según el tipo de información, existiendo un Array para Estados, uno para Alarmas, uno para Mandos, uno para Setpoints, uno para Medidas y otro para Contadores.

Todas las variables de los nuevos programas se definirán como estructuras de TAGs tipo definidas por el programador en base a los criterios de AIGÜES DE BARCELONA, existiendo un TAG identificativo para cada máquina y TAG para cada tipo de señal.

Se comentarán los nuevos programas a nivel de subrutinas, de instrucciones y de TAGS de las señales.

Para todas las máquinas, además de las entradas y salidas físicas de campo, se generará a nivel de subrutina tanto para el PLC como para SCADA, la siguiente información (exista o no en los PLCs actuales):

- Máquina en Servicio
- Máquina en PLC
- Máquina en PC
- Paro por Enclavamiento
- En Servicio-PLC-Sin Alarmas
- Fuera de Servicio por Alarma
- Alarma conformación de marcha
- Mando en Servicio
- Mando Fuera de Servicio
- Mando PLC
- Mando PC
- Máquina en LOCAL
- Mando marcha
- Mando Paro
- Mando marcha local
- Mando paro local
- Mando Reset Horas
- Mando reset horas local
- Contador de Horas Totales
- Contador de Horas Parciales

Para los nuevos PLCs se programará una rutina de fallo de tensión, la cual impedirá que todas las máquinas de dicho PLC pasen a fuera de servicio en el momento de la conmutación red-grupo y viceversa.

En la EDAR Gavà se reciben los datos de los PLCs de todas las EBARS en un PLC que es el que se encarga de gestionar los poolings y el cambio de canal de comunicación del primario (ADSL/3G) al secundario (radio). Dado que se cambian los PLCs de las EBARS, se tendrá que modificar este PLC de poolings para reflejar ese cambio.

Todos los programas se realizarán en la misma versión de firmware, que será acordada previamente entre el contratista y Aigües de Barcelona.

Se debe ofertar detallando los componentes del PLC. Se deberá entregar en la oferta un Plan de trabajos con las diferentes fases (suministro equipos, programación, pruebas en laboratorio, pruebas de puesta en marcha, etc...).

Configuración actual PLCs:

EBARS Gavà y Castelldefels	ED	SD	EAI	Notas
PLC principal (SLC 5/05)				Capacidad total de E/S instaladas
SLOT 1	32			
SLOT2	32			
SLOT3		16		
SLOT4			8	
PLC auxiliar (PicoPLC)	12	4	1	Capacidad total de E/S instaladas

EBAR Sant Boi	ED	SD	EAI	Notas
PLC principal (SLC 5/05)				Capacidad total de E/S instaladas
SLOT1				DeviceNET
SLOT 2	32			
SLOT3	32			
SLOT4	32			
SLOT5		32		
SLOT6			4	
PLC auxiliar (MicroLogix)		6	1	Ocupadas realmente

En Anexos 1 y 2 se pueden consultar los As-built de las 7 estaciones objeto de este pliego.

3.5 Programación de los HMI

La programación de los HMI de cada EBAR se realizará de tal forma que presente pantallas similares a las del SCADA, permitiendo la operación/visualización de los mismos elementos que en el SCADA siguiendo los estándares de Aigües de Barcelona. En particular habrá que hacer ventanas para cada una de las máquinas para el control local de los equipos. En Anexo 4 se puede consultar pantallas ejemplo del SCADA.

3.6 Pruebas y puesta en marcha de los automatismos

Prueba de los automatismos programados, en coordinación con Explotación de Aigües de Barcelona a fin de no perjudicar el proceso. Se ajustarán los parámetros de regulación.

Debe acordarse un calendario de pruebas detallado con Explotación.

3.7 Modificación SCADA

Programación SCADA, en cuanto a nuevo driver de comunicaciones, nuevas direcciones de TAGS, nuevas pantallas mostrando el estado del PLC, etc...

Las modificaciones en SCADA serán básicamente a nivel de driver de comunicaciones y base de datos donde se configuran las direcciones de las variables que se leen y escriben de los PLCs. En general, a nivel gráfico se realizarán pocos cambios, únicamente teniendo que añadir unas nuevas pantallas donde se refleje el estado de las comunicaciones de los nuevos PLCs (estado de la CPU y nodos de la red Ethernet, así como estado de los puertos de comunicaciones).

El SCADA de la EDAR Gavà es Vijeo Citect.

En Anexo 4 se puede consultar pantallas ejemplo del SCADA y en el Anexo 1 se pueden consultar la lista de variables enviadas al SCADA por parte de los PLCs actuales y los tipos de máquina.

3.8 Pruebas de comunicaciones, SCADA y HMI

Prueba de las comunicaciones con el SCADA, los PLCs, el HMI, el analizador de red y las tarjetas de los arrancadores, así como la comunicación entre PLCs y centro de control por cada uno de los canales de comunicación disponible (ADSL, 3G o radio). Prueba de las señales del SCADA. La prueba será exhaustiva de todas y cada una de las señales. Se probarán también todas las órdenes posibles y cambios de consigna. Se probarán asimismo todas las pantallas de SCADA y del HMI, verificando que reflejen correctamente el estado de la instalación y que permitan ejecutar las consignas pertinentes en cada caso.

3.9 Redacción de la nueva documentación. Proyecto As Built.

Se deberá entregar, al final de los trabajos, tres ejemplares del proyecto en papel y otro en soporte magnético, conteniendo el As-Built de los nuevos equipos y programas.

Deben entregarse listados de señales, regleteros, programas comentados, y esquemas. También se deberá incluir un certificado sellado de garantía de la instalación realizada.

El Plazo de entrega de la nueva documentación será máximo de un (1) mes a contar desde la recepción provisional, y no computa a efectos del plazo de ejecución del Contrato

4 PLAN DE LOS TRABAJOS

Es condición básica para el presente suministro que todos los trabajos se realicen sin que el servicio de cada una de las estaciones de bombeo de aguas residuales quede afectado.

Por ello, y teniendo en cuenta que los nuevos Autómatas se ubicarán en los espacios ocupados por los actuales, las ofertas **deberán prever y describir** la manera en que se realizarán las sustituciones de los elementos de control existentes (PLC principal y auxiliar, Analizador de red, HMI, alimentación 24Vcc, etc.), incluyendo en su caso el suministro, montaje y conexionado de instalaciones provisionales. En todo caso, no se podrá empezar a modificar una estación hasta que la anterior esté completamente operativa y probada. Así pues, **se realizará el cambio de las estaciones de forma secuencial**.

Durante el proceso de conexionado de los nuevos elementos deberá mantenerse la comunicación y mando desde la Sala de Control.

Los trabajos de sustitución se harán de forma continuada de forma que se minimice el tiempo en que las instalaciones provisionales están operativas y requerirán el permiso previo a su inicio por parte de la jefatura de planta.

Se deberá detallar también la secuencia de las diferentes actuaciones.

5 PLAZO DE ENTREGA

La ejecución de la totalidad de los suministros y trabajos objeto de la presente licitación se deberán realizar en un plazo total máximo de DIECIOCHO (18) SEMANAS.

Además, se establecen los siguientes plazos máximos parciales de ejecución:

- CUATRO (4) SEMANAS para la entrega del Proyecto Base, a contar desde la formalización del contrato.
- CATORCE (14) SEMANAS para la entrega de los suministros y realización de los trabajos, a contar desde la fecha de aprobación del referido Proyecto Base.

La aprobación del Proyecto Base se realizará por parte de AB dentro de un plazo máximo de siete (7) días naturales a contar desde su entrega. Este plazo máximo de siete (7) días naturales no computa a efectos del plazo de ejecución del Contrato.

6 PERIODO DE GARANTÍA

La garantía cubrirá cualquier defecto de materiales, fabricación o montaje por un periodo no inferior a 18 meses desde la puesta en marcha.

7 ANEXOS

1. As-built estaciones de Gavà y Castelldefels
2. As-built estación Sant Boi
3. Fotos estación Gavà 2 y Sant Boi del 14/12/2018
4. Pantallas ejemplo SCADA actual