

2016



ECOCIUDAD ZARAGOZA

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y MANTENIMIENTO DE E.D.A.R. ALMOZARA E INSTALACIONES ADSCRITAS.

TOMO I DE III - MEMORIA Y ANEJOS

Contenido

01 - MEMORIA.....	4
1. OBJETO DEL PROYECTO.....	4
1.1 Nomenclatura.....	4
2. ANTECEDENTES.....	6
3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO. ESTADO ACTUAL.....	7
3.1 Introducción.....	7
3.2 EDAR Almozara.....	7
3.3 EBAR Margen derecha.....	13
3.4 EBAR Almozara - Plaza Europa.....	14
3.5 EBAR Monzalbarba.....	15
3.6 EDAR Alfocea.....	16
3.7 Planta de Recuperación de aguas.....	18
4. DESCRIPCION DE LA SOLUCION PROYECTADA Y EJECUCION DE LAS OBRAS.....	21
4.1 Introducción.....	21
4.2 Sistema de control y supervisión.....	21
4.3 Sistema de gestión de mantenimiento y analíticas.....	40
5. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS.....	47
5.1 Trabajos en EDAR Almozara.....	47
5.2 Sigüientes trabajos.....	48
5.3 Planificación de los trabajos.....	50
5.3.3 Plazo total estimado.....	51

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 1: Reportaje fotográfico de instalaciones existentes.

Anejo 2: Equipamiento existente de control y supervisión de las instalaciones.

Anejo 3: Cobertura móvil en las instalaciones remotas.

Anejo 4: Justificación de Precios.

Anejo 5: Resumen del Presupuesto.

Anejo 6: Plan de Seguridad y Salud.

Anejo 7: Gestión de Residuos.

Anejo 8: Lista de accionamientos para R.D. 1215/1997.

01 - MEMORIA.

1. OBJETO DEL PROYECTO.

Con fecha 10-06-2016 se publicó el anuncio de la adjudicación del contrato "REDACCION DEL PROYECTO DE RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y MANTENIMIENTO DE E.D.A.R. ALMOZARA E INSTALACIONES ADSCRITAS".

Con fecha 10 de octubre de 2016 se presentó el Proyecto Básico de "RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y MANTENIMIENTO DE E.D.A.R. ALMOZARA E INSTALACIONES ADSCRITAS"

El objeto del presente proyecto es definir el Proyecto Constructivo a partir del Proyecto Básico. En él se pretende definir las obras y elementos necesarios para la realización de un sistema de control y supervisión integrado para el conjunto de instalaciones propuestas: EDAR Almozara, EDAR Alfocea, EBAR Margen derecha, EBAR Almozara Plaza Europa, EBAR Monzalbarba y Planta de Recuperación de aguas de la estación potabilizadora (PRA).

Partiendo de una descripción del estado actual, se pretende especificar en detalle los controladores necesarios para gestionar de forma automática el funcionamiento de cada instalación, un sistema centralizado de control y supervisión así como las comunicaciones necesarias para el intercambio de información entre instalaciones y centro de control. También se considerará la solución más adecuada para el manejo local de las diferentes plantas a través de interfaces de operador.

Finalmente se seleccionará un sistema de mantenimiento asistido por ordenador con el fin de ejecutar y controlar de forma centralizada las tareas habituales del departamento de mantenimiento.

1.1 Nomenclatura.

En este documento se van a utilizar una serie de términos técnicos que, en ocasiones, se designan mediante acrónimos. A continuación describimos algunos de ellos:

PLC: Programmable Logic Controller o Controlador Lógico Programable, se refiere a un Autómata.

HMI: Human Machine Interface o Interface Hombre Máquina, se refiere a los paneles de operador o pequeñas pantallas de manejo, normalmente táctiles.

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition o Control de Supervisión y Adquisición de Datos, se refiere a los softwares de visualización de las máquinas o plantas industriales que se comunican con los PLCs.

GMAO: Gestión del mantenimiento asistido por ordenador. Se refiere a los softwares específicos para la gestión de las tareas de mantenimiento de una instalación o conjunto de instalaciones.

WIMAX: Worlwide Interoperability for Mircowave Access o Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas. Se refiere a una tecnología de acceso a internet vía radio que se utiliza en puntos sin red cableada y sin datos móviles suficientes.

2. ANTECEDENTES.

La Estación Depuradora de aguas residuales de La Almozara tiene adscritas las siguientes instalaciones: Planta de Recuperación de Agua existente en la ETAP, EDAR Alfocera, Estación de Bombeo Monzalbarba, Estación de Bombeo Margen derecha y Estación de Bombeo Almozara Pza. Europa. Dichas instalaciones cuentan con sistemas de control y supervisión que permiten la obtención de datos de funcionamiento de la instalación y la operación automatizada de la mayor parte de los equipos existentes.

La mayoría de estos elementos son los originales de construcción de las respectivas instalaciones, siendo colocados en los años 90. Debido a la rápida evolución de la tecnología, muchos han quedado obsoletos, sin posibilidad de recambios, incluso sin acceso en el caso de elementos programables.

Actualmente la EDAR de la Almozara se mantiene operativa aprovechando repuestos procedentes de otras plantas municipales (ETAP) que ya han modernizado sus sistemas de control y explotación. Otras en cambio están actualmente fuera de servicio dada la imposibilidad de su sustitución o arreglo.

Los sistemas de comunicación entre las instalaciones están desfasados y/o fuera de servicio. Basados en módems sobre líneas telefónicas no permiten una comunicación fluida entre los centros de control y las estaciones remotas.

Todo ello lleva a operar ciertos equipos de forma manual y a la dedicación de excesivos recursos para mantener su funcionamiento.

3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO. ESTADO ACTUAL.

3.1 Introducción.

Con el objetivo de acondicionar las instalaciones para un control y supervisión de forma integrada, se hace necesario un estudio detallado de su estado actual.

3.2 EDAR Almozara.

3.2.1 Situación geográfica.

La Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de La Almozara, trata parte de las aguas residuales domésticas de Zaragoza. Está localizada en el triángulo formado por el AVE y las autopistas de Logroño y la ronda Norte. En el plano nº 1 se refleja la situación y emplazamiento de la instalación.

3.2.2 Características generales.

La estación EDAR de La Almozara fue construida por la UTE Cadagua, S.A. Cubiertas y MZOV y puesta en funcionamiento en 1989.

El sistema de depuración de la EDAR es un tratamiento biológico por fangos activados en dos líneas. Los fangos extraídos se someten a un proceso de digestión anaerobia, en el que se genera un gas que se utiliza para calefacción de fangos y producción de energía.

Los procesos de los que consta la EDAR son, en líneas generales, los siguientes:

- Línea de tratamiento de agua.
- Línea de tratamiento de fangos.
- Línea de producción de gas y energía.

Línea de Tratamiento de Agua:

La línea de tratamiento de agua se compone de las siguientes instalaciones:

- Medida de caudal, efectuada en un primer pozo que se encuentra al inicio de la EDAR, mediante un sistema de ultrasonidos en un tramo de tubería que se encuentra en carga.
- Separación de sólidos gruesos en un pozo de gruesos provisto de una doble reja extraíble. La extracción de los sólidos se realiza mediante una cuchara bivalva anfibia de accionamiento electrohidráulico y actuada por un polipasto eléctrico, que los deposita en un contenedor.
- Elevación del agua mediante tres tornillos de Arquímedes de 400 l/s de caudal unitario, para garantizar que el agua fluya por gravedad a lo largo de la EDAR.
- Desbaste de sólidos mediante un sistema de dos rejillas de limpieza automática, dispuestas en dos líneas de proceso independientes. La evacuación de los sólidos se realiza mediante un sistema de cintas transportadoras que dirige los residuos a un compactador y, posteriormente, a un contenedor.
- Eliminación de arenas y grasas, mediante dos desarenadores-desengrasadores de flujo espiral. Dos soplantes introducen el aire necesario a través de difusores porosos, con el fin de favorecer que las grasas asciendan a la superficie, para posteriormente ser recogidas mediante rasquetas, enviadas a un separador de cadenas, y finalmente a un depósito. La extracción de las arenas decantadas se realiza mediante una bomba elevadora instalada sobre un puente móvil, que las conduce a través de un canal central a un sistema clasificador oscilante, y finalmente se almacenan en contenedores.
- Decantación Primaria, efectuada mediante dos unidades circulares de fondo cónico, que disponen de un vertedero perimetral simple y de un puente radial de accionamiento periférico, que recoge y conduce los fangos sedimentados mediante un sistema de rasquetas hacia una arqueta donde se realiza la purga de los mismos.
- Tratamiento Biológico, realizado en dos cubas de planta rectangular, equipadas con aireadores superficiales. Cada una de las cubas está provista de un vertedero regulable que, a través del autómata de la planta y de las señales procedentes de sensores de oxígeno disuelto, regula el nivel de agua y la aportación de oxígeno.

- Recirculación de fangos activos, efectuada a través de un canal provisto de un sistema de aforo por vertedero Parshall y medidor de lámina de agua por ultrasonidos. Los fangos se elevan mediante tres tornillos de Arquímedes.
- Decantación secundaria, realizada mediante dos cubas circulares de fondo plano, que disponen de un vertedero perimetral simple y de un puente radial de accionamiento periférico, que recoge los fangos sedimentados mediante un sistema de succión por sifón.
- Finalmente, el agua tratada puede ser desinfectada en el laberinto de cloración mediante la adicción de agua clorada, producida a partir de cloro gas en tres cloradores.

Línea de Tratamiento de Fangos.

La línea de fangos se compone de las siguientes instalaciones:

- Tamizado de fangos mediante dos rejillas circulares auto limpiantes, en las que se eliminan aquellos productos que favorecen la formación de costra en los digestores.
- Espesamiento de fangos por gravedad en una cuba circular cerrada, provista de un sistema de paletas de accionamiento central, y dotada de un sistema de eliminación de olores por medio de carbón activo.
- Impulsión de los fangos procedentes del espesador al digestor primario mediante bombas de tornillo salomónico, y posterior acondicionamiento con cloruro férrico para evitar la presencia de sulfuro de hidrógeno en el gas de digestión.
- Digestión primaria de los fangos, mediante proceso anaerobio con producción de un gas con contenido en metano superior al 60%. El proceso se lleva a cabo en un digestor calorifugado, con agitación por inyección de aire comprimido y calentamiento del fango mediante tres "heatermix" exteriores.
- Digestión secundaria, en la que se lleva a cabo una función mixta de apuramiento del proceso de digestión y almacenamiento de fango para el proceso de secado.
- Deshidratación de los fangos digeridos en dos filtros banda, con dosificación previa de polielectrolito. El fango así deshidratado se transporta por un sistema de cintas a contenedor.

Línea de Gas-Energía.

- Almacenamiento del gas producido en los digestores, en dos gasómetros de doble membrana, desde los cuales puede conducirse bien hacia la antorcha o bien aprovecharse energéticamente (para el movimiento y calefacción del fango en la digestión primaria o para producción de energía en el motogenerador).
- Compresión del gas procedente del gasómetro: parte en dos compresores para el movimiento del fango en el heatermix, parte en dos compresores para su uso en las calderas, y el resto se envía al motogenerador mediante dos soplantes.
- Calderas mixtas para gasóleo y gas, que calientan el agua que se utiliza en los “heartermix” para calefacción de fangos.
- Motogenerador para producción de energía, aproximadamente el 70% de las necesidades de la planta. El agua del circuito de refrigeración se emplea en el calentamiento de los fangos del digestor.

- Instalaciones Auxiliares.

Además de los procesos anteriormente descritos, la EDAR dispone de las siguientes instalaciones auxiliares:

- Transformador de 800 KVA con su equipo auxiliar, de alta tensión (15.000 V) a la tensión de trabajo de planta (380V).
- Grupo electrógeno de emergencia de 200 KVA, que permite el funcionamiento de los servicios básicos en caso de caídas de la red exterior.

3.2.3 Descripción del control y supervisión actuales.

El sistema de control actual está compuesto por un controlador programable Siemens de la serie S5. (En el anejo 1 se muestran fotografías de su estado). Con entradas salidas suficientes para recoger todas las señales que componen el sistema de automatización. (En el anejo 2 se enumeran las tarjetas instaladas). Se trata de un autómata de principios de los años 80, que

quedó obsoleto al final de los años 90. De ahí la dificultad para encontrar repuestos con los que mantener el sistema.

La arquitectura de control actual se basa en un cuadro de control centralizado en la sala de control de la EDAR, el cual alberga el controlador anteriormente descrito. Todas las señales eléctricas necesarias para la automatización y control se recogen en dicho punto. Proviene principalmente de los centros de control de motores (CCMs) y desde la instrumentación distribuida por toda la planta.

Debido al hecho de tratarse de un sistema centralizado, conviene destacar la cantidad de cableado existente para llevar todas las señales desde los CCMs (ver plano 7 donde se muestra la localización dentro de la propia planta) hasta la sala de control, así como de las señales continuas de proceso. (Estas últimas son más sensibles a las condiciones de ruido eléctrico, distancia de cableado, etc.). Este cableado discurre casi en su totalidad por canalizaciones y arquetas subterráneas susceptibles a inundaciones y otros elementos que hacen que sea una fuente importante de problemas y averías.

Con el fin de realizar un telecontrol de la planta, inicialmente existía una tarjeta modem en el controlador para la comunicación remota. Actualmente está fuera de servicio, por lo que la monitorización exterior se realiza de forma rudimentaria mediante un controlador Sofrel (ver anejo 1) y un autómatas Zelio que actúa como concentrador de señales.

Existen otros equipos en planta los cuales poseen un control local:

- El motogenerador, controlado por un autómatas Telemecanique de la serie TSX 57, localizado en el CCM número 2.

- Equipos de centrifugación en el CCM número 1, controlado por un autómatas Siemens de la serie S7-1200.

Ambos equipos se controlan exclusivamente de forma local mediante sendas pantallas táctiles sin posibilidad de conexión con el controlador principal. En el anejo 2 se enumeran los equipos en detalle.

La supervisión es realizada mediante un sistema Scada (acrónimo de Supervisory Control and Data Acquisition), modelo Wincc de marca Siemens, y un sinóptico mural de mosaico que muestra los principales estados mediante pilotos LED e indicadores analógicos. Ambos están situados en la sala de control de la EDAR.

El sinóptico muestra el estado de los diferentes equipos, marcha, paro, fallo, mediante pilotos accionados por el autómatas central situado en la misma sala. Los valores de proceso son mostrados mediante indicadores analógicos. La mayor parte de estos están fuera de servicio por tratarse de equipos obsoletos. En el anejo 1 se muestra en detalle.

El sistema Scada, situado en el pupitre de mando de la sala de control, funciona sobre un ordenador de sobremesa tipo PC bajo Windows XP. Es fruto de una migración realizada en el año 2003 del instalado inicialmente.

Finalmente, la supervisión de energía se realiza mediante el programa Powerstudio de Circutor. Está instalado en un ordenador situado en el pupitre de la sala de control y comunica a través de protocolo Modbus RTU (sobre cableado RS485) con los analizadores de redes, del mismo fabricante, instalados en el CCM3 y que son los encargados de medir las magnitudes eléctricas, representarlas localmente y enviarlas hacia el mencionado software Powerstudio. Dicho software genera gráficas y reportes de la energía consumida por la planta. Al tratarse de un sistema separado y autónomo se hace difícil relacionar los consumos de energía con el estado de los equipos, a no ser que sea de forma manual.

3.3 EBAR Margen derecha.

3.3.1 Situación geográfica.

La EBAR Margen Derecha del río Ebro está situada en el Paseo Echegaray junto a la plaza Europa. En el plano nº 3 se refleja la situación y emplazamiento de la instalación.

3.3.2 Características generales.

Fue construida por la Confederación Hidrográfica del Ebro mediante convenio con el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza y puesta en funcionamiento en el año 1998. Se trata de una pequeña planta de bombeo compuesta por cuatro bombas sumergibles, una compuerta y un sensor de nivel.

3.3.3 Descripción del control y supervisión actuales.

El sistema de control está compuesto por varios armarios eléctricos con los circuitos de maniobra suficientes para hacer funcionar el bombeo en manual localmente mediante pulsadores, según se puede ver en el reportaje fotográfico en el anejo 1. Además dispone de un controlador programable General Electric - Fanuc para su funcionamiento automático según el nivel del pozo. La lógica programada en dicho controlador no está disponible por lo que se hace difícil diagnosticar las averías o situaciones anómalas que puedan surgir. Con el fin de supervisar la estación de forma remota, existe un controlador marca Sofrel colocado a finales de los años 90, que recoge las señales y alarmas más importantes para enviarlas al centro de control a través de línea telefónica convencional y módem instalado a tal efecto. La comunicación, como se observa en el reportaje fotográfico, no está conectada por lo que la estación de bombeo trabaja de forma autónoma localmente sin poder realizarse una supervisión a distancia.

Además en la propia estación no existe ningún panel de operador que sirva de interface para la propia supervisión local. En el reportaje fotográfico en el anejo 1 se puede observar el estado de la instalación eléctrica en detalle y las deficiencias que presenta haciendo su mantenimiento y explotación costosos y poco efectivos.

3.4 EBAR Almozara - Plaza Europa.

3.4.1 Situación geográfica.

La EBAR de La Almozara-Plaza Europa está localizada en el triángulo formado por el AVE y las autopistas de Logroño y la ronda Norte, enfrente de la EDAR de La Almozara. En el plano nº 4 se refleja la situación y emplazamiento de la instalación.

3.4.2 Características generales.

La EBAR Almozara-Plaza Europa fue construida por la empresa constructora Hispanica S. A. y puesta en funcionamiento en el año 2005.

Se trata de una estación de bombeo cuyo objetivo es el envío de aguas residuales hacia la depuradora de La Cartuja en situaciones extraordinarias. Cuando el caudal máximo de entrada a la EDAR de la Almozara sea de 2160 m³/h, en un periodo de dos horas, el exceso de entrada será bombeado hacia la depuradora de La Cartuja. Está compuesta por dos rejillas de separación de materias sólidas, cinco bombas aspirantes, niveles y cinta transportadora de sólidos.

3.4.3 Descripción del control y supervisión actuales.

El sistema de eléctrico y de control está compuesto por un centro de control de motores (CCM) que integra todos los elementos que componen la instalación. En las puertas de los armarios del CCM existen los circuitos de maniobra suficientes para hacer funcionar el bombeo en manual localmente mediante pulsadores. (Ver reportaje fotográfico en anexo 1). Para su funcionamiento en automático, inicialmente existía un controlador programable marca General Electric - Fanuc que se encargaba de generar las órdenes de manera automática sin intervención del operador.

Posteriormente fue sustituido por un controlador de la marca Sofrel que permitía el control remoto de la instalación. Actualmente dicho controlador no se encuentra operativo (ver anejo 1) por lo que el manejo de la instalación es única y exclusivamente local mediante la intervención de un operador sobre la botonera instalada en el Centro de Control de Motores. Cualquier tarea de operación, mantenimiento o comprobación requieren el desplazamiento del personal a la instalación.

3.5 EBAR Monzalbarba.

3.5.1 Situación geográfica.

La EBAR de Monzalbarba está localizada en el barrio rural del mismo nombre. En el plano nº 5 se refleja la situación y emplazamiento de la instalación.

3.5.2 Características generales.

La EBAR de Monzalbarba bombea aguas pluviales y residuales al colector polígono I. Fue construida por la empresa Corsan y puesta en marcha en el año 2001. Está compuesta por dos balsas, una de aguas residuales y otra de pluviales con dos bombas sumergibles cada una. También existen medición de nivel en ambas balsas.

3.5.3 Descripción del control y supervisión actuales.

El sistema eléctrico y de control está compuesto por dos armarios eléctricos con la maniobra suficiente para hacer funcionar el bombeo en manual localmente mediante pulsadores según se puede ver en el reportaje fotográfico en el anejo 1. Cada uno de ellos dispone de un controlador programable General Electric - Fanuc para su funcionamiento automático según nivel. La lógica programada en dichos controladores no está disponible por lo que se hace difícil diagnosticar las averías o situaciones anómalas que puedan surgir. Con el fin de supervisar la estación de forma remota, existe un controlador marca Sofrel, que recoge las señales y alarmas más importantes para enviarlas al centro de control a través de línea telefónica convencional y módem instalado a tal efecto. La comunicación, como se observa en el reportaje fotográfico, no está conectada por lo que la estación de bombeo trabaja de forma autónoma localmente sin poder realizar una supervisión a distancia.

Además en la propia estación no existe ningún panel de operador que sirva de interface para la propia supervisión local. En el reportaje fotográfico en el anejo 1 se puede observar el estado de la instalación eléctrica referente al equipo de telecontrol.

3.6 EDAR Alfocea.

3.6.1 Situación geográfica.

La EDAR de Alfocea está localizada en el barrio rural del mismo nombre, aguas arriba del río Ebro a unos 10 kilómetros de Zaragoza. En el plano nº 2 se refleja la situación y emplazamiento de la instalación.

3.6.2 Características generales.

La EDAR de Alfocea fue construida dentro de un convenio de colaboración suscrito entre la Excm. Diputación Provincial y el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza y puesta en funcionamiento en el año 1998. Trata las aguas residuales domésticas de Alfocea con un caudal medio diario de diseño de 40 m3.

Las aguas se tratan en un sistema OWEG de doble etapa, que se compone de las siguientes líneas:

-Línea de agua: Consta de Pretratamiento mediante tamiz auto limpiante y Tratamiento Base de doble etapa (aireación/decantación).

-Línea de fangos: El fango de la primera etapa es llevado a una cámara independiente para su extracción a vertedero autorizado. Los fangos de la segunda etapa se van recirculando al reactor de aireación para estabilizarlos. Los fangos extraídos son almacenados y retirados periódicamente.

3.6.3 Descripción del control y supervisión actuales.

En este caso, el sistema de control inicialmente era por maniobra eléctrica clásica. No existía ningún elemento programable capaz de controlar el funcionamiento de la planta. (En el anejo 1 se puede observar los elementos de mando para su control local).

Posteriormente se añadió una supervisión remota mediante un controlador marca Sofrel, que recoge las señales y alarmas más importantes para enviarlas al centro de control a través de línea telefónica convencional y modem instalado a tal efecto. Más recientemente se ha instalado un controlador más moderno que permite la monitorización de los valores de proceso y alarmas a través de un modem 3G. (En el anejo 1 se puede observar los detalles y estado de dichas instalaciones).

Además, en la misma estación no existe ningún panel de operador que sirva de interface para la propia supervisión local.

3.7 Planta de Recuperación de aguas.

3.7.1 Situación geográfica.

La Planta recuperadora de agua (PRA) de la Planta Potabilizadora se encuentra ubicada anexa a las instalaciones de la Potabilizadora de Zaragoza. En el plano nº 6 se refleja la situación y emplazamiento de la instalación.

3.7.2 Características generales.

La PRA fue construida por la UTE ACSA y SOREA, comenzando su explotación en diciembre de 2001. Tiene como objetivos el evitar vertidos de lodos al río Huerva y recuperar el agua residual generada por la Planta Potabilizadora. Tiene un caudal de entrada diario de 13.323 m³, del cual se recupera 12.956 m³, lo que supone un 97,24% de recuperación.

La planta de consta de los siguientes procesos:

- Línea de agua: Consta de dos fases claramente diferenciadas: Pretratamiento y Espesado de fangos.
 - Pretratamiento: Se recibe el agua residual en un pozo de entrada en el que mediante rejas de desbaste con cuchara bivalva separando los posibles arrastres de mayor tamaño contenidos. Desde allí el agua es bombeada a la arqueta de reparto.
 - Espesado: El agua recibida en la arqueta de reparto recibe un coagulante y/o floculante que ayuda a la decantación del fango. Para la decantación el agua se pasa a tres espesadores circulares de 16,00 m y almacén de 768 m³. Durante el proceso de decantación se produce el agua recuperada por la parte superior que es conducida de nuevo a la ETAP mediante el colector de retorno. En la parte central inferior de cada espesador se genera el fango a tratar.

- Línea de fangos: El fango procedente de la línea de espesado es secado mediante seis filtros-banda. Se dispone también de un sistema de recirculación del agua en los filtros-banda y de dos filtros de arena para el tratamiento del agua. El fango secado es almacenado en 6 contenedores transportables que periódicamente se vacían en el punto de gestión.

3.7.3 Descripción del control y supervisión actuales.

El sistema de control está compuesto por tres armarios eléctricos con la maniobra suficiente para hacer funcionar la planta en manual localmente mediante pulsadores así como controladores para su funcionamiento en automático. Además hay que añadir un cuarto controlador situado en la sala de control que realiza las tareas de comunicación con el sinóptico existente. En el anejo 1 se muestran el estado de dichos controladores, y en el anejo 2 se enumeran sus componentes.

La mayor parte de la planta de Recuperación de aguas es controlada por el centro de control de motores principal (CCM) gobernado por un autómata siemens S7-300 dotado de tarjetas de entradas y salidas para el control de la instalación y adquisición de valores de proceso.

Anexo al C.C.M. se encuentra el cuadro eléctrico de los filtros de arena controlado por un autómata de la serie S7-200 con las ampliaciones necesarias para recoger las señales que afectan al funcionamiento de esta instalación.

En la zona de deshidratación existe un cuadro de dosificación de polielectrolito gobernado por un autómata Omron de la serie CQM1H con sus correspondientes tarjetas de entradas y salidas.

Por último, en la sala de control hay un controlador de la serie S7-200 que actúa como pasarela de comunicaciones entre el controlador del CCM y el sinóptico.

En el plano 8 se muestran las localizaciones de los diferentes cuadros de automatización dentro de la planta de Recuperación de aguas.

Al tratarse de una instalación con control distribuido entre los armarios anteriormente citados, hay una necesidad de comunicación de señales y enclavamientos entre ellos que actualmente es realizada mediante un intercambio de señales eléctricas, siendo este muy limitado y de difícil ampliación.

El sistema de supervisión está compuesto por dos equipos:

-Un sinóptico con indicadores de estados de los diferentes equipos que conforman la planta de Recuperación de aguas. Dicho cuadro recibe los datos desde el centro de control de motores a través de una pasarela de comunicaciones descrita anteriormente. Es preciso destacar que hay equipos nuevos que se han instalado posteriormente a la puesta en marcha de la planta y que no están reflejados en él.

-Un sistema Scada Wincc 7.0 funcionando sobre un ordenador personal tipo PC con sistema operativo XP situado en un pupitre en la sala de control desde el que se supervisan y controlan los estados, alarmas y consignas que necesita la planta para su correcto funcionamiento. Dicho sistema tiene establecida la comunicación con el controlador instalado en el centro de control de motores.

Para el envío de mensajes y alarmas a dispositivos móviles, existe un módem instalado en el ordenador encargado de la supervisión en la sala de control. El software utilizado es "SCADAAlarm" que recibe las alarmas desde el sistema Scada y las distribuye a los diferentes receptores de mensajes.

4. DESCRIPCION DE LA SOLUCION PROYECTADA Y EJECUCION DE LAS OBRAS.

4.1 Introducción.

Con el fin de clarificar los diferentes aspectos que conllevan las actuaciones a realizar, podemos dividir la solución proyectada en dos partes claramente diferenciadas. Una que hace referencia a las acciones y equipos a considerar para actualizar el sistema de control y supervisión de las diferentes instalaciones y otra para añadir un sistema de gestión de activos, tareas de mantenimiento y analíticas (GMAO).

4.2 Sistema de control y supervisión.

Para conseguir los objetivos propuestos en este proyecto se van a realizar dos tipos de actuaciones sobre el sistema de control existente. Por un lado dotar a todas las instalaciones de un sistema seguro, fiable de comunicación para intercambiar datos de forma eficiente entre ellas. Y por otro lado, se propone actualizar los diversos controladores a otros de una gama actual y moderna para tener todo el control en una sola plataforma, usando la potencia de los procesadores actuales.

El sistema de control estará compuesto por las siguientes instalaciones:

-Centro de control en Ecociudad. Recibirá información de todos los controladores del resto de instalaciones. Su misión principal será recoger información para la generación de históricos e informes de funcionamiento. Se podrá, en casos concretos, permitir el envío de algunos parámetros y consignas básicas a las diferentes instalaciones. Su aplicación será como sistema de supervisión remota general de todas las instalaciones, para lo que no necesita el mismo nivel de detalle que la estación local pero dispondrá de la información general de estados e instrumentos. También será el equipo encargado del almacenamiento de los datos históricos de todas las instalaciones, al estar dotado de herramientas para ello basadas en su Scada.

-Centro de control EDAR Almozara. Controlará y supervisará todos los equipos que forman la EDAR así como sus instalaciones adscritas. Además recibirá datos de funcionamiento desde la Planta de Recuperación de Aguas y reportará hacia el centro de control de Ecociudad la información necesaria para su correcto seguimiento. En resumen, actuará como Scada local de la propia planta y, además, permitirá la supervisión remota del resto de instalaciones. Su actuación sobre la Planta de Recuperación de Aguas no deberá tener el mismo nivel de detalle

que la local, pero si que permitirá una supervisión remota de estados en instrumentación, del mismo modo que desde la estación de Ecociudad. La actuación sobre las demás instalaciones menores si que debe permitir la totalidad de funcionalidades que estén previstas en su sistema de control local ya que son instalaciones sin personal permanente.

-Centro de control en Planta de Recuperación de Aguas (PRA). Se encargará de controlar todos los equipos que forman la planta y reportará, tanto al centro de control en Ecociudad como a la EDAR de la Almozara, los datos necesarios para su supervisión y control remoto.

-Instalaciones adscritas a la EDAR de la Almozara. (EBAR Monzalbarba, EBAR Margen derecha, EBAR Almozara-Plaza Europa, EDAR Alfocea). Dependerán del centro de control de la EDAR Almozara, y además enviarán información de su funcionamiento al centro de control de Ecociudad.

Además cada instalación contará con una o varias interfaces de operador HMI (pantallas táctiles) distribuidas por las diferentes zonas para permitir un control *in situ* de los diferentes equipos. También existirán varios controladores en el caso de la PRA y EDAR, por haber sistemas externos integrados.

4.2.1 *Sistema de comunicación.*

Debido a la distribución geográfica de las instalaciones el sistema de comunicación propuesto está basado en el intercambio de datos de forma segura a través de túneles VPN sobre internet.

De esta manera podemos usar diferentes tipos de tecnologías (GPRS, 3G, ADSL, WIMAX) facilitadas por cualquier proveedor de servicios que tenga cobertura en las instalaciones. Para los centros de control ubicados en Ecociudad y Planta recuperadora de Aguas, se propone una conexión ADSL puesto que están dentro del núcleo urbano de la ciudad. Para la depuradora de la Almozara al estar situada a las afueras, se ha estudiado la posibilidad de darle acceso mediante tecnología Wimax de un ancho de banda apropiado para la conexión al resto de instalaciones.

Esta es una tecnología inalámbrica que funciona mediante la emisión y recepción de ondas de radio a través de radioenlaces ubicados en los principales repetidores y lugares estratégicos de la geografía. Las ondas de radio terrestres transportan los datos y la voz, llevando así unos servicios de Internet y Telefonía de calidad hasta lugares donde las otras tecnologías no llegan. De esta manera, con red e infraestructura propia, se incurre en unos costes por usuario mucho más bajos y permite ser mucho más competitivo en precio. La opción elegida en este proyecto tiene una velocidad de 15Mb de bajada y 5Mb de subida.

Por último para las estaciones adscritas a la EDAR de la Almozara (remotas), al tratarse de instalaciones con muy poco volumen de datos de proceso y estar situadas en zonas no urbanas, se ha optado por conectarlas mediante tecnología móvil (3G). (En el Anejo 4 se muestran los mapas con las coberturas de las estaciones remotas).

Una vez se haya dotado a todas las instalaciones de acceso a internet, la comunicación entre ellas se realizará utilizando túneles VPN configurados a tal efecto. Como protocolo de seguridad se propone el estándar IPSec proporcionando los siguientes servicios:

- Cifrado de tráfico. Proporciona confidencialidad en las comunicaciones.
- Validación de integridad. Proporciona seguridad contra la modificación en los mensajes.
- Autenticación de los extremos. Verifica el origen de los interlocutores.
- Detección de repeticiones. Evita suplantación de identidades.

Para la realización de los túneles VPN se van a usar equipos industriales de la gama SCALANCE o similares que proporcionen la funcionalidad de servidores-clientes de redes VPN usando IPSec con Firewall integrado, lo que hace que se consideren los canales de comunicación como líneas dedicadas. Se colocarán dos servidores de VPNs, uno en la EDAR de la Almozara y otro en el centro de control de Ecociudad. En el resto de instalaciones solo se necesitará un cliente VPN.

El acceso a internet se realizará mediante routers ADSL, WIMAX y 3G dependiendo de la instalación de que se trate. En el plano 12 se muestra la configuración de red, así como los túneles VPN a crear para dotar a los sistemas de control y supervisión de la funcionalidad deseada.

La configuración de las estaciones desde el punto de vista de comunicaciones será:

Centro de control Ecociudad:

Dispondrá de una conexión a internet con IP estática a través de tecnología ADSL con ancho de banda suficiente para el intercambio de datos con el resto de estaciones. Estará compuesta por un router ADSL y un servidor de túneles VPN con firewall integrado. Se crearán seis túneles VPN con protocolo de seguridad IPSec contra cada una de las estaciones.

EDAR de la Almozara:

Dispondrá de una conexión a internet con IP estática a través de tecnología Wimax con ancho de banda suficiente para el intercambio de datos con el resto de estaciones. Estará compuesta por un punto de acceso a red WIMAX, router y un servidor de túneles VPN con firewall integrado. Se crearán cinco túneles VPN con protocolo de seguridad IPSec hacia cada una de las estaciones remotas y Planta de Recuperación de Aguas. Además el propio router será cliente VPN del control de Ecociudad.

Planta de Recuperación de Aguas (PRA):

Dispondrá de una conexión a internet a través de tecnología ADSL con ancho de banda suficiente para el intercambio de datos con el resto de estaciones. Estará compuesta por un router ADSL que será cliente VPN de los centros de control Ecociudad y EDAR Almozara.

EDAR Alfocea:

Dispondrá de una conexión a internet a través de tecnología 3G con ancho de banda suficiente para el intercambio de datos con el resto de estaciones. Estará compuesta por un router 3G que será cliente VPN de los centros de control Ecociudad y EDAR Almozara.

EBAR Almozara- Plaza Europa:

Dispondrá de una conexión a internet a través de tecnología 3G con ancho de banda suficiente para el intercambio de datos con el resto de estaciones. Estará compuesta por un router 3G que será cliente VPN de los centros de control Ecociudad y EDAR Almozara.

EBAR Margen derecha:

Dispondrá de una conexión a internet a través de tecnología 3G con ancho de banda suficiente para el intercambio de datos con el resto de estaciones. Estará compuesta por un router 3G que será cliente VPN de los centros de control Ecociudad y EDAR Almozara.

EBAR Monzalbarba:

Dispondrá de una conexión a internet a través de tecnología 3G con ancho de banda suficiente para el intercambio de datos con el resto de estaciones. Estará compuesta por un router 3G que será cliente VPN de los centros de control Ecociudad y EDAR Almozara.

4.2.2 Sistema de control.

Una vez establecidos los diferentes enlaces entre las estaciones, se les ha de dotar de un protocolo de comunicación que permita el intercambio eficiente de datos de proceso, órdenes, consignas etc. El protocolo elegido es IEC-104, un protocolo de telecontrol (adecuado para la transmisión entre estaciones remotas) sobre TCP/IP. Basado en IEC-101 tiene como características destacables:

- Transmisión de datos bajo demanda.
- Transmisión de datos espontánea.
- Transmisión de datos con calidad y sello de tiempo.
- Sincronización horaria.

Basado en un modelo maestro esclavo, las estaciones de supervisión (Scadas) serán maestros y los controladores de las diferentes instalaciones serán esclavos. En el plano 13 se muestran las conexiones lógicas previstas entre las diferentes estaciones:

-Centro de control Ecociudad. El sistema de supervisión y control (SCADA) comunicará con los controladores de todas las instalaciones. Actuará como maestro IEC-104, recibirá y enviará datos necesarios de las plantas (Esclavos IEC-104) para su correcta supervisión, generación de históricos y control si es necesario.

-Centro de control EDAR Almozara. En este caso el SCADA será maestro IEC-104 de forma local con el controlador propio de la EDAR e igualmente maestro IEC-104 con el resto de controladores remotos. Controlará totalmente todos los elementos de la propia planta así como las estaciones adscritas. Así como los equipos de la Planta de Recuperación de Aguas , aunque en este caso el acceso estará restringido a usuarios concretos por si se diera el caso de una gestión independiente. El autómata instalado actuará como esclavo IEC-104 con su propio centro de control (EDAR Almozara) y el centro de control de Ecociudad.

-Centro de control PRA. En este caso el SCADA será maestro IEC-104 de forma local con el controlador propio de la PRA. El autómata instalado actuará como esclavo IEC-104 con su propio SCADA y los centros de control de Ecociudad y EDAR Almozara.

-EDAR Alfocea. El controlador será esclavo IEC-104 de los centros de control de Ecociudad y EDAR Almozara.

-EBAR Margen derecha. El controlador será esclavo IEC-104 de los centros de control de Ecociudad y EDAR Almozara.

-EBAR Monzalbarba. El controlador será esclavo IEC-104 de los centros de control de Ecociudad y EDAR Almozara.

-EBAR Almozara-Plaza Europa. El controlador será esclavo IEC-104 de los centros de control de Ecociudad y EDAR Almozara.

En todas las instalaciones se propone la sustitución de los equipos de control actuales por otros que cumplan con los protocolos anteriormente citados así como en el número de entradas-salidas eléctricas. En este caso se prevé el mismo número que el actual más un 20% de reservas para futuras ampliaciones.

4.2.3 EDAR de la Almozara.

Se proponen cambios en el equipamiento de control y supervisión existente para llevar a cabo los objetivos del proyecto. Se sustituye el autómata actual por uno más moderno que adquiera las señales de planta desde los diferentes centros de control de motores a través de estaciones de entradas-salidas descentralizadas, evitando mucho del cableado actualmente existente. (En el plano 7 se detalla su situación dentro de la planta). Además debe comunicar con protocolo IEC-104 como esclavo de las estaciones de supervisión. El autómata elegido será de la gama S7-1500 de Siemens o equivalente y el bus de campo para la conexión de las descentralizaciones autómata será Profinet o similar sobre Ethernet.

La supervisión local se realizará desde una estación Scada totalmente nueva, para lo que se ha previsto un software WinCC v7.4 de Siemens o similar, que debe disponer de las funcionalidades precisas para la comunicación en protocolo IEC-104 como el resto de equipos del proyecto.

Con respecto a la instrumentación existente, hoy por hoy está cableada desde cada elemento hasta la sala de control, produciendo un sobre exceso de cableado fuente de problemas. Para evitarlos, se propone cablear cada instrumento al CCM afectado por conducciones existentes en el caso de que exista espacio libre. Por si esto no es posible, se prevé una partida para la construcción de nuevas canalizaciones. El plano 11 detalla la situación de todos los elementos de instrumentación así como la instalación eléctrica existente. De esta manera se reducen en gran medida perturbaciones y averías.

La Estación Depuradora de Aguas Residuales de la Almozara estará compuesta por los siguientes grupos de equipos según se detalla en el plano 14.

-Sala de control. Estará formada por los siguientes elementos:

Cuadro de control. Se trata de un cuadro de control enteramente nuevo que contendrá un autómata programable o PLC de capacidad suficiente para albergar la totalidad del programa de control de la depuradora así como las comunicaciones con otras instalaciones y los propios elementos internos de la depuradora. Dicho armario albergará el router y servidor VPN para las conexiones al centro de control de Ecociudad e instalaciones adscritas, un switch para la interconexión de los diferentes elementos a una red Ethernet común. Dos convertidores de medios (fibra óptica) para establecer conexión con los centros de control de motores más

lejanos (CCM1 y CCM3), y todas las protecciones y elementos necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos.

La funcionalidad prevista para la programación será como mínimo la existente en el autómata actual para el control de la EDAR, a la que hay que añadir las comunicaciones anteriormente descritas con los elementos externos.

Sinóptico y monitor mural. El sinóptico actual se actualizará con las últimas modificaciones de la planta. Para su activación, se reformará su cuadro eléctrico colocando una descentralización de entradas-salidas conectada por Ethernet al switch del armario de control. De esta manera su control pasará a formar parte del nuevo sistema. Se prevé la colocación de un monitor mural (tipo TV Led, de unas 60") para mostrar de forma más clara y dinámica el estado de las señales continuas de proceso. Actualmente los indicadores colocados bajo el sinóptico están fuera de servicio y no se plantea su reparación ya que toda la información podrá ser mostrada en dicho monitor mural.

Pupitre de control. Se conservará la botonera actual que permite el control manual de los elementos pertenecientes al CCM2. Se reformará para dar cabida a una descentralización que recoja y envíe las órdenes necesarias para el funcionamiento en automático de dichos equipos. Además se sustituirá el ordenador actual por un equipo industrial compuesto de CPU, teclado, ratón y mínimo dos monitores que supervise la EDAR e instalaciones externas. El software usado como SCADA será Wincc o similar con capacidad para la conexión a los autómatas mediante protocolo IEC-104, almacenamiento de históricos, alarmas, visualización del proceso, envío de mensajes, como mínimo con la misma funcionalidad que la actual. El SCADA además dispondrá de un módulo para el acceso remoto mediante navegadores web estándar al control de la planta desde el exterior de forma segura mediante protocolos HTTPS.

-Centro de Control de Motores 1. En él se instalará un armario eléctrico conteniendo una descentralización que permita recoger tanto las señales provenientes del propio CCM como las de instrumentación así como todas las protecciones y elementos necesarios para su funcionamiento. Actualmente ambos grupos de señales pasan por cableado eléctrico al cuadro de control existente en el centro de control. La unión de esta descentralización con el armario de control se realizará mediante fibra óptica instalada a tal efecto por la red de tuberías eléctricas existentes. En el plano 9 se detalla el trazado actual de dicha red.

También se instalará una pantalla táctil que sirva para el control y supervisión local de los elementos que conforman el CCM1 de esta manera se facilita el trabajo de mantenimiento de la instalación. Todo ello irá conectado a un switch Ethernet industrial.

La integración de las centrífugas en el nuevo sistema de control se realizará en el propio armario del CCM 1. El controlador actual permite la conexión de manera sencilla al switch Ethernet instalado en el CCM1. De esta manera se podrán controlar y supervisar los equipos centrifugadores localmente desde el CCM o desde los centros de control de la EDAR y Ecociudad.

Por último se integrará dentro del nuevo sistema de control la báscula de pesaje actualmente existente y que carece de cualquier tipo de relación con el control. Se realizará un cuadro eléctrico totalmente nuevo con una nueva descentralización conectada al CCM1 y capacidad para la adquisición del pesaje proveniente de las células de cargas ya montadas en la báscula. Además se dotará de una pantalla táctil para las labores locales de operación (Tarado, Pesaje, Calibración, Identificación etc). Así como una impresora que permita la impresión de justificantes de pesadas. El objetivo es obtener la información de las entradas y salidas de los diferentes productos e integrarlos dentro de los históricos del sistema de control de forma automatizada.

- Centro de Control de Motores 2. Situado en el mismo edificio que la sala de control, se instalará una pantalla táctil que sirva para el control y supervisión local de los elementos que conforman el CCM2 de esta manera se facilita el trabajo de mantenimiento de la instalación. Todo ello irá interconectado al switch Ethernet industrial situado en el armario de control en la planta superior al CCM. Las señales que provienen del centro de control de motores e instrumentación de planta serán recogidas mediante tarjetas descentralizadas situadas en el pupitre en la sala de control y sinóptico respectivamente (anteriormente descritos) ya que la maniobra eléctrica de este CCM está situada en el pupitre de la sala de control.

- Centro de Control de Motores 3. Se instalará un armario eléctrico con una descentralización para recoger las señales del CCM e instrumentación de planta afectadas así como todas las protecciones y elementos necesarios para su funcionamiento, también una pantalla táctil que sirva como interface de operación. Todo ello conectado a un switch industrial que comunicará con el autómata de la sala de control mediante fibra óptica. Además se integrará la supervisión del armario del motogenerador, para ello se instalará una tarjeta Ethernet en el autómata existente en el armario local de control. El tipo de comunicación propuesto es Modbus sobre

TCP/IP. Este protocolo es soportado por ambos autómatas, el del motogenerador y el situado en el armario de control de la depuradora. De esta manera garantizamos la supervisión del motogenerador desde los centros de control EDAR de la Almozara y Ecociudad.

Con el fin de obtener las mediciones de energía de la planta depuradora, se propone sustituir los medidores actuales situados en el CCM3 (analizadores de redes marca Circutor) por medidores más modernos dotados de comunicación compatible con el sistema de control anteriormente propuesto. En este caso se ha elegido analizadores de redes de la serie SentronPac de Siemens que irán conectados al switch Ethernet situado en el CCM3.

- Conexión y Señalización del accionamiento sobre los pulsadores de Paro de Emergencia de los motores de la planta.

Una de las mejoras a obtener en la gestión de la planta es la señalización directa en los elementos de supervisión (Scada y paneles de operador HMI) de la posible actuación sobre cualquiera de los pulsadores de Paro de Emergencia asociados a todos los motores existentes en la planta. Actualmente no se dispone de esa información en concreto y es conveniente poder indicar al operador la causa de la interrupción del funcionamiento de cualquier equipo, así como permitir el archivado histórico de estos eventos para analizar el procedimiento de manejo de dichos equipos.

Ecociudad Zaragoza ha realizado una inversión para instalar una seta de emergencia en campo, en las proximidades de cada equipo, y este proyecto debe incluir el tendido de conductores y conexión de dichas setas a los circuitos de mando de cada equipo. Los circuitos eléctricos actuales están diseñados de manera que al pulsar la seta de cada uno de los motores se produzca una parada inmediata del mismo por medio de maniobra cableada pero no existe una señalización específica de esta acción en el sistema de control.

Para incluirlo, se han ampliado las entradas digitales previstas en los módulos descentralizados del PLC para disponer de una entrada libre para la conexión directa de cada una de las setas de emergencia, independientemente del circuito eléctrico de maniobra que provocará la parada de cualquiera de los motores sin la participación del PLC, como dictan las normativas de seguridad.

En el Anejo 8 de esta Memoria se encuentra la lista de accionamientos sobre los que se deberá aplicar el R.D.1215/1997 en cuanto al conexión de los elementos de Paro de Emergencia.

- Modernización de Sinóptico y Pupitre de mando en Sala de Control.

En vista de que esta Planta, y en concreto la Sala de Control, es objeto de numerosas visitas de grupos de escolares, estudiantes, etc, se hace necesario aprovechar la ejecución de este proyecto para renovar los elementos visibles del sistema de control presentes en dicha Sala, ya que han quedado anticuados.

Estos trabajos deben incluir la actualización de algunas zonas del sinóptico que ya no reflejan la situación actual real de la planta, el desmontaje de indicadores que han quedado fuera de servicio y la renovación del pupitre de mando. El resto de mejoras se definirán más adelante.

4.2.4 EBAR Margen derecha.

En este caso se prevé reformar el armario existente con la sustitución del autómata actual por un autómata nuevo con suficiente capacidad para albergar el programa de control y comunicaciones (Esclavo IEC-104) necesarias. Para ello se conectará a un router con tecnología 3G que permitirá conectar el bombeo a las estaciones de supervisión remotas EDAR de la Almozara y centro de control Ecociudad. Para la supervisión local se instalará una pantalla táctil que sirva de interface con los operadores. La integración de la medida de energía se hará dotando al autómata de una tarjeta de comunicación serie RS-485 con posibilidad de comunicar con el protocolo Modbus-RTU hacia el analizador de redes existente. El armario con el autómata de telecontrol actual (Sofrel) se eliminará. El plano número 16 refleja el diagrama y conexión de los diferentes elementos de las estaciones remotas.

En esta estación y en todos las demás estaciones locales menores que se describen a continuación, la programación del PLC será totalmente nueva ya que en la mayor parte de los casos no se dispone de la existente por lo que se deberá desarrollar un nuevo programa con una funcionalidad similar en complejidad a la existente pero actualizada por el personal técnico de la explotación. La pantalla HMI local deberá programarse en consonancia con lo explicado anteriormente.

4.2.5 EBAR Almozara-Plaza Europa.

En este caso se prevé reformar el centro de control de motores existente sustituyendo el autómata actual por un autómata nuevo con suficiente capacidad para albergar el programa de control y comunicaciones (Esclavo IEC-104) necesarias. Para ello se conectará a un router con tecnología 3G que permitirá conectar el bombeo a las estaciones de supervisión remotas EDAR de la Almozara y centro de control Ecociudad. Para la supervisión local se instalará una pantalla táctil que sirva de interface con los operadores. La integración de la medida de energía se hará dotando al autómata de una tarjeta de comunicación serie RS-485 con posibilidad de comunicar con el protocolo Modbus-RTU hacia el analizador de redes existente. El armario con el autómata de telecontrol actual (Sofrel) se eliminará. El plano número 16 refleja el diagrama y conexión de los diferentes elementos de las estaciones remotas.

4.2.6 *EBAR Monzalbarba.*

En este caso prevé sustituir los dos autómatas de control existentes para el bombeo de aguas residuales y pluviales por un autómata nuevo con suficiente capacidad para albergar los programas de control y comunicaciones (Esclavo IEC-104) necesarias. Para ello se conectará a un router con tecnología 3G que permitirá conectar el bombeo a las estaciones de supervisión remotas EDAR de la Almozara y centro de control Ecociudad. Para la supervisión local se instalará una pantalla táctil que sirva de interface con los operadores. La integración de la medida de energía se hará dotando al autómata de una tarjeta de comunicación serie RS-485 con posibilidad de comunicar con el protocolo Modbus-RTU hacia el analizador de redes existente. El armario con el autómata de telecontrol actual (Sofrel) se eliminará. El plano número 16 refleja el diagrama y conexión de los diferentes elementos de las estaciones remotas.

4.2.7 *EDAR Alfocea.*

En este caso se eliminará el armario del autómata del telecontrol existente (sofrel). Y se reformará el de supervisión existente para dar cabida a un autómata nuevo con suficiente capacidad para albergar los programas de control y comunicaciones (Esclavo IEC-104) necesarias. Para ello se conectará a un router con tecnología 3G que permitirá conectar el bombeo a las estaciones de supervisión remotas EDAR de la Almozara y centro de control Ecociudad. Para la supervisión local se instalará una pantalla táctil que sirva de interface con los operadores. La integración de la medida de energía se hará dotando al autómata de una tarjeta de comunicación serie RS-485 con posibilidad de comunicar con el protocolo Modbus-RTU hacia el analizador de redes existente. El plano número 16 refleja el diagrama y conexión de los diferentes elementos de las estaciones remotas.

4.2.8 Planta de Recuperación de Aguas.

Con el fin de integrar todos los elementos repartidos por la planta dentro de un sistema único de control y supervisión, se prevén los siguientes cambios desglosados por grupos de equipos (ver detalles en plano 15):

Centro de control de motores. Se sustituirá el autómata actual por uno más moderno que adquiera todas las señales de planta desde los diferentes armarios a través de estaciones de entradas-salidas descentralizadas permitiendo una total integración de todos los equipos de la planta. Además debe de comunicar con protocolo IEC-104 como esclavo de las estaciones de supervisión (PRA, Ecociudad, y EDAR de la Almozara). El autómata elegido será de la gama S7-1500 de Siemens o equivalente y el bus de campo para la conexión de las descentralizaciones autómata será Profinet o similar sobre Ethernet.

Para aprovechar las tarjetas de entradas y salidas existentes en el CCM se les dotará de dos módulos de comunicaciones Profinet con el fin de integrarlas como periferia en el nuevo autómata. Se instalará un switch Ethernet donde irán conectados todos los elementos anteriores conjuntamente con un router ADSL con el que se establecerán las comunicaciones desde los centros de control remotos.

El actual medidor de energía será sustituido por uno compatible con el nuevo sistema de control y facilitar así su integración dentro de la red Ethernet. Como sistema de supervisión local se emplazará una pantalla táctil que haga las labores de interface con el operador.

Finalmente se restablecerán las comunicaciones Profibus con la Planta Potabilizadora. Se dotará al autómata actual de una tarjeta de comunicaciones Profibus para el intercambio de una tabla de datos de mayor tamaño que la existente en la actualidad, por lo que habrá que realizar una modificación en este sentido en ambos extremos, tal como se ha previsto en el presupuesto de este proyecto.

La funcionalidad prevista para la programación del funcionamiento local de los equipos de la planta será como mínimo la existente en el autómata actual para el control de la PRA, a la que hay que añadir la integración de la instalación del filtro de arenas, comunicación con el sinóptico y dosificación de polielectrolito, así como las comunicaciones anteriormente descritas con los centros de control externos.

-Filtro de arenas. Se sustituirá el autómata actual por una extensión de entradas-salidas que recoja todas las señales necesarias para el funcionamiento del filtro así como una reserva del 20%. Se conectará a través de cableado Ethernet con el switch situado en el CCM para proporcionar las señales al autómata principal encargado de implementar la lógica para el funcionamiento del filtro. Como interface de operador se sustituirá la pantalla táctil actual por una compatible con el nuevo sistema de control, y que como mínimo tenga la misma funcionalidad de manejo.

-Dosificación de polielectrolito. Se eliminará el autómata actual (fabricado por Omron) por una extensión de entradas/salidas que recoja todas las señales necesarias para el funcionamiento del sistema de dosificación así como una reserva del 20%. Se conectará a través de cableado Ethernet con el switch situado en el CCM para proporcionar las señales al autómata principal encargado de implementar la lógica para el funcionamiento de la dosificación. Como interface de operador se sustituirá la pantalla táctil actual por una compatible con el nuevo sistema de control, y que como mínimo tenga la misma funcionalidad de manejo.

-Sala de control. Estará formada por los siguientes elementos:

Sinóptico. En él se instalará un convertidor de medios y switch. (Fibra óptica – Ethernet) para establecer la comunicación con el switch situado en el centro de control de motores donde habrá otro de iguales características. A él irá conectado una extensión de entradas/salidas dotada de una tarjeta de comunicación serie con protocolo Modbus para la transferencia del estado de los equipos al sinóptico. Dicho sinóptico se actualizará para reflejar el estado actual de la planta.

Pupitre de control. Se sustituirá el ordenador actual por un equipo industrial compuesto de CPU, teclado, ratón y mínimo dos monitores que supervise la PRA. El software usado como SCADA será Wincc o similar con capacidad para la conexión a los autómatas mediante protocolo IEC-104, almacenamiento de históricos, alarmas, visualización del proceso, envío de mensajes, como mínimo con la misma funcionalidad que la actual. El SCADA además dispondrá de un módulo para el acceso remoto mediante navegadores web estándar al control de la planta desde el exterior de forma segura mediante protocolos HTTPS.

Báscula. Se realizará un cuadro eléctrico totalmente nuevo con una nueva descentralización conectada al switch del sinóptico y capacidad para la adquisición del pesaje proveniente de las células de cargas ya montadas en la báscula. Además se dotará de una pantalla táctil para las labores locales de operación (Tarado, Pesaje, Calibración, Identificación etc). Así como una

impresora que permita la impresión de justificantes de pesadas. El objetivo es obtener la información de las entradas y salidas de los diferentes productos e integrarlos dentro de los históricos del sistema de control de forma automatizada.

- Modernización de Sinóptico y Pupitre de mando en Sala de Control.

En vista de que esta Planta, y en concreto la Sala de Control, es objeto de numerosas visitas de grupos de escolares, estudiantes, etc, se hace necesario aprovechar la ejecución de este proyecto para renovar los elementos visibles del sistema de control presentes en dicha Sala, ya que han quedado anticuados.

Estos trabajos deben incluir la actualización de algunas zonas del sinóptico que ya no reflejan la situación actual real de la planta. El resto de mejoras se definirán mas adelante.

4.2.9 Centro de control Ecociudad.

La principal misión es recoger las señales enviadas desde los diferentes autómatas desde todas las instalaciones mediante protocolo IEC-104 para su supervisión, generación de históricos, alarmas, gráficas, así como la exportación de datos a otros tipos de sistemas. Tendrá una funcionalidad similar a los centros de control locales EDAR de la Almozara y Planta de Recuperación de Aguas. Para ello se instalará un armario tipo rack conteniendo un ordenador industrial compuesto de CPU, teclado, ratón con un mínimo de dos monitores, un servidor VPN y router ADSL así como todas las protecciones necesarias para su correcto funcionamiento. El software usado como SCADA será Wincc o similar, que actuará como maestro IEC-104 de todas las instalaciones.

4.2.10 Estación de Ingeniería - Teleservicio.

Con la finalidad de proporcionar un diagnóstico de todos los elementos que componen el sistema de control y supervisión, autómatas, módulos de entrada-salida, interfaces de operador, SCADAs, comunicaciones, se propone la adquisición de una estación de ingeniería, compuesta por un ordenador portátil con todo el software necesario, desde la cual se puede realizar todo este tipo de tareas así como modificaciones posteriores de forma centralizada. Aparte del hecho de realizarlas de forma remota, otra ventaja es tener un control de las diferentes versiones de programa creadas, así como un historial de cambios realizados.

Este equipo deberá quedar a disposición de Ecociudad Zaragoza.

4.2.11 *Selección e Integración.*

La selección de los diferentes productos que van a conformar todos los sistemas sobre los que este proyecto actúa debe hacerse teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Al tratarse de una actuación de renovación e integración, debe elegirse, dentro de lo posible, un fabricante único o sistema común del conjunto de PLCs, HMIs, Scadas, etc, de forma que se simplifique al máximo la configuración, programación, puesta en marcha y mantenimiento del mismo. En la actualidad existen muchos fabricantes de este tipo de productos y dichos productos son, en ocasiones, compatibles entre sí, pero siempre alcanzaremos un mayor nivel de integración y, por tanto, una mayor sencillez si todos los productos ya han sido concebidos para trabajar en conjunto.
- En la elección del fabricante comentado en el punto anterior, es importante que se tenga en cuenta su nivel de implantación a nivel local y nacional y su trayectoria y prestigio deben ser contrastados. El sistema que se pretende crear debe poder ser mantenido con facilidad durante muchos años, para lo que habrá que contar con que sea accesible y conocido por empresas locales que puedan realizar las tareas de mantenimiento, mejora o ampliación que el tiempo requiera.
- Otro punto muy importante en la concepción y ejecución de este proyecto es la condición imprescindible de que toda la programación realizada quede completamente "abierta" y en propiedad de Ecociudad y con la documentación habitual de este tipo de proyectos (listados simbólicos de operandos, comentarios de programación, secuencias, etc) convenientemente realizada.

De esta manera se podrá realizar un mantenimiento adecuado y se estará en disposición de acometer las mejoras o ampliaciones pertinentes con la mayor facilidad.

4.3 Sistema de gestión de mantenimiento y analíticas.

El objeto es la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) para gestionar el mantenimiento de todos los equipos que forman las plantas o estaciones integradas en el proyecto.

El sistema propuesto gestiona de forma integrada todos los activos y sus incidencias, todos los mantenimientos preventivos y legales, los mantenimientos correctivos, la gestión de los recursos utilizados, materiales técnicos y humanos y, asimismo, el plan de seguridad y salud aplicable a cada activo y actuación de mantenimiento.

Asignación de los mantenimientos preventivos a todos los niveles. Permite programar las tareas de mantenimiento por cada elemento del activo y en función de horas, tiempo de producción, kilómetros, ciclos temporales, etc., y facilita, además, la implementación y garantizar el cumplimiento de las intervenciones legales, EPI's y el plan de seguridad y salud.

- Mantenimiento preventivo a través de Check List y de Órdenes de trabajo propuestas por el sistema.
- Posibilidad de distintos estatus de las órdenes de trabajo.
- Módulo de captura y gestión de incidencias, tabulable y fácilmente adaptable a las necesidades del cliente y del usuario.
- Gestión y seguimiento de Órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo y de preventivo.
- Fácil asignación de recambios o consumibles desde la propia orden de trabajo o desde el almacén o almacenes de planta.
- Control de tiempos de operación de mantenimiento por operario, servicio (interno / externo), tipo de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Amortización de equipos en función de variables específicas a definir en cada caso.
- Control de costes por niveles y al detalle para cada máquina y/o equipo, por fechas, por operarios, por servicios, de recambios, etc.
- Gestión del plan de seguridad, salud y medioambiente.

- Gestión y control de EPI's.
- Gestión de documentos en cada nivel de activos (planos, instrucciones, procedimientos, documentos pdf, vídeos, imágenes, fotografías, etc.) y asociados a cada intervención de mantenimiento.
- Gestión de Inventario: control de necesidades de repuestos en función de la planificación de los mismos, mantenimiento de stock mínimo por cada recambio, control de stock por almacenes, tarifas de precios por proveedor, ubicaciones, etc.

Deberá disponer de las siguientes funcionalidades:

- Control de activos. Ficha de equipos, composición, garantías.
- Control de incidencias. (Mantenimiento correctivo) Averías. Formando un histórico por equipo. En caso de incidencia sobre un activo, el sistema avisa de los próximos preventivos previstos para ese elemento y permite aplicarlos en ese momento como correctivo, recalculando los nuevos preventivos en base a lo elegido.
- Control de revisiones. (Mantenimiento preventivo) Lubricación, limpieza, etc.
- Control de almacén y repuestos. Necesarios para realizar el mantenimiento de los equipos.
- Generación y seguimiento de órdenes de trabajo para los técnicos de mantenimiento.

Además es necesario disponer de un sistema de gestión y control de muestras analíticas desde los toma muestras existentes y laboratorios externos. El sistema de gestión de analíticas está descrito más adelante.

Al gestionar instalaciones distribuidas geográficamente, el sistema propuesto deberá de realizar las tareas de gestión desde dispositivos móviles y fijos, facilitando así la labor de los técnicos de mantenimiento.

Para lograr dichos objetivos se ha explorado el mercado actual existente de este tipo de programas poniendo énfasis en los orientados a este tipo de instalaciones. Se ha seleccionado la plataforma “Abismo.net” que dispone de las funcionalidades nombradas anteriormente y orientadas al sector del tratamiento de aguas.

El sistema está basado en una plataforma WEB cifrada por lo que el acceso es seguro y posible desde cualquier ordenador o dispositivo con navegador y acceso al servidor que alberga la plataforma.

Este tipo de sistema dispone de varias opciones en cuanto a su estructura:

- Sistema basado en Servidores externos, propios del distribuidor-fabricante del software.
- Sistema basado en Servidores propiedad del cliente final.

En este caso, hemos seleccionado la segunda opción por lo que el software estará basado en una máquina instalada en las dependencias de Ecociudad Zaragoza que deberá ser mantenida de forma adecuada. Económicamente, esta opción implica el coste de la cesión de la licencia y de una cuota anual para el funcionamiento del sistema.

En esta máquina residirá la página web a la que deberán acceder los diferentes usuarios para consultar o introducir información en el sistema.

Al tratarse de una plataforma web, la lógica del proceso reside en el servidor. Todos los dispositivos que accedan a la plataforma podrán tener toda o parte de la funcionalidad dependiendo del nivel de acceso que posea el usuario conectado.

Por ser un sistema enteramente nuevo, se deberá de incluir la carga de datos de todos los equipos y elementos que requieran un mantenimiento. (Activos, artículos de almacén, maquinaria, etc.). Para esta tarea es imprescindible la participación del personal técnico de la explotación.

4.3.1 Centro de control Ecociudad.

En él se instalará el servidor albergando todo el software y licencias necesarios para el funcionamiento de la plataforma de gestión de mantenimiento. Recibirá la información necesaria desde el sistema de supervisión y control (SCADA), como el número de horas de funcionamiento de los equipos, para realizar la planificación de mantenimientos preventivos. Generará los informes necesarios para la gestión de los mantenimientos, tanto técnicos como económicos, al detalle y acumulados por diversos conceptos, incluyendo fotografías e imágenes. También se gestionarán el seguimiento de las analíticas.

Utilizará el mismo acceso a internet que el sistema de control y supervisión para permitir al personal de mantenimiento conectarse y realizar las gestiones desde dispositivos móviles o fijos independientemente de la ubicación geográfica.

4.3.2 EDAR de la Almozara.

Se usarán dos terminales (ordenadores con navegador web) con acceso al servidor instalado en el centro de control de Ecociudad, desde los cuales se gestionaran las incidencias, trabajos planificados, y todas las funcionalidades anteriormente citadas. Uno de ellos corresponderá al responsable de mantenimiento y el otro a los responsables de ejecución de los trabajos.

Al tratarse de una aplicación accesible desde el navegador web y que no requiere instalación, no es necesario que estos terminales sean nuevos ni dedicados a esta tarea en exclusiva por lo que se puede contar con el uso de máquinas ya existentes en la planta.

4.3.3 Planta de Recuperación de Aguas.

En este caso al tratarse de una planta de menor tamaño, se usará un terminal (ordenadores con navegador web) con acceso al servidor instalado en el centro de control de Ecociudad, desde el que se gestionaran las incidencias, trabajos planificados, y todas las funcionalidades que la plataforma posea.

Al tratarse de una aplicación accesible desde el navegador web y que no requiere instalación, no es necesario que este terminal sean nuevo ni dedicado a esta tarea en exclusiva por lo que se puede contar con el uso de máquinas ya existentes en la planta.

4.3.4 Instalaciones remotas.

Como instalaciones remotas se consideraran aquellas dependientes de la EDAR de la Almozara. EBAR Monzalbarba, EDAR Alfocea, EBAR Margen derecha y EBAR Almozara – Plaza Europa.

En este caso al tratarse de instalaciones sin personal fijo, la conexión al sistema de gestión de mantenimiento se realizara bien por un dispositivo móvil utilizando la red de telefonía disponible o al comienzo y finalización de las tareas desde el centro de control de la EDAR de la Almozara.

4.3.5 *Gestión de Analíticas.*

Como opción a añadir al sistema de Gestión de Mantenimiento Abismo.net, se propone un paquete de software (GES@QUA) para la gestión de las analíticas que toda instalación de estas características debe procesar.

La integración de Abismo.net y GES@QUA configuran la plataforma web de gestión de instalaciones del ciclo del agua facilitando, entre otras funcionalidades:

- La gestión y control de todas las incidencias y su tratamiento.
- El control de los consumos eléctricos y su tratamiento de las disconformidades respecto a la factura del proveedor.
- El registro y control de todos los caudales.
- El registro de todas las analíticas conforme a cada protocolo y normativa aplicada, su control y seguimiento de las mismas. (Cuenta con un sistema de correo electrónico de base de datos y permite configurar que el sistema avise cuando detecte cualquier analito fuera de rango, así como la posibilidad de generación de ficheros según protocolos para la comunicación con organismos externos o cualquier otro ente estatal o autonómico para la transmisión de información.

Este software permite definir todos los tipos de análisis que ha de realizarse y los analitos específicos para cada tipología de análisis y el rango de valor para cada analito.

El software, una vez cargadas las analíticas en el sistema, verificará los rangos para cada analito avisando mediante correo electrónico de aquellos valores que estuvieran fuera de rango, y así mismo podrá ser parametrizable para la remisión de datos en soporte informático a los organismos externos.

Todas las analíticas podrán ser dadas de alta en este sistema tanto manualmente como automáticamente desde el propio laboratorio, permitiendo que cada gestor de saneamiento elabore sus protocolos de autocontrol y gestión del saneamiento.

El software trata cada analito de forma independiente, estableciéndose en la implantación los parámetros correspondientes a cada uno de los analitos en función de la especificación o

normativa aplicable, de tal manera que va a facilitar el seguimiento histórico de cada uno de los analitos, incluso de forma gráfica, y avisando cuando se produce cualquier desviación sobre los parámetros normalizados. El sistema crea los correspondientes avisos a los responsables por correo electrónico y genera de forma automática la incidencia y todos los documentos precisos.

En cuanto a los informes de analíticas, el sistema previsto cuenta con todo tipo de informes para explotar toda la información del sistema y facilitar el control y gestión de todo el ciclo del agua, son muy fáciles de obtener desde el menú, y se presentan agrupados de la siguiente manera:

a) Agua

1. Caudalímetros – Caudales
2. Listado Lecturas Contadores

b) Eléctrico

1. Listado Facturas Eléctricas
2. Listado Contrato Potencias
3. Consumo Eléctrico Detalles
4. Consumo Eléctrico Detalles Resumido
5. Consumo Eléctrico Detalles Total
6. Consumo Eléctrico Detalles Total con Contrato

c) Incidencias

1. Listado Incidencias

d) Varios

1. Listado de disconformidades eléctricas

5. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS.

El proyecto en cuestión se aplica sobre diferentes instalaciones y tiene partes cuyo desarrollo es propio de una u otra de dichas instalaciones, siendo independiente de otras partes del proyecto, pero también tiene otras partes que se desarrollan en común sobre varios de los puntos por lo que existen implicaciones entre unos y otros que obligan a una programación determinada de las obras.

En este punto vamos a describir las premisas en cuanto a la programación de las obras en el tiempo, indicando las diferentes opciones existentes.

El sistema a componer tiene una estructura piramidal, por lo que siempre vamos a tener que iniciar los trabajos por la base y continuar de ahí hacia arriba.

Las instalaciones de base son las siguientes:

- EDAR Almozara
- PRA
- EDAR Alfocea
- EBAR Monzalbarba
- EBAR Margen derecha
- EBAR Almozara

De todas ellas, la de mayor tamaño, más crítica y que se encuentra más anticuada en cuanto a los componentes de su sistema de control es la EDAR Almozara, por lo que los trabajos deberían empezar por actualizar su automatización tal como se describe en este proyecto.

5.1 Trabajos en EDAR Almozara.

La propia actualización de la EDAR Almozara tiene una extensión y complejidad que hace que también haya que ejecutarla por fases, ya que debe hacerse sin detener el funcionamiento automático de la misma o deteniéndolo durante el menor tiempo posible. Para ello, establecemos la siguiente secuencia de trabajos:

- 1- Programación completa del nuevo PLC, según el funcionamiento actual y las mejoras o modificaciones que puedan ser sugeridas por la dirección de la EDAR.
- 2- Programación de nuevo sistema Scada, de acuerdo al nuevo programa de PLC elaborado en el punto 1.
- 3- En paralelo con los puntos 1 y 2 o posteriormente, se debe realizar el montaje en taller de los cuadros eléctricos que albergarán los elementos del nuevo PLC. El sistema eléctrico de la EDAR está repartido en

los tres CCM y a cada uno de ellos se le añadirán los módulos del nuevo PLC necesarios para gobernar los equipos incluidos en los mismos.

4- En paralelo con los puntos 1, 2 y 3, o posteriormente, se debe realizar el tendido de líneas de comunicación entre elementos del PLC previstos.

5- A partir de este punto, donde estarán preparados todos los elementos previos, se procederá a acometer los trabajos correspondientes a los tres CCM, de la siguiente manera:

1. Ubicación en Sala de Control y alimentación del Cuadro del PLC Central
2. Ubicación en la sala eléctrica correspondiente del Cuadro de PLC del CCM a integrar en primer lugar y tendido de mangueras de interconexión con CCM.
3. Establecimiento de comunicación entre ambos sistemas (PLC Central y módulos de primer CCM)
4. Ubicación en Sala de Control y alimentación de PC con software Scada.
5. Establecimiento de comunicación entre ambos sistemas (Scada y PLC)
6. En este momento se deberá organizar la reforma de cada cubículo del CCM a integrar para pasar el mando de dicho circuito al nuevo PLC, conectándolo a las mangueras tendidas en el punto 2. A medida que se vayan incorporando circuitos del CCM al nuevo PLC se debe proceder a realizar las pruebas correspondientes desde los programas del nuevo PLC y Scada, primero en modo Manual y después en modo Automático, para ir dejando cada circuito en servicio desde el nuevo sistema y anulado desde el viejo. Lo mismo para los instrumentos correspondientes a ese CCM.
7. Una vez terminado el proceso con el primer CCM, hay que repetirlo para los 2 restantes (los pasos 1, 4 y 5 no hay que repetirlos).

6- En la EDAR Almozara se ha previsto integrar algunos elementos "externos" para su representación en el Scada que actualmente son completamente independientes, como las Centrífugas, el Grupo Electrónico o la Báscula. Estos sistemas se deberían incorporar al control general una vez terminada satisfactoriamente la sustitución del PLC y Scada actuales.

5.2 Siguiendo trabajos

Para cumplir con el tiempo total de desarrollo de proyecto previsto, será necesario realizar varias de las tareas de forma simultánea. Ya se ha comentado la prioridad asignada a la EDAR

Almozara pero, de forma paralela, se deberán acometer los trabajos en otros puntos del proyecto según se indica en la programación representada más adelante.

Las automatizaciones de las pequeñas EBAR y EDAR del proyecto son simples y se pueden iniciar desde el principio, en paralelo con la EDAR Almozara. Una vez se haya alcanzado un determinado punto en el proceso de re-automatizar la EDAR Almozara se podrá iniciar también el trabajo en la PRA, ya que ésta aprovechará algunos de los desarrollos realizados para la EDAR Almozara.

Como se ha expresado en esta memoria, la estructura final del conjunto de estaciones tiene las siguientes dependencias:

- EDAR Almozara - Supervisada desde E.Z.
- PRA - Supervisada desde E.Z. y EDAR Almozara
- EDAR Alcofea - Supervisada desde E.Z. y EDAR Almozara
- EBAR Monzalbarba - Supervisada desde E.Z. y EDAR Almozara
- EBAR Margen derecha - Supervisada desde E.Z. y EDAR Almozara
- EBAR Almozara - Supervisada desde E.Z. y EDAR Almozara

Por tanto, a medida que se vayan realizando las actualizaciones locales de cada una de las estaciones, se podrá incluir su supervisión remota desde los puntos indicados en la lista anterior, lo que conlleva una serie de trabajos de programación en todos los puntos. Mientras se respete esta premisa, el orden de realización de los trabajos de actualización de las siguientes estaciones y el de la supervisión de las mismas desde las estaciones E.Z. y EDAR Almozara dependerá de las necesidades del servicio en el momento de la ejecución, teniendo prioridad los sistemas más críticos o más obsoletos.

Hay que tener en cuenta las enormes diferencias existentes en la complejidad de algunos de estos puntos respecto a otros. Como es evidente, la automatización de la EDAR Almozara es la más compleja de todas con diferencia por lo que el tiempo necesario para sus tareas será muy superior al resto. Hemos dejado las tareas correspondientes a la PRA en último lugar al tratarse de una instalación con personal permanente y cuya automatización actual no está tan obsoleta como la de los otros sistemas.

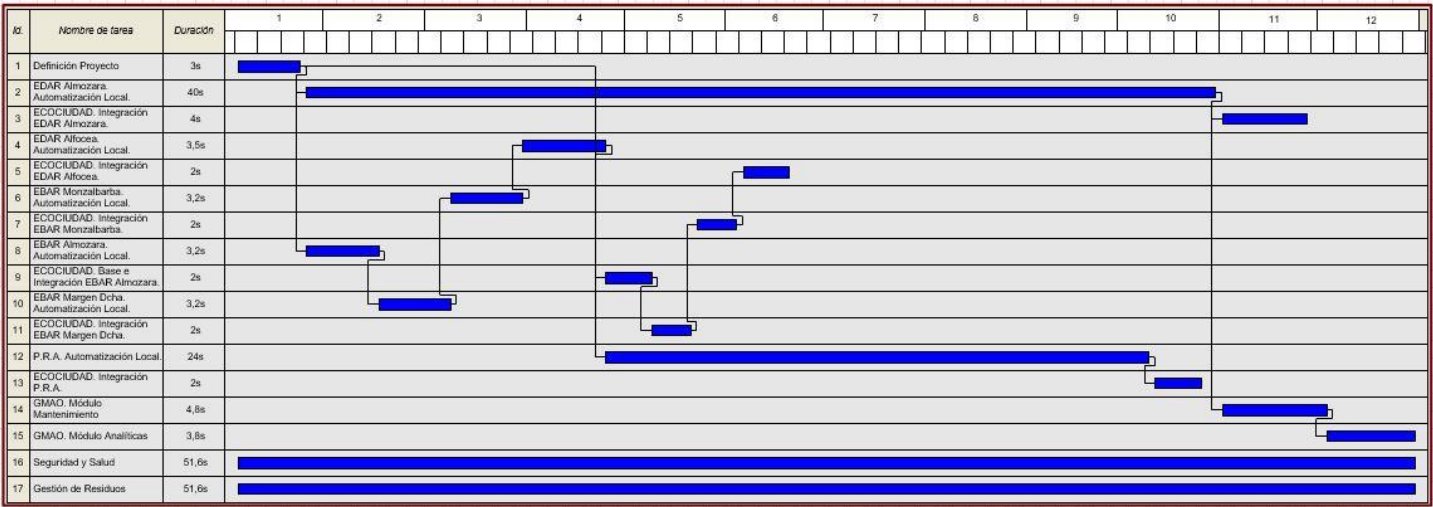
5.3 Planificación de los trabajos.

5.3.1 Programa de trabajos.

A continuación se representa una previsión de la planificación de los trabajos de programación.

Como los trabajos eléctricos son de menor duración que los trabajos de programación, deberán ser solapados con estos para que se cumpla la necesaria dependencia entre unos y otros.

Se ha contado con la implicación simultánea de más de un programador para la ejecución de algunas de las partes de este proyecto, previendo que un programador se pueda dedicar a la programación de PLC y el otro a la programación de Scada.



Se ha incluido una primera tarea llamada “Definición de Proyecto” que debe servir para concretar los detalles del proyecto en cuestión y para obtener las descripciones de las funcionalidades (secuencias, regulaciones, enclavamientos,...etc) a programar en cada punto, ya que estos procesos deberán ser definidos por el personal técnico encargado de la explotación de los mismos y que cuenta con la experiencia necesaria para ello.

5.3.2 Red de Precedencias.

Las precedencias a tener en cuenta a la hora de ordenar las diferentes tareas del proyecto son las siguientes:

- La automatización de la EDAR Almozara es la tarea prioritaria del proyecto, por lo que se acometerá en primer lugar.
- La integración de la supervisión de cada estación en el sistema central de Ecociudad se hará posteriormente a la automatización de cada estación.
- Antes de iniciarse la integración de la primera estación en el sistema central de Ecociudad deberá realizarse la instalación de la estructura de base de este punto.

- La integración de la supervisión de cada estación menor en el sistema de control de la EDAR Almozara se hará posteriormente a la automatización de cada estación.
- El inicio de los trabajos en la PRA se hará una vez que los trabajos en la EDAR Almozara hayan permitido definir los elementos comunes a ambos proyectos.

5.3.3 Plazo total estimado.

Tal como se expone en el punto 5.3.1, la duración total estimada del proyecto es de 12 (doce) meses.

FIRMA:

20 DE MAYO DE 2017

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL AUTOR DEL PROYECTO:

FDO.: RAFAEL ESCUDERO ESPINEL.