

ANEJO 16 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ÍNDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | OBJETO DEL ANEJO | 5 |
| 2 | DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA | 6 |
| 3 | NORMATIVA Y ESTÁNDARES DE APLICACIÓN..... | 8 |
| 4 | ARQUITECTURA DE CONTROL..... | 9 |
| 4.1 | Generalidades..... | 9 |
| 4.2 | Equipos y elementos | 9 |
| 4.2.1 | Armario de control | 10 |
| 4.3 | Cableado..... | 11 |
| 4.3.1 | Periferia distribuida. | 11 |
| 4.3.2 | Fuentes de alimentación | 12 |
| 4.3.3 | Módulo de Comunicaciones | 12 |
| 4.3.4 | Módulo de E/S | 12 |
| 4.3.5 | Módulo de 32 entradas digitales a 24 Vcc (DI) | 12 |
| 4.3.6 | Módulo de 32 salidas digitales a 24 Vcc (DO) | 13 |
| 4.3.7 | Módulo de 16 entradas analógicas 0 a 20 mA/ 4 a 20 mA: (AI)..... | 13 |
| 4.3.8 | Módulos de 8 salidas analógicas 0 a 20 mA/ 4 a 20 mA (A/O) | 14 |
| 4.3.9 | Otros elementos | 14 |
| 4.4 | Relación de señales de control..... | 15 |
| 4.5 | Compuertas motorizadas y telemandadas..... | 17 |
| 4.6 | Modos de funcionamiento | 17 |
| 4.7 | Sistema de supervisión y control..... | 18 |
| 4.8 | Elementos de mando. | 19 |
| 4.8.1 | Botonera a pie de máquina con seta de emergencia. | 19 |
| 4.8.2 | Cuadro de Control de Motores..... | 19 |
| 4.9 | Red de comunicaciones..... | 20 |
| 4.9.1 | Generalidades..... | 20 |
| 4.9.2 | Filosofía de control | 21 |
| 5 | ACTUACIONES PREVISTAS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN..... | 23 |
| 5.1 | Alcance | 23 |
| 5.1.1 | Tendido y conexionado de cables..... | 23 |
| 5.1.2 | Tendido y conexionado de cables desde CCM , hasta PERIFERIA..... | 23 |
| 5.1.3 | Tendido cables desde Periferia distribuida, hasta instrumentos en campo..... | 23 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.1.4 | Desmontaje cables inutilizados e instalaciones obsoletas | 24 |
| 5.1.5 | Conexión entre PLC existente y periferia distribuida | 24 |
| 6 | SISTEMAS DE INSTALACIÓN | 25 |
| 6.1 | Canalizaciones en general | 25 |
| 6.2 | Características cables de instrumentación | 26 |
| 6.3 | Características cables de la fibra óptica | 27 |

ANEXOS

ANEXO 1 - MEMORIA DE FUNCIONAMIENTO

ANEXO 2 - BOMBEO DE MÍNIMOS

ANEXO 3 - DIRECTRICES PARA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE CONTROL

ANEXO 4 - DEFINICIÓN DE SECUENCIAS DE AUTOMATIZACIÓN PARA INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

ANEXO 5 - SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN

ANEXO 6 - ESPECIFICACIONES DE FIBRA ÓPTICA

1 OBJETO DEL ANEJO

Este documento tiene como objeto la descripción y justificación técnica para la instalación de un Sistema de Control, con los requisitos y especificaciones necesarias, con el fin de automatizar las actuaciones relativas a la ampliación de la EDAR denominada “Guadalix de la Sierra.”.

El Sistema de Control y Automatismos deberá satisfacer los siguientes requisitos:

1. Medidas: Niveles, caudales instantáneos, horas de funcionamiento de los equipos, estado de funcionamiento de los equipos, etc.
2. Alarmas: Dispositivos de protección de motores, niveles máximos y mínimos en los depósitos y canales y fallos de suministro eléctrico.
3. Gestión automática y local: Arranque/paro de motores desde el Sistema SCADA, gestión de los grupos según alarmas del sistema y gestión de las comunicaciones con el servidor de la Sala de Control.

Los sistemas de control y de automatización se utilizan para ayudar a los operadores al mantenimiento de la calidad del proceso y la eficacia en las estaciones de tratamiento del Canal de Isabel II. Además, sirven para mantener la documentación del proceso, especialmente para comprobar y registrar los parámetros de calidad, y como una herramienta para organizar el mantenimiento de la propia planta.

También deberá permitir el cumplimiento de los requisitos relativos a la fiabilidad y al funcionamiento en situaciones especiales, por ejemplo, en caso de fallo de algún componente, por lo que el Sistema de Control y Automatización no es un sustituto del sistema manual, es un complemento y se deberá garantizar el funcionamiento manual de la planta en caso de fallo del sistema automático.

El diseño de la solución debe tener en cuenta el sistema de información de la gestión ya implantada o que se quiera implantar. En el caso que el proyecto consista en una ampliación del sistema de control y automatización de algún proceso de tratamiento en planta, éste se debe de integrar en los sistemas de supervisión y adquisición de datos existente en la planta.

Los sistemas de control y de automatización se deberían configurar como una red de varios subsistemas inteligentes que estén servidos y operados por una o más estaciones centrales de control en una arquitectura jerárquica servidor-cliente.

El diseño de estas redes debe cumplir los requisitos relativos al régimen de transferencia de datos, los protocolos de transmisión y las funciones de las subestaciones. El sistema de control y automatización debería soportar la comunicación remota y debería tener la posibilidad de implementar funcionalmente la web-servidor para la presentación de datos en comunicación directa (on line) así como la información para archivo en los formatos compatibles de la web.

La planta actual ya dispone de sistema de control automático, sobre el cual habrá que implementar las ampliaciones correspondientes.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

A continuación, se describe en general, la composición de la ampliación del Sistema de Control y Supervisión prevista para la EDAR de Guadalix de la Sierra. En apartados posteriores se definirán con detalle, las características y requerimientos mínimos de los equipos de control previstos, así como su Arquitectura de Control prevista.

El Sistema de Control deberá permitir la supervisión y el control de todas las variables necesarias para la correcta operación de las instalaciones, así como la operación local automática y manual de las mismas.

El PLC existente es de la marca Allen Bradley, y dispone de suficiente memoria de la CPU (ENTORNO AL 50%) para incluir el control de las actualizaciones de la EDAR, por lo que se realizará una instalación que se implementará en el actual PLC.

Este PLC existente de Allen Bradley, se encuentra situado en el armario de control ubicado en la sala del actual CCM-1, dentro del armario, existe suficiente espacio físico para ubicar los dispositivos necesarios para integrar las señales de proceso de los nuevos equipos instalados en el PLC.

Se adjunta foto del cuadro eléctrico de control existente:



Ilustración 1: Módulos de entradas y salidas y PLC



Ilustración 2: PLC Y SWITCH existente.

Se instalará un nuevo armario de CONTROL en el edificio donde se ubicará el nuevo CCM 2.

Para el Control de Procesos y/o automatización de las instalaciones, se instalará una periferia distribuida, que recoge todas las señales de los equipos y las traslada al PLC existente mediante una Red Ethernet Industrial en fibra óptica multimodo que comunicará la periferia distribuida con el PLC existente en el CCM 1.

Se deberá modificar la programación de los PLC, HMI y el SCADA para integrar las nuevas señales en el control. Respecto a este punto debe considerarse que los caudales de alivio existentes se integrarán en SCADA.

La Periferia Distribuida que se instale en el sistema de desbaste para automatizar su operación, deberá poseer entradas analógicas (AI), entradas digitales, (DI), salidas digitales (DO), y salidas analógicas (AO), y puertos de comunicaciones que permitan la conexión a una Red LAN Ethernet Industrial de 100 Mbps.

Como se ha comentado con anterioridad, en esta Red Ethernet Industrial, se conectarán el PLC con la periferia descentralizada y a su vez en esta, los dispositivos electrónicos, instrumentos, actuadores, etc.; que tendrá como objetivo la automatización de los procesos para adquirir y transmitir, a la Sala de Control de la EDAR, donde se ubica el SCADA de planta, toda la información para la operación de las instalaciones.

Se propone una conexión directa ethernet industrial mediante cable de fibra óptica entre la periferia distribuida de desbaste y el PLC en el CCM. No obstante, la arquitectura de control propuesta por el Adjudicatario deberá ser aprobada por el Director de Obra antes de realizar la instalación.

El sistema debe de permitir la posibilidad de futuras expansiones y la flexibilidad de incluir requisitos y funciones adicionales que se presenten en las etapas posteriores del proyecto. El suministrador debe resaltar la modularidad y flexibilidad de la solución propuesta y efectuar un análisis de confiabilidad de la topología en la cual se calcule.

Básicamente, el control y supervisión de las instalaciones se realizará mediante los siguientes componentes:

- Una red Ethernet industrial de comunicación de fibra óptica multimodo
- Un (1) Switch de comunicaciones, que se instalará en el cuadro de control del nuevo CCM2, ya que el cuadro de control del CCM1, ya dispone de un switch de comunicación con puertos libres.
- Dos (2) repartidores de fibra óptica, uno en cada cuadro de control.
- Una (1) Periferia distribuida, que se ubicará en la misma sala del CCM 2.
- Módulos / Tarjetas de I/O asociados a la periferia y necesarias en función de las señales.

3 NORMATIVA Y ESTÁNDARES DE APLICACIÓN

Los equipos deben estar diseñados de acuerdo, como mínimo, con los estándares y directivas indicados a continuación. Los requerimientos de esta especificación tienen preferencia respecto a los documentos referenciados.

- Underwriters Laboratory (UL)
- Canadian Standards Association (CSA)
- Instrument Society of America (ISA) Standards and Recommended Practices
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA) Publications
- Institute of Electrical Electronic Engineers (IEEE)
- European Community parking (CE)
- Compatibilidad electromagnética (CEM), Directiva 89/336/CEE
- EN 50081-2 Generic Emisión Standard
- EN 61000-6-2 Generic Inmunity Standard
- EN 61131.2 Produc Standard Programmable Controllers
- Low Voltage Directive 73/23/EEC.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
- Directivas de baja tensión:
- EN 60 204
- EN 50 178
- UNE-EN-60439: Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN-60204: Seguridad de las máquinas.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Normativa técnica, especificaciones y fichas de Canal de Isabel II.

4 ARQUITECTURA DE CONTROL

4.1 Generalidades

Los equipos deberán tener grado de protección IP 54 según norma técnica del canal ET 4102 y garantizar su perfecta operatividad en un rango de temperatura ambiente de -5 a 40º y humedad relativa del aire de 50% a 40ºC, sin condensación.

Se opta por una arquitectura de control directa, de configuración enteramente modular, que estarán perfectamente integrados en la red de control.

Los cambios de configuración hardware, se podrán realizar en modo RUN (durante el funcionamiento) sin que produzca efecto retroactivo alguno en el resto de la periferia descentralizada.

Debe permitir la inserción y extracción de tarjetas con tensión y su diseño atenderá al tipo de ambientes industriales severos.

La instalación se realizará en horizontal y no dispondrá de dispositivo alguno sin la correspondiente sujeción a la placa de montaje o perfil DIN estándar. Bajo ningún concepto se instalarán accesorios o dispositivos periféricos del PLC, en lugares susceptibles de movilidad.

Garantizarán una reserva de al menos el 25% en todos sus componentes, para posibles ampliaciones futuras.

Las características técnicas mínimas para estos equipos serán las siguientes:

4.2 Equipos y elementos

A continuación, se describen las partes que constituirán el armario de control y que serán desarrolladas posteriormente:

- Armario de control.
- Periferia de control y módulos auxiliares.
- Sistema precableado y/o separadores entradas/salidas.
- Otros elementos.

4.2.1 Armario de control

El armario de control, debe cumplir lo establecido en la norma técnica correspondiente de CYII, se ubicará en el edificio prefabricado de hormigón diseñado para albergar todos los armarios eléctricos necesarios para albergar, protección, control y alimentación eléctrica de los equipos a instalar con objeto de la modificación.

El seguimiento y control del proceso estará gobernado en automático por un autómatas programable, que recogerá el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de la planta correspondientes a dicho cuadro de control, procesarán las instrucciones de acuerdo a la secuencia programada, y generará las salidas del proceso, la toma de datos para el seguimiento del proceso, y el envío a la pantalla HMI de toda la información obtenida de la zona del sistema que gobiernan.

En este caso se llevará la señal desde una periferia de control distribuida al autómatas programable existente en la sala del CCM-1, mediante un distribuidor de fibra y a través del switch existente en el armario de control. En el PLC se integrarán las nuevas señales con las existentes de otros procesos.

El armario de control, debe disponer de la memoria necesaria para las lógicas de funcionamiento, más un archivo de datos, analógicos y digitales, para un tiempo mínimo de 72 horas, más un 25% de reserva.

Se dispondrá de un sistema de alimentación ininterrumpida en corriente alterna para alimentar al autómatas y periféricos, dimensionado suficientemente para garantizar el funcionamiento correcto del conjunto para cortes de suministro de la red durante una hora de duración.

Los cuadros de control tendrán los siguientes elementos de mando y control:

Pulsador de reconocimiento general de avería: Sirve para reconocer las anomalías asociadas al cuadro de control motores. El equipo no podrá volverse a poner en funcionamiento, funcionando en automático, hasta que el operador de planta no haya reconocido la anomalía, pero se ofrece un reconocimiento alternativo desde el cuadro de control. Este pulsador se sitúa en el interior del cuadro de control, por ser un elemento alternativo al funcionamiento normal.

Señal de Fallo Alimentación 24Vdc: Esta señal condiciona la marcha de los equipos en automático en caso de fallo de suministro de energía. Como el autómatas programable y su periferia dispone de un SAI este queda activo mientras se produce un corte de energía eléctrica. Ante falta de red el PLC dará orden de paro de maniobras. Ante posterior retorno de red, la señal de fallo 24 V desaparecerá y el PLC dará de nuevo órdenes de marcha a los equipos, según las condiciones del proceso y de manera escalonada para evitar arrancar los equipos simultáneamente, a fin de evitar un exceso de consumo y un disparo de las protecciones eléctricas

4.3 Cableado

El cableado debe ser las normas técnicas del canal,

Características del cable Mando: Cable Libre de Halógenos 750V H07Z-K

Características cable Potencia: RV-K 0.6/1kV

COLORES DE CABLES

- | | |
|---|----------------|
| • Potencia (Fases): | Negro |
| • Circuitos de c.c., potencia (Neutro): | Azul |
| • Tierra: | Amarillo verde |
| • Maniobra corriente alterna 230 Vac: | Rojo |
| • Mando corriente alterna 24 Vac: | Marrón |
| • Circuitos enclavamiento alimentados desde una fuente externa: | Naranja |

4.3.1 Periferia distribuida.

El armario albergará una periferia distribuida de las siguientes características:

- Chasis: De 4, 7, 10, 13 ó 17 ranuras de módulo.
- Todos los datos del controlador, tanto los locales como los globales estarán basados en tags y por tanto serán auto documentados, pudiéndose conocer su nombre sin necesidad de contar con la copia de seguridad.
- Posibilidad de crear bibliotecas de rutinas estándar que se puedan usar en múltiples aplicaciones.
- Memoria de usuario RAM estática con pila de reserva de 2 Mbytes a 8Mbytes. Contará con una tarjeta CompactFlash de 64 Mb. extraíble para memoria no volátil, que permitirá el almacenamiento del programa, los datos de los tags y firmware, lo que permitirá la actualización del controlador y carga de programa sin la intervención de la herramienta de configuración
- Capacidad para direccionar hasta 128.000 E/S digitales, ó 4.000 E/S analógicas, en cualquier combinación.
- Puerto de serie de fibra, para las comunicaciones con el PLC.

El contratista adoptará el nombre de los tags facilitados por la dirección de obra.

4.3.2 Fuentes de alimentación

Coordinada en diseño y funcionalidad para su perfecta integración en el conjunto del Cuadro de Control, proporcionarán la tensión e intensidad adecuadas a sus necesidades. Garantizarán la seguridad primario/secundario mediante aislamiento galvánico.

- Tensión de entrada nominal: 110 / 220 Vca
- Potencia de entrada máxima real : 70 W
- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Corriente máxima de salida: la necesaria para alimentar todos los módulos del chasis

4.3.3 Módulo de Comunicaciones

Empleará el modelo estándar Ethernet industrial. lo que supondrá la posibilidad de utilización de switches estándar, así como su coexistencia con infraestructuras Ethernet ya existentes. El protocolo empleado será igualmente estándar y permitirá su coexistencia con otros protocolos estándar (FTP, HTML, email, etc.)

4.3.4 Módulo de E/S

Todas las tarjetas permitirán su inserción y extracción en tensión. Los módulos de E/S que contarán con llave electrónica, serán inteligentes, permitiendo definir los tiempos de actualización de señales entre el módulo y procesador, definición de escalados a valores de ingeniería en módulos analógicos, etc. Los módulos de E/S conectarán a campo mediante cables y borneros prefabricados, para minimizar su instalación y facilitar el mantenimiento posterior.

Las entradas y salidas digitales irán aisladas con relés u opto-acopladores, mientras que las analógicas irán protegidas con aisladores galvánicos, protegidas a su vez contra sobretensiones.

4.3.5 Módulo de 32 entradas digitales a 24 Vcc (DI)

- 32 entradas digitales
- Tensión nominal de entrada 24 V DC
- Retardo a la entrada parametrizable: 0,05 ms...20 ms
- Diagnóstico parametrizable (por canal)
- Alarma de proceso parametrizable (por canal)
- Por configuración permitirán la definición de filtros digitales, así como la definición individual por punto del envío de información al controlador por cambio de estado de las señales (flanco de subida y/o bajada).
- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 25%)

- Por configuración permitirán fijar su estado en caso de fallo de comunicaciones con el controlador, paso a programación o fallo del controlador.

4.3.6 Módulo de 32 salidas digitales a 24 Vcc (DO)

- Por configuración permitirán fijar su estado en caso de fallo de comunicaciones con el controlador, paso a programación o fallo del controlador.
- 32 Salidas digitales tipo transistor
- Transistor
- Aislamiento galvánico entre los canales
- Número de grupos de potencia: 4
- Tensión nominal de salida 24 V DC
- Intensidad nominal de salida 0,5 A
- Alarma de diagnóstico
- Modo isócrono soportado
- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 25%):

4.3.7 Módulo de 16 entradas analógicas 0 a 20 mA/ 4 a 20 mA: (AI)

- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 25%):
- Permitirán su utilización en rangos de corriente o tensión.
- Se podrán configurar filtros digitales por canal, así como la atenuación a nivel de módulo de una frecuencia y sus armónicos.
- Su configuración permitirá el calibrado de los canales.
- Resolución 16 bits incl. signo
- Número entradas analógicas: 16
- Tipo de salida: Intensidad 4 / 20 mA
- Tensión nominal de alimentación 24 V DC
- Alarma de diagnóstico: Sí, límite superior e inferior respectivamente
- Alarma de proceso
- Modo isócrono soportado

- Tiempo de conversión (por canal) 125 μ s, por módulo, con independencia del número de canales activados

4.3.8 Módulos de 8 salidas analógicas 0 a 20 mA/ 4 a 20 mA (A/O)

- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 20%)
- Resolución 15 bits incl. signo
- Número de salidas: 8
- Su configuración permitirá el calibrado de los canales. Por configuración permitirán fijar su estado por canal en caso de fallo de comunicaciones con el controlador, paso a programación o fallo del controlador.
- Tipo de salida: Intensidad 4 / 20 mA
- Tensión nominal de alimentación: 24 VDC
- Alarma de diagnóstico
- Modo isócrono soportado

4.3.9 Otros elementos

- Elementos de red, switches, convertidores de FO/Cu, etc.
- Relés para conexión de equipos por fallo de PLC (Sistema redundante)
- Relés para niveles y señales de campo
- Transformador 230/230 V
- Fuente de alimentación 230 Vac/ 24 Vdc
- Sistema de alimentación ininterrumpida con potencia de 1,250KVA para armario de control e instrumentación, con una autonomía de 2 horas, como se indica en la especificación ET4102
- Relé diferencial sensibilidad 30 mA.
- protecciones magnetotérmicas de 2 polos:
 - Interruptor automático general
 - Interruptor automático protección trafo primario y secundario.
 - Interruptor automático protección fuente de alimentación entrada y salida.
 - Interruptor automático protección circuitos de maniobra.
 - Interruptor automático protección general instrumentación.

- Interruptor automático protección E/S
- Interruptor automático protección módulo de conexión de F.O.

4.4 Relación de señales de control

A continuación, se muestra una tabla con el número de señales para el dimensionado de la periferia de control distribuida:

| LISTADO DE SEÑALES | | | | | | |
|--|---------|----|----|----|----|-----|
| (ED=Entradas Digitales; SD=Salidas Digitales; EA=Entradas Analógicas; SA=Salidas Analógicas) | | | | | | |
| Descripción del equipo | Nº UD's | ED | SD | EA | SA | BUS |
| SEÑALES CCM | | | | | | |
| Analizador de red CCM | 1 | 2 | | 2 | | 1 |
| Disparo protección sobretensiones CCM | 1 | 1 | | | | |
| Interruptor automático entrada CCM | 1 | 2 | | | | |
| Fallo PERIFERIA (bit de vida) | 1 | 1 | | | | |
| Auxiliares y Mando 230 V | 1 | 3 | | | | |
| Alimentación y Señalización 24 V | 1 | 3 | | | | |
| Compuertas de paso al desbaste. | 2 | | | | | 2 |
| Compuertas de paso salida al desbaste | 2 | | | | | 2 |
| INSTRUMENTACION | | | | | | |
| Señal del detector de incendios | 1 | | | 1 | | |
| Medidor de nivel / caudal entrada, eventual apertura de línea desde pozo gruesos (a 2 líneas de desbaste) a partir de valor de consigna. | 2 | 7 | 3 | | | |
| Medida de nivel radar entrada y salida de reja, control de limpieza por nivel diferencial. | 2 | 7 | 3 | | | |
| Funcionamiento asociado al sistema de control de las rejillas de desbaste. | 1 | 4 | 2 | | | |
| Funcionamiento asociado al sistema de control de las rejillas de desbaste. | 1 | 4 | 2 | | | |
| Funcionamiento asociado al sistema de control de las rejillas de desbaste. | 2 | 4 | 2 | | | |
| Medida nivel / caudal entrada, eventual apertura de línea desde pozo gruesos (a 2 líneas de desbaste) a partir de valor de consigna. | 4 | 7 | 3 | | | |
| Lazo de control con doble referencia de medidor de nivel de agua y caudalímetro en línea. Regulación por variador de frecuencia. | 4 | 4 | 2 | | 1 | |

| LISTADO DE SEÑALES | | | | | | |
|--|---------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| (ED=Entradas Digitales; SD=Salidas Digitales; EA=Entradas Analógicas; SA=Salidas Analógicas) | | | | | | |
| Descripción del equipo | Nº UD's | ED | SD | EA | SA | BUS |
| Lazo de control con doble referencia de medidor de nivel de agua y caudalímetro en línea. Regulación por variador de frecuencia. | 4 | 4 | 2 | | 1 | |
| Medida de aliviados de excedentes. Control de cantidad y frecuencia. Referencia de caudal para diversos procesos y operaciones | 1 | | | 1 | | |
| Control de limpieza de las rejillas de desbaste. Referencia de funcionamiento desbaste. | 4 | | | 1 | | |
| Control bombeo | 1 | | | 1 | | |
| Control y seguridad por bajo nivel en bombeo. También redundancia y comprobación nivel en continuo. | 1 | | | 1 | | |
| Control de bombeo y referencia de caudal a proceso. | 4 | | | 1 | | |
| Interruptor de seguridad de bombeo bajo nivel. | 1 | | | 1 | | |
| Medida de aliviados de excedentes. Control de cantidad y frecuencia. Referencia de caudal para diversos procesos y operaciones. | 1 | | | 1 | | |
| TOTAL | | 93 | 38 | 15 | 8 | 5 |
| 25% extra | | 117 | 48 | 18 | 10 | 7 |

De esta forma, considerando un 25% como reserva, se obtendrían en total las siguientes señales de control:

| | ED | SD | EA | SA | BUS |
|------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| TOTAL | 93 | 38 | 15 | 8 | 5 |
| TOTAL (reservas 25 %) | 117 | 48 | 18 | 10 | 7 |

Se deberán instalar los siguientes módulos:

- 4 módulos de 32 ED
- 2 módulos de 32 SD
- 1 módulos de 16 EA
- 2 módulos de 8 SA

- 1 Módulo de BUS

4.5 Compuertas motorizadas y telemandadas

Se ha previsto la instalación de las siguientes compuertas motorizadas y telemandadas equipadas con actuador eléctrico multivuelta, según ET4211:

- Compuertas de entrada a canales de desbaste: 2 ud.
- Compuertas de salida a canales de desbaste: 2 ud.

4.6 Modos de funcionamiento

Los modos de funcionamiento de la planta seguirán los siguientes criterios:

- Funcionamiento manual:

La característica esencial de este modo de funcionamiento será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de compuerta, etc.) será tomada a su voluntad por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando.

La maniobra será ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc), sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como finales de carrera en compuertas, etc., para evitar daños a los equipos.

Este modo de funcionamiento admitirá dos opciones: manual local y manual remoto.

La opción manual local se prevé prácticamente en todos los casos, ordenándose las maniobras mediante pulsadores de marcha/paro. Estos pulsadores estarán ubicados, para la mayoría de equipos, en una botonera de mando local instalada en las inmediaciones de los mismos.

La opción de manual remoto, definido el sistema de supervisión y control, ofrece la posibilidad del modo de funcionamiento manual mediante los PLC's y su periferia distribuida. En este modo, la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) será tomada por el operador y ordenada mediante el sistema de supervisión y control del PLC y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, bus de campo, señales analógicas, etc..

- Funcionamiento automático:

La característica esencial de este modo de funcionamiento será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc) será tomada por la secuencia programada de automatización y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, bus de campo, señales analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra será ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como finales de carrera en compuertas o válvulas, interruptores de bajo nivel en bombas, etc., para evitar daños a los equipos.

- Elección del modo de funcionamiento:

Cuando un equipo admita varios modos de funcionamiento, la elección del modo deseado en cada momento se hará mediante un selector o módulo de mando, que estará ubicado en las inmediaciones de los equipos.

4.7 Sistema de supervisión y control.

Como regla general, existirá un cuadro de control asociado a cada CCM. Los componentes principales del sistema de supervisión y control son:

- Cuadro de control con PLC, ubicado en el mismo recinto del CCM correspondiente.
- Un sistema de distribución de comunicaciones formado por:
 - Bus de campo para el conexionado de periféricas, variadores, arrancadores, controladores de compuertas/válvulas, analizadores de red e instrumentación
 - Red ethernet industrial mediante fibra óptica para el conexionado de distintos PLC's de planta, o de PLC y periferia si resulta conveniente por distancia o ruido eléctrico.
- Periferia distribuida.
- PC con interface gráfica SCADA e impresora de alarmas. El SCADA, además de interfaz gráfica, generará histórico de las distintas variables y podrá representarlas tabuladamente o de forma gráfica.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (incluido en cuadro de control según ET-4102)

El sistema permitirá:

- Conocer en cada momento el modo de funcionamiento de cada equipo (manual, automático, etc...).
- Conocer en cada momento el estado de cada equipo (marcha, paro normal, paro por alarma, posición de compuerta y/o válvula, etc...)
- Valor instantáneo y totalizado (si procede) de las variables del proceso.
- Gestión de las alarmas.
- Producción de gráficos e informes históricos.
- Control de arranques y horas de funcionamiento de cada equipo.
- Maniobrar los equipos y modificar sus parámetros asociados.
- Supervisar y gestionar el consumo energético.
- Comunicar con el PLC's existentes.

En el caso concreto que nos ocupa, se instalará una periferia distribuida, que comunicará con el PLC existente en el CCM-1, ya que éste dispone de memoria suficiente. Todo lo demás seguirá los criterios generales previamente indicados.

4.8 Elementos de mando.

Se seguirá la misma filosofía que indican los esquemas eléctricos desarrollados tipo, ya que se trata de sistemas sean de nueva implantación.

4.8.1 Botonera a pie de máquina con seta de emergencia.

En sus inmediaciones, cada equipo dispondrá de los siguientes elementos de mando:

- Botonera de pie de máquina
- Pulsador de paro de emergencia: PE (Seta de emergencia)

Permite parar el equipo de forma inmediata ante cualquier motivo de emergencia, tanto si está funcionando en automático o en manual. Al rearmar la seta o pulsador de emergencia, el equipo no debe de ponerse de nuevo en funcionamiento. El pulsador de emergencia, además de detener el equipo, informará al PLC mediante entrada digital. La actuación del pulsador de emergencia de cualquier equipo se tratará como una anomalía del mismo, quedando registrada en el PLC. El equipo no podrá volverse a poner en funcionamiento, funcionando en automático, hasta que el operador de planta no haya reconocido en el PLC la anomalía del pulsador de emergencia.

En manual, una vez rearmado el pulsador de emergencia, el equipo sí que podrá arrancarse de nuevo una vez que el operador de planta actúe sobre el pulsador de marcha local.

En algunos casos, el paro de un equipo mediante el pulsador de emergencia puede desencadenar el paro de otros equipos o iniciar la secuencia de paro de algún proceso automático.

4.8.2 Cuadro de Control de Motores.

Se sigue el criterio general marcado por los esquemas desarrollados tipo actualizados.

Para casos dónde tengamos nuevo CCM, tendremos:

- Señalizadores de marcha (verde) y avería (rojo).

Señalizadores asociados normalmente a los equipos accionados mediante arrancador electrónico, variador de frecuencia y alimentaciones.

- Analizadores de red:

Se supervisará todas las variables relevantes de consumo energético de los diferentes equipos.

4.9 Red de comunicaciones

4.9.1 Generalidades

El diseño de la Red de comunicaciones se basa en una estructura de unidades de control descentralizadas localmente con el uso de Ethernet en todos los niveles de automatización.

Se identifican tres capas:

- Capa de instrumentación: A este nivel corresponden los distintos dispositivos de campo discretos y analógicos como detectores y actuadores instalados a lo largo de la planta que tiene por objeto la instrumentación del control de procesos. Los dispositivos son conectados a las E/S analógicas y digitales de los distintos elementos de control distribuidos a lo largo de la planta.
- Capa de control/automatización: En este nivel se interconectarán los dispositivos de control sobre una Red LAN (Red de Área Local) IP/Ethernet Industrial vía Fibra Óptica multimodo con una velocidad mínima de 100Mbps. El protocolo de Bus de Campo será Ethernet Industrial.
- Capa de Gestión y Supervisión: Se conectarán los equipos destinados a la operativa de gestión del control de proceso de la planta (Servidor SCADA, Clientes, Impresoras, etc).

La topología de la red nueva a instalar para el sistema de desbaste será una conexión directa entre Periferia distribuida con el PLC que se encuentran en la sala del CCM 1. Con un nuevo switch y un repartidor de fibras situados en el armario de control del CCM 1 se conectará el PLC y HMI a través de interfaces eléctricas, conectando a su vez este con fibra óptica a un switch y un repartidor en el armario de control de la nueva sala eléctrica.

Todos los actuadores se cablearán directamente hasta la periferia distribuida del CCM2. La arquitectura de control propuesta por el Adjudicatario deberá ser aprobada por el Director de Obra antes de realizar la instalación.

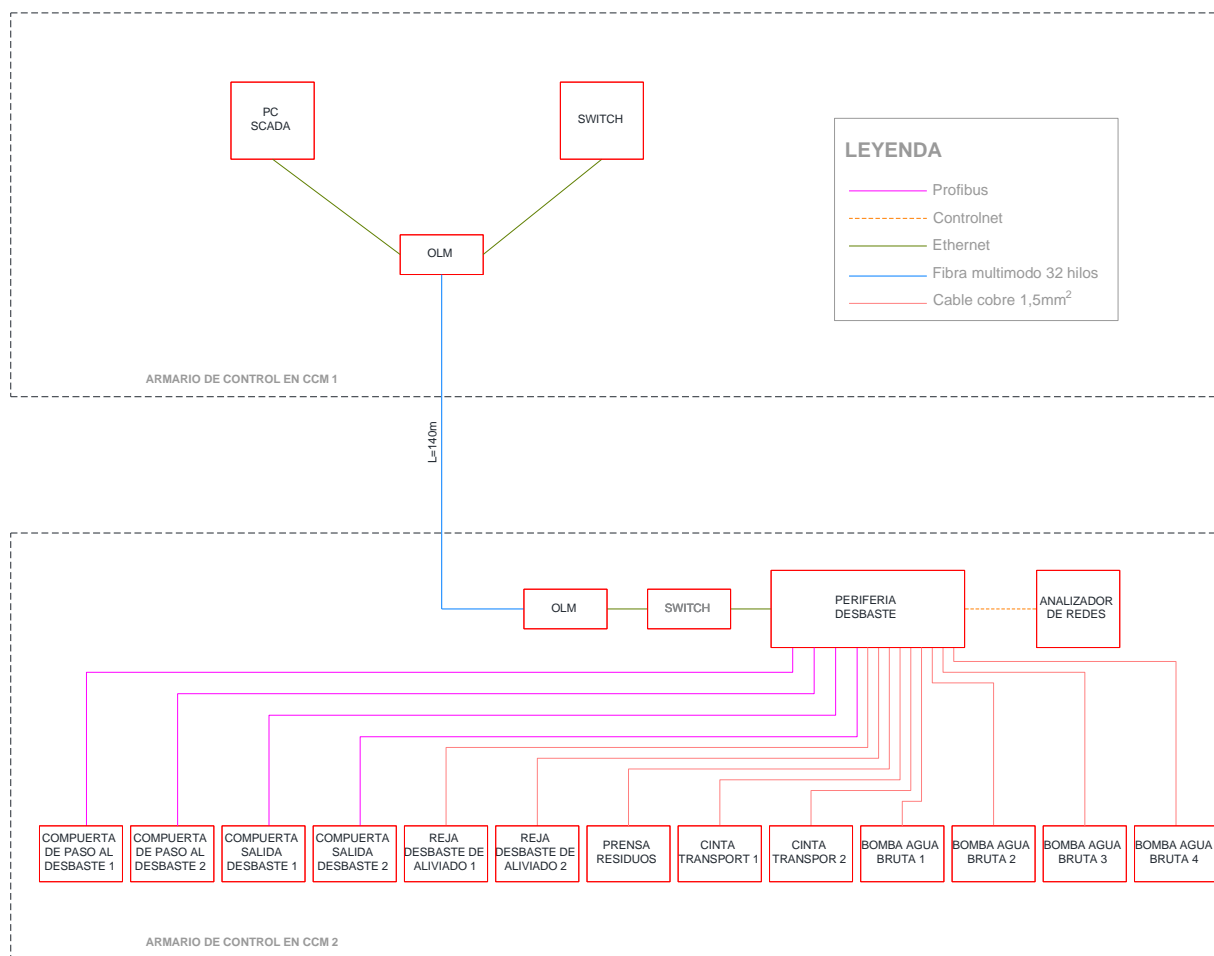


Ilustración 1 Esquema de control de la EDAR

Esta capa deberá permitir:

- Diagnóstico remoto en tiempo real del estado de la planta.
- Descarga de documentación.
- Optimización del proceso.

4.9.2 Filosofía de control

Para la programación del sistema de control se tiene como premisa asegurar un funcionamiento en modo automático, aunque se establecerán modos alternativos de funcionamiento degradados manual desde el SCADA y manual simple, desde las botoneras situadas a pie de máquina. En función de ello se definen de forma concreta los siguientes modos de funcionamiento:

Funcionamiento remoto automático: el PLC, mediante sus lógicas programadas, el que lleva el control de los equipos involucrados. Aunque el PLC pueda ser autónomo en este funcionamiento, desde los interfaces de operador (HMI y/o SCADA) se podrá observar el comportamiento del sistema, así como parametrizarlo para ajustar su respuesta.

Funcionamiento remoto manual: el PLC gobierna los equipos involucrados, pero recibiendo órdenes desde alguno de los interfaces de operador, ya sea el HMI local asociado o el SCADA existente en la sala de control de la planta. En este caso y ya que las órdenes se siguen dando a los equipos desde el PLC local, se respetan los enclavamientos tanto lógicos como físicos que se hayan definido, pero se ignoran las lógicas de proceso de funcionamiento automático.

Funcionamiento local: funcionamiento explotando por el personal de planta al accionar los dispositivos existentes a pie de máquina, normalmente botoneras de marcha-paro. En este caso las órdenes a los equipos son proporcionadas a los mismos directamente mediante los accionamientos eléctricos correspondientes, respetándose únicamente aquellos enclavamientos cableados (no así los lógicos existentes en los PLC). En cualquier caso, el estado de funcionamiento de los equipos y las estadísticas correspondientes se recogen en el PLC y se transmiten al sistema de supervisión para visualización y almacenamiento remoto.

La forma de conmutar entre los distintos modos de funcionamiento es la que se indica a continuación:

Conmutación local-remoto: se lleva a cabo para cada equipo a través de un selector ubicado a pie de máquina. En general el mismo selector sirve para establecer el modo y además para arrancar y detener el equipo en modo local, ya que el selector dispone de tres posiciones: local (arranque en modo local), 0 (paro en modo local) y remoto (funcionamiento remoto).

Conmutación manual-automático: Estos modos se definen una vez el equipo se encuentra en modo remoto. La selección se lleva a cabo desde el HMI o SCADA por medio de un selector, que normalmente se encuentra en la pantalla de diálogo del equipo.

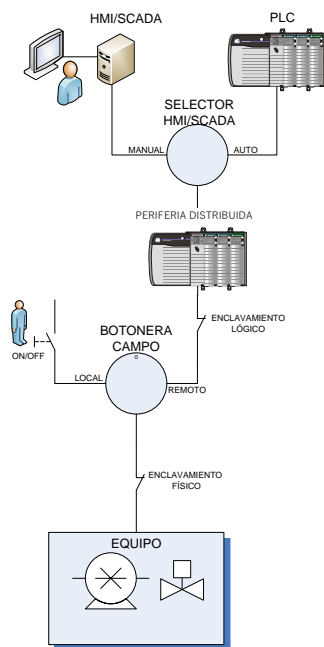


Ilustración 2 Filosofía de control

5 ACTUACIONES PREVISTAS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

5.1 Alcance

Los trabajos necesarios para la Adecuación de la EDAR de Guadalix para la instalación de un Sistema de Control y Automatización, se resumen principalmente a continuación:

- Suministro e instalación del nuevo cuadro de control, incluyendo Periferia distribuida y todos sus elementos (módulos de tarjetas, panel de operador, SAI, switches, OLMs).
- Nuevas canalizaciones subterráneas, bandejas y tubo conduit en interior de locales así como en los tramos finales tanto en los instrumentos, como en la periferia distribuida.
- Tendido de nuevos cables para la instrumentación de campo e interconexión con cubículos CCM desde los paneles de la Periferia distribuida.
- Desmontaje de cables inutilizados
- Tendido de fibra óptica multimodo, para la red / bus de control
- Programación Sistema de Control, para la automatización de la EDAR.
- Integración de los sistemas de control existentes y la periferia distribuida modificando la programación en los PLCs existentes si aplica.
- Ingeniería de detalle: se elaborará la ingeniería de detalle de todos los elementos que sea preciso fabricar o reformar como cuadros de control, cuadros de variadores y/o arrancadores, CCM, etc.

Se instalará una Periferia distribuida en una columna próxima al CCM2 ubicado en el edificio correspondiente.

5.1.1 Tendido y conexionado de cables

Como se ha comentado anteriormente, la periferia de control distribuida, asumirá las señales de ámbito tanto analógicas como digitales provenientes de los instrumentos de campo, y demás dispositivos, así como también desde los cubículos de cada CCM correspondientes a motores, (bombas, compuertas, etc.). Para ello, se deberán tender los multicables necesarios en función del número de señales a tratar.

5.1.2 Tendido y conexionado de cables desde CCM , hasta PERIFERIA

Desde el regletero de bornes de conexionado de la PERIFERIA, hasta los bornes de conexionado de mando y control definidos en los cubículos del motor del CCM, interruptores de entrada, analizador de redes, etc. se tenderán por las canalizaciones proyectadas, los multicables los cuales recogerán las señales que reportaran al Sistema de Control los estados de los mismos.

5.1.3 Tendido cables desde Periferia distribuida, hasta instrumentos en campo.

Se realizará tendido de cables, por las canalizaciones proyectadas desde los regleteros de bornes de conexionado de la Periferia, hasta los bornes de conexionado en los propios instrumentos en campo, cuya misión principal es la medida de todas las variables esenciales para el control de la EDAR (caudal, nivel, oxígeno disuelto etc.).

5.1.4 Desmontaje cables inutilizados e instalaciones obsoletas

Estará dentro del alcance del trabajo, el desmontaje del cable inutilizado, por la instalación del nuevo cable, así como el resto de instalación obsoleta no utilizable, como bandejas, tubo conduit o PVC, etc.

5.1.5 Conexión entre PLC existente y periferia distribuida

Las señales de campo se llevarán a las correspondientes tarjetas de entradas y/o salidas de la periferia distribuida mediante cable de cobre de 1,5mm².

Desde la periferia se lleva la señal mediante red ethernet a un switch, desde el switch se conectará a un repartidor de fibra óptica y esta se lleva hasta el nuevo repartidor de fibra óptica a instalar en el cuadro de control del CCM-1.

Desde el repartidor de fibra, se llevará una conexión ethernet al switch existente en el armario eléctrico de control del CCM-1, y otra conexión ethernet al PC SCADA.

6 SISTEMAS DE INSTALACIÓN

6.1 Canalizaciones en general

El tendido de cables de instrumentación, según la parte de instalación a que pertenezcan, podrá realizarse de forma subterránea, sobre bandejas o bajo tubo.

Se evitará el recorrido en paralelo de bandejas de fuerza con bandejas para cables de instrumentación. Si no fuera posible un camino alternativo, la distancia mínima entre bandejas será de 300 mm (y mayor dependiendo de la intensidad de la corriente, de los cables de fuerza).

Siempre que sea posible, las canalizaciones se llevarán por galerías de inspección y vigilancia sobre bandejas perforadas de acero laminado en frío y galvanizadas en caliente posteriormente a su mecanización, según UNE-EN ISO 1461, colocadas en la parte más alta de ésta y a unos treinta centímetros (30 cm.) por debajo de la losa de cierre, preferentemente fijadas sobre la pared en disposición vertical.

Dentro de los edificios, se canalizarán sobre bandejas portacables de PVC rígido, preferentemente fijadas sobre la pared en disposición vertical, mediante soportes adecuados. Las ramificaciones desde éstas hasta los receptores se canalizarán en tubos del mismo material que las bandejas.

En recorridos intrincados, se podrá utilizar bandejas de varillas electrosoldadas galvanizadas en caliente siendo éstas, cosidas mediante cable de cobre desnudo de al menos treinta y cinco milímetros cuadrados (35 mm²), perfectamente grapado y conectado a la tierra de protección de masas de utilización.

La instalación dispondrá con cajas de registro en material plástico o PVC accesibles para la inspección y manipulación de los cables. Estarán dotadas de prensaestopas para la entrada y salida de cables. y dispondrán un grado mínimo IP65.

Las canalizaciones que hayan de realizarse en el exterior, podrán ser aéreas o subterráneas.

Las canalizaciones aéreas, serán metálicas y galvanizadas en caliente. Se podrán canalizar bajo tubo metálico, sobre bandejas portacables metálicas de acero laminado en frío o sobre bandeja portacables de varillas electrosoldadas siendo estas últimas, cosidas mediante cable de cobre desnudo de al menos treinta y cinco milímetros cuadrados (35 mm²). Las bandejas portacables siempre estarán dotadas con tapa.

La instalación dispondrá de cajas de registro accesibles, en aleación de aluminio, debidamente dimensionadas para la inspección y manipulación de los cables, siendo sus medidas mínimas de 120 mm x 120 mm x 60mm.

Estarán dotadas de prensaestopas metálicos para la entrada y salida de cables. Dispondrán de un grado de protección IP67.

Las canalizaciones subterráneas serán entubadas y dispondrán de los elementos de protección y señalización que prescriba la reglamentación vigente en el momento de efectuarse el montaje. Durante éste, se dejará introducida una guía para el posterior paso de cables.

Se construirán el suficiente número de arquetas, debidamente dimensionadas, para que puedan sustituirse cables con facilidad. Los cables estarán etiquetados de forma permanente a su paso por cada arqueta.

Todas las conexiones se efectuarán dentro de cajas de derivación, que serán estancas, y se realizarán por medio de bornas de carril DIN.

6.2 Características cables de instrumentación

- Tipo Flexible apantallado.
- Designación: ROV-K 0,6/1 kV
- Sección: Mínima 1.5 mm²
- Tensión nominal: 0,6/1 KV
- Tensión de prueba: 3.500 V
- Conductores: Cobre flexible clase 5
- Características del cable: UNE 21123-2; UNE EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2; UNE EN 50267-2-1 e IEC 60754-1.
- Formación del conductor: Según UNE EN 60228
- Identificación por coloración y por marcado:
- UNE-HD 603-1; UNE 21089-1 (hasta 5 conductores); UNE EN 50334 (más de 5 conductores).
- Tipo de aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según UNE-HD 603-1
- Pantalla: Cintas de cobre recocido aplicadas en forma de hélice con un solape mínimo del 15 %, y un espesor mínimo de 0,1 mm.
- Cubierta: Policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18, según UNE-HD 603-1.
- Temperatura máxima en servicio: 90 ° C
- Temperatura de cortocircuito: 250 ° C
- Resistencia al agrietamiento: Termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas: Termoestable
- Constante de aislamiento 3,67 M. Km. a 20° C

6.3 Características cables de la fibra óptica

Las características de la fibra cumplirá con la con la Recomendación G-652D de IUT-T y la norma EN-50173-1:2007. Según lo establecido en la especificación sobre la instalación y recepción de tendidos de fibra Óptica para Canal de Isabel II S.A.

Tendrá las siguientes características:

- 32 fibras multimodo.
- Sección del núcleo central y su revestimiento de 62,5/125micrones (μm)
- Bajo coeficiente de fricción, LZSH, inmune a interferencias eléctricas y protección contra humedad y roedores.
- Fibras identificadas por colores y un hilo de refuerzo para facilitar la instalación.

ANEXO 1 MEMORIA DE FUNCIONAMIENTO

MEMORIA DE FUNCIONAMIENTO. ANEJO DE CONTROL.

El sistema de control de la EDAR de Guadalix se ampliará para incorporar al mismo los nuevos equipos de desbaste y bombeo de agua bruta.

Las nuevas instalaciones requieren 2 lazos de control de procesos y operaciones, en los cuales intervienen diversos medidores y equipos motorizados, para los cuales será preciso desarrollar una programación específica:

- L.1: Control de nivel diferencial para limpieza de rejás** en el nuevo desbaste de gruesos de la Línea de agua.
- L.2: Control del bombeo de agua bruta** y nivel del nuevo desbaste de grueso de la línea de agua. Regulación de caudal de entrada y optimización de la operación de desbaste.

A continuación se hace una memoria resumen de cada uno de estos lazos principales de control, para su consideración durante la fase de programación.

L.1: Control de nivel diferencial para limpieza de rejás en el nuevo Desbaste de gruesos de la Línea de agua.

Se realizará medida de nivel de lámina de agua a la entrada y a la salida de las rejás mediante sendos sensores en continuo, de manera que se disponga de nivel diferencial aguas arriba respecto aguas abajo.

Este nivel diferencial es la referencia para el automatismo de limpieza de las rejás, con un valor de consigna, de forma que se mantenga el nivel de colmatación dentro de las necesidades de flujo independientemente de los niveles mantenidos en el pozo de bombeo y respecto al aliviadero de excedentes que se definen en dos lados de este elemento.

La sensibilidad del sistema debe ser tal que se pueda mantener el flujo mediante la limpieza con la detección de niveles relativamente bajos, de manera que no se produzcan cambios bruscos de flujo y el funcionamiento sea más estable.

Por tanto, el lazo de control de limpieza de las rejás de desbaste comparará la cota de lámina de agua antes de las rejás con la de aguas abajo y, de acuerdo con un valor de consigna parametrizable (que se ajustará por la experiencia de explotación en relación con la naturaleza de los residuos y otros condicionantes) pondrá en marcha el automatismo de extracción de residuos y limpieza de las rejás.

Los equipos de transporte, prensado y limpieza de residuos, y descarga en los contenedores estarán enclavados con el sistema de limpieza de acuerdo con el automatismo propio del conjunto de estos equipos.

Este lazo de control es independiente del control del nivel entre los canales de desbaste y el pozo de bombeo, que aunque representa un condicionante de profundidad mínima asociado al funcionamiento de rejás, se controla con el siguiente lazo que veremos.

L.2: Control del bombeo de agua bruta y nivel del pozo de bombeo y de los canales de desbaste. Regulación de caudal de entrada y optimización de la operación de desbaste.

La regulación de caudal de agua bruta mediante la elevación regulada con bombas controladas por variador de frecuencia en función de las referencias de la lámina de agua en el pozo y de la medida de caudal en la impulsión es la manera más fiable para elevar a tratamiento los caudales reales de entrada, hasta un valor de ajuste correspondiente al caudal máximo admisible.

De esta forma con las 4 unidades de bombas nuevas en regulación se alcanzarán los 210 m³/h máximos, y reduciendo de forma progresiva y alterna, el número de unidades en servicio, se podrá atender en regulación todo el rango de caudales hasta un mínimo actual de 16 m³/h.

El tratamiento de caudales reducidos, del entorno de 16 m³/h e incluso inferiores, se justifica en un documento independiente, ya que es necesario realizar un número máximo de paradas y arranques de las bombas, compatibles con una cierta carrera de la lámina de agua en el pozo de bombeo y en los canales de desbaste y con el caudal mínimo de bombeo a bajo régimen.

En cualquier caso la intención es cubrir desde el caudal máximo admisible hasta los caudales mínimos nocturnos solapándose las condiciones efectivas de trabajo de las bombas con la consigna del mantenimiento del nivel constante en el pozo, de acuerdo con las necesidades de adaptación al caudal real recibido.

Cada bomba estará dotada de variador de frecuencia y medidor de caudal electromagnético en su colector de impulsión, que será individual con descarga al canal común de reparto al tamizado existente.

En el pozo de bombeo se instalará un medidor de nivel de señal en continuo con salida de 4-20 mA al PLC de control de la planta. La suma de los caudales medidos y elevados por cada bomba es el caudal admitido a la línea de tratamiento de la planta en cada momento.

El medidor de nivel en el pozo de bombeo detectará el incremento de caudal por la tendencia a subir de la lámina de agua, al igual que si se reducen los caudales entrantes mientras las bombas están en marcha, la lámina de agua tiende a descender. Por tanto, si el funcionamiento de las bombas mediante variador de frecuencia se regula con la consigna de mantenimiento del nivel constante en el pozo, -incrementando el número de bombas en servicio o/y el caudal de las mismas-, se ajustará el funcionamiento de la planta a los caudales reales de entrada.

En caso de que el caudal de entrada a planta sea superior al admisible en tratamiento, se deberá asegurar que no se bombea más caudal del máximo admisible y, por tanto, se producirá un ascenso de la lámina de agua y un vertido de excedentes.

En ese caso, cuando el caudal total medido en todo el bombeo sea el máximo admitido en la planta, la consigna ha de cambiar para permitir que se supere el nivel de cota de lámina de agua fija en el pozo de bombeo y evitar bombear un caudal superior a ese valor máximo (210 m³/h), de forma que el excedente pueda ser aliviado.

La consigna de control de las bombas pasará entonces a ser la medida de caudal, en este caso la suma de los caudales medidos en cada uno de los colectores individuales de las bombas. La velocidad de las bombas, controlada por los variadores de frecuencia, podrá disminuir en función del mantenimiento de ese caudal máximo, y se debe permitir la elevación de la lámina de agua en el pozo para verter por el aliviadero de dos labios diseñado.

El medidor de nivel previsto será redundante en posición con el de salida de las rejillas de desbaste, de manera que se podrá hacer contraste periódico de las señales, advirtiendo al automatismo en caso de que alguno de ellos no funcione adecuadamente por cualquier circunstancia.

Como elemento adicional de seguridad se incluirá interruptor de nivel tipo boya, para detectar el mínimo nivel en el pozo, garantizando que las bombas no trabajen en seco en ningún momento.

OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN

El concepto de la instalación de un variador de frecuencia por cada una de las bombas ha de permitir, - además de la fiabilidad de la instalación resultante-, el funcionamiento regulado con más de una máquina, evitando brusquedades y saltos de caudal.

El sistema debe permitir una rotación automática de las unidades, a fin de conseguir que funcionen un tiempo semejante. Esto también tiene la utilidad de realizar la aspiración en distintas zonas del fondo del pozo de bombeo, evitando acumulaciones excesivas en determinados lugares y abarcando toda la superficie.

Por tanto, las unidades de elevación entrarán en servicio, se regularán, y se pararán de forma automática en función de la tendencia a la variación del nivel de agua en el pozo y respecto al caudal elevado al resto de la línea, como ya se ha descrito anteriormente.

La fluctuación de nivel, por debajo del nivel de aliviado, será la forma de asumir las necesidades de arranque y parada de la máquina en servicio, para evitar trabajar a velocidades más bajas que las mínimas permitidas técnicamente.

Por otro lado, se ha de prever la posibilidad de hacer maniobras discrecionales de reducción o agotamiento del nivel del pozo de bombeo, por debajo del nivel de solera de los canales de desbaste, para realizar operaciones manuales de limpieza arrastrando eventuales sedimentos del fondo mediante agua a presión.

Los colectores de impulsión de cada bomba son individuales por varios motivos. Principalmente para simplificar el concepto de programación y respuesta del sistema, buscando el comportamiento más lineal posible entre la señal y la respuesta esperada por la regulación de velocidad en los equipos.

Las conducciones de impulsión directas que se han proyectado permiten la posibilidad de un vaciado de retorno por descenso del nivel de agua en la parada de la bomba. No se han dispuesto válvulas de retención para evitar acúmulos por bajas velocidades en el colector y permitir que el flujo inverso pueda descargar las arenas en suspensión.

El sistema se compone de 4 unidades con reserva estricta de una máquina, para permitir que tras un paro de una bomba, pase el tiempo suficiente hasta el siguiente arranque, para evitar cualquier afección por el posible giro inverso en caso de vaciado del colector.

Teniendo en cuenta que el tiempo de vaciado es inferior a 20 s y que el número máximo de arranques por bomba no debería sobrepasar en ningún caso las 30 ud/h, el solapamiento de las dos operaciones no debería ocurrir nunca. Pero, para mayor garantía, disponiendo de la unidad de reserva estricta y con una correcta programación, se evitará completamente cualquier falsa maniobra.

El flujo inverso tampoco puede afectar a la medida de caudal, ya que es un concepto que se puede prever perfectamente en la programación y no supone ningún problema para el conjunto del funcionamiento y medida del flujo efectivo.

En general la programación completa del sistema de control contendrá también otros conceptos de manejo del sistema con valores de consigna parametrizables.

Se debe considerar el funcionamiento por las dos líneas del desbaste, funcionando 1 o 2 líneas, según caudal, mediante las compuertas motorizadas de aislamiento de las líneas de desbaste. A caudales bajos, funcionará un solo canal para evitar una acumulación indeseable de residuos en el mismo, pero ante un incremento de caudal en situaciones punta, se debe dar una rápida respuesta, mediante la activación del servicio del segundo canal.

Las medidas de caudal de agua bruta aliviada y de los demás medidores secundarios serán elementos de aporte de valores de referencia para los lazos de control descritos y para el conjunto de todo el sistema.

ANEXO 2 BOMBEO DE MÍNIMOS

ANÁLISIS DEL DISEÑO Y EQUIPAMIENTO DEL NUEVO POZO DE BOMBEO DE AGUA BRUTA

El diseño propuesto trata de responder a todos los condicionantes existentes, que empiezan en el colector de llegada y terminan en el arranque del colector de vertido.

A partir de una situación teórica ideal en la que las rejillas estarían situadas justo en medio entre el pozo de gruesos y el bombeo, sin canales de acercamiento y salida, —con lo que se puede optimizar su funcionamiento con generosos frentes de ataque de rejillas sin problemas, y además las tuberías de elevación del agua bruta serían cortas, verticales y descarga libre inmediata—, la solución se desarrolla para incluir el imperativo de canales con compuertas, que permitan aislar un recinto “seco” entorno a las rejillas para su mantenimiento.

Para las rejillas se parte del condicionante de un calado mínimo de 300 mm, —en desbastes con este tipo de ataque de limpieza automático, para evitar incrustaciones y deficiencias en la limpieza—, con la dificultad que representa la existencia de los canales de desbaste de cierta longitud, que han de permitir que las velocidades no sean muy bajas. Por otro lado también se tienen condicionantes aguas arriba en la descarga del colector de llegada en el pozo de gruesos y respecto a la salida con las cotas necesarias del colector de vertido, todo esto agravado por las grandes diferencias entre caudales. Entre el caudal máximo a considerar de llegada por el colector ($2.520 \text{ m}^3/\text{h}$) y el caudal mínimo detectado ($27,3 \text{ m}^3/\text{h}$) hay una diferencia de unas 92 veces.

Se pretende aprovechar la capacidad de controlar el nivel de agua que puede hacer un bombeo y encajarlo dentro de los condicionantes de todos los demás elementos. Se trata de ajustarlo todo a sus límites viables, niveles en rejillas, alturas de vertido, funcionamiento de bombas, etc.

Como las bombas trabajarán con regulación de caudal a nivel constante mediante variador de frecuencia, se podría haber reducido el pozo de bombeo bastante, pero sólo se ha hecho parcialmente, por varias razones; como por ejemplo dotar al aliviadero de excedentes de la suficiente longitud para reducir en lo posible la altura de descarga a grandes caudales, y también, para disponer de una superficie tal que facilite el recorrido de las láminas para absorber diferencias de volumen en momentos de fluctuación de caudal entre recibido y elevado, arranques, etc.

Por otro lado, al tener una relativamente alta superficie se han considerado 4 bombas para abarcar mejor el fondo, y que tendrá a su vez otras ventajas. Si bien con 2 bombas se eleva el caudal máximo admisible en el resto de la planta, con 3 en regulación puede haber condiciones suavizadas evitando brusquedad en saltos de ajuste a caudales entrantes, pero además también en condiciones de caudales mínimos, donde una única bomba deberá parar y arrancar, pero que con criterios de rotación entre unidades que cumplen perfectamente con el número de arranques límite previsto en el modelo de máquina:

COTA LAMINA EN POZO DE BOMBEO AGUA BRUTA:

830,465

COTA VERTEDERO EXCEDENTES Y REGULACIÓN CAUDALES

830,607

Recorrido de vertedero a nivel de agua de referencia:

0,142

Resguardo a vertedero del recorrido de regulación:

0,042

Recorrido de regulación:

0,100

Longitud pozo de bombeo:

5 m

Ancho pozo de bombeo:

2,4 m

Superficie pozo de bombeo:

12 m²

Volumen de recorrido:

1,195 m³

Caudales de trabajo en mínimos a comprobar:

| | | | | | |
|----|----|----|------|----|-------------------|
| 50 | 45 | 40 | 27,3 | 16 | m ³ /h |
|----|----|----|------|----|-------------------|

0,83 0,75 0,67 0,46 0,27 m³/min

Tiempo de retención en el volumen de recorrido

1,43 1,59 1,79 2,63 4,48 min retención

Nº de arranques a la hora

41,85 37,66 33,48 22,85 13,39 nº arranques / hora

Nº de bombas en rotación de igualación de horas:

4 4 4 4 4 ud

Nº de arranques a la hora por bomba:

| | | | | | |
|-------|------|------|------|------|-----------------------------|
| 10,46 | 9,42 | 8,37 | 5,71 | 3,35 | nº arranques / hora · bomba |
|-------|------|------|------|------|-----------------------------|

Nº de arranques máximo a la hora admisible del modelo:

15 15 15 15 15 nº arranques / hora · bomba

Como se observa, con este criterio, no se necesitarían en ningún caso alcanzar los 15 arranques por máquina que se estipulan como límite recomendado.

Las bombas podrían trabajar a 30-32 Hz y así alcanzar ajustarse al caudal mínimo hipotético de 16 m³/h, aunque efectivamente esto no sería recomendable por las bajas velocidades en bomba y colector.

Se tiene la precaución de considerar colectores individuales y sin válvulas de retención para ajustar mejor la velocidad y permitir contralavados por vaciado del colector en parada de bomba. Si bien con este criterio se tienen mejores condiciones que con colector común de bombeo, la posibilidad de acumulación de residuos por baja velocidad no es nula, por lo que el colector libre de impedimentos para el retorno en sentido contrario facilitaría liberar eventuales atascos. Con colector común incluso a menor velocidad y válvulas de retención en los colectores unitarios los atascos serían más probables y además mucho más engorrosos de solucionar.

De todas formas limitar el caudal mínimo para considerar el criterio de funcionamiento continuo con consigna de nivel constante tiene sentido como precaución y en parte tendrá que ser decisión que parta de la experiencia en la explotación. Hay que tener en cuenta que el pozo de gruesos tiene dimensiones para retener no sólo gravas, sino también arenas y la mejora consiste principalmente en añadir un desbaste con luz de paso de 25 mm para las condiciones del vertido, pero también para proteger el bombeo. Se trataría de agua bruta desbastada y con un desarenado previo significativo, especialmente a bajos caudales.

Esto dependerá de las características del agua residual en concreto, pero un buen límite para cambiar de criterio en el régimen de elevación pueden ser los 40 m³/h, con una velocidad en el colector de impulsión de 0,91 m/s.

En este estado de regulación a caudales mínimos, se pone el nivel de consigna nuevo de arranque de la bomba en servicio a 0,10 m por encima del nivel de referencia general; a 40 m³/h de caudal en la llegada, se producirían 33 arranques a la hora, que con las 4 máquinas en rotación supondría algo más de 8 arranques por máquina, casi la mitad del máximo admisible de 15 arranques a la hora. Con aún menos caudal de llegada el número de arranques será menor. Por encima de esto la regulación sería en continuo, con el nivel constante.

Por tanto, en la programación del bombeo habría 3 estados, como ejemplo:

- Caudal superior a 210 m³/h: Consigna de medida de caudal total igual a 210 m³/h y aliviado el excedente por el vertedero.
- Caudal entre 40 y 210 m³/h: Consigna de mantenimiento de nivel constante y regulación en función de ello de las bombas en servicio.
- Caudal inferior a 40 m³/h: Arranques y paradas de 1 bomba en servicio en rotación entre las distintas unidades, con 2 referencias de nivel, una de arranque y otra de parada.

Los ajustes de los puntos de consigna dependerán de la experiencia de explotación y del régimen real de vertidos. Por un lado se trata de suavizar las respuestas minimizando los recorridos y dotando de la suficiente histéresis en la acción. Pero por otro lado se trata de absorber posibles cambios y alteraciones imprevistas. En el recorrido entre el pozo de gruesos no es previsible alteraciones significativas, salvo por ejemplo la caída brusca en el agua de la cuchara bivalva (a evitar) y, además, dado el recorrido por el canal y el paso a través de las rejillas se mitigará el oleaje y dispondrá de una lámina de agua en el pozo de bombeo bastante tranquila.

No obstante, se prevé que la definición del labio del vertedero se realice mediante chapa de acero ajustable no sólo para nivelación, sino para ajuste en altura, de manera que se puedan adaptar los niveles a las mejores condiciones de trabajo según régimen real de vertido. Por otro lado, para absorber la histéresis de ajuste por el nivel bajo, si bien el nivel mínimo a mantener en las rejillas es de 300 mm de forma generalizada, para estos caudales mínimos el recorrido admitiría que ese nivel mínimo en salida de rejillas fuese de 250 mm.

Por tanto, se observa que un recorrido de 0,10 m sería suficiente para la operación de elevación a caudales mínimos, y se dispone de márgenes de ajuste por arriba y por abajo de ese rango y se dota al sistema de al menos dos medidas de nivel redundantes, como criterio de seguridad para asegurar la precisión, contrastándose continuamente los sistemas entre sí. De la misma forma que se tienen en cuenta unidades de reserva en máquinas críticas en los distintos procesos, en este caso la medida de nivel en el pozo de bombeo es esencial para esta operación.

ANEXO 3 DIRECTRICES PARA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE CONTROL

CANAL DE ISABEL II GESTIÓN

SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

Directrices para ejecución de instalaciones
eléctricas y de control

Antonio Barrio Naharro; Alberto Rodríguez Sánchez; Jesús Urbieta Sotillo

21/02/2013

INDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 6 |
| 2 | FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA..... | 6 |
| 2.1 | Coordinación de los esquemas eléctricos de los CCMs con el sistema de control..... | 8 |
| 2.1.1 | Potenciales variantes. EXCEPCIONES al funcionamiento general. | 10 |
| 2.2 | Funcionamiento fuera de secuencia | 14 |
| 2.3 | Funcionamiento en secuencia | 15 |
| 2.3.1 | Introducción de parámetros..... | 15 |
| 2.3.2 | Accionamiento equipos individuales..... | 15 |
| 2.3.3 | Ventanas de avisos..... | 15 |
| 2.3.4 | Ventanas informativas de valores..... | 16 |
| 2.3.5 | Comportamiento de consignas de tiempo nulo en secuencias | 16 |
| 2.3.6 | Temporización de fases en secuencias..... | 17 |
| 2.4 | Accionamiento de secuencias globales | 17 |
| 2.4.1 | Generalidades y representación en el Supervisor | 17 |
| 2.4.2 | Interacción de la secuencia global con fallos y con marcha manual de equipos | 20 |
| 2.4.3 | Integración del proceso de arranque en la secuencia global | 21 |
| 2.5 | Rotación de equipos | 21 |
| 2.5.1 | Clasificación de los equipos y parámetros de la rotación..... | 21 |
| 2.5.2 | Funcionamiento..... | 22 |
| 2.6 | Instrumentación | 23 |
| 3 | TRATAMIENTO DE SEÑALES. ESTANDARIZACIÓN | 24 |
| 3.1 | Introducción | 24 |
| 3.2 | Tipos de señales/variables existentes en planta. Metadato <i>TIPO</i> | 25 |
| 3.2.1 | Digitales de estado (OFF/ON). <i>TIPO 1</i> | 25 |
| 3.2.2 | Totalizadores o Contadores. <i>TIPO 2</i> | 27 |
| 3.2.3 | Medidas no asociadas a flujos. <i>TIPO 3</i> | 28 |
| 3.2.4 | Medidas asociadas a flujos. <i>TIPO 4</i> | 28 |
| 3.2.5 | Consignas, variables internas y salidas del autómata. | 29 |
| 3.3 | Valor medio en medidas analógicas. Totalización unificada de variables de flujo..... | 30 |
| 3.4 | Filtrado de señales analógicas..... | 34 |
| 3.5 | Tabla resumen..... | 35 |
| 4 | REPRESENTACIONES GRÁFICAS | 37 |
| 4.1 | Encabezado de las pantallas | 37 |
| 4.1.1 | Iconos | 37 |
| 4.2 | Tipos de Pantallas | 38 |
| 4.2.1 | Principal | 38 |
| 4.2.2 | Proceso..... | 41 |
| 4.2.3 | Control | 41 |
| 4.2.4 | Consignas | 41 |
| 4.2.5 | Eléctrica | 41 |
| 4.2.6 | Gráficas..... | 41 |
| 4.2.7 | Informes..... | 41 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.2.8 | Red de comunicaciones y bus de campo | 41 |
| 4.2.9 | Configuración y mantenimiento del sistema | 42 |
| 4.2.10 | Pantallas de depuración y análisis de secuencias. Consignas avanzadas..... | 44 |
| 4.3 | Distribución de equipos en las pantallas | 45 |
| 4.4 | Visualización de estado de los equipos o sondas | 45 |
| 4.5 | Líneas de flujo | 47 |
| 4.6 | Flechas/Botones de navegación en pantallas | 49 |
| 4.7 | Indicadores de valores analógicos..... | 49 |
| 4.7.1 | Indicadores de valores instantáneos procedentes de instrumentos..... | 49 |
| 4.7.2 | Totalizadores y contadores | 50 |
| 4.7.3 | Indicadores de límites y consignas..... | 50 |
| 4.8 | Botones, pulsadores, selectores | 51 |
| 4.8.1 | Botones y pulsadores..... | 51 |
| 4.8.2 | Selectores | 52 |
| 4.9 | Subpantallas de control de equipos | 55 |
| 4.9.1 | Información contenida en subpantallas | 55 |
| 4.9.2 | Subpantalla único sentido de giro (motor 1) | 57 |
| 4.9.3 | Subpantalla inversión de giro o válvulas todo-nada (motor 2) | 57 |
| 4.9.4 | Subpantalla motores con variador | 60 |
| 4.9.5 | Subpantalla de instrumentos de medidas generales | 62 |
| 4.9.6 | Subpantalla de instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores..... | 63 |
| 5 | TRATAMIENTO DE DEFECTOS Y EVENTOS | 64 |
| 5.1 | Visualización de defectos en pantalla principal | 64 |
| 5.2 | Visualización de defectos y emergencias en pantallas de proceso | 64 |
| 5.3 | Pantalla de defectos, alarmas y eventos..... | 64 |
| 5.3.1 | Última ocurrencia de alarmas..... | 65 |
| 5.3.2 | Histórico (de alarmas y eventos) | 67 |
| 6 | ALMACENAMIENTO DE DATOS..... | 68 |
| 7 | VISUALIZACIÓN DE GRÁFICAS | 69 |
| 8 | GENERACION DE INFORMES..... | 69 |
| 8.1 | Informes especiales adicionales. Ejemplo: Carreras de lavado de filtros | 75 |
| 9 | NIVELES DE ACCESO | 77 |
| 10 | DOCUMENTACIÓN, COPIAS DE SEGURIDAD Y LICENCIAS | 77 |
| 10.1 | Documentación..... | 77 |
| 10.2 | Copias de seguridad..... | 78 |
| 10.3 | Licencias..... | 78 |
| 11 | GUÍA RÁPIDA DE VARIANTES TÍPICAS SEGÚN TIPOS DE INSTALACIONES..... | 79 |
| 12 | PANTALLAS DE EJEMPLO | 80 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 1- Ejemplo de codificación de colores de motores..... | 7 |
| Ilustración 2- Ejemplo botón consignas | 15 |
| Ilustración 3- Ventana de avisos..... | 16 |
| Ilustración 4- Subpantalla pozo elevación..... | 16 |
| Ilustración 5- Subpantalla depósito reactivo | 16 |
| Ilustración 6- Botón de secuencia global | 17 |
| Ilustración 7- Equipos implicados en secuencia global | 19 |
| Ilustración 8- Imposibilidad de secuencia global | 19 |
| Ilustración 9- Secuencia en espera o modificada por condiciones adicionales. | 20 |
| Ilustración 10- Marco superior general..... | 37 |
| Ilustración 11- Iconos del encabezado..... | 37 |
| Ilustración 12- Ejemplo pantalla principal..... | 39 |
| Ilustración 13- Ejemplo de planta inicial / diagrama de bloques funcional..... | 40 |
| Ilustración 14- Pantalla de comunicaciones..... | 42 |
| Ilustración 15- Ejemplos visualización estado motor..... | 46 |
| Ilustración 16- Ejemplo representación sondas de nivel | 46 |
| Ilustración 17- Ejemplo flechas continuación de proceso..... | 49 |
| Ilustración 18- Ejemplo flecha informativa | 49 |
| Ilustración 19- Ejemplo indicadores analógicos | 50 |
| Ilustración 20- Representación totalizadores | 50 |
| Ilustración 21- Representación límites y consignas | 50 |
| Ilustración 22- Botones y pulsadores de acción de equipo | 51 |
| Ilustración 23- Botones y pulsadores “automantenidos” | 52 |
| Ilustración 24- Selector modo de funcionamiento motor | 52 |
| Ilustración 25- Subpantalla único sentido de giro (motor 1). Se muestra también la posición de las señalizaciones de “enclavamiento” e “implicado en secuencia global”. | 57 |
| Ilustración 26- Botonera válvulas todo-nada (posición abierto y cerrado) | 58 |
| Ilustración 27- Señalización de consigna de apertura..... | 58 |
| Ilustración 28- Subpantalla inversión de giro (motor 2). Ejemplo con botones “Abrir - Cerrar” y lectura de posicionador solo indicativa (sin entrada). Ejemplo típico de compuerta..... | 59 |
| Ilustración 29- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad de referencia)..... | 60 |
| Ilustración 30- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad feedback) | 61 |
| Ilustración 31- Ejemplo de motor con pulsadores de subir y bajar consigna de velocidad..... | 62 |
| Ilustración 32- Subpantalla instrumentos de medidas generales | 62 |
| Ilustración 33- Subpantalla instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores..... | 63 |
| Ilustración 34- Pantalla general de informes | 70 |
| Ilustración 35- Informe tipo | 72 |
| Ilustración 36- Informe de carreras de filtración | 76 |
| Ilustración 37- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla principal..... | 80 |
| Ilustración 38- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Bombeo..... | 81 |
| Ilustración 39- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Pretratamiento..... | 81 |
| Ilustración 40- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Primaria | 82 |
| Ilustración 41- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Biológico | 82 |
| Ilustración 42- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Secundaria | 83 |
| Ilustración 43- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Recirculación de Fangos | 83 |
| Ilustración 44- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Espesamiento | 84 |
| Ilustración 45- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Digestión | 84 |
| Ilustración 46- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Calefacción | 85 |
| Ilustración 47- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Deshidratación | 85 |
| Ilustración 48- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Línea de gas | 86 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 49- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Tratamiento de Flotantes..... | 86 |
| Ilustración 50- Pantalla de Cl_3Fe | 87 |
| Ilustración 51- Pantalla General de Filtración | 87 |
| Ilustración 52- Pantalla de detalle de Filtros | 88 |
| Ilustración 53- Pantalla Trat. Terciario Depósito regulación | 88 |
| Ilustración 54- Pantalla Trat. Terciario Filtración..... | 89 |
| Ilustración 55- Pantalla Trat. Terciario Ultrafiltración..... | 89 |
| Ilustración 56- Pantalla Trat. Terciario Reactivos..... | 90 |

1 INTRODUCCIÓN

Los puntos desarrollados en este documento describen el aspecto y la funcionalidad del sistema de supervisión y control para las instalaciones desarrolladas por los departamentos de obras del Canal de Isabel II Gestión.

Los criterios marcados en este documento aplicarán en el diseño del Supervisor general de la instalación, así como, en los distintos paneles de operador. Para estos últimos se valorará qué equipos se incluyen en su diseño.

Hay que entender la denominación “Supervisor” con una visión de usuario, es decir, la aplicación general que controla el automatismo de la planta.

El “Supervisor” se corresponde por tanto con lo que coloquialmente se conoce como SCADA, pero **no solo con ello**. Es decir pueden existir aplicaciones propias (por ejemplo la generación de informes suele ser un claro ejemplo) que no se corresponden con el software puro de SCADA tal como es suministrado por los fabricantes. Pero no obstante todas estas aplicaciones han de integrarse en un conjunto unitario.

Además hay que tener en cuenta que aunque el grueso del documento se centra en la programación del SCADA y visualización en pantallas locales, es necesario definir condiciones que afectan tanto a CCMs, programación de PLCs e incluso programación de los componentes adicionales del “Supervisor” que exceden a un SCADA puro. Esto es necesario pues la interfaz visual de control del sistema es el último eslabón de todo un sistema, por lo que si hay incompatibilidades en las capas inferiores con la filosofía descrita en este documento sería imposible su ejecución.

2 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

Desde el sistema de supervisión se activarán y desactivarán las secuencias de control de los sistemas, se accionarán motores, válvulas y demás equipos utilizando sus correspondientes subpantallas y parámetros.

La funcionalidad básica del sistema se basa en la actuación complementaria entre un selector de campo por motor con 3 posiciones “Manual – 0 – Automático” y una pantalla de control en el supervisor también con 3 posiciones “Marcha – Paro – Secuencia”, (ver apartado 4.8.2).

De esta forma el funcionamiento de cada motor viene definido por los siguientes criterios generales¹:

- **Selector “físico” de campo en 0.** Motor parado incondicionalmente².

¹ En la descripción que sigue no se tiene en cuenta lógicamente que estén activos defectos, enclavamientos o pulsación de la seta de emergencia, lo que impediría en cualquiera de los casos la marcha del motor.

² No obstante, hay que tener cuidado con potenciales resistencias de caldeo, ver el punto 7 del apartado 2.1.1, dado que se pueden mantener activas, es decir, energizadas incluso en esta posición.

- **Selector “físico” de campo en Manual.** Motor arrancado incondicionalmente mediante lógica cableada. El PLC/SCADA no intervienen y de hecho podrían desmontarse sin afectar a este modo de funcionamiento.
- **Selector “físico” de campo en Automático.** El control se transfiere a las indicaciones del PLC/SCADA. En función de la selección de la subpantalla de control en el supervisor, el comportamiento será:
 - **Selector “de software” del supervisor en Paro.** Motor parado incondicionalmente.
 - **Selector “de software” del supervisor en Marcha.** Motor en marcha incondicionalmente. El PLC no “toma decisiones” al respecto. Es decir, análogo a “Manual” pero la orden de marcha parte del Autómata a orden del operario.
 - **Selector “de software” del supervisor en Secuencia.** Motor en marcha o no según la programación lógica que presente cada uno. El PLC “decide” respecto del funcionamiento del equipo.

Según la especificación anterior, el significado real de las etiquetas “Manual” y “Automático” dentro del selector de campo no es “mando controlado por un operador” y “mando controlado por programa” respectivamente, como a priori se pudiera pensar. En realidad su significado se corresponde con “Exclusión del PLC” e “Intervención del PLC”. Lógicamente, sin intervención del PLC, el funcionamiento solo puede ser *manual* en el sentido de que ha de estar controlado directamente por la voluntad de un operario. Pero dentro de “Automático”, es decir con intervención del PLC, el control puede ser igualmente *manual* (es decir, a voluntad de un operario)³ o *automático* (es decir, con el motor iniciando, parando o modificando su operación según el programa que tuviere codificado el autómata).

En cada una de las pantallas representativas de los procesos de la planta, la operación de los equipos se indicará mediante los siguientes elementos (ver el apartado 4.4):

- El color del icono que representa al elemento es el indicativo de su estado de funcionamiento: marcha, paro, defecto, emergencia, etc.
- Los colores de los símbolos rectangulares junto al icono son indicativos de la posición tanto del selector de campo como de del deslizador de pantalla del supervisor.

Como ejemplo: en la imagen se representa un pozo con dos bombas, la bomba de la izquierda se encuentra en marcha por secuencia, mientras que la de la derecha está en paro desde el supervisor aunque en automático en campo.

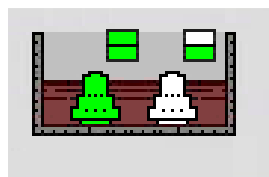


Ilustración 1- Ejemplo de codificación de colores de motores

³ Este funcionamiento *manual* a través de PLC, (que estará seleccionado siempre que el deslizador de software del supervisor no esté en “Secuencia”), es también conocido habitualmente como **Semiautomático**. No obstante en todo este documento se evita conscientemente esta denominación para mantener la homogeneidad del mismo.

2.1 Coordinación de los esquemas eléctricos de los CCMs con el sistema de control

La programación del autómatas/SCADA descrita a continuación está estrechamente vinculada con las capacidades de maniobra del cableado del mando de los cubículos. Por tanto, para que este sistema de control sea coherente y viable hay que garantizar que dicha maniobra eléctrica garantiza las siguientes funciones:

1. La actuación de cualquier enclavamiento y/o defecto supone la eliminación de la orden de marcha.
 - a. Por tanto, la recuperación de ese defecto⁴ supone la puesta automática en marcha de dicho equipo si su selector de campo está en “Manual”.
 - b. Igualmente, si su selector de campo está en “Automático”, la recuperación de ese defecto supone que el equipo está disponible para funcionamiento según lo que “decida” el PLC. En función de la programación hecha, (ver apartado 4.8.2) el equipo podría volver a rearmar inmediatamente.
2. La actuación de la seta de emergencia para incondicionalmente pero el equipo NO arranca automáticamente una vez recuperada. Para la recuperación de la marcha de cualquier equipo tras una emergencia se requiere siempre intervención humana adicional al propio hecho de “desenclavar la seta”, es decir, siempre se requieren **2 actuaciones humanas**. Por tanto:
 - a. En funcionamiento “Manual” desde selector de campo: Debe pasarse primero por su posición de 0 para recuperar la orden de marcha.
 - b. En funcionamiento Automático (tanto en “Secuencia” como fuera de ella): Se debe replicar este comportamiento por programación (ver apartado 4.8.2), es decir, al desenclavar la seta el equipo vuelve a estar disponible pero deberá estar siempre parado⁵. El equipo bajo ningún concepto puede rearmar solo bajo simplemente tras rearmar la seta.
3. El paso de “Manual” a “Automático” supone siempre el paro del equipo pues el selector de campo pasa por “0”.
4. Por imposibilidad física para adoptar múltiples comunicaciones al PLC en muchos cubículos extraíbles, los diversos defectos se suman. El PLC solo recibe información de “defecto” genérico. Esto se considera en general más que suficiente.

⁴ Evidentemente algunos defectos se pueden recuperar solos mientras que otros requerirán reseteo físico del elemento haya generado el defecto. Este hecho es independiente del comportamiento del CCM una vez recuperado dicho defecto bien de forma automática, bien con intervención humana adicional.

⁵ Observación adicional. Independientemente de este criterio general, la lógica programada ha de ser robusta a situaciones extraordinarias. Por ejemplo la más evidente es una caída de tensión. En esta situación y según como estén configurados los relés físicos sobre los que actúa la seta de emergencia, es más que probable que estos se desenergicen (por la pérdida de tensión) y, si el PLC presenta SAI y se mantiene en ejecución, se detecte que **todas las setas de emergencia están pulsadas**. Lógicamente este fenómeno ha de filtrarse en la programación.

Esta consideración es general. Bien por eventos cruzados, y fundamentalmente durante el evento de caída de tensión en que se pueden desenergizar gran parte de los relés, se pueden generar señales “falsas” al PLC. Por tanto la secuencia programa ha de ser suficientemente robusta, y debe ser detectar estas situaciones y no ser “engañada” por ellas.

5. Correspondiéndose con la descripción de criterios indicado en el apartado 2, el mando del funcionamiento “Manual” NO requiere para nada el PLC, todo su funcionamiento es por lógica cableada eléctrica en CCM. Es totalmente operativo con el sistema de automatismo apagado, desmontado o dañado. No obstante, si estuviera operativo, el sistema de automatismo siempre registraría las señales de funcionamiento incluso en mando “Manual”.
6. Para accionar los equipos de doble sentido de giro desde el mando “Manual”, se disponen de botones de marcha NO automantenidos. Es decir, para que el equipo se mantenga en movimiento, (bien abriendo, bien cerrando), el operario debe mantenerlos pulsados, si se sueltan el equipo se para.
7. Comportamiento de resistencias de caldeo. Los motores “grandes” equipados con resistencias de caldeo están cableados con la siguiente filosofía:
 - La resistencia de caldeo depende de la alimentación de mando. Por tanto para asegurarse de que **NO existe tensión eléctrica** en el equipo, (es decir, que no existe ni fuerza, **ni tampoco alimentación asociada al funcionamiento de dichas resistencias de caldeo**), hay que comprobar que:
 - O bien se pulsa la seta de emergencia, dado que por seguridad también desactiva la alimentación secundaria.
 - O bien se dispara el automático del mando.
 - O bien se extrae **completamente** el cubículo en caso de CCMs extraíbles.
 - Si el equipo está en marcha, la resistencia estará siempre desactivada independientemente de la posición de su selector de campo.
 - Si el equipo está parado:
 - Si el equipo NO está en “Automático”, (es decir, “Manual” o “0”), la resistencia estará activada.
 - Si el equipo está en “Automático”, su funcionamiento depende además de una orden del PLC, es decir, existirá una pantalla de consignas particulares a este respecto en aras de mejorar la eficiencia energética⁶.
8. Enclavamientos cableados. Como continuación de lo indicado en el punto 1, y como característica fundamental del diseño de las instalaciones, los enclavamientos de los motores por condiciones externas (por ejemplo activación de boyas de seguridad, o disparo de sondas *digitales* de temperatura) están cableados al mando del CCM, es decir, que actúan **siempre** independientemente del PLC/SCADA⁷.
9. Como criterio general de seguridad, los enclavamientos, defectos, setas, etc. están cableados con lógica adecuada para protección frente a cable roto. Es decir, circuito cerrado cuando no están activos, circuito abierto cuando están activos. Esto implica que la simple eliminación de los equipos “detectores” provoca la parada del correspondiente motor por seguridad.

⁶ Esto permitiría, por ejemplo, desactivar las resistencias de caldeo en periodo veraniego o suficientemente caluroso a voluntad del operador.

⁷ No obstante, las señales de enclavamientos, defectos y emergencias, aunque actúen siempre por lógica cableada sobre el CCM independientemente del PLC, **también** se están transmitiendo a este para señalización y registro mientras se mantenga operativo.

Esto se aplica igualmente a la transmisión de dicha información al PLC.

10. Equipos con variador y con arrancador estático. En general y siempre que la potencia de motor no supere los 18,5 kW, la electrónica no dispone de contactor de protección y aislamiento. En caso de arrancador estático lo que sí se dispone es un contactor de bypass.

NOTA IMPORTANTE. Equipos con autómatas propios y comunicación mediante bus de campo.

Los criterios sobre esquemas eléctricos ofrecidos tienen carácter general y se aplicarán a la gran mayoría de equipos. No obstante, sobre todo con variadores, posicionadores de válvulas etc., cada vez van siendo más frecuentes equipos “inteligentes” dotados con sus propios autómatas internos que además poseen capacidad de comunicación mediante bus de campo con el PLC central de la instalación. En estos casos las variantes posibles del cableado de mando pueden ser muchas según que funciones “haga el CCM”, “haga el PLC” o “haga el propio equipo”, lo cual además dependerá de las propias capacidades intrínsecas del equipo.

Los criterios generales a seguir en estos casos serán:

- *Sea como fuere, se dispondrá siempre de un control **TOTALMENTE** desligado del PLC central (selector de campo en “Manual”). Solo actuarán el CCM y el autómata incorporado en el equipo.*
- *Siempre que sea posible, la comunicación del PLC con los equipos de campo será mediante bus de campo, en vez de cableado de señales analógicas y/o digitales⁸. Es decir, se debe evitar, en la manera de lo posible, la configuración “clásica” con señal analógica 4-20 mA para la consigna de funcionamiento que fuere (Hz, posición de la válvula, etc.).*
- *Sea como fuere, se ha de replicar siempre el comportamiento de la seta de emergencia con **parada inmediata del equipo y no rearme automático ante su rearme**, bien porque el equipo disponga de su entrada específica para esta función, bien porque a través de CCM se corte su alimentación. Esta actuación además se señalará al PLC de manera específica, es decir, la actuación de la seta de emergencia NO es defecto, es un estado independiente que se señala como tal (ver 4.4).*

2.1.1 Potenciales variantes. EXCEPCIONES al funcionamiento general.

Este documento está basado en los criterios anteriormente indicados. No obstante, en ciertos casos QUE DEBEN SER EXPRESAMENTE APROBADOS POR EL CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, pueden admitirse variaciones, bien por necesidades funcionales, bien por homogeneidad con instalaciones existentes.

⁸ No obstante hay que compatibilizar este diseño de enlace al PLC mediante comunicaciones, con el requisito de ofrecer además un funcionamiento independiente del PLC si el selector está en “Manual”. Por tanto, puede ser necesario llevar ciertas señales de manera cableada, (por ejemplo, el propio estado del selector “Manual – 0 – Automático”), para que el CCM como tal, es decir, el conjunto de relés e interruptores electromecánicos, se “comunique adecuadamente” con el equipo.

En general estas variantes serán más o menos las siguientes, que están correlacionadas con los puntos anteriormente descritos. Hay que tener muy en cuenta que las variantes de funcionamiento implican cambios en el cableado de mando y por tanto **afectan a los esquemas eléctricos de los CCM** además de a la programación.

1. Cambio en el comportamiento de la marcha.

- a. Modificación del selector de campo “Manual – 0 – Automático” con adición de botones de “Marcha” y “Paro”. Es decir, los equipos en Manual no arrancan automáticamente, debe pulsarse además un botón adicional (botón de un simple pulso). Esto implica además que, tras la existencia de un defecto o un enclavamiento, el equipo NO rearrancará a diferencia de lo expuesto en el criterio general. Lógicamente esto mismo deberá adecuarse en la programación para replicar su comportamiento en Automático (dentro y fuera de la secuencia).

NOTA sobre su aplicación y variante adicional:

Esta configuración con adición de los botones de “Marcha” y “Paro” suele ser habitual en bombeos importantes o motores de gran potencia para separar claramente el arranque de equipos y prevenir por seguridad el re-arranque no supervisado tras recuperación de fallos.

En el caso específico de bombeos independientes, además se suele exigir variantes respecto a la colocación del propio selector “Manual – 0 – Automático”:

- Si desde el CCM hay visibilidad del bombeo, se suele exigir la integración del selector de campo en el propio CCM. A pie de máquina solo queda la seta de emergencia.
 - Si desde el CCM no hay visibilidad del bombeo. Se suele requerir mantener el selector en el propio CCM, (no a pie de equipo), pero los botones de “Marcha” y “Paro” **se duplican**, existiendo tanto en el CCM como a pie de máquina junto a la seta de emergencia. Lógicamente los botones a pie de equipo solo estarán activos si el selector está en “Manual”, en cualquier otra posición no tendrán ninguna función.
- b. Sin necesidad de añadir los botones de “Marcha” y “Paro”, puede decidirse que los defectos resueltos no supongan el re-arranque automático del motor. Es decir, que por seguridad los defectos se comporten análogamente a la emergencia, es decir, que para que el equipo re-arranque haya que pasar por 0. Igualmente este comportamiento ha de replicarse en programación (dentro y fuera de secuencia), lo que supone que el estado final tras fallo sea “Paro” y su señalización, la de defecto.
2. Si se ha optado por la adición anterior de “Marcha” y “Paro”, ya no debe ser necesario pasar por 0 para poder re-arrancar tras desenclavar la seta puesto que en cualquier caso es necesaria intervención humana adicional.
3. Puede ser necesario que el paso del equipo entre “Manual” y “Automático” sea sin inhibir la orden de marcha. Esto supone emplear selectores de campo con solape, cambiar el orden a “0 – Manual – Automático” y los cambios en el cableado del mando que correspondan.

Asimismo, y sobre todo aplicable a equipos con variación de velocidad, serán necesarias adaptaciones en la programación y configuración de los propios variadores, (además del PLC), para que se “copie” la última consigna vigente entre estados, (es decir, que no haya cambios bruscos en la referencia de velocidad debidos a la “persistencia” de fuentes o consignas distintas en el modo “Manual” respecto del “Automático”).

4. Puede ser posible, (o incluso exigido por el Canal de Isabel II Gestión), llevar todas y cada una de las señales individuales de defecto al PLC. ⁽⁹⁾
5. En muy contadas ocasiones, y por tanto de manera **extremadamente excepcional**, y respondiendo en general a cableados insuficientes ya existentes en CCMs a modificar, se puede autorizar que el modo “Manual”, sea realmente *semiautomático*, porque algún tipo de proceso o señal tenga que pasar **siempre** por PLC.
6. Puede ser deseable, disponer de sistemas de mando de equipos con inversión de giro a través de botones que sí sean automantenidos¹⁰. Caso por caso se consultará a la dirección de obra como efectuar el mando.

Pueden existir 3 potenciales configuraciones en los botones de mando de los motores con inversión de giro:

1. La estándar, es decir botones no automantenidos.
2. Botones automantenidos (retenidos), es decir, que solo haya que pulsarlo una vez para iniciar la maniobra, quedándose el botón hundido. Volviéndolo a pulsar, se soltaría su retención y se pararía la maniobra.
3. Botones de un solo pulso (no automantenidos, pero retroalimentados) similares a los “Marcha / Paro” indicados en el punto 1.a. Es decir, se dispondrían botones de “Abrir”, “Cerrar” y “Paro”. Este último sería operativo para detener ambas maniobras.

El cambio de la tipología de los botones también tiene implicaciones en el comportamiento del equipo frente a los eventos de emergencia, defecto y enclavamientos:

1. El empleo de botones estándar, no automantenidos, (“tipo 1”) implica que:
 - El cableado “estándar” de la seta de emergencia requiere adicionalmente el paso por “0” en el selector de campo para su rearme por estandarización con el resto de equipos. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario dado que para el re arranque del equipo siempre es necesaria intervención humana adicional. Por tanto puede emplearse concomitantemente además la excepción 2.

⁹ Esta variante suele ir asociada a equipos de grandes potencias. En estos casos, en la Subpantalla de control correspondiente de cada equipo se deberán mostrar independizados los defectos de los que se disponga (ver pantallas de subcontrol genéricas en el apartado 4.9).

¹⁰ Por ejemplo en compuertas con grandes tiempos de apertura.

- Análogamente, la recuperación de defectos y enclavamientos nunca va a suponer rearranque automático del equipo a no ser que el operador esté a la vez presionando el botón de marcha correspondiente.
2. El empleo de botones automantenidos (“tipo 2”) implica que:
 - La seta de emergencia ha de cablearse de manera que su rearme requiera **SIEMPRE** un paso por 0 de selector “Manual – 0 – Automático” dado que se quedan pulsados. Por tanto, al desenclavar la seta, si no se cablea adecuadamente el mando, el equipo se podría poner directamente en marcha lo cual no es aceptable de ningún modo.
 - En general si no se establecen modificaciones adicionales al cableado de mando, la desaparición de defectos o enclavamientos supone la puesta en marcha automática del motor.
 3. Los botones de un pulso, (“tipo 3”) normalmente se disponen cableados como el caso de los botones adicionales de “Marcha – Paro”, (punto 1.a). Es decir, que las emergencias, los defectos y los enclavamientos paran definitivamente el motor hasta intervención humana adicional.
7. Puede ser posible que aparezcan otras configuraciones para las resistencias de caldeo. Una, hasta el momento muy frecuente en las instalaciones existentes, es que la resistencia de caldeo solo depende de la marcha o paro del equipo; no suele ser posible desactivar las resistencias de caldeo a voluntad.
 8. En ciertos casos **muy excepcionales**, se pueden permitir enclavamientos NO cableados que simplemente actúen cuando el equipo está en “Automático” es decir controlado por PLC/SCADA. Esto implicaría que en mando “Manual” no existirían.

En general esto solo se autorizará en casos de readaptación de sistemas antiguos, dado que la merma de seguridad de operación del equipo puede ser extremadamente importante.

No obstante la potencial EXCEPCIÓN autorizable que sí podría ser más común, es la aparición de enclavamientos adicionales en el mando “Automático” que no estén en el mando “Manual” porque sean per se difíciles de cablear y sean “menos críticos” para el equipo, por ejemplo:

- Enclavamientos por señales analógicas¹¹ que requiriesen de un conversor analógico digital específico.

NOTA IMPORTANTE: Si dicho enclavamiento fuese importante para la seguridad de la instalación o del equipo, por ejemplo la boya de mínimo que impide el funcionamiento en vacío de una bomba, **NUNCA** se aceptará esta excepción, debiéndose disponer del adecuado equipo que fuera necesario para permitir el enclavamiento cableado directamente al CCM.

¹¹ Por ejemplo valores máximos de nivel no obtenidos por boyas sino por nivel ultrasónico o temperaturas detectadas por sonda *analógica*.

- Enclavamientos por condiciones complejas difícilmente cabeables, por ejemplo que no puedan arrancar más de n equipos cuando en alguna cierta instalación relacionada se supere una determinada combinación de caudal y nivel. Estas condiciones normalmente aparecen de manera intrínseca en el funcionamiento por secuencia (y por tanto no son enclavamientos por sí mismos), pero en ciertos casos se puede decidir implementarlas como seguridad adicional al funcionamiento “Automático” *manual*, es decir, fuera de secuencia.
9. En ciertos casos, se puede admitir cableado de protecciones con la lógica inversa a la especificada (circuito cerrado con protección activa, circuito abierto con protección no activa. Generalmente esto se produce porque el elemento de “medición” no soporta la lógica opuesta.
10. En ciertos casos el Canal de Isabel II Gestión exige siempre contactor previamente la electrónica de potencia en cualquier caso. En este caso siempre habrá que garantizar que:
- La orden de marcha desde equipo parado conecta el contactor que energiza el equipo y da orden de marcha a la electrónica. Hay que tener en cuenta el mayor tiempo que puede transcurrir en el retorno de la confirmación de orden de marcha pues dicha electrónica debe inicializarse.
 - El paro del motor debe retirar la orden de marcha la electrónica de potencia y, claramente decalado en tiempo, desconectar el contactor. Es decir, antes de abrir el circuito se tiene que dejar tiempo al variador o arrancador a efectuar su correspondiente rampa de parada. No es admisible en ningún caso un paro sin rampa del motor por desenergización brusca del equipo¹².

No obstante, y dado que las variantes pueden ser infinitas, deberán ser analizadas con delicadeza en cada caso.

Se intentará en general acoplarse a la filosofía general del presente documento salvo que esté razonado y autorizado proceder en contra.

2.2 Funcionamiento fuera de secuencia

En este modo de funcionamiento el operador podrá poner en marcha o paro cualquier equipo de la instalación desde la pantalla local o SCADA, permaneciendo en el estado elegido hasta que se actúe para su parada, o ante la actuación de las protecciones de las que disponga.

Análogamente al comportamiento del modo “Manual” desde selector de campo, se debe programar este tipo de funcionamiento para que, en caso de recuperación de defectos/enclavamientos, el motor arranque inmediatamente, (es decir, que se mantiene el deslizador en la posición de “Marcha” en la pantalla/PLC/SCADA).

¹² No obstante hay que tener en cuenta que la actuación de la Seta de Emergencia sí debe generar parada instantánea del equipo, bien por orden diferenciada al variador o arrancador para parada SIN rampa, bien por apertura inmediata del contactor.

Lógicamente esto último no aplica a las EXCEPCIONES aprobadas en que se pueda decidir que se pasa a “Paro”, es decir, que el equipo no re arranque nunca solo (fundamentalmente se dará en bombeos o equipos de gran potencia o peligrosos).

Se recuerda que ante emergencia siempre se pondrá el equipo en “Paro”.

2.3 Funcionamiento en secuencia

2.3.1 Introducción de parámetros

El operario podrá modificar las variables del proceso desde pantallas o PC que se habilitarán a tal efecto. Todos los campos quedarán protegidos frente a la introducción de valores por error mediante sus correspondientes límites y códigos de acceso.

Desde las pantallas de proceso se accederá a las pantallas de introducción de parámetros (consignas) mediante un botón que se colocará a tal efecto en la parte superior derecha de cada pantalla.



Ilustración 2- Ejemplo botón consignas

En estas pantallas de consignas se mostrará igualmente una tabla en la que aparecerán listados los equipos que dispongan de resistencia de caldeo y en la que se podrá seleccionar la activación o no de esta funcionalidad.

2.3.2 Accionamiento equipos individuales

En las correspondientes subpantallas de control se podrán arrancar o parar motores mediante selectores que indicarán el estado del equipo.

Será preciso poder visualizar el estado de cualquier motor a la vez que se pulsan estos botones. Por programación se protegerán los equipos para que no arranquen si ello implica un riesgo, mostrándole al operador el riesgo asociado a su puesta en marcha. Para ello se mostrará una ventana de aviso como se comenta a continuación.

En el caso de doble sentido de giro, la marcha directa o inversa se realizará mediante dos pulsadores.

2.3.3 Ventanas de avisos

Cuando se proceda al cambio de estado de una máquina que esté incluida en un conjunto de elementos y para ello sea necesario manipular cualquier elemento manualmente, como puede ser una válvula, se avisará mediante una ventana de aviso de la acción a comprobar. Una vez reconocido el aviso por el operario el sistema continuará con la orden inicial. Si se cancela, se abortará la maniobra.



Ilustración 3- Ventana de avisos

2.3.4 Ventanas informativas de valores

Para todos los pozos, arquetas, depósitos, etc., donde exista un grupo de bombeo controlado por nivel analógico se presentarán en una ventana emergente los valores propios de la instalación. Mediante esta pantalla no se podrán modificar valores y será independiente de la pantalla de “consignas”. Todos los valores harán referencia a cotas relativas, tomando como “cero” la solera del pozo o depósito.

Descripción de los datos representados:

Salida analógica Medidor de nivel: Alarma superior, Prealarma superior, Prealarma inferior, Alarma inferior. Serán los valores definidos en la subventana de Instrumento correspondiente al medidor de nivel. Además, se mostrarán la altura máxima (asociación a 20 mA) y mínima (asociación a 4 mA) que determinarán el rango de medida del instrumento.

h alivio: cota en que se sitúa vertedero.

h guarda: cota de la guarda definida para la protección de las bombas.

h máx.: valor máximo del rango disponible para la selección de la consigna. Será menor que la cota de alivio.

h mín.: valor mínimo del rango disponible para la selección de la consigna. Será mayor que la cota de guarda.

Consigna: valor seleccionado para el control del nivel en el pozo.

Indicador de nivel: presentará la medida real registrada en el pozo o depósito en cm o en cm y porcentaje.

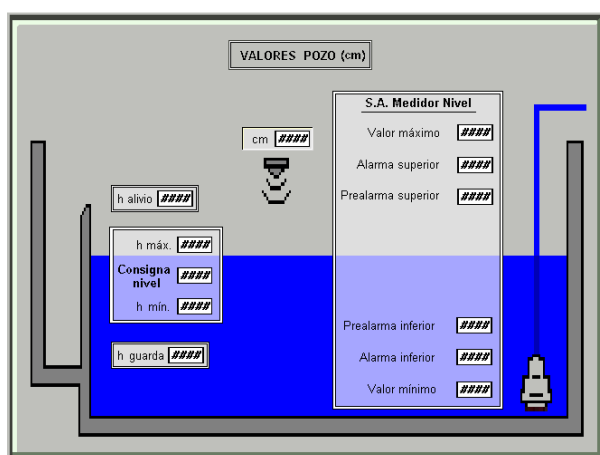


Ilustración 4- Subpantalla pozo elevación

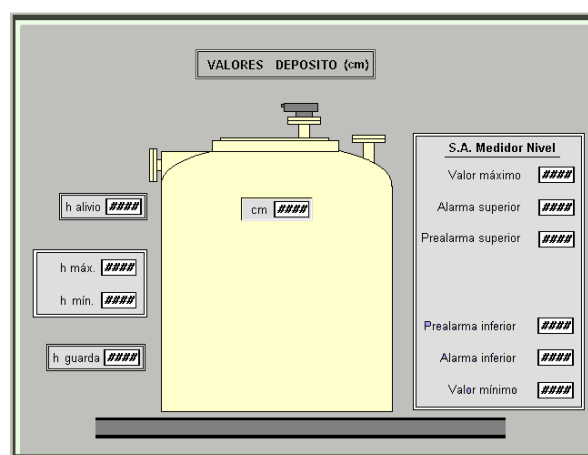


Ilustración 5- Subpantalla depósito reactivo

2.3.5 Comportamiento de consignas de tiempo nulo en secuencias

Como criterio general, siempre que en la duración de la fase de una secuencia se introduzca un valor 0, dicha fase se saltará completa.

Es decir, y como ejemplo típico aclaratorio: fase de lavado aire-agua en un filtro de carbón activo, que generalmente se salta es decir, se le asigna tiempo 0. No es admisible que en esta situación se comience la operación de lavado (operación de las válvulas que fueren) y nada más arrancar los equipos correspondientes (soplantes y bombas de lavado), se parendado que su tiempo se ha puesto en 0.

2.3.6 Temporización de fases en secuencias

Asimismo como criterio general los temporizadores que marcan la duración de las fases de una secuencia se iniciarán siempre cuando se han finalizado todas las labores de posicionamiento inicial de la misma. Es decir siempre se tratará de “tiempo efectivo” de la secuencia, no contándose como parte de dicha fase los periodos iniciales de ajuste que pudiera haber con cierre, apertura o posicionamiento de válvulas, aceleración de equipos, etc.

2.4 Accionamiento de secuencias globales

2.4.1 Generalidades y representación en el Supervisor

Algunas secuencias de funcionamiento que engloban a varios motores exigen la existencia de botones de activación de secuencia globales. Estos botones se situarán en la pantalla de proceso correspondiente y nunca tendrán prioridad sobre los deslizadores de activación de las secuencias individuales (ver el apartado 4.8.2). Es decir, un equipo que individualmente está fuera de secuencia **nunca arrancará** aunque se activase alguna secuencia global que lo incluya dado que a todos los efectos el equipo está fuera del control del PLC/SCADA.

La entrada en funcionamiento de la secuencia global se marcará con su correspondiente botón pulsado en verde. Esta señalización se mostrará en cuanto la secuencia comience, no esperándose a alcanzar su régimen estable. Es decir, y como ejemplo, si una secuencia primero arranca una serie de equipos, acelera otros, abre y cierra válvulas hasta que se alcanza una determinada configuración y entonces se dedica a maniobrar fundamentalmente la consigna de velocidad de unas bombas, no se espera hasta llegar a este estado final para señalar el estado de secuencia. Incluso desde que se comienza el arranque se considera que el sistema está en secuencia.



Ilustración 6- Botón de secuencia global

Aclaración: Hay que tener en cuenta que no existe una diferenciación estrictamente definida entre secuencia individual (local) y global, sino que realmente las secuencias locales pueden de hecho referirse a secuencias globales sencillas (es decir, involucrando a varios equipos):

- **Secuencia global implícita sin botón específico (solo deslizadores de secuencia local por equipo).** Podría ser el típico bombeo de agua de un pozo con varias bombas por control de nivel. En este caso en general no existirá, por no ser necesario, un botón para activación de la secuencia global. Dentro de la secuencia individual de cada bomba, lo que está programado realmente es “sumarse” a la secuencia global

implícita global que siempre está activa. Lógicamente, si no existe ningún equipo colocado en “Secuencia”, esta secuencia global implícita no tiene ningún tipo de actuación o expresión externa.

Siguiendo con el ejemplo: la secuencia global sobre todas las bombas que siempre está activa arranca y para y que las diferentes bombas en función de que:

- Sea necesario por el número de equipos que “demande” el nivel alcanzado (bien señalizado por boyas, bien por control del medidor de nivel).
- Dichos equipos estén “disponibles” para el automatismo, es decir, su selector de campo esté en “Automático” y su posición en pantalla/PLC/SCADA esté en “Secuencia”.

En general, se puede decir que, en el caso varias líneas de equipos en paralelo con funcionamiento sencillo, aunque su secuencia estrictamente sea global, se puede considerar como secuencias locales de cada equipo.

- **Secuencia global explícita con botón específico.** Como ejemplos: un bombeo más complejo que requiera además operar válvulas; el funcionamiento de una centrífuga que requiere coordinar además la bomba de alimentación de fangos, la bomba de fangos deshidratados, la dosificación de floculante, etc. En este caso puede ser necesario un botón explícito de entrada en secuencia porque no es fácil programar una secuencia implícita que vaya “incorporando equipos” según se pasen individualmente a “Secuencia” desde su correspondiente selector en pantalla. Por tanto será necesario programar una o varias “secuencia globales” claramente visibles.

A todos los efectos, las secuencias globales implícitas son equivalentes a secuencias individuales. Siempre que a lo largo del documento se efectúe una referencia a “Secuencia global”, se estará haciendo referencia a las secuencias globales explícitas que son lanzadas a través de un botón específico.

En general, los equipos que participan en secuencias globales carecerán de secuencia individual per se. La secuencia individual que suelen tener programada, y que se activa al colocar el equipo en “Secuencia”, es simplemente de “enlace”, es decir, consiste en “mantener el estado de funcionamiento inmediatamente anterior a entrar en secuencia, (marcha o paro; referencia de velocidad, posición, consigna etc.), quedando a la espera de que se active expresamente la secuencia global en que está incluido”. ⁽¹³⁾

¹³ Esto permite implementar el tránsito sin parada entre el funcionamiento manual (pero a través de PLC) y el funcionamiento en secuencia, tanto para equipos pertenecientes a secuencias globales como para equipos solo dotados de secuencia individual. (Más información a este respecto en el apartado 4.8.2 relativo al deslizador de selección “Marcha – Paro – Secuencia”).

La situación de que un equipo involucrado en una secuencia global tenga además una secuencia individual **real** se prevé muy esporádica y deberá contar con un estudio particular garantizar para la adecuada integración y coordinación entre ambas.

Tanto para este último caso esporádico, como para el más común de secuencia individual de “enlace”, la secuencia global siempre tiene prioridad sobre la secuencia individual, pero, como se ha indicado, **JAMÁS** tiene prioridad sobre el selector en pantalla de “Marcha – Paro – Secuencia”.

(Las notas a pie continúan en la siguiente página)

De la misma forma que se señalizará el estado de activación de las secuencias globales como se ha descrito anteriormente, se mostrará en pantalla todos aquellos equipos que se encuentren implicados en una secuencia global, estén o no activos en ese momento. Para su representación se empleará el siguiente icono (candado amarillo):

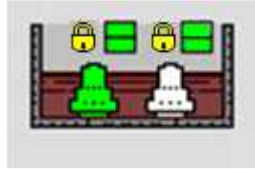


Ilustración 7- Equipos implicados en secuencia global

Esto tiene como objeto informar al operario que retirar dichos equipos de secuencia puede tener múltiples efectos colaterales.

La activación de secuencias globales tendrá en cuenta la disponibilidad de las máquinas implicadas. Si la secuencia no es posible porque no exista disponibilidad de máquinas implicadas, por estar fuera de secuencia, sin capacidad de marcha o porque no se cumplan las condiciones requeridas (por ejemplo nivel en algún depósito), se señalizará con un candado rojo como se muestra en la figura.



Ilustración 8- Imposibilidad de secuencia global

Ante la presencia de condiciones que impidan la ejecución de secuencias globales ha de decidirse caso por caso el comportamiento pudiendo existir en general dos criterios:

- El bloqueo de la secuencia (aparición del candado rojo) impide y detiene la secuencia (el botón de la secuencia se despulsa). Se correspondería con la Ilustración 8. Este sería normalmente el comportamiento a implementar en el caso de equipos críticos.
- La aparición de alguna de las condiciones de bloqueo bien deja la secuencia en espera o modifica su comportamiento. Es más, la modificación de la secuencia puede depender de cuál de las condiciones de bloqueo se ha activado. En este caso lo normal sería proceder de la siguiente forma:
 - La secuencia se queda activada (es decir el botón presionado y en verde).
 - La secuencia modifica su comportamiento como correspondiere (incluso llegando a parar y quedando en espera si así fuera necesario).
 - Se deben introducir tantas indicaciones adicionales como corresponda señalizadas con sus correspondientes candados rojos de forma que el operador sepa que bloqueo está existiendo sobre la secuencia.



Ilustración 9- Secuencia en espera o modificada por condiciones adicionales.

2.4.2 Interacción de la secuencia global con fallos y con marcha manual de equipos

La secuencia global debe ser robusta y responder adecuadamente, (arrancando equipos o líneas en reserva, o incluso parándose completamente si no hay otra alternativa), en los siguientes casos:

- Paro de máquinas por defecto, enclavamiento o emergencia.
- Paro de máquinas por actuación de un operador en su selector de campo “Manual – 0 – Automático”.
- Paro de máquinas por su selector en pantalla/PLC/SCADA “Marcha – Paro – Secuencia”.
- Pérdida de las señales de medida que se utilicen para monitorizar el proceso.

Si finalmente se produce la detención completa del proceso, según su complejidad y/o peligrosidad, así como según la posibilidad real de arranque automatizado del mismo, (ver más adelante), en cada caso habrá que decidir si la secuencia global se queda no obstante activa¹⁴, a la espera de que se recuperen las condiciones operativas, o bien se desconecta¹⁵, siendo necesaria su reactivación por un operador.

También hay que tener en cuenta que, además del paro de equipos, también se puede dar el caso de que haya mezcla de equipos en “Secuencia” con equipos en marcha *manual*, (bien a través de selector en campo, bien a través de pantalla/PLC/SCADA). Para cubrir este caso la programación de la secuencia global se hará de la forma más conservadora posible. Esto puede suponer incluso detenerla¹⁶ o no permitirla en esta situación. Es decir, hay que

¹⁴ Es decir, el funcionamiento absolutamente degradado con paro del sistema es, no obstante, otro de los “apartados” o “estados” de funcionamiento que haya programado dentro de la lógica de la secuencia. Se equipara esta situación a cualquier otro estado de funcionamiento “normal” de la secuencia. Desde el punto de vista de programación no existiría ningún tipo diferencia entre este estado y cualquier otro de la secuencia.

¹⁵ Es decir, se quita la selección de su correspondiente botón.

¹⁶ “Detener la secuencia” puede tener diferentes implicaciones según los casos y necesidades. En orden de incremento de su “dureza y contundencia”, se indican informativamente los siguientes grados:

1) Parar la lógica de la secuencia despulsando el correspondiente botón (Ilustración 6), y marcando la secuencia como enclavada (Ilustración 8), pero manteniendo los equipos en su último estado de marcha.

En este caso los equipos individuales pueden:

a) Bien mantenerse en “Secuencia”. En este caso para eliminar la imposibilidad de secuencia, al operario le bastará eliminar la marcha manual de los equipos que fuere. Una vez hecho esto, la secuencia podría volver a lanzarse con su correspondiente botón.

b) Bien pasarse a “Marcha” o “Paro” según corresponda. En este caso para volver a habilitar la secuencia, no solo se tendrá que corregir los equipos que se hubieran pasado a marcha manual, sino la totalidad de los involucrados en la secuencia global.

En este caso el PLC actuaría automáticamente sobre su correspondiente deslizador, (ver apartado 4.8.2).

(Las notas a pie continúan en la siguiente página)

analizar el potencial comportamiento de la secuencia programada en el PLC si se encontrase “peleándose” contra un operador humano. Se insiste que, ante la más mínima duda del comportamiento de una secuencia global en estas circunstancias, se adoptará la solución conservadora de detenerla y no permitirla hasta que dejen de existir equipos en marcha en régimen *manual*.

2.4.3 Integración del proceso de arranque en la secuencia global

En general, la secuencia global normalmente incorporará el proceso de arranque desde sistema parado, dado que, según como se opere el selector de pantalla, el paso a “Secuencia” ha podido efectuarse tanto desde “Paro” como desde “Marcha”.

No obstante, por complejidad y/o peligrosidad en la automatización de las maniobras de arranque, puede que se requiera siempre efectuar estas por un operador, (es decir, en manual en equipo por equipo y siguiendo el proceso que fuere necesario), para lanzar con posterioridad la secuencia global.

En este caso la secuencia global no incluirá su proceso de arranque sino tan solo su mantenimiento. La secuencia permanecerá “enclavada”, (Ilustración 8), y no se podrá activar, en tanto en cuanto no se cumplan las condiciones de marcha y/o estado de equipos y medidores que fueren necesarias.

Además, es más que probable que sea necesario, no solo que dichos equipos estén en marcha, sino que además *todos ellos* se hayan posicionado previamente en “Secuencia” local para evitar potenciales conflictos con operadores humanos¹⁷.

2.5 Rotación de equipos

En el caso de existencia de varios equipos en paralelo, (o incluso varias líneas de equipos en paralelo), entre los cuales pueda plantearse rotación de equipos para compensar tiempo de funcionamiento entre ellos, se programará como parte de su secuencia el siguiente criterio de rotación. Los parámetros que lo definen (tiempos y categorización de equipos) se incluirán en la pantalla de consignas correspondiente al proceso que se tratare.

2.5.1 Clasificación de los equipos y parámetros de la rotación.

Los equipos en secuencia se distribuirán en los tres grupos siguientes:

-
- 2) Además del paro de la lógica de la secuencia, proceder a parar realmente los equipos, (o parte de los mismos), englobados en ella. De nuevo existiría la alternativa de mantener o no individualmente los equipos en “Secuencia”.

En general bastará con adoptar la solución 1), (con o sin salida de las “Secuencias” locales), dado que la parada completa del sistema puede presentar implicaciones colaterales mayores.

¹⁷ Es decir, la imposibilidad de programar una secuencia automatizada de arranque en un proceso suele ser un claro indicador de la complejidad en la gestión del mismo y, por tanto, ser un síntoma claro de que va a ser imposible programar una adecuada gestión segura del potencial conflicto del funcionamiento de la secuencia con la intervención de un operador humano (ver apartado 0).

1. Equipos primarios. Serán aquéllos que entrarán en funcionamiento con prioridad sobre los demás, siempre y cuando no estén enclavados por no haber transcurrido el tiempo mínimo entre arranques.
2. Equipos secundarios o “reservas activas”. Serán aquéllos que ante demandas de funcionamiento, solamente pasarán a funcionar si no existen disponibles equipos primarios, siempre y cuando no estén enclavados por no haber transcurrido el tiempo mínimo entre arranques.
3. Equipos enclavados por arranques a la hora. Serán aquéllos equipos primarios o secundarios que se encuentran esperando a que transcurra su tiempo mínimo entre arranques. Con este grupo se evitará que los equipos superen un número de arranques a la hora.

Consignas involucradas en la secuencia de funcionamiento:

- Contador de tiempo. Se utilizará el contador parcial ya existente para control de motores; no es necesario introducir ninguna nueva consigna o contador específico a este efecto. Ver apartado 4.9.
- Tiempo mínimo entre arranques. Consigna igual para todos los equipos de una misma secuencia, que servirá para quitar prioridad de arranque a aquellos equipos que no lleven sin funcionar este tiempo. Se mostrará en la pantalla de consignas del proceso. (Implica lógicamente la programación de contadores internos de tiempo desde último paro para todos y cada uno de los motores).
- Tiempo máximo de funcionamiento continuo de un equipo. Consigna igual para todos los equipos de una misma secuencia, que servirá para detener un equipo siempre y cuando haya equipos primarios que puedan entrar a sustituirle. Se mostrará en la pantalla de consignas del proceso. (Implica lógicamente la programación de contadores que registren el tiempo de marcha desde último arranque para todos y cada uno de los motores).
- Tiempo por rotación forzada. Consigna descriptiva de una secuencia, que servirá para forzar un arranque de todos los equipos primarios y secundarios que no estén enclavados por tiempo mínimo entre arranques. El objeto de éste es no dejar equipos estáticos demasiado tiempo. Se mostrará en la pantalla de consignas del proceso. (Implica lógicamente la programación de un contador global por grupo de motores que registre el tiempo acumulado de funcionamiento desde la última rotación forzada, sea cual sea el motor activo).

2.5.2 Funcionamiento

2.5.2.1 Prioridades en las rotaciones de máquinas

La priorización de los equipos a entrar en funcionamiento será, primero los equipos primarios no enclavados por tiempo mínimo entre arranques. En caso de no haber más equipos disponibles de los necesarios, se pasará a comprobar disponibilidad de equipos del grupo de los secundarios no enclavados por tiempo entre arranques.

Las entradas/salidas de estos equipos se realizarán comprobando su contador de tiempo parcial de funcionamiento. Arrancarán aquellos equipos cuyo contador parcial sea menor y pararán aquéllos cuyo contador parcial sea mayor.

Si se llegase al caso de que se agotarán los equipos primarios y secundarios disponibles, y fuera necesario otro equipo, se arrancaría aquél al que le quedará menos tiempo para alcanzar su tiempo mínimo entre arranques.

Existirá en la pantalla de consignas de cada proceso una tabla con todos los equipos implicados en la misma sobre la que se podrá asignar a cada equipo su carácter de primario o secundario.

2.5.2.2 *Desactivación de un equipo por tiempo máximo de funcionamiento*

Si un equipo alcanzase su tiempo máximo de funcionamiento continuo, el sistema tratará de pararlo siempre y cuando previamente haya disponible un equipo primario. Se valorará en la fase de obra si previo al paro del equipo se arrancará el sustituto o se detendrá el equipo activo previamente al arranque del otro.

2.5.2.3 *Rotación de equipos para evitar su deterioro por ausencia de funcionamiento*

Transcurrido el tiempo de rotación forzada se rotarán los equipos disponibles sin importar su carácter de primarios y secundarios. Los arranques y paradas se harán cuando así lo demande el proceso. Si llegado a este tiempo ya existiesen equipos funcionando, se tratarán como si ya hubiesen cumplido esta premisa, aplicándose al resto un orden arranque ascendente según su TAG.

2.6 Instrumentación

El operario de nivel Alto (ver el apartado 9) podrá modificar y visualizar desde el sistema de supervisión, sin necesidad de entrar en la configuración del sistema, los siguientes valores¹⁸:

Rangos de las señales analógicas en unidades de ingeniería.
Peso de los pulsos de totalización en el caso de los caudales.
Límites de alarma y prealarma.

Se protegerá el sistema para que no se produzcan errores debidos a la introducción de valores erróneos por parte de los operarios. Ejemplo, alturas y temperaturas negativas, alturas de consignas mayores que valores máximos...

Se representarán indicadores compuestos por el valor instantáneo y las unidades de ingeniería sobre las distintas pantallas.

Las unidades de medida serán:

Caudales: m³/h, m³/s, l/s o l/min
Caudales másicos: kg/h, kg/s o kg/min
Niveles: cm o %
Temperatura: °C
Turbidez: NTU
Oxígeno: mg/l o ppm
Redox: mV
Reactivos: mg/l o ppm
Velocidad de equipos: Hz, o bien, rpm equivalentes

¹⁸ Sobre todo las dos primeras, son extremadamente importantes para poder adaptar fácilmente el sistema ante cambios de equipos en campo sin que se afecte la programación global de la planta.

Potencias: kW
Intensidades: A
Tensión: V

3 TRATAMIENTO DE SEÑALES. ESTANDARIZACIÓN

3.1 Introducción

Este apartado tiene por objeto establecer una estructura básica “**a alto nivel de abstracción**”, sobre las señales existentes en planta, así como su organización, en aras de simplificar principalmente la generación de informes (apartado 8), aunque también se pueda aplicar a otros campos como por ejemplo las propias pantallas de control. Con la aplicación estas bases se garantiza un tratamiento estándar a las distintas señales de la instalación, liberando de tener que programar numerosos casos especiales según se requieran informes de una u otra, o según las diversas tipologías de magnitudes físicas representadas.

Para ello, asociados a cada variable, consigna o señal, se definen a continuación una serie de parámetros, variables asociadas auxiliares o campos que regulan su comportamiento. A lo largo de este documento se denominará a estos parámetros auxiliares como “**metadatos**”, pero sin pretender ninguna significación relativa de base de datos, ni contradecir a cualquier otra denominación que aspectos similares puedan tener en los sistemas comerciales que se empleen.

Por ejemplo, uno de los metadatos definidos es **UNIDAD** y contiene el texto de las unidades de esa señal. Ello permite que cualquier pantalla o informe sea único. Bastaría leer este campo o metadato y escribirlo en el correspondiente informe o pantalla, en vez de tener una colección de los mismos casi iguales salvo por textos como “m”, “A” o “kW”. Es decir, se desliga la programación de informes o pantallas del contenido particular mostrado por cada uno.

Los metadatos que se describen a continuación serán en general adicionales a los que de por sí se suelen tener en programación como el propio “Tag” (el nombre interno de la variable), “Descripción” (el nombre largo explicativo de la variable), o cualquier otro.

La codificación, programación y alcance concretos de estos metadatos dependerá de la plataforma empleada en cada implementación. Así pues pueden existir plataformas que presenten de por sí metadatos similares a los aquí indicados (independientemente de la denominación que presentaren según cada fabricante), otros sistemas permitirán su codificación como metadatos adicionales a los que ellos incluyan por defecto, y en otros sistemas más básicos tendrán que codificarse mediante tablas de variables adicionales o mediante cualquier otro método auxiliar.

Además hay que tener en cuenta que, en el conjunto del sistema de automatización, cada metadato en concreto no es necesario a lo largo de todos sus componentes de hardware, sino solo allí donde “su significado” tenga aplicación. Es decir y aún anticipando contenidos:

- **Programa de PLCs** (secuencias de funcionamiento, tratamiento de señales de campo). Para las necesidades puras de este parte, la gran mayoría de los metadatos descritos carecen de sentido. Tan solo los metadatos directamente asociados con el tratamiento de señales (**4 mA**, **20 mA**, **TAMAÑO PULSO** y **FILTRADO**) son de aplicación en este ámbito.

- **Pantallas y/o SCADA¹⁹ (es decir, sistemas de interfaz humana o HMI).** En este caso, en general, solo los metadatos asociados a la visualización directa de datos tienen sentido (**UNIDAD** y **Nº DECIMALES**), pero no los asociados al tratamiento de señales puesto que en los sistemas HMI no se realiza dicho tratamiento.
- **Sistema de generación de informes y/o gráficas.** En este caso, además de los aplicables a Pantallas y SCADA cobran sentido el resto de metadatos empleados.

Al final del apartado en el punto 3.5, se incluye una tabla resumen para facilitar la consulta.

Siguiendo con el criterio ya indicado de que lo indicado en este apartado es un análisis “a alto nivel de abstracción”, los programadores podrán igualmente replicar la programación de los metadatos en todos los componentes de hardware existentes en la planta o bien solo en donde sean estrictamente necesarios siempre que se garantice su comunicación al ámbito concreto en que sí sea necesario²⁰.

3.2 Tipos de señales/variables existentes en planta. Metadato **TIPO**

Como base a todo lo que sigue a continuación, se categorizan a continuación los tipos de señales que pueden presentarse en planta.

El tipo de señal es el dato fundamental para su tratamiento dado que las clasifica totalmente. En lo que sigue se supone que las señales dispondrán de su correspondiente metadato **TIPO**, asignando a cada una un valor índice convencional y arbitrario.

En función del **TIPO** de cada variable, se deben tomar acciones diferentes pues se trata de por sí de variables de diferente naturaleza.

3.2.1 Digitales de estado (OFF/ON). **TIPO 1**

La inmensa mayoría de las señales digitales se encuadran en este tipo. Las señales de marcha/paro, defecto, boyas, finales de carrera, etc., se tratan de señales OFF/ON, (o 0/1, o falso/verdadero), en que el valor ON (1 o verdadero) indica que algo está ocurriendo. Se trata por tanto de variables “booleanas” según la terminología usualmente empleada en programación.

Este tipo de señales carecen de unidades de medida y sobre ellas tiene sentido efectuar los siguientes cálculos:

- Tiempo activada (tiempo de marcha de un equipo, tiempo de defecto, tiempo que una válvula está cerrada, tiempo sin agua en un depósito según señalice

¹⁹ Entendiendo SCADA en su versión restringida, es decir, “software de visualización” sin ningún tipo de capacidad de proceso adicional.

²⁰ Es decir, aunque el SCADA de por sí no requiera del metadato **FILTRADO**, dado que solo es necesario para el primer proceso de la señal recibida en el PLC, dicho metadato se va a introducir a través del SCADA con su correspondiente pantalla (ver apartados 4.9.5 y 4.9.6). E igualmente si se introdujera desde una de las pantallas locales sus valores también acabarían reflejados en el SCADA.

su boya de mínimo, etc). Sería simplemente la evaluación del tiempo que la señal o variable ha estado en ON (1) dentro de un determinado periodo.

- N° de maniobras. Sería contar el número de veces que se ha cambiado desde OFF (0) a ON (1) dentro de un periodo determinado.

Como caso especial, que requiere un proceso adicional, cabe mencionar el uso de variables convencionales para informar de estados complejos. Por ejemplo, una variable con denominación (Tag) “Estado_secuencia” que almacene un índice con la referencia del modo de funcionamiento que presente una determinada secuencia global. Supóngase que tenga los siguientes valores y significados:

- 0. Parada.
- 1. Actuando de una determinada forma, por ejemplo por presión.
- 2. Actuando de otra forma, por ejemplo por nivel.
- 3. Actuando de otra forma, por ejemplo en parada programada.

En este caso, para poder estandarizar y utilizar informes genéricos, deberán generarse “n” señales digitales asociadas tipo ON/OFF según el ejemplo siguiente, aunque en el programa principal del proceso se siga empleando tan solo la variable “Estado_secuencia”:

- “Estado_secuencia_1”. ON (1) cuando “Estado_secuencia” esté en 1. OFF (0) en el resto de los casos.
- “Estado_secuencia_2”. ON (1) cuando “Estado_secuencia” esté en 2. OFF (0) en el resto de los casos.
- “Estado_secuencia_3”. ON (1) cuando “Estado_secuencia” esté en 3. OFF (0) en el resto de los casos.

También es importante indicar que, para permitir la adecuada supervisión de estados significativos del sistema, además de las señales digitales que intrínsecamente pudieran existir por cada equipo o proceso, se deberán crear, al menos, las siguientes:

- **Funcionamiento en marcha y secuencia.** Es decir calculada con la operación lógica “Marcha en secuencia” = “Marcha” AND “En secuencia”, dentro de cada equipo.
- **Defecto genérico del equipo.** Será aplicable a equipos con defectos separados ya que los restantes ya se dispone de ella cableada, (ver EXCEPCIÓN 4 descrita en el apartado 2.1.1), es decir:
“Defecto” = “Defecto 1” OR “Defecto 2” OR ... OR “Defecto n”
- **Equipo no disponible.** Es decir, “Equipo no disponible” = “Defecto” OR “Emergencia”.
- **Equipo enclavado.** Es decir, si está activada alguna de las diferentes protecciones (conjunto de señales también TIPO 1) que impiden que el motor pueda arrancar (ej. boya de mínimo) se generaría valor ON en esta señal. En general supondrá replicar, dentro del PLC, la “lógica cableada” de enclavamientos existente en el CCM.
- **Equipo en secuencia global.** Se codificará una variable digital que tomará valor ON cuando dicho equipo se encuentre en secuencia y a la vez esté implicado una secuencia global **expresamente activada** (es decir, con su correspondiente botón de activación, no mediante una potencial secuencia global simple implícita; ver apartado 2.3.5 para la distinción entre ambas).

- **Línea no disponible.** En caso de equipos en línea *sin posibilidad de bypass*²¹ se codificará la no disponibilidad de toda la línea por causa de alguno de sus equipos individuales, es decir:
 “Línea no disponible” = “Equipo 1 no disponible” OR
 “Equipo 2 no disponible” OR ... OR “Equipo n no disponible”
- **Secuencia global no disponible.** Asociada a cada secuencia global, se codificará una señal cuando esta no pueda ser activada bien porque no están disponibles los equipos necesarios bien porque no se cumplen las condiciones intrínsecas necesarias. Se correspondería con la señalización específica indicada en la Ilustración 8 del apartado 2.3.5.

Esta lista de señales/variables extra puede ser ampliada según necesidades particulares de cada planta o proceso.

3.2.2 Totalizadores o Contadores. TIPO 2

Este tipo de variables siempre se corresponden con cálculos de algún PLC o autómatas, bien el principal, bien el intrínseco de cualquier equipo de medición. A su vez, estas señales pueden generarse, bien a partir de datos propios, bien a partir de pulsos (entradas digitales pulsadas)²².

Estas variables se caracterizan por:

- Presentan unidades. Para caracterizar el texto asociado a dichas unidades se empleará el metadato **UNIDAD**, donde se guardará, por ejemplo, “m³”.
- Lógicamente, la programación estará ajustada para que, en caso de “cuenta de pulsos”, esta esté efectivamente bien hecha. Es decir, si la variable se registra en m³ pero cada pulso que se recibe son 50 l/s, se da por supuesto que la adecuada conversión se ha efectuado previamente. Para ello, si intrínsecamente no se dispone de dicho parámetro se adoptará el metadato **TAMAÑO PULSO**.
- Presentan un **Nº DECIMALES**. Con objeto de mostrar sus valores con un adecuado número de decimales, se guardará dicho parámetro en un campo auxiliar²³.
- Los cálculos que tiene sentido efectuar sobre ellas en un determinado periodo de tiempo son:
 - Indicación del valor inicial y final.
 - Por simple diferencia, obtención de la variación que se ha producido.

²¹ Por ejemplo, una bomba y sus válvulas de aspiración e impulsión, o bien una centrífuga y las bombas de alimentación de fangos a deshidratar, de impulsión de fango deshidratado y la dosificación de polielectrolito.

²² Ejemplo típico: la totalización de volumen efectuada y señalizada por un caudalímetro mediante pulsos digitales generados cada cierta cantidad volumen trasegado, adicionalmente a la propia medida de caudal.

²³ Por ejemplo, para dos totalizadores de volumen en m³ en los que uno mida grandes volúmenes y el otro pequeños, el primero tendría el valor 0 como número de decimales y el segundo, por ejemplo 2, para reflejar las cantidades de 10 en 10 litros, independientemente de que en ambos casos cada pulso de señalización pudiera tener el mismo valor.

3.2.3 Medidas no asociadas a flujos. *TIPO 3*

Este tipo es el directamente asociado a señales analógicas de campo, (o bien ya digitalizadas y retransmitidas por comunicaciones), por ejemplo nivel en un depósito, presiones, diferencias de potencial, pH, pesos, conductividades, etc.

Se excluyen de este tipo, (y se engloban en el siguiente), las señales de medidas correspondientes a flujos, es decir, medición de cualquier magnitud física por unidad de tiempo.

Estas variables se caracterizan por:

- Presentan unidades. Para caracterizar el texto asociado a dichas unidades se empleará el campo **UNIDAD**, donde se guardará por ejemplo “cm” en un nivel.
- Presentan igualmente **Nº DECIMALES**.
- Análogamente a los pulsos de las *TIPO 2*, hay que definir el rango de equivalencia de la señal 4-20 mA analógica. Para ello, si intrínsecamente no tuviera habilitados campos similares, se definirán dos metadatos adicionales **4 mA (LÍMITE MÍNIMO)** y **20 mA (LÍMITE MÁXIMO)**, en que se registrarán los valores de la señal en unidades de ingeniería asociados a los valores extremos de la señal analógica.
- Los cálculos que tiene sentido efectuar sobre ellas en un determinado periodo son:
 - Indicación del valor mínimo y máximo alcanzado dentro de dicho periodo.
 - Cálculo del valor medio en dicho periodo.

3.2.4 Medidas asociadas a flujos. *TIPO 4*

Como se ha indicado, son completamente similares a las *TIPO 3*, pero al tratarse de mediciones por unidad de tiempo, tiene sentido efectuar la totalización o integración temporal de las mismas además de todo lo indicado en el apartado 3.2.3. Es decir, a partir del dato de caudal de ofrecido y registrado desde un caudalímetro (m^3/s) tiene sentido proceder al cálculo del volumen (m^3) trasegado, además de simplemente indicar sus valores medio, mínimo y máximo en un determinado periodo.

De hecho, muchas veces, asociada a una señal de flujo, el propio aparato de medición ya da una señal totalizadora *TIPO 2* ⁽²⁴⁾. Esto permite que la información sobre dicha magnitud totalizada se muestre bien por:

- Operación y análisis sobre los datos ofrecidos ya totalizados por el aparato de medida. Operación sobre la variable *TIPO 2*.
- Cálculo por deducción respecto de la magnitud de flujo igualmente ofrecida por el aparato de medida. Operación directa sobre la variable *TIPO 4*.

Con ello se puede tener una doble comprobación. No obstante, conviene indicar que suele ser común que, o bien el instrumento no dé la totalización directamente, o bien esta no se lleve al PLC. Pero no obstante **siempre** se podrá obtener la totalización derivada de la propia magnitud de flujo.

²⁴ Como ya se ha indicado antes, el ejemplo típico es un caudalímetro que informe tanto del caudal (señal de flujo) como del volumen trasegado (totalización).

Como referencia, entre las señales más comunes de flujo cabe indicar:

- Caudales.
- Caudales máxicos.
- Potencias. Su integración ofrece las energías consumidas en cada zona.
- Intensidades eléctricas. Su integración ofrece la carga eléctrica que, si bien en general carece de interés práctico, puede ser interesante para baterías, donde puede ser un índice del incremento o decremento en su nivel de carga; (en general en todas las baterías se ofrece su capacidad en Ah como una de sus características técnicas).
- Velocidades. Su integración ofrece la longitud de avance de lo que sea, que puede ser interesante en ciertos casos.
- Velocidades angulares (rpm por ejemplo). Su integración ofrece las vueltas dadas que puede ser interesante en ciertos casos.
- Frecuencias (Hz = ciclos/s). Su integración ofrece el nº de ciclos efectuados en un determinado periodo que puede ser interesante en ciertos casos.

Estas señales son las más complejas y las que requieren mayor cantidad de metadatos asociados para poder permitir un tratamiento homogéneo y estándar de las mismas, sea cual sea el fenómeno físico al que estén asociadas, así como las unidades que se empleen. Esto se debe a que:

1. Según magnitud física, o incluso tamaño de la medición dentro un mismo tipo de magnitud física, la unidad base temporal puede ser distinta. Por ejemplo en caudales es muy frecuente emplear m^3/h , pero también m^3/s , l/s , o incluso l/min si se trata de medidas de reactivos.
2. Al totalizar, algunas veces se cambia la base temporal y otras no, por lo que la forma de integrar no es exactamente la misma. Por ejemplo, en caudales en m^3/s se suelen obtener volúmenes m^3 pero, de kW o A, no se suelen requerir kJ o C, que sería lo equivalente “matemáticamente”, sino kWh o Ah.
3. Al totalizar, algunas veces conviene acumular en medidas mayores. Por ejemplo, una totalización de caudales l/s puede dar volúmenes tan grandes en l que se prefiera obtener directamente m^3 .

Para tratar fundamentalmente estos problemas de manera que el proceso de las señales de flujo sea único independientemente de las unidades empleadas tanto en ellas como en su totalización, se detalla apartado 3.3.

3.2.5 Consignas, variables internas y salidas del autómata.

Los parámetros o variables que se empleen para almacenamiento de consignas, variables internas o señales de salida del autómata, son, en principio, completamente equiparables a las señales reales de medidas con un *TIPO* análogo según su naturaleza particular.

Por tanto para poder permitir su registro en gráficas o en informes, y salvo que el software o hardware empleado ofrezca métodos específicos con funcionalidad equivalente a la requerida en este documento, se codificarán como si fueran señales de campo con el *TIPO* adecuado.

Ejemplos:

- La decisión de arrancar una determinada consigna, o de realizar, o no, una determinada acción específica, es asimilable a estados OFF/ON (variable *TIPO* 1).

- La consigna del nivel a alcanzar en un depósito, los Hz en los que se tiene que posicionar un motor con variador, o el tanto por ciento de apertura deseado en una válvula, etc. son totalmente asimilables a variables *TIPO 3* o *4* según se correspondan o no con magnitudes de flujo.
- Como ya se ha indicado en el apartado 3.2.1, los estados complejos pueden ser recogidos en variables *TIPO 2*, (o también en *TIPO 3*) aunque puede que los cálculos y resultados deducidos sobre ellos carezcan de ningún tipo de sentido real.

Obviamente, el resultado de la consulta sobre estas variables (consigna de nivel a mantener en un depósito), reflejará el comportamiento *deseado* en el sistema, mientras que el resultado sobre las medidas efectivas, (el medidor de nivel de dicho depósito), indicará el comportamiento *real* obtenido.

3.3 Valor medio en medidas analógicas. Totalización unificada de variables de flujo

La generación de valores medios y/o totalización a partir del registro histórico de los valores de las variables de flujo se emplea principalmente para la generación de informes. Es decir, en el PLC, pantallas y SCADA puro, estas operaciones no se suelen realizarse puesto que normalmente en estos ámbitos solo se trabaja con los valores *instantáneos* de las diversas señales y variables del sistema. No obstante podría haber casos concretos en que las consideraciones que a continuación se indican pudieran ser aplicables también a estos ámbitos.

En lo que sigue se va a partir siempre del cálculo de la magnitud media de la variable, dado que este cálculo es independiente de las unidades en que se almacene y del potencial conflicto entre las unidades de tiempo.

Por tanto es labor básica que, bien como función intrínseca ya presente en el sistema, bien como función añadida, se incorpore un adecuado cálculo de media a partir del registro de valores en el tiempo que correspondiere. De hecho, esta función va a ser necesaria para los informes incluso en las señales *TIPO 3*, no correspondientes a flujos totalizables, dado que siempre se exige mostrar el valor medio.

Aclaración: Se recuerda a continuación como calcular adecuadamente el valor medio de una serie de datos.

Hay que tener cuidado porque la función utilizar es la **media ponderada** según el lapso de tiempo a que se refiere cada registro, es decir:

$$A_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot \Delta t_i)}{\Delta t}$$

Donde:

| | |
|--------------|--|
| A_{med} | Valor medio de la magnitud A en el periodo Δt |
| A_i | Cada uno de los registros de la magnitud A (el correspondiente al periodo i). |
| Δt_i | Duración asociada al periodo i . |
| n | Nº de periodos, y por tanto de registros de A existentes en el periodo global Δt . |
| Δt | Periodo global en el que se quiere obtener la media. Por tanto: |

$$\Delta t = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

La **media simple** de los valores, es decir,

$$A_{\text{med}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i)}{n},$$

solo se puede aplicar **en el caso de que todos los periodos de registro (Δt_i) sean iguales entre sí.**

Se hace hincapié en esta última observación porque, si la plataforma de software y hardware empleada ofrece intrínsecamente el cálculo de la media de los valores, este solo se puede utilizar si se comprueba que:

- Se trata de media ponderada.

O bien

- Se trata de media simple pero el registro de valores se efectúa SIEMPRE en tiempos equidistantes.

O bien

- A pesar de no cumplirse las condiciones anteriores se comprueba que ambos cálculos dan el mismo resultado dado que para series largas de datos, los diferentes pesos temporales tenderán a compensarse entre sí. Esta última situación ha de corroborarse CASO POR CASO, dado que dependerá estadísticamente de que así se confirme en cada variable.

En cualquier caso se puede comprobar que, al aparecer el tiempo a la vez en el denominador y el numerador, el cálculo de la media es siempre independiente de las unidades empleadas en las diferentes magnitudes. Siempre presentará las unidades de ingeniería asociadas a la magnitud origen.

Una vez que se ha calculado correctamente la media, a partir de ella se puede proceder a totalizar de manera sencilla. En lo que sigue a continuación, se va emplear un ejemplo con caudales (variable Q) que se totaliza o integra en volumen (V) con objeto de clarificar el planteamiento, aunque lógicamente es extrapolable a cualquier otra magnitud física de flujo.

Siempre que se empleen unidades homogéneas (es decir, uso de las mismas unidades en todas las magnitudes involucradas), se cumple que:

$$V = Q_{\text{med}} \cdot \Delta t$$

Donde:

| | |
|------------------|--|
| V | Volumen (magnitud totalizada). |
| Q_{med} | Caudal medio (valor medio de la unidad de flujo adecuadamente calculado tal como se acaba de indicar). |
| Δt | Valor del periodo de tiempo transcurrido durante el que se quiere totalizar Q para obtener V. |

Por tanto, esta es la fórmula a emplear para obtener la totalización de las variables de flujo una vez que se corrija adecuadamente para contemplar la utilización de unidades no homogéneas en las diferentes magnitudes.

El primer paso a efectuar es la homogeneización de las unidades de tiempo empleadas entre Q y Δt , (el caso nº 1 de los indicados al final del apartado 3.2.4). Es decir, según cada variable de flujo considerada, esta vendrá dada con una determinada unidad temporal asociada que además no tiene por qué corresponderse con las unidades temporales que utilice el PLC/SCADA al evaluar Δt .

El valor de Δt se obtiene normalmente por simple diferencia del tiempo inicial y final que corresponda. Este tiempo, según como lo considere y haya almacenado el sistema, tendrá unas determinadas unidades. Denominaremos a esas unidades, **unidades de tiempo estándar**, dado que serán únicas para todo el sistema y dependientes solamente de la plataforma y programación utilizadas.

Para que la fórmula anterior sea válida en cualquier caso, basta simplemente con añadir un parámetro adicional:

$$V = \frac{Q_{med} \cdot \Delta t}{K_Q}$$

Donde:

K_Q . Relación entre las unidades de tiempo empleadas en la variable Q respecto de las unidades de tiempo estándar.

Ejemplos:

- Si la unidad de tiempo estándar son ms y Q está en l/s, $K_Q = 1.000$.
- Si la unidad de tiempo estándar son min y Q está en l/s, $K_Q = 1/60 = 0,01666667$.
- Si la unidad de tiempo estándar son s y Q está en m³/h, $K_Q = 3.600$.
- Si la unidad de tiempo estándar son s y Q está en l/s, $K_Q = 1$.
- Si la unidad de tiempo estándar son s y Q está en l/min, $K_Q = 60$.

Esta constante K_Q es característica de cada magnitud de flujo. Por tanto, ha de codificarse como otro metadato o campo asociado a la misma además de los ya indicados en 3.2.4. No obstante esta magnitud es **invariable** una vez que se han escogido las unidades de ingeniería de Q , es decir, que el programador solo la ha de registrar una vez.

Tras haber efectuado esta corrección por K_Q , V estará ya correctamente calculado, pero aparecerá expresado en las mismas unidades que tuviera Q . Es decir, y como ejemplos:

- Si “ Q ” está en m³/s o en m³/h, entonces V estará en m³ en ambos casos.
- Si “ Q ” está en kW = kJ/s, entonces V estará en kJ.
- Si “ Q ” está en A = C/s, entonces V estará en C.
- Si “ Q ” está en rpm = vueltas/min, entonces V estará en vueltas completas.
- Si “ Q ” está en Hz = ciclos/s entonces, entonces V estará en ciclos.

En caso de que, o bien se quiera integrar cambiando el orden de magnitud de V , (por ejemplo pasando de l a m³; caso nº 3 de los comentados en 3.2.4), o bien se quiera directamente cambiar completamente la unidad de medida, (por ejemplo empleando kWh en

vez de kJ; caso nº 2 de los comentados en 3.2.4), basta con añadir otra constante de conversión:

$$V = \frac{Q_{med} \cdot \Delta t}{K_Q \cdot K_{Q \rightarrow V}}$$

Donde:

$K_{Q \rightarrow V}$. Relación entre las unidades finales deseadas en V respecto de las directamente asociadas a Q.

Ejemplos:

- Si no es necesario efectuar ninguna transformación, por ejemplo Q está en l/s y se requiere V en l, $K_{Q \rightarrow V} = 1$.
- Si Q son l/s y se requiere V en m³, $K_{Q \rightarrow V} = 1.000$.
- Si Q son kW y se requiere V en kWh en vez de en kJ, $K_{Q \rightarrow V} = 3.600$.
- Si Q son A y se requiere V en Ah en vez de en C, $K_{Q \rightarrow V} = 3.600$.
- Si Q son rpm y se requiere V en grados sexagesimales en vez de en vueltas completas, $K_{Q \rightarrow V} = 1/360 = 0,0027778$.
- Si Q son Hz de un motor, V sería de manera natural el número total de ciclos que ha trabajado. Si se quisiera el nº de vueltas que ha dado, teniendo en cuenta el nº de polos del motor, se podría utilizar $K_{Q \rightarrow V}$ para conseguir esta funcionalidad:
 - Motor de 3.000 rpm (2 polos). $K_{Q \rightarrow V} = 1$.
 - Motor de 1.500 rpm (4 polos). $K_{Q \rightarrow V} = 2$.
 - Motor de 1.000 rpm (6 polos). $K_{Q \rightarrow V} = 3$.
 - Motor de 750 rpm (8 polos). $K_{Q \rightarrow V} = 4$.
- Continuando con el ejemplo anterior, si el motor está asociado a una bomba volumétrica, por ejemplo en dosificación de reactivos, existe una relación directa, (al menos teóricamente), entre la cantidad de fluido trasegado y el giro de la bomba. Esta relación depende exclusivamente de la naturaleza y geometría de la bomba. Por tanto, dividiendo el $K_{Q \rightarrow V}$ recién obtenido con el factor que define esta relación, V podría indicar directamente la cantidad de fluido que dicha bomba ha trasegado en un determinado periodo de tiempo²⁵.

Esta constante $K_{Q \rightarrow V}$ es característica de la conversión final deseada. Por tanto, puede depender del periodo de totalización, (por ejemplo una magnitud que esté en l/s puede que en un informe diario se requiera en l, pero que en uno mensual se esperen números demasiado grandes y se requiera en m³). Para implementar esta funcionalidad, cada variable **TIPO 4** tendrá además de los metadatos anteriormente indicados **tantos juegos de metadatos extra**

²⁵ Se indica “dividiendo” dado que, como se puede ver en la fórmula de la integración, $K_{Q \rightarrow V}$ se encuentra en el denominador. Es decir, y siguiendo con el ejemplo de la bomba de reactivos, si cada vuelta de la misma supusiera 0,01 l trasegados y si su motor fuera de 1.000 rpm, para obtener, al menos aproximadamente, el volumen suministrado en litros (l) a partir de la integración de los Hz de su motor, el parámetro final $K_{Q \rightarrow V}$ a emplear sería $K_{Q \rightarrow V} = 3 / 0,01 = 300$.

como tipos de informes haya (ver el apartado 8 al respecto de los informes). Cada uno de estos juegos contendrá los 3 siguientes metadatos:

- **UNIDAD TOTALIZADA.** Texto con la unidad totalizada calculada y deseada en el informe, por ejemplo “m3” o “kWh”.
- **$K_{Q \rightarrow V}$.** Parámetro que liga la unidad escogida para la totalización deseada en el informe con la que tenga originariamente la medida según se acaba de definir.
- **Nº DECIMALES TOT.** Nº de decimales a emplear en la representación de la totalización.

Como ya se ha indicado, el metadato K_Q , una vez fijado por el programador, se mantiene siempre invariable, dado que su cambio implica modificación de las unidades de ingeniería empleadas en la señal y por tanto puede tener seria trascendencia en el propio programa²⁶. Sin embargo, los parámetros asociados a la totalización **sí** deben estar abiertos para usuarios de nivel Alto, (ver apartado 9), dado que en algún momento puede ser deseable cambiar la integración final efectuada en los informes a criterio del futuro explotador.

3.4 Filtrado de señales analógicas

Las señales analógicas (TIPO 3 y 4) dispondrán de un sistema de filtrado como primer paso en su tratamiento, es decir, antes de efectuar cualquier otro proceso con la señal **incluso** el registro de datos en el PLC. Es decir, a todos los efectos **SOLO existirá el valor de la señal filtrada** y por supuesto los datos históricos a almacenar serán siempre los filtrados, no los originales.

Este filtrado tiene por objeto eliminar o laminar la fluctuación de valores pueda generarse por:

- Ruido o precisión en la medida (y por tanto generado en el propio aparato de medición). Es por tanto independiente del método de transmisión, ya sea directa en 4-20 mA o digitalizada mediante cualquier sistema de comunicación por bus de campo.
- Ruidos inherentes a la transmisión, por tanto solo aparecen con transmisión analógica 4-20 mA.

NOTA IMPORTANTE. *Bajo ningún concepto se permitirá enmascarar mediante este filtro problemas de armónicos.*

Por si el sistema carece de esta funcionalidad de manera intrínseca, a continuación se propone una implementación sencilla pero eficaz de la misma que conlleva el empleo de un nuevo metadato que se denominará **FILTRADO**. Si el sistema presentase dicha funcionalidad, la implementación de este sistema descrita en el documento se sustituiría por una simple interfaz a los sistemas de filtrado que existan de manera nativa en el sistema.

El parámetro (o parámetros) específico del comportamiento del filtro será modificable por usuarios de nivel Alto.

²⁶ Por ejemplo, supóngase que en alguna línea de programación se efectúe un chequeo de $Q > 1.000$ (asumiendo l/s) para cambiar o modificar el funcionamiento de una secuencia. Si se decidiese cambiar las unidades de Q habría que revisarse completamente el código del programa porque también habría que modificar ese valor de 1.000.

Lógicamente el filtrado de señales carece de sentido para las generadas por el propio PLC bien como salidas reales, bien como variables internas de trabajo o consignas. No obstante, si se emplea el método descrito en este apartado mediante el metadato **FILTRADO**, **también** se dotará de este metadato a dichos parámetros en aras mantener la homogeneidad. Como se verá en la expresión indicada a continuación, un valor 0 en este metadato siempre anula la función de filtrado.

La función de filtrado propuesta es la siguiente:

$$A_i = \frac{A_{i-1} \cdot FILTRADO + A_{i,bruta}}{FILTRADO + 1}$$

Donde:

- $A_{i,bruta}$. Valor de la señal directamente recibida en el PLC en el instante de ejecución que se esté ejecutando (instante i).
- A_i . Valor de la señal filtrada en el instante i. Este es el valor a emplear en **absolutamente** todo el proceso. $A_{i,bruta}$ debe descartarse completamente.
- A_{i-1} . Valor de la señal en el instante anterior (i-1). Se corresponde con el valor filtrado y registrado con anterioridad. En caso de arranque de PLC, programa, etc. si no se dispone del registro del tiempo anterior, se tomará $A_{i-1} = A_i$, lo que implica que el primer valor registrado no se filtra, se transmite directamente al PLC.
- FILTRADO. Valor empleado para ponderar las señal del estado anterior respecto a la medida.

Las señales digitales (*TIPO 1* y *2*) carecen de ruido. Es decir, no es admisible la existencia de señales que intermitente y aleatoriamente estén saltando entre OFF y ON. Si esto se produjera hay que analizar y solventar el problema subyacente. Además, hay que tener en cuenta que las señales digitales de estado (*TIPO 1*) pueden atacar directamente a relés en CCM además de al automatismo. Por ello, el ruido de las mismas puede tener efectos colaterales muy graves.

3.5 Tabla resumen

A partir de todo lo expuesto, se construye la siguiente tabla resumen con los metadatos necesarios en cada señal o variable para permitir una gestión estándar de todas ellas. Los metadatos necesarios y requeridos dependen lógicamente del *TIPO* de variable.

También se incluyen ciertos metadatos generales para todas las variables cuya aplicación puede ser útil o necesaria según se ha visto en apartados anteriores.

| Metadato | Indicación genérica del ámbito de aplicación real | Tipo de señal o variable | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | | Digitales de estado (OFF/ON) (El 99% de las señales digitales) | Totalizadores (Asociados a señales digitales "a pulsos") | Medidas generales. (Medidas analógicas) | Medidas de flujo. (Medidas analógicas) |
| TIPO | (Convención para clasificar) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| TAG | (En toda la programación) | Es el nombre "interno", de programación, de la variable o señal. Suele ser un nombre corto bastante críptico y no descriptivo dado que se fija por necesidades y criterios de programación, no del usuario final. | | | |
| DESCRIPCIÓN (*) | SCADA, Pantallas y Gestión posterior de datos (informes) | Es el nombre "largo" descriptivo de la variable o señal. | | | |
| TAG EQUIPO | Gestión posterior de datos (informes) | Es la referencia al TAG que identifica al equipo al cual está asociada la variable dado que se va a exigir su representación en los informes (ver la Ilustración 35 del apartado) <i>Este metadato solo tiene sentido cuando el hardware o software utilizados carezcan de la posibilidad de utilizar variables, señales o equipos con estructura jerárquica, es decir, que cada elemento pueda estar asociado por se a un elemento de orden superior.</i> | | | |
| UTILIZABLE EN INFORMES | Gestión posterior de datos (informes) | Campo auxiliar para marcar si la variable o señal puede ser o no utilizable para generar informes, (es decir, seleccionable en la pantalla mostrada en la Ilustración 34 del apartado 8). Puede tener sentido para ocultar al usuario final ciertas variables o señales, (bien internas o bien de cálculo), como por ejemplo las TIPO 2 o 3 "falsas" utilizadas potencialmente para almacenar estados complejos según se describe al final del apartado 3.2.1. | | | |
| UTILIZABLE EN GRÁFICAS | Gestión posterior de datos (informes) | Igual a lo anterior pero para gráficas. Por ejemplo, puede que en las gráficas sí tenga sentido representar las TIPO 2 o 3 "falsas" pero no las TIPO 1 "derivadas" respecto a la consideración de estados complejos, según se describe en el apartado 3.2.1. | | | |
| FILTRADO (*) (**) (***) (Si el hardware / software no incorpora funciones de filtrado incorporadas) | PLC | ---- | ---- | Aplica | Aplica |
| UNIDAD | SCADA, Pantallas y Gestión posterior de datos (informes) | ---- | Aplica | Aplica | Aplica |
| Nº DECIMALES | SCADA, Pantallas y Gestión posterior de datos (informes) | ---- | Aplica | Aplica | Aplica |
| TAMAÑO PULSO (*) (**) (***) | PLC | ---- | Aplica | ---- | ---- |
| 4 mA (*) (**) (***) | PLC | ---- | ---- | Aplica | Aplica |
| 20 mA (*) (**) (***) | PLC | ---- | ---- | Aplica | Aplica |
| K _Q | Gestión posterior de datos (informes) | ---- | ---- | ---- | Aplica |
| Repetir por cada tipo de informe disponible (ver ap. 8) | UNIDAD TOTALIZADA (*) | ---- | ---- | ---- | Aplica |
| | K _{Q-V} (*) | ---- | ---- | ---- | Aplica |
| | Nº DECIMALES TOT (*) | ---- | ---- | ---- | Aplica |

(*) Los metadatos sombreados en gris han de tener acceso para modificación por usuarios de nivel Alto. El resto se fijarán durante la programación del sistema, manteniéndose después invariables. No es necesario establecer ningún tipo de interfaz a los mismos. Para su modificación futura, se requeriría que personal técnico cualificado se conectara al PLC/SCADA con las adecuadas herramientas de desarrollo asociadas.

(**) Si la señal se recibe directamente mediante comunicaciones como un valor digitalizado, lógicamente estos parámetros carecen de sentido, simplemente habrá que configurar las comunicaciones entre PLC y equipo para que se entiendan entre sí. Además pueden existir variables "internas" que no se traduzcan en ningún caso a una señal física externa (bien digital, bien analógica). Lógicamente, también en ellas carecerán de ningún sentido. No obstante siempre se dejarán codificados para que, si en un futuro se dotase al PLC de salida o entrada real de las mismas, no hubiera que cambiar drásticamente el programa, sino tan solo

actualizar los valores de los metadatos, ya previamente codificados, a los que fueren correctos en cada caso.

- (***) Parámetros no estrictamente necesarios en variables internas, consignas o, en el caso del filtrado, tampoco en **salidas** del autómata. No obstante siempre se codificará su presencia aunque no se empleen de manera efectiva para mantener la homogeneidad y/o permitir fáciles adaptaciones futuras.

Se deja a criterio del programador:

- Bien codificar **todos** estos metadatos independientemente del *TIPO* de variable, dejándolos en blanco, 0 o valores por defecto sin significado, cuando no apliquen.
- Bien, codificar solo los metadatos estrictamente necesarios por *TIPO* de variable.

4 REPRESENTACIONES GRÁFICAS

4.1 Encabezado de las pantallas

Se dibujarán con la herramienta de dibujo propia del sistema de supervisión²⁷.

En la parte superior de todas las pantallas aparecerá, de izquierda a derecha: el logotipo del Canal de Isabel II Gestión, el título de la pantalla con el texto en color blanco sobre un recuadro azul, el caudal de agua tratada instantánea, ratio kWh/m³ correspondientes a la última hora y los iconos descritos a continuación. También formará parte del fondo, el nombre de la Planta, la fecha y la hora.



Ilustración 10- Marco superior general

4.1.1 Iconos

En la parte superior derecha de las pantallas aparecerán, como mínimo, los siguientes iconos con las funcionalidades siguientes:



Ilustración 11- Iconos del encabezado

1. Salir: desde la Pantalla principal permite cerrar la aplicación respetando las seguridades establecidas. Será imprescindible la confirmación de esta acción en

²⁷ Las pantallas que se muestran están obtenidas de ejemplos de numerosas instalaciones. Lógicamente el logotipo y denominaciones de instalación o empresa pueden estar obsoletos en muchos casos.

una ventana a tal efecto. Desde las pantallas de proceso nos permitirá salir hasta la pantalla principal.

2. Claves: permite introducir las claves para validar los distintos niveles de autorización.
3. Gráficas: permite acceder a la aplicación de graficas de proceso.
4. Defectos, emergencias y alarmas: permite acceder a la aplicación de defectos. Cuando no existan defecto/emergencia/alarma la representación de la campana será con el fondo en blanco. Ante la existencia de cualquier defecto del sistema cambiara a intermitencia blanco/rojo.
5. Informes: permite el acceso a la aplicación de informes.
6. Eléctrica: permite el acceso a la aplicación de parámetros eléctricos.
7. Red de control: permite visualizar el estado de todos los equipos conectados en la red de control.
8. Configuración: permite el acceso a los parámetros de control de la configuración avanzada del Supervisor.

4.2 Tipos de Pantallas

4.2.1 Principal

La pantalla principal se dividirá en tantas secciones como pantallas de proceso existan. Cada una de las secciones contendrá un botón rectangular con el nombre de la pantalla a que da paso y un elemento representativo del proceso que representa. En esta pantalla no se utilizaran líneas de flujo.

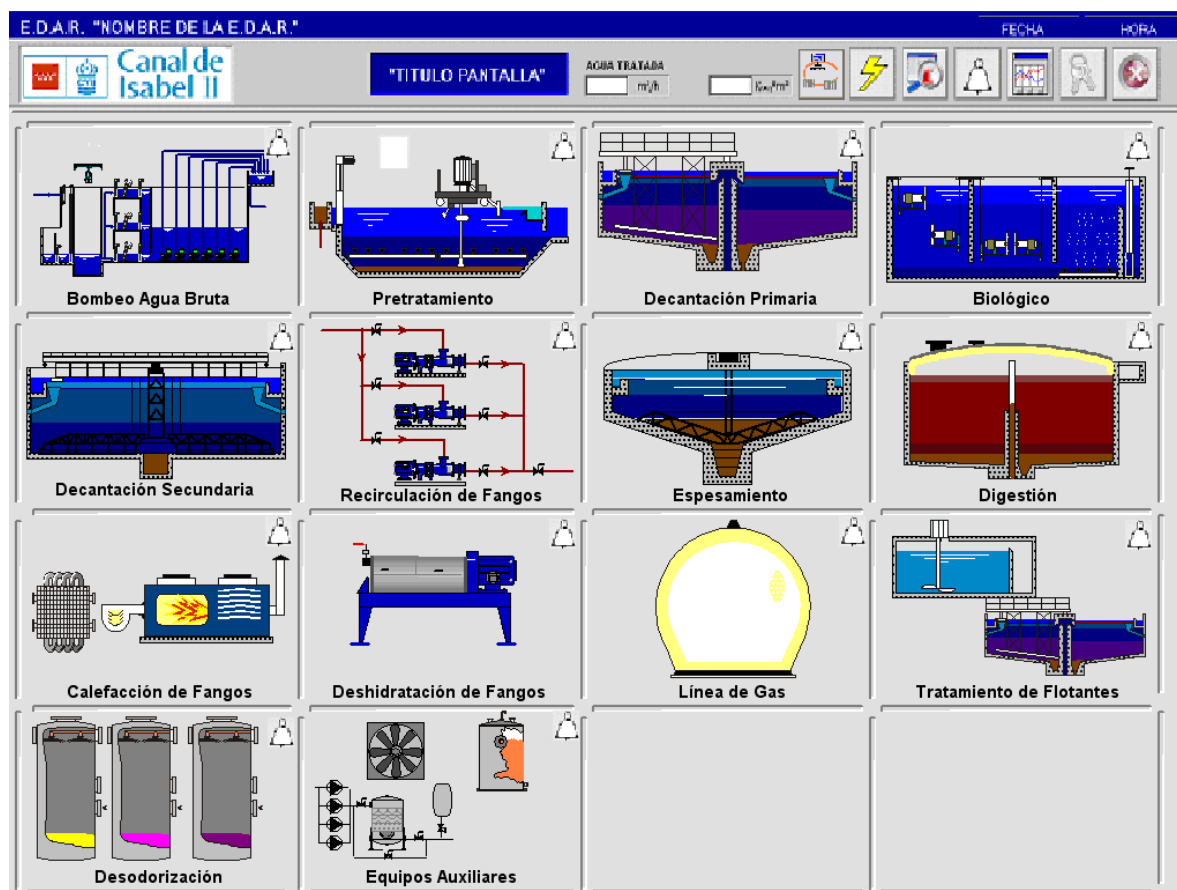


Ilustración 12- Ejemplo pantalla principal

Dependerán de cada proyecto, pero en general serán las siguientes:

Construcción de Saneamiento:

Pretratamiento
 Decantación primaria
 Tratamiento biológico
 Decantación secundaria
 Espesamiento
 Deshidratación
 Desodorización
 Reactivos
 Línea de Gas
 Equipos Auxiliares: donde se agruparán todos los equipos auxiliares como bombas de achique, extractores, etc.

Construcción de Tratamiento:

Obra de llegada
 Preozonización
 Coagulación-Floculación
 Decantación
 Filtración
 Postozonización
 Carbón Activo

Reactivos

Espesamiento

Deshidratación

Equipos Auxiliares: donde se agruparán todos los equipos auxiliares como bombas de achique, extractores, etc.

Asimismo, y según planta, se pueden exigir también pantallas iniciales que representen la planta más o menos real de la instalación con enlace a sus elementos y/o un diagrama de flujo de la planta completa (se adjuntan dos potenciales ejemplos obtenidos de la ETAP del Tajo).

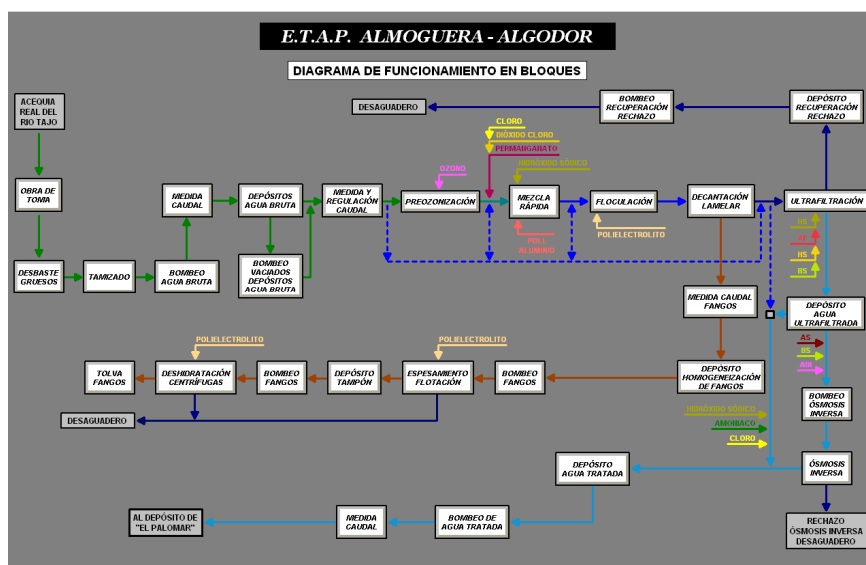
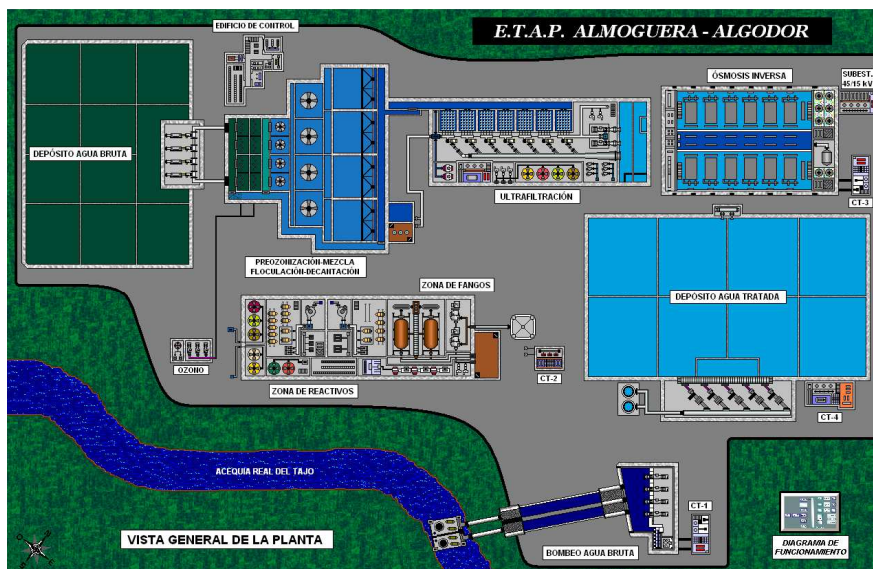


Ilustración 13- Ejemplo de planta inicial / diagrama de bloques funcional

Para alternar entre las tres posibilidades previstas, se dispondrá de un botón que ante su pulsación irá alternando las pantallas.

4.2.2 Proceso

Pantallas con el conjunto de equipos de constituyen un proceso. Son el núcleo del sistema supervisor. Las directrices para su representación constituyen el grueso de este apartado.

4.2.3 Control

Pantallas descritas en el punto 5 de este documento.

4.2.4 Consignas

Estas pantallas se encontrarán accesibles desde cada pantalla de proceso que requiera de una de ellas. El acceso será por medio de un vínculo a través del botón descrito en la Ilustración 2.

En ellas se podrán variar los distintos parámetros del sistema. Por ejemplo los siguientes: tipos de control de bombeos, constantes de reguladores, tablas horarias, tiempos de espera, funcionamiento de filtros, etc.

4.2.5 Eléctrica

Pantalla donde se reflejará el esquema unifilar de la planta, desde alta tensión hasta interruptores generales de CCMS.

En aquellos puntos de la instalación donde se disponga de analizador de red se mostrará de manera continua la potencia activa de cada uno. Además, se preverá una ventana emergente en cada uno de ellos en los que se mostrarán los siguientes valores: energías y potencias activa y reactiva, factor de potencia global y de fase, tensiones de línea y fase y tasas de distorsión armónica (THD) en tensión e intensidad, global y por fase.

4.2.6 Gráficas

Pantalla en las que se podrán visualizar gráficas instantáneas e históricas de las señales analógicas y digitales mediante grupos de señales prefijadas y seleccionables. Ver apartado 7.

4.2.7 Informes

Pantalla desde la que se controla la generación y visualización de informes. Ver apartado 8.

4.2.8 Red de comunicaciones y bus de campo

Pantalla donde se representará la red de comunicaciones de la planta, representando los equipos y su estado, así como todas las direcciones IP de cada uno de los elementos. En caso de que un elemento de la red se encuentre operativo, el indicador asociado al equipo lucirá en verde, en caso de fuera de servicio, se representará en rojo.

Se representarán distintas líneas de conexión en función de la tipología física de la comunicación. La fibra óptica se representará en rojo y los buses de campo se mostrarán en color blanco.

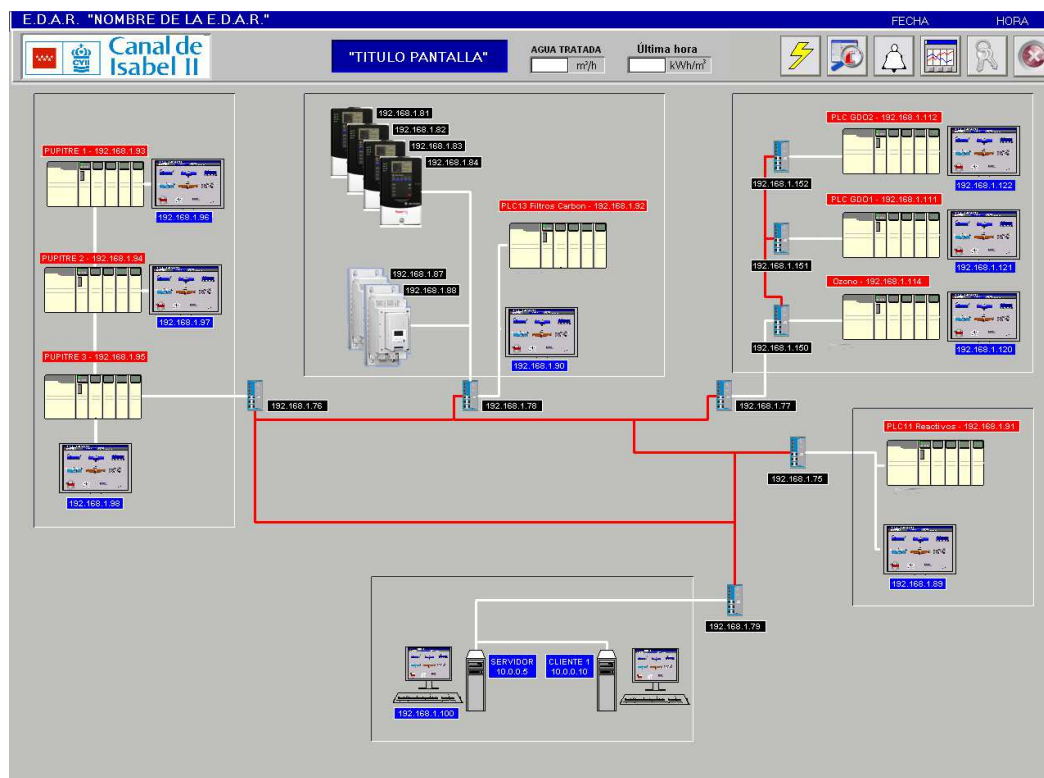


Ilustración 14- Pantalla de comunicaciones

4.2.9 Configuración y mantenimiento del sistema

Esta pantalla será accesible en modo de edición exclusivamente por usuarios de nivel Alto. El resto solo podrá acceder como consulta.

Desde ella se podrán cambiar todos los parámetros de configuración y mantenimiento del propio sistema Supervisor.

Dado su carácter de mantenimiento del sistema, no es necesario que esté presente en las pantallas locales de los PLCs, o bien estas pueden presentar versiones reducidas y circunscritas a los parámetros efectivamente afectados en cada PLC concreto. No obstante desde el SCADA central se deberá tener **acceso absoluto** a todos los parámetros del sistema independientemente de su ubicación “física” real.

Aunque se habla de “pantalla de configuración”, puede tratarse en realidad de un conjunto de diversas pantallas según temas.

Dado que el contenido de las pantallas de configuración está íntimamente ligado con el software y hardware empleados, no se establece un formato específico para ellas sino que a continuación se indican simplemente los requerimientos mínimos que deben cumplirse.

Igualmente no se especifica un formato o apariencia específicos y estándar dado que a estas pantallas solo se accederá muy puntualmente y siempre por usuarios “avanzados”, no por operarios generales de la planta. No obstante se buscará el diseño más claro posible.

Las diversas operaciones que se deben poder realizar desde las pantallas de configuración y mantenimiento han de ser, al menos:

- Gestión de usuarios. Es decir, alta y baja de usuarios, cambio de contraseñas y modificación de privilegios de acceso de los mismos. Los niveles de usuarios están definidos en el apartado 9.
- Salvado, volcado y reseteo global de datos históricos según lo indicado en el apartado 6.
- Gestión de fecha y hora del sistema.
- Visualización de TODOS los equipos, señales y variables de la planta incluyendo TODOS sus metadatos y valores asociados.

No se trata de visualización gráfica intuitiva de los mismos, sino de una visualización tipo tabla o similar. Lo importante es que estén incluidos absolutamente todos sus parámetros asociados incluso los no modificables.

- Dependiendo del sistema se procurará disponer de un sistema de visualización lo más ordenado posible, bien con agrupaciones por PLCs, zonas, etc. bien mediante sistemas jerárquicos. Dependerá de las capacidades del sistema.
- Asimismo se intentará establecer filtros, sistemas de ordenación alfabética, sistemas de búsqueda, etc., según tags, descripciones o resto de parámetros tal como lo permita cada paquete de software/hardware empleado.
- Además de la visualización de todos los equipos, señales y variables con sus correspondientes valores y metadatos, se dotará de capacidad de edición sobre todos los campos **que sí han de ser accesibles** al usuario de nivel alto, es decir, descripciones, parámetros de filtrado y parámetros necesarios para informes según se recoge en el apartado 3.5, así como los propios valores de consignas, límites de alarma y prealarma, etc.

No obstante en muchos casos, estos parámetros dispondrán de acceso “sencillo” a través de las pantallas gráficas estándar del resto del supervisor (ver resto subapartados del capítulo).

- Gestión de parámetros de PIDs, temporizadores y otras funciones internas. Este punto deberá ser analizado caso por caso y pactado con la Dirección de Obra, no obstante a continuación se indican los criterios generales a seguir por defecto:
 - Los valores de los parámetros de PIDs, temporizadores de espera y otras potenciales funciones internas, **NUNCA** serán “hardcoded”, es decir, nunca estarán incorporados como valores directamente tecleados en el código fuente del programa.
 - Por tanto, asociados a estos parámetros se deberán definir tantas variables auxiliares como se necesiten para cubrir todos los parámetros empleados.
 - En general estos parámetros, serían análogos a consignas, pero de carácter “muy avanzado” o “muy técnico”. Por ello, NO aparecerán en las pantallas convencionales de consignas de la planta para evitar su manipulación accidental. Lógicamente, sin perjuicio del criterio general, puede decidirse que existan diversos parámetros que sí se consideren

como “consignas normales” y por tanto aparezcan directamente las pantallas habituales junto con el resto.

- Pero no obstante lo anterior, todas estas variables sí aparecerán en el listado completo antes indicado, donde el usuario de nivel alto sí tendrá capacidad de manipulación de las mismas.

4.2.10 Pantallas de depuración y análisis de secuencias. Consignas avanzadas.

Con objeto de facilitar la depuración de programa durante la fase de puesta en marcha, y posteriormente el control avanzado de las secuencias, en todas las pantallas de proceso en las que el Canal de Isabel II Gestión lo considere necesario se dispondrán botones que desplieguen una subpantalla con la información relevante de dicha secuencia y/o proceso. En esta subpantalla se mostrará tanto los valores relevantes de temporizadores y contadores junto a los límites de consigna que desencadenan cualquier proceso.

Estas pantallas tienen función solo informativa y de consulta. Las consignas en ellas mostradas no tienen por qué ser modificables.

El contenido exacto de cada una de estas pantallas de supervisión se definirá en obra según necesidades y programación de cada proceso pero como mínimo se presentará la siguiente información:

- Contadores y límites establecidos por consigna de los temporizadores de todos los equipos involucrados en las rotaciones entre líneas (horas parciales de cada equipo, tiempo mínimo entre arranques, tiempo máximo de funcionamiento, tiempo de rotación forzada, categorización entre equipos primarios y secundarios).
- Contadores y límites de consigna de los diversos temporizadores involucrados en la secuencia del proceso²⁸.
- Situación de colas o pilas de proceso que determinen el orden en que equipos o grupos de equipos pasan a ejecutar tareas comunes²⁹.
- Cualquier otra señal y límite significativo que pueda considerarse necesario y que no se muestre en la pantalla general del proceso³⁰.

Este documento no define formato específico para estas pantallas. En la medida de lo posible deberán poder mostrarse superpuestas a la pantalla del proceso a analizar solapando la menor parte posible de la misma y, en todo caso, sus partes menos importantes y representativas. Por tanto deberá ser consensuada y analizada caso por caso.

²⁸ Por ejemplo: en bombeos a depósito suelen existir siempre al menos los siguientes temporizadores de control:

- Tiempo de reintento de arranque tras paro si se está en funcionamiento ciego (por presión).
- Tiempo de estabilización que bloquea la evaluación situación de presión alta o baja tras un arranque o paro de equipos.

²⁹ Por ejemplo: la cola de espera de lavado de un grupo de filtros.

³⁰ Siguiendo con el ejemplo de la nota anterior, este criterio incluiría mostrar los límites que marcan el rango válido normal de la presión medida en la impulsión, junto a dicha medida de presión (que salvo que la subpantalla la tape ya debería estar siendo mostrada en la pantalla normal del proceso).

Estos límites de la presión pueden ser consignables o no, e incluso depender de otros factores como el nº de equipos en marcha. No obstante se recuerda, (ver apartado 4.2.9), que incluso en límites **no consignables**, nunca estarán incorporados al código fuente del programa sino que siempre existirá una variable parametrizable asociada aunque sea a través de la pantalla de configuración avanzada.

Igualmente caso por caso se decidirá:

- El nivel de usuario necesario para su acceso. Como criterio general se requerirá usuario de nivel Medio o Alto.
- Si la accesibilidad a las mismas se muestra a través de su correspondiente botón (análogo al de Consignas) o si bien se efectúa por botones ocultos en algún otro elemento de la pantalla.

Asimismo, puede decidirse igualmente establecer por proceso acceso a todas o a parte de las variables de configuración “avanzada” (en adición y sin perjuicio de lo indicado en el apartado 4.2.9). Para ello se habilitarán pantallas de consignas adicionales a las convencionales, decidiéndose en cada caso la visibilidad y modo acceso de manera análoga a las pantallas de depuración. No obstante, la **edición** de los valores de dichas consignas se permitirá exclusivamente a usuarios de Nivel Alto, (independientemente de la posibilidad de acceso para visualización para otros niveles).

4.3 Distribución de equipos en las pantallas

La norma general será la de situar en la zona central de la pantalla los elementos principales de proceso y en la parte inferior, separado por recuadros, todos los elementos auxiliares.





Se ajustará en la medida de lo posible el aspecto externo y proporción entre los diferentes elementos de la instalación como: motores, caudalímetros, balsas, arquetas, depósitos, etc.

El CYII se reserva el derecho a elegir la distribución más conveniente en cada caso.








Las pantallas han de representar coherentemente todas las líneas de flujo del proceso (agua, fango, gas, reactivos, etc.).

4.4 Visualización de estado de los equipos o sondas

Los distintos equipos y/o elementos de la instalación se representaran en vista lateral mediante un dibujo esquemático. Serán dinámicos con objeto de visualizar gráficamente el estado de los motores, niveles, válvulas, compuertas, etc.:

| | | |
|----------------------|-----------------------------------|---|
| Motor en marcha: | Dibujo verde |  |
| Motor parado: | Dibujo blanco |  |
| Motor en defecto: | Dibujo rojo/blanco intermitente |  |
| Motor en emergencia: | Dibujo rojo/amarillo intermitente |  |

En el caso de válvulas y/o compuertas (motores con inversión de giro), o en general, elementos que dispongan de finales de carrera o posicionadores, se utilizará el siguiente código de colores:

| | | |
|----------------------|-----------------------------------|---|
| Equipo abierto: | Dibujo verde |  |
| Equipo cerrado: | Dibujo blanco |  |
| Equipo semi-abierto: | Dibujo gris |  |
| Equipo abriendo: | Dibujo verde/gris intermitente |  |
| Equipo cerrando: | Dibujo blanco/gris intermitente |  |
| Motor en defecto: | Dibujo rojo/blanco intermitente |  |
| Motor en emergencia: | Dibujo rojo/amarillo intermitente |  |

Junto a cada motor se representará con un doble rectángulo el modo de funcionamiento seleccionado para cada elemento:

| | |
|---------------------------|-------------------------------|
| Motor en automático: | Rectángulo inferior en verde |
| Motor en manual: | Rectángulo inferior en blanco |
| Motor en secuencia: | Rectángulo superior en verde |
| Motor fuera de secuencia: | Rectángulo superior en blanco |

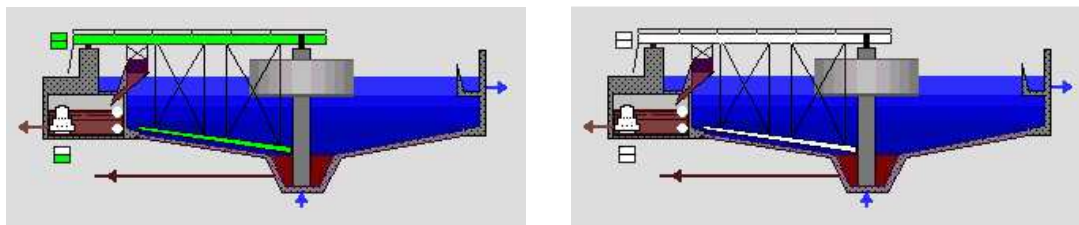


Ilustración 15- Ejemplos visualización estado motor

En caso de equipos que carecieran de botonera local de campo, es decir que siempre estuvieran controladas por el PLC, (esto es típico de electroválvulas o bien de equipos cuyo control viene dado por electroválvulas, por ejemplo válvulas neumáticas), se considerará lógicamente que dicho equipo siempre está en automático, es decir, su rectángulo inferior debería estar siempre en color verde.

Se señalarán las señales de niveles “normales” según el siguiente código:

| | |
|--------------------|--------|
| Sonda activada: | Verde |
| Sonda desactivada: | Blanco |

Se entiende por “sonda desactivada” cuando el nivel de agua es inferior a la cota que representan.

Se señalarán las señales de nivel mínimo y máximo de seguridad según el siguiente código:

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Sonda en alarma: | Rojo/blanco intermitente. |
| Sonda sin alarma: | Oculto |

Se entiende por “sonda en alarma” cuando el nivel de agua es inferior en las boyas de mínimo, y cuando la cota de agua es superior en las boyas de máximo.

En la imagen se puede ver una arqueta llena sin alarma (todas las sondas activas) y vacía totalmente (solo activa en intermitente la de seguridad).

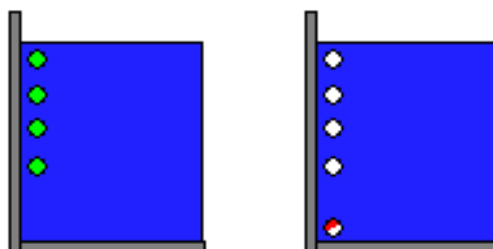


Ilustración 16- Ejemplo representación sondas de nivel



4.5 Líneas de flujo

Seguirán el siguiente código de colores³¹:





















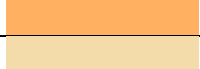

EDAR:

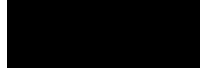




| | | | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|
|  Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 181 Color[Sólido] | Rojo: 192 Verde: 192 Azul: 192 | Fondo pantallas |  Matiz: 219 Sat.: 240 Lum.: 192 Color[Sólido] | Rojo: 255 Verde: 154 Azul: 206 | Hipoclorito Sódico |
|  Matiz: 157 Sat.: 211 Lum.: 100 Color[Sólido] | Rojo: 13 Verde: 27 Azul: 200 | Línea de agua |  Matiz: 181 Sat.: 240 Lum.: 192 Color[Sólido] | Rojo: 206 Verde: 154 Azul: 255 | Ácido Citrico |
|  Matiz: 28 Sat.: 226 Lum.: 65 Color[Sólido] | Rojo: 134 Verde: 95 Azul: 4 | Línea de fango |  Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 62 Color[Sólido] | Rojo: 132 Verde: 0 Azul: 132 | Hidróxido Sódico |
|  Matiz: 40 Sat.: 240 Lum.: 106 Color[Sólido] | Rojo: 225 Verde: 225 Azul: 0 | Línea de gas |  Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 120 Color[Sólido] | Rojo: 255 Verde: 0 Azul: 255 | Sulfato de Alúmina |
|  Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 92 Color[Sólido] | Rojo: 97 Verde: 97 Azul: 97 | Línea de aire |  Matiz: 120 Sat.: 240 Lum.: 180 Color[Sólido] | Rojo: 128 Verde: 255 Azul: 255 | Polielectrolito |
|  Matiz: 84 Sat.: 233 Lum.: 91 Color[Sólido] | Rojo: 3 Verde: 190 Azul: 22 | Agua industrial |  Matiz: 0 Sat.: 240 Lum.: 93 Color[Sólido] | Rojo: 198 Verde: 0 Azul: 0 | Ácido Sulfúrico |
|  Matiz: 20 Sat.: 240 Lum.: 118 Color[Sólido] | Rojo: 251 Verde: 125 Azul: 0 | Cloruro férrico |  Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 240 Color[Sólido] | Rojo: 255 Verde: 255 Azul: 255 | Sosa |

ETAP:

| Compuesto | Código Pantone® o similar | Muestra | Composición RGB similar |
|------------|---------------------------|--|-------------------------|
| Fondo | |  | R:192 G:192 B:192 |
| Agua Bruta | |  | R:0 G:153 B:153 |

³¹ La codificación RGB, es decir Rojo, Verde y Azul, que se indica a continuación se refiere al espacio de color sRGB con fraccionamiento de valores de 8 bits es decir de 0 a 255 que es lo habitual en cualquier ordenador. Este comentario solo tiene transcendencia si, por cualquier motivo, se necesitara efectuar traslaciones absolutamente exactas del color entre diversos medios que utilicen espacios de color diferentes (por ejemplo representación exacta de colores de pantalla en papel impreso o en otras pantallas que presenten gamut ampliado). Si basta traslación de colores aproximada, como ocurre en la inmensa mayoría de los casos, no es necesario preocuparse por el espacio de color original o final.

| Compuesto | Código Pantone® o similar | Muestra | Composición RGB similar |
|---|---------------------------|--|-------------------------|
| Agua Decantada | |  | R:47 G:63 B:171 |
| Agua Filtrada / Tratada | 299 C |  | R:0 G:163 B:221 |
| Agua industrial (de arrastre de servicios si se quiere separar de filtrada / tratada) | |  | R:3 G:190 B:22 |
| Reboses y vaciados | |  | R:92 G:0 B:168 |
| Agua Lavado Filtros / Agua Purgas Decantación. | |  | R:204 G:153 B:0 |
| Fango | |  | R:128 G:0 B:0 |
| Aire | |  | R:97 G:97 B:97 |
| Oxígeno | |  | R:255 G: 0 R: 0 |
| Ozono | |  | R:255 G:153 B:204 |
| Permanganato | 220 C |  | R:170 G:0 B:79 |
| Cloro Gaseoso | 109 C |  | R:249 G:214 B:22 |
| Cloro Líquido | |  | R:255 G:255 B:0 |
| Hipoclorito sódico / cloro en disolución | |  | R:255 G:255 B:0 |
| Clorito Sódico (y dióxido de cloro) | 124 C |  | R:224 G:170 B:15 |
| Amoniaco / solución amoniacal | 341 C |  | R:0 G:122 B:94 |
| Sulfato Alúmina | 137 C |  | R:252 G:163 B:17 |
| Coagulante no especificado | |  | R:212 G:15 B:0 |
| Cloruro Férrico | 193 C |  | R:196 G:0 B:67 |
| Floculante no especificado | |  | R:255 G:176 B:97 |
| Polielectrolito | 155 C |  | R:244 G:219 B:170 |
| Sosa (hidróxido sódico) | |  | R:255 G:51 B:204 |
| Cal | White |  | R:255 G:255 B:255 |

| Compuesto | Código Pantone® o similar | Muestra | Composición RGB similar |
|-----------------------------|---------------------------|--|-------------------------|
| Carbón | Black |  | R:0 G:0 B:0 |
| Bisulfito sódico | |  | R:180 G:205 B:125 |
| Ácido sulfúrico | |  | R:255 G:51 B:204 |
| Otros ácidos | |  | R:240 G:106 B:24 |
| Inhibidor de incrustaciones | |  | R:194 G:139 B:255 |

4.6 Flechas/Botones de navegación en pantallas

Los botones de navegación tendrán forma de flecha en alto relieve e indicarán el sentido de la línea del flujo (aguas arriba o aguas abajo). Se situarán en cada línea de flujo que abandone o entre en las pantallas de proceso.

Existirán dos tipos:

Las que permitirán navegar por las pantallas siguiendo el proceso. Desde cada pantalla se podrá acceder a la siguiente y a la anterior pantalla. Presentarán el texto descriptivo del proceso al que dirige, con el texto en color negro, mayúsculas y negrita.



Ilustración 17- Ejemplo flechas continuación de proceso

Las que permitirán colocar textos aclaratorios, no permitiendo pasar a subprocesos, cuadros locales, etc. Presentarán el texto en color negro y letra en minúsculas.



Ilustración 18- Ejemplo flecha informativa

4.7 Indicadores de valores analógicos

4.7.1 Indicadores de valores instantáneos procedentes de instrumentos

Se representará el valor en color negro sobre fondo blanco. Las unidades de ingeniería en se mostrarán en negro, sobre la línea de proceso o depósito que contenga el instrumento. En ningún caso se representara el instrumento, solo el indicador. (Según imagen).

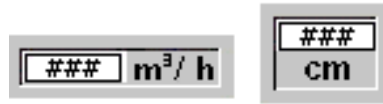


Ilustración 19- Ejemplo indicadores analógicos

4.7.2 Totalizadores y contadores

Se representará el valor en color negro sobre fondo blanco. Las unidades de ingeniería se mostrarán en color negro.



Ilustración 20- Representación totalizadores

4.7.3 Indicadores de límites y consignas

Para evitar potenciales problemas, las ventanas de entradas de consignas, límites, valores, etc. constarán de dos indicadores³²:

- El primero será solo indicativo y presentará el valor vigente en el sistema en todo momento (valor en color negro sobre fondo blanco). Existen dos posibilidades:
 - Que exista retroalimentación (feedback) de la variable, por ejemplo el posicionador de una válvula. En este caso el texto del recuadro será en azul e indicará, no el valor introducido, sino el valor real medido.
 - Que no exista retroalimentación. En este caso el recuadro indicará directamente la consigna o valor vigente en el sistema.

Aclaración. Pueden existir casos especiales en que interese mostrar **ambos valores**. Esta situación se analizará caso por caso para decidir cómo se representa.

- El segundo será el de entrada utilizado para cambiar el valor de consigna (valor en color negro sobre fondo gris). Una vez recogido el nuevo valor en el segundo, este desaparecerá y su valor se pasará a la ventana de visualización. Cuando se arrastre el ratón por encima de este indicador se remarcará en verde indicando que permite introducir parámetros. Este segundo valor se situará siempre a la derecha (o excepcionalmente debajo) del anterior, para poder localizarlo rápidamente.



Ilustración 21- Representación límites y consignas

³² Esto permite proteger adecuadamente la entrada de valores en situación de operaciones interrumpidas a medias. Siempre se tendrá claro en el indicador blanco cual es el valor vigente para el sistema.

Asimismo la entrada de valores (el “segundo recuadro”) estará absolutamente inactiva y no permitirá la entrada de datos cuando se carezcan de permisos para el cambio. Ver apartado 9.

4.8 Botones, pulsadores, selectores

4.8.1 Botones y pulsadores

Se representarán en con forma rectangular en alto relieve cuando estén en posición de reposo y bajo relieve y fondo verde cuando estén activos.



Ilustración 22- Botones y pulsadores de acción de equipo

En el caso de los pulsadores de equipos con doble sentido de giro, o aumento/reducción de revoluciones, en general, solo estarán activos mientras se mantenga pulsado el ratón sobre ellos, salvo casos excepcionales aprobados por la dirección de obra, en general asociados a situaciones en que este diseño no aporte ningún tipo de seguridad añadida pero se complica la operación.

Es decir, aunque el criterio estándar es emplear botones no automantenidos tanto “lógicos” en el supervisor, como “físicos” en campo, pueden establecerse excepciones en ambos o solo en uno de ellos según sea conveniente en las necesidades concretas de cada planta, proceso o equipo³³.

En correspondencia con el comportamiento “físico” de los potenciales tipos de botones de campo según se describe en el en el punto 6 del apartado 2.1.1, cabe indicar ciertas variantes sobre la ilustración anterior:

- En caso de botones “no automantenidos”, es decir los estándar, o los “de un pulso” (³⁴), se seguirá fielmente la representación arriba indicada.
- En caso de botones “automantenidos”, que se queden pulsados y que hay que volver a pulsar para desactivarlos se intentará adoptar la siguiente variante de representación siempre que sea viable en el sistema empleado³⁵:

³³ Por ejemplo, actuaciones de compuertas con largos tiempos de apertura o cierre desde una pantalla o SCADA desde la que NO se ve físicamente el equipo, y donde, por tanto, el tener que mantener pulsado el botón no aporta a priori ninguna ventaja.

³⁴ Es decir, que se quedan activados y se dispone de un botón de “paro” adicional. En este caso el botón se quedará pulsado en verde. Su pulsación adicional no tendrá ningún tipo de efecto.

³⁵ Es decir, se mostrará adicionalmente una marca de tick asociada a que el botón esté presionado y activado. Esto tiene por objeto servir de guía al operador, dado que, por analogía con la representación estándar en gran parte del software empleado en cualquier ámbito, es intuitivo ir a quitar el tick, y por tanto re-pulsar el botón, si se tiene intención de desactivarlo.



Ilustración 23- Botones y pulsadores “automantenidos”

4.8.2 Selectores

Estarán compuestos por un rectángulo blanco que contenga una flecha que se situará debajo del modo de funcionamiento seleccionado. Cuando el modo de funcionamiento sea distinto de “paro” y el equipo esté efectivamente arrancado, se iluminará en verde el selector.

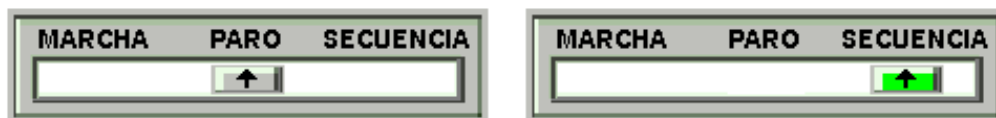


Ilustración 24- Selector modo de funcionamiento motor

Hay que tener en cuenta que los motores con inversión de giro, (es decir, compuertas y válvulas), tienen un deslizador ligeramente distinto dado que no tiene sentido la posición de “Marcha”. El deslizador solo tendrá “Paro” y “Secuencia” (ver ejemplo en la Ilustración 28 dentro del apartado 4.9.3).

En caso de equipos con comportamiento exclusivamente manual, es decir que carecen de ningún tipo de secuencia programada, que siempre han de maniobrase a voluntad de un operario, se mantendrá el selector estándar pero la posición “Secuencia” no será operativa. Además si el selector se colocara en dicha posición, automáticamente retornaría a la que tuviera con anterioridad (“Marcha” o “Paro”). Asimismo y como consecuencia lógica de lo anterior, el rectángulo superior de indicación de estado del equipo (ver apartado 4.4) siempre estará en blanco.

Como se puede comprobar este selector replica aproximadamente la apariencia del selector de campo “Marcha – 0 – Automático” con las siguientes consideraciones a implementar en programación:

- **Mover selector de campo a “Automático” implica deslizador en “Paro”.**
El selector de campo “Marcha – 0 – Automático” implica **el paro** del equipo siempre que se cambie entre los dos estados, (control independiente o dependiente del autómatas), dado que el 0 está entre ambos ⁽³⁶⁾. Por ello, **y como criterio general de seguridad**, siempre que un equipo pasa en campo a “Automático”, el deslizador se ubicará automáticamente también en “Paro”. Es decir, al colocar un equipo en “Automático” en campo **siempre** se mantendrá parado. **Nunca** se producirá el arranque porque se hubiera quedado “memorizada” su anterior posición de “Marcha” o “Secuencia” ⁽³⁷⁾.

³⁶ Para evitar este efecto cuando no sea deseable, se describe la EXCEPCIÓN “0 – Marcha – Automático” indicada en el punto 3 del apartado 2.1.1.

³⁷ Habrá que analizar el comportamiento particular que se desea en la EXCEPCIÓN “0 – Marcha – Automático” indicada en el punto 3 del apartado 2.1.1. Probablemente en este caso lo deseable será que el deslizador se resetee automáticamente a “Marcha” cuando se pasa a “Automático” en campo, aunque puede que se desee en casos particulares que se resetee directamente a “Secuencia”.

- **Paso entre “Marcha” y “Secuencia” sin paso por “Paro”.**

No obstante, el paro entre “Manual” y “Automático” no se replicará entre “Marcha” y “Secuencia” en programación. **SIEMPRE** será posible el cambio a, o desde, secuencia manteniendo el estado de marcha o paro del equipo.

Para ello el deslizador solo cambiará efectivamente de estado cuando **se suelte en su posición final**. Es decir:

- Si se pulsa sobre “Marcha”, “Paro” o “Secuencia”, el deslizador saltará inmediatamente a esa posición, independientemente de su posición anterior.
- Si se *arrastra* desde “Marcha” a “Secuencia” (o viceversa), mientras que se está pasando por “Paro” no se detiene el equipo. El cambio de funcionamiento se produce cuando se *suelta* el deslizador, (se deja de pulsar el botón del ratón, se levanta el dedo de una pantalla táctil, etc.)⁽³⁸⁾.

Resumen y ejemplos de lo que implica esta descripción:

- Si un equipo está en “Marcha” y se pasa a “Secuencia”, este se mantiene en marcha. No obstante, esto es independiente de que la lógica programada de la secuencia decida pararlo inmediatamente.
- Si un equipo está en “Paro” y se pasa a “Secuencia”, este se mantiene parado. No obstante, esto es independiente de que la lógica programada de la secuencia decida arrancarlo inmediatamente.
- Si un equipo está en secuencia, al sacarlo de la misma el operario decide que se quiere hacer con él dado que puede escoger entre dejar el deslizador en “Paro” o en “Marcha”.

Aclaración: En caso de motores con inversión de giro, el comportamiento en esta salida de secuencia es particular y se describe en el respectivo apartado descriptivo de su subpantalla (apartado 4.9.3).

- **Comportamiento del deslizador en caso de defectos, emergencia o enclavamientos.**

Análogo a lo anterior, el comportamiento del deslizador en el caso de defectos, enclavamientos y emergencias será el siguiente con objeto de “replicar” el comportamiento del selector de campo:

- Si se activa la emergencia, el deslizador siempre saltará a “Paro”. Con ello, para rearrancar el equipo, es necesaria intervención humana adicional además de lógicamente haber desenclavado la seta.
- Si por el contrario es solo un defecto o un enclavamiento lo que impide el funcionamiento del motor, el deslizador se mantendrá en su posición, aunque el motor se mantendrá parado y por tanto el deslizador no estará en verde. La desaparición de este evento permitirá el arranque autónomo del motor si fuere el caso.
 - No obstante en caso de EXCEPCIONES en que se haya decidido que el rearme de defectos no suponga el re arranque

³⁸ Esto último permite abortar maniobras erróneas incluso después de haber comenzado su movimiento. Para ello bastará volver a dejar el deslizador en su posición inicial.

del equipo sin intervención previa de un operador, se programaría un comportamiento del deslizador análogo a la emergencia³⁹.

- Igualmente el Canal de Isabel II Gestión se puede reservar el criterio de exigir el comportamiento anterior aun cuando el mando “Manual” siga el criterio estándar (es decir, que si el control de equipos está a través de PLC, el rearme de fallos no sea automático).
- E igualmente, podría solicitarse una solución intermedia de manera que *solo* en funcionamiento en “Automático” se efectúe el paro irreversible del equipo ante fallos (salto del deslizador a “Paro”), mientras que en “Manual” no se seguiría la EXCEPCIÓN correspondiente.

Aclaración: En caso de motores con inversión de giro, el comportamiento ante defectos, enclavamientos y emergencia es ligeramente distinto y se describe en el respectivo apartado descriptivo de su subpantalla (apartado 4.9.3).

- **Criterio opcional adicional para defectos – Consignas de fallos permitidos**
Sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior y sin perjuicio del cableado real que rijan el comportamiento de equipos con selector de campo en “Manual”, para equipos con control a través de PLC, (selector de campo en “Automático”), es viable adoptar allí donde sea necesario una configuración intermedia en que el salto definitivo a “Paro” se produzca solo si se ha repetido **n** veces un fallo en un determinado tiempo. Estos dos parámetros (nº de fallos permitidos y tiempo para acumular los mismos), se añadirían como consignas adicionales en la pantalla que correspondiere según proceso.
- **Comportamiento específico para equipos implicados en secuencias globales, en caso de bloqueo automático de la misma**
Además de todo lo anterior, hay que tener en cuenta que, en equipos implicados en secuencias globales, puede ser necesaria la salida automática de secuencia, (ver indicaciones al respecto en el apartado 0). Si aplicara, según las necesidades exigidas en cada caso, se deberá programar este paso, (bien a “Marcha”, bien a “Paro”), cuando se dieran situaciones o maniobras que bloqueen la secuencia global. No obstante conviene reinsistir en que el caso opuesto, el salto automático a “Secuencia”, **nunca** deberá producirse.

No obstante, en ciertos casos por necesidades específicas, y por tanto excepciones autorizadas explícitamente por el Canal de Isabel II Gestión, pueden adoptarse otras configuraciones distintas de las que se acaban de desarrollar (⁴⁰).

³⁹ Esto suele ser común en motores grandes, y por tanto, dotados de la también asociada EXCEPCIÓN de disponer de botones adicionales de campo de “Marcha” y “Paro”.

⁴⁰ Por ejemplo: alternar el orden “Marcha – Paro – Secuencia” por “Paro – Marcha – Secuencia” para replicar la “apariencia” de la botonera de campo si se hubiera requerido el solape entre funcionamiento “Manual” y “Automático” (ver punto 3 del apartado 2.1.1).

4.9 Subpantallas de control de equipos

Estas pantallas se superpondrán a las de proceso, siendo de menor tamaño y permitiendo modificar su posición (no su tamaño) para poder visualizar la pantalla de proceso.

Existirán varios modelos de subpantallas en función de las necesidades de la instalación: accionamiento de motores con pulsador o selector, accionamiento de compuertas y electroválvulas, señales analógicas con o sin límites de alarma y/o totalizadores, etc.

Todas las subpantallas de motores incluirán un botón que permitirá ampliar la información mostrada. Cuando se acceda a una subpantalla, esta mostrará la opción resumida por defecto.

Todos los modelos de subpantallas serán paramétricos. Solo existirá una copia de cada modelo y desde las pantallas de proceso se invocará a estas cuantas veces sea necesario, empleando para ello los parámetros correspondientes a cada equipo que se habrán asociado previamente. Esto es extremadamente importante para habilitar fácilmente la integración de cambios o modificaciones no previstas inicialmente (que siempre existirán).

A continuación se ofrecen los modelos básicos, pudiendo aparecer más subvariantes particulares como en muchos casos se indica en el propio texto.

4.9.1 Información contenida en subpantallas

Se implementarán contadores y totalizadores para todos los equipos de la planta. El conteo se realizará en el propio autómatas, de tal forma que no se perderán datos aunque se pierda comunicación con el sistema de supervisión.

Desde el sistema de supervisión se podrán borrar los contadores parciales mediante botones preparados a tal efecto (Reset).

Dado que los contadores tienen un valor máximo a partir del cual se dan la vuelta (es decir, se resetean a 0), este se deberá fijar igual para todos los motores y se mostrará en las distintas ventanas para que el explotador pueda asociar fácilmente que potenciales valores bajos de funcionamiento pueden deberse a este efecto. No se admitirá utilizar valores típicos de programación, (tipo 2^n , es decir, y como ejemplo, 32.768), como límite máximo de contadores; siempre se deberá implementar límites múltiplos de 10 - 1, (por ejemplo en el caso anterior el valor lógico admisible a implementar para el reseteo automático sería 9.999).

A continuación se hace una descripción de la información que se mostrará en las subpantallas:

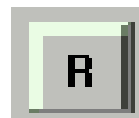
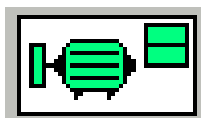
“Horas de funcionamiento en secuencia”: reflejará el tiempo acumulado que el equipo ha estado en marcha por secuencia. Será parte del totalizador, no se podrá poner a cero.

“Horas de funcionamiento en manual”: reflejará el tiempo acumulado que el equipo ha estado fuera de secuencia, es decir, en manual en campo o en manual en el sistema de control. Será parte del totalizador, no se podrá poner a cero.

“Horas de funcionamiento Total”: presentará el valor total que el equipo ha estado en marcha, independientemente del modo de funcionamiento. Será la suma del contador en secuencia más el contador en manual. No se podrá poner a cero.

- “Horas de funcionamiento Parcial”**: presentará el valor que el equipo ha estado en marcha, independientemente del modo de funcionamiento. Permitirá puesta a cero (Reset).
- “Contador Número de maniobras Total”**: presentará el valor correspondiente al número de veces que el motor realiza una maniobra de marcha o paro. No se podrá poner a cero.
- “Contador Número de maniobras Parcial”**: presentará el valor correspondiente al número de veces que el motor realiza una maniobra de marcha o paro. Permitirá puesta a cero (Reset).
- “Contador Minutos en defecto”**: presentará el tiempo en minutos en que el motor ha permanecido en su último estado de defecto. Aunque sea restituido el defecto se mantendrá el valor alcanzado hasta que se produzca un nuevo defecto, momento en que se comenzará el conteo desde cero.
- “Velocidad”**: en las subpantallas se representará el valor de la velocidad real del VF (azul). En caso de no disponer de ella se mostrará la consigna del sistema.
- “Reset automático Totalizadores”**: presentará el valor seleccionado para realizar la puesta a cero de los contadores y totalizadores según se ha indicado. Este valor se aloja en el PLC y desde el sistema de supervisión solo se visualizará.
- “Límite máximo”**: presentará el valor, en unidades de ingeniería, introducido en el sistema correspondiente al rango superior de la señal analógica (20 mA). Valor ajustable, deberá coincidir con el valor introducido en el equipo de instrumentación.
- “Límite mínimo”**: presentará el valor, en unidades de ingeniería, introducido en el sistema correspondiente al rango inferior de la señal analógica (4 mA). Valor ajustable, deberá coincidir con el valor introducido en el equipo de instrumentación.
- “Alarma” y “Prealarma” “máximo y mínimo”**: presentará el valor, en unidades de ingeniería, seleccionado por el explotador para el funcionamiento de la secuencia de control correspondiente.
- “Peso del filtro”**: valor del filtrado efectuado como primer paso en las señales analógicas de medida, (ver apartado 3.4). En caso de adoptarse filtros intrínsecos del PLC/SCADA, no el básico definido en este apartado indicado, pueden ser necesarios varios valores según la naturaleza de los mismos.
- “Peso del totalizador”**: valor, en unidades de ingeniería, seleccionado en la puesta en marcha para la salida de pulsos del equipo de instrumentación correspondiente.
- “Totalizador”**: presentará, en unidades de ingeniería, el valor acumulado hasta el momento.
- “Parámetros de la totalización calculada en informes”**: valores necesarios para parametrizar y estandarizar adecuadamente la generación de informes de las señales de flujo según se indica en el apartado 3.3. Se trata de los parámetros de conversión de unidades, texto indicativo de la unidad totalizada y nº de decimales de dicha unidad según tipo de informe
- Representación del estado del motor**: mediante una imagen animada se representará el estado del motor, siguiendo el criterio ya mencionado.
- Boton de Reset**: para poner a cero los contadores parciales de horas y maniobras.
- Candado rojo**. Si aparece, siempre junto a motor parado, (en blanco o bien en emergencia/defecto), indicaría que dicho motor además de estar inactivo, no se va a poder arrancar al estar enclavado por alguna protección. (Para su control se utilizará la variable auxiliar de estado definida en el apartado 3.2.1 al respecto).
- Candado amarillo**. Si aparece, siempre cuando el motor está en secuencia, indicará al operador que el equipo está involucrado además en una secuencia global explícita que está también activa. Debido a ello su operación puede tener efectos colaterales directos sobre más equipos. Se correspondería con la

misma situación señalizada según la Ilustración 7. (Para su control se utilizará la variable auxiliar de estado también definida en el apartado 3.2.1 a este respecto).



4.9.2 Subpantalla único sentido de giro (motor 1)

Se utilizará este formato para todos los equipos que funcionen en un único sentido de giro:

Ilustración 25- Subpantalla único sentido de giro (motor 1).
Se muestra también la posición de las señalizaciones de “enclavamiento” e “implicado en secuencia global”.

4.9.3 Subpantalla inversión de giro o válvulas todo-nada (motor 2)

Se utilizará este formato para todos los equipos que funcionen en dos sentidos o de regulación. La base de la pantalla será la del modelo “motor 1” con las siguientes particularidades:

El deslizador es simplemente “Paro– Secuencia” como se indica en 4.8.2.

Replicando, o no, el comportamiento de los botones Abrir/Cerrar en campo (ver el punto 6 de 2.1 y el punto 6 de 2.1.1), se deberá decidir equipo por equipo si los

botones “Abrir/Cerrar” son de tipo no automantenido, de tipo automantenido o de un pulso. En este último caso habrá que añadir un botón extra de “Paro” en las subpantallas que se muestran a continuación⁴¹.

Obviamente habrá que adoptar la correspondiente representación a cada tipo según se indica en el apartado 4.8.1.

Motores con inversión de giro con posibilidad de posiciones intermedias:

- Los rectángulos blancos que aparecen junto a los pulsadores (abrir/cerrar, izq./dcha., directo/inverso, etc.) indicarán el estado del final de carrera correspondiente: verde activo, blanco inactivo. Asimismo el parpadeo del botón correspondiente y del icono de la válvula indicarán qué maniobra de apertura y cierre se está ejecutando en ese momento según lo indicado en el apartado 4.4.

Válvulas con posición exclusiva todo o nada (sin posibilidad de posiciones intermedias, es decir, apertura o cierre “instantáneo” por ejemplo electro-válvulas):

- En este caso la posición del equipo se identificará por el color de su icono, y lógicamente carece de sentido emplear botones automantenidos.



Ilustración 26- Botonera válvulas todo-nada (posición abierto y cerrado)

En caso de disponer de señal del posicionador se indicará en tanto por ciento su valor. En caso contrario, se eliminará su representación.



Ilustración 27- Señalización de consigna de apertura

Además, en este último caso, se deberá en general, incorporar una entrada de consigna para el posicionador similar a los Hz/rpm de los motores con variador, con lo que el PLC se encargaría de buscar esa posición (con ello, el equipo pasaría a tener una pantalla muy similar a la dicho motor con variador, ver 4.9.4).

⁴¹ Por ejemplo, aunque en campo no sean automantenidos, con el objeto garantizar la seguridad de la operación al obligar al operario a estar pulsándolos mientras está directamente supervisando la actuación del equipo, puede decidirse que en pantalla sí lo sean puesto que lo más probable es que el equipo no se vea físicamente desde el CCM o sala de control; puede que carezca de sentido obligarle a estar con el botón pulsado en este caso.

O, por el contrario, aun existiendo este hecho, se puede decidir adoptar también botones no mantenidos para replicar completamente el comportamiento de la botonera de campo.



Ilustración 28- Subpantalla inversión de giro (motor 2). Ejemplo con botones “Abrir - Cerrar” y lectura de posicionador solo indicativa (sin entrada). Ejemplo típico de compuerta

Además, en este tipo de motores caben hacer las siguientes consideraciones al efectuar la entrada o salida de secuencia:

- Si los botones de “Abrir” / “Cerrar” no son automantenidos.
 - La salida de secuencia supone siempre el paro del equipo independientemente de cómo estuviese dentro de la secuencia.
 - Obviamente, al pasar a secuencia, el equipo siempre está inicialmente parado.
- Si los botones de “Abrir” / “Cerrar” son automantenidos:
 - La salida de secuencia mantendrá el equipo efectuando el movimiento que estuviera haciendo.
 - La entrada a secuencia se puede hacer desde equipo en marcha o parado.
- Si los botones de “Abrir” / “Cerrar” son de un pulso (con botón asociado de “Paro”):
 - La entrada y salida de secuencia mantendría al equipo efectuando el movimiento que estuviera haciendo previamente.

Igualmente, el comportamiento ante defectos, enclavamientos y emergencia es algo distinto al del resto de motores, dado que el deslizador carece de la posición de “Marcha”:

- Como ocurre con el resto de motores, en caso de emergencia, el deslizador saldría de “Secuencia” si estuviere. Pero como comportamiento añadido, los botones de “Abrir” / “Cerrar” se despulsarían fuesen o no automantenidos. Es decir, el equipo se quedaría parado hasta nueva intervención humana adicional.

- En caso de enclavamientos o defectos, el comportamiento dependería de cómo se haya decidido tratar dicho evento (potencial EXCEPCIÓN 1.b del apartado 2.1.1 relativa al no rearme automático):
 - En general los equipos con botones automantenidos mantendrían su estado y por tanto tendrían rearme automático en cualquier caso.
 - En el resto, estos eventos supondrían el paro del motor salvo en “Secuencia” en que sí se mantendría el deslizador en su posición aunque el motor no actuaría hasta que se rearmara el defecto o enclavamiento y la lógica programada debería actuar en consecuencia.
 - No obstante, y según equipo, se puede decidir adoptar un comportamiento análogo a la emergencia, sacando adicionalmente el equipo de su posición de “Secuencia” también en este caso.

4.9.4 Subpantalla motores con variador

Se utilizará este formato para todos los equipos que funcionen con variador de frecuencia

La base de la pantalla será la del modelo “motor 1” con las siguientes particularidades:

Se presentará la velocidad de funcionamiento del motor expresada en Hz (o rpm), tanto si está en “Manual” o “Automático” (en este último caso, independientemente de estar dentro o fuera de secuencia).

Se podrá introducir la velocidad para el funcionamiento *manual* del “Automático”.

The image displays two side-by-side screenshots of a motor control software interface. Both screens have a blue title bar and a grey background with white text and controls.

Left Screenshot:

- Top section: "DENOMINACION DEL EQUIPO" and "TAG DEL EQUIPO" in a box.
- Second section: "Horas de funcionamiento" with "Parcial" (displaying #####) and "Total" (displaying #####) fields, separated by a green "R" button.
- Third section: "Número de maniobras" with "Parcial" (displaying #####) and "Total" (displaying #####) fields, separated by a green "R" button.
- Fourth section: "más Información" button, a speech bubble icon, and a "Velocidad" display showing ## (Hz).
- Bottom section: A mode selector with "MARCHA", "PARO", and "SECUENCIA" buttons. The "SECUENCIA" button is highlighted with a green arrow pointing up.

Right Screenshot:

- Top section: Same as the left screenshot.
- Second section: Same as the left screenshot.
- Third section: Same as the left screenshot.
- Fourth section: Same as the left screenshot.
- Fifth section: Additional monitoring fields:
 - "Horas en secuencia" (displaying #####)
 - "Horas en manual" (displaying #####)
 - "Total" (displaying #####)
 - "Minutos en alarma" (displaying #####)
 - "Velocidad manual (Hz)" (displaying ## ##)
 - "Reset aut. Totalizadores" (displaying #####)
- Bottom section: Same as the left screenshot.

Ilustración 29- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad de referencia)



Ilustración 30- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad feedback)

En este tipo de motores hay que tener en cuenta que el paso entre fuera y dentro de secuencia debe copiar la consigna de velocidad entre estados.

Ejemplo: estando el equipo en marcha a 45 Hz, si el operador decide ponerlo en “secuencia”, el equipo deberá entrar en la secuencia a 45 Hz para pasar posteriormente al estado que le consigne el PLC posteriormente.

Ejemplo: estando el equipo en secuencia a 43,8 Hz, el operador decide sacarlo de “secuencia” a “marcha”. En este caso, el PLC copiará esta última referencia de velocidad a la casilla de velocidad manual.

Asociado en general a la EXCEPCIÓN descrita en el punto 1 del apartado 2.1.1, puede que en ocasiones se desee añadir botones, (bien en campo con su correspondiente implicación en cableado de CCM, bien solo “lógicos” en la pantalla, bien ambos), para subir y bajar Hz/rpm mediante pulsos. Cada pulsación modificará la consigna de velocidad en saltos de 1 Hz salvo que ser requiera mayor precisión. En este caso la pantalla quedaría como se indica a continuación.

Ilustración 31- Ejemplo de motor con pulsadores de subir y bajar consigna de velocidad.

4.9.5 Subpantalla de instrumentos de medidas generales

Este capítulo se refiere a la pantalla correspondiente a las mediciones de variables *TIPO 3* (ver apartado 3.2.3), es decir magnitudes físicas no asociadas a flujos por ejemplo, pH, temperatura, altura de un depósito, conductividad, pesos, turbidez, etc.

La pantalla a emplear será la siguiente:

Ilustración 32- Subpantalla instrumentos de medidas generales

El texto “ud.” reflejará las unidades de medida en que se indican el conjunto de valores del diálogo.

4.9.6 Subpantalla de instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores

Si la medida se corresponde con un flujo, es decir, una señal *TIPO 4*, (ver apartado 3.2.4), es posible, y muy común, que se disponga adicionalmente de su totalización desde campo (señal *TIPO 2*).

En este caso la subpantalla a emplear parte de la definida en el anterior apartado añadiendo la totalización, tanto visualización de la señal directa recibida desde campo, como los parámetros necesarios para el adecuado "cálculo" en informes a partir del registro histórico de los valores de la medida de flujo (ver apartado 3.3).

Ilustración 33- Subpantalla instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores

Esta subpantalla se empleará completa incluso cuando no se disponga de la medida de totalización desde campo. En este caso los parámetros referidos a dicho equipo de totalización estarán inactivos. Esto tiene por objeto no requerir cambios en la subpantalla si en un futuro se implementase dicha medida.

Asimismo, aunque es un caso mucho menos frecuente, esta subpantalla se implementará también completa para el caso de que existiese un instrumento totalizador en campo *sin medida de flujo asociada*. En este caso los registros inactivos serían los referidos a la medida de flujo, (es decir, gran parte de la subpantalla). Como en el caso anterior, el objeto de este requerimiento es no necesitar cambios en la subpantalla si en un futuro se implementase el medidor de flujo asociado a la magnitud que estuviera siendo totalizada.

5 TRATAMIENTO DE DEFECTOS Y EVENTOS

5.1 Visualización de defectos en pantalla principal

En la representación de cada recuadro de proceso se representará una campana blanca que parpadeará cuando exista algún defecto, alarma o emergencia en dicha parte del proceso. Se seguirá el siguiente código de color:

Solo Defecto o solo alarma: blanco/rojo.

Solo Emergencia: rojo/ amarillo.

Defecto y Emergencia: blanco/amarillo/rojo.



Se activarán de igual manera el icono de defecto que se repite en todas las pantallas de proceso siguiendo el mismo código de color.

5.2 Visualización de defectos y emergencias en pantallas de proceso

Cada vez que salte el defecto de alguno de los motores parpadeará en rojo/blanco su dibujo. Cuando se active la emergencia de alguno de los motores, su representación parpadeará en rojo/amarillo. En tercer lugar, en caso de coexistir el defecto y la emergencia, el motor parpadeará blanco/amarillo/rojo.

5.3 Pantalla de defectos, alarmas y eventos

Desde todas las pantallas de proceso, y desde la principal, se accederá a la pantalla de defectos y eventos pinchando en un icono (campana) dibujado a tal efecto.



El criterio general es que este icono parpadeará en rojo y amarillo y/o blanco según el criterio indicado anteriormente siempre que haya alarmas no reconocidas o bien activas⁴². No obstante lo anterior, y siempre que la plataforma lo permita, se codificará una consigna de sistema, (con nivel de acceso Alto), que active o desactive la notificación por parpadeo de las alarmas activas, es decir, que limite el parpadeo solo a la existencia de alarmas no reconocidas⁴³.

⁴² El objeto de este criterio, (activas o no reconocidas), es mantener el parpadeo siempre que haya **nuevas** alarmas. Es decir, aunque las alarmas hubieran desaparecido (inactivas) en tanto en cuanto un operador no las hubiera revisado (bien para reconocerlas bien para borrarlas), el icono continuaría avisando de su presencia.

⁴³ El objeto de este bloqueo es limitar la notificación solo a alarmas **estrictamente nuevas**. Es decir aunque haya alarmas activas, si estas ya han sido identificadas y marcadas como tales por el operador (han sido reconocidas), dejarían de activar la notificación. Este filtro puede ser útil si existen frecuentemente alarmas reales no solventables, (por ejemplo seta pulsada en un equipo en reparación), que no se quieren que enmascaren con su parpadeo la aparición de otras alarmas nuevas. Ténganse en cuenta que cualquier alarma nueva que aparezca siempre, además de activa, aparece como no reconocida.

El icono dará acceso a la denominada **Última ocurrencia de alarmas**. En esta pantalla se mostrarán, ordenados desde más reciente a más antiguo, exclusivamente el último evento de aparición de cada alarma. Desde esta pantalla de última ocurrencia se podrá acceder a la subpantalla de **Histórico (de alarmas y eventos)** que contendrá todo el listado histórico de alarmas.

El objeto de disponer de dos pantallas diferenciadas es:

- **Última ocurrencia de alarmas.** Mostrar al operario “básico” las alarmas activas y si han dejado de estarlo así como permitir la gestión de las mismas mediante el marcado como “Reconocidas” de las que se deseen o “Borrado” de los episodios ya completamente solventados. Solo se muestra la última ocurrencia para evitar que, en el caso de alarmas intermitentes, el listado crezca incontroladamente y un solo equipo enmascare, (ocupe con sus alarmas toda la pantalla), lo que pueda ocurrir con otros.
- **Histórico (de alarmas y eventos).** Permitir la investigación de sucesos en la planta. Por tanto, además de alarmas aparecerán también los eventos que se seleccionen. Además estos eventos aparecerán tantas veces como ocurran. No suele ser de uso habitual de operadores “básicos” de la planta.

5.3.1 Última ocurrencia de alarmas

Mostrará exclusivamente listado de última ocurrencia de alarmas o defectos de toda la planta.

Cada defecto ocupará una línea en el listado y se indicará fecha y hora en que se produjo, (y en que dejó de producirse si la alarma ya no está activa), tipo de defecto, tag, descripción y valor actual de la variable.

Los eventos a recoger en esta pantalla son solamente situaciones extraordinarias, por tanto, en general serán:

- Superación de valores de alarmas y prealarmas.
- Defectos de equipos.
- Emergencia de equipos.
- Cualquier evento referido a situaciones de funcionamiento anómalo o extraordinario⁴⁴.

Los textos que indiquen los defectos seguirán este código de colores:

- Defecto/alarma/emergencia activa sin reconocer: rojo.
- Defecto/alarma/emergencia activa y reconocida: naranja.
- Defecto/alarma/emergencia no activa y no reconocida: azul.
- Defecto/alarma/emergencia no activa y reconocida: gris claro.

Hay que tener en cuenta que las alarmas se pueden producir en cascada. El listado de alarmas las presentará todas⁴⁵.

⁴⁴ Por ejemplo, y enlazando con la seguridad de las secuencias globales (ver apartado 0), se señalaría como alarma el abandono de una secuencia no voluntariamente sino porque se hayan intentado arrancar equipos en manual cuando esto no era admisible.

A efectos de poder reconocer alarmas se dispondrá de al menos los siguientes botones:

- Reconocer seleccionadas.
- Reconocer no activas.
- Reconocer todas.

La desactivación de una alarma⁴⁶, no supondrá nunca la modificación de su estado de reconocida o no. La reactivación de una alarma, en cambio, siempre supondrá restablecer su estado a “no reconocida”. Es decir, los eventos **nuevos** siempre estarán no reconocidos independientemente de cómo estuvieran con anterioridad.

Las alarmas que ya no estén activas se podrán borrar para limpiar el listado y facilitar su consulta y manejo. Los botones de borrado que habrá serán al menos:

- Borrar seleccionadas.
- Borrar reconocidas y no activas.

Las alarmas activas nunca se podrán eliminar del listado salvo que se trate de los eventos en los que no tiene sentido evaluar su estado de “no activos” (ver nota más adelante).

Además sobre este listado se podrá, al menos:

- Cambiar la ordenación entre:
 - Alarmas por tiempo (por defecto será la activa). Las más recientes las primeras.
 - Alarmas por tipo:
 - Primero las activas no reconocidas
 - Después las activas reconocidas.
 - Después las no activas no reconocidas.
 - Por último las no activas no reconocidas (Dentro de cada tipo ordenadas por tiempo).
- Filtrado de alarmas visibles por al menos los siguientes criterios:
 - Alarmas de toda la planta o bien por procesos.

NOTA IMPORTANTE: *Todo lo anterior es directamente aplicable a la gran mayoría de defectos / alarmas que dependen directamente de una señalización y por tanto es fácilmente identificable cuando están activos o no. Por ejemplo alarma por una boya de máximo que active y desactive su alarma correspondiente.*

Sin embargo, hay que tener en cuenta que existen ciertos tipos de alarmas asociados a situaciones complejas, (marcha de ciertos equipos combinada con superación umbrales de alarma en una o varias sondas a la vez), cuya activación suele suponer, por seguridad, el paro de los equipos

⁴⁵ Por ejemplo, la activación de un límite máximo (alarma que puede posteriormente tener un estado de desactivado), puede generar una parada “extraordinaria” con abandono de secuencia (alarma persistente sin posibilidad de “no activa”).

⁴⁶ Por ejemplo, deja de estar activa una boya de máximo.

implicados⁴⁷ y por tanto la desactivación de uno de los criterios necesarios para la propia generación de la alarma.

En este tipo de alarmas puede ser difícil definir cuando dejan de estar activas, puesto que realmente solo se activan un instante, ya que por su propia definición con sistema parado no es posible la existencia de dichas alarmas.

Según cada caso, prestando especial atención a la peligrosidad intrínseca del evento generado e implicaciones en el proceso de la planta, deberá analizarse su tratamiento concreto a aprobar por la Dirección de obra tras propuesta por el Constructor. A continuación se indican potenciales opciones.

- *Programar una lógica, igualmente compleja a la asociada a su activación, que rija su desactivación de forma automática pero desligada lógicamente del evento directo de paro del motor o motores. (No siempre será posible).*
- *Considerar dichas alarmas como persistentes, es decir que se mantendrán activas por siempre una vez generadas. En este caso se deberá disponer de algún botón de “reset” adicional para su desactivación manual y expresa por parte de un operario.*
- *No considerar dichas alarmas como persistentes, es decir, efectivamente se desactivan al generarse la parada de los motores, pero seguir señalándolas como activas en el listado. En este caso este tipo de alarmas serían una excepción a lo indicado anteriormente y se podrían “borrar” aunque siguiesen activas.*
- *No hacer nada, es decir, ser conscientes de que este tipo de alarmas virtualmente siempre van a aparecer como “no activas”, salvo que la pantalla se esté visualizando justo en el instante en que se están produciendo (⁴⁸).*

5.3.2 Histórico (de alarmas y eventos)

Se accederá a él desde la pantalla anterior.

Dependiendo de las capacidades del hardware/software empleado, puede que solo tenga sentido su implementación completa en el SCADA, no en las pantallas táctiles asociadas a cada PLC. En estas pueden implementarse versiones con funcionalidad reducida o bien no implementarse en absoluto.

⁴⁷ Por ejemplo, el abandono “impuesto” de una secuencia global por los motivos indicados en la nota al pie nº 45 o el paro de un bombeo al detectarse una presión baja potencialmente relacionada con una rotura de la impulsión. El sistema marca dicha alarma como activa al producirse el evento y potencialmente se paran todos los equipos implicados por lo que la evaluación de que haya dejado de ocurrir el evento carece de sentido. No ha lugar marcar la alarma como “no activa”.

⁴⁸ No obstante cabe indicar que en caso de que se opte por esta alternativa, puede ser necesario de todas formas establecer un temporizador, aunque sea de corta duración, para retrasar la desactivación automática de la alarma puesto que una alarma totalmente instantánea puede no ser registrada adecuadamente dependiendo del sistema de automatismo empleado. (Esto ha sucedido de hecho en alguna instalación, no es solo una consideración teórica sino reflejo de una ocurrencia real).

El histórico, además de recoger las alarmas y defectos mostrados en el apartado anterior incluirá también los eventos que se seleccionen. En general se incluirán los siguientes:

- Entrada y salida de secuencia de equipos.
- Arranque y paro de equipos en secuencia.
- Arranque y paro de equipos en manual. (Es decir, y en relación con el anterior evento, hay que distinguir cómo se produce la operación de los equipos).
- Activación y desactivación de secuencias globales.
- Activación y desactivación de sondas de nivel.
- Activación y desactivación de finales de carrera.
- (En general registro de la activación y desactivación de todas las señales digitales de la planta).

El histórico también aparecerá codificado por colores y tipología de letra:

- Colores:
 - Cualquier evento “extraordinario” (es decir, recogido en el listado indicado en el apartado anterior): Rojo
 - Meter y sacar equipos de secuencia y activación o desactivación de secuencias globales: Azul.
 - Arranque y paro de equipos en secuencia: Verde.
 - Arranque y paro de equipos en manual (es decir, maniobras generadas por un operario): Naranja
 - Activación y desactivación de niveles o finales de carrera (y en general resto de eventos): Negro.
- Tipo de letra:
 - Línea referida a la activación: **Negrita**
 - Línea referida a la desactivación: *Cursiva*

Este histórico se podrá exportar o imprimir pudiendo seleccionar un rango de tiempo determinado. Por defecto se obtendrán los datos de las últimas 24 h.

El histórico tendrá el tamaño máximo posible permitido por las capacidades del sistema. Cuando se sature su almacenamiento, memoria o archivo se procederá a ir borrando automáticamente los eventos más antiguos, sin que tenga que existir intervención humana adicional de ningún tipo.

6 ALMACENAMIENTO DE DATOS

El almacenamiento de datos se realizará en un directorio distinto al de la aplicación que permita el salvado y/o copia de los mismos.

Los ficheros de datos se borrarán automáticamente cada cierto tiempo o por número máximo de ficheros para evitar llenar el disco duro.

Deberá avisar con antelación suficiente, mediante mensaje de alarma, previamente a su eliminación. El tiempo de aviso debe ser el suficiente para que el operador efectúe las operaciones de salvado antes del borrado automático.

El borrado automático comenzará por los ficheros más antiguos.

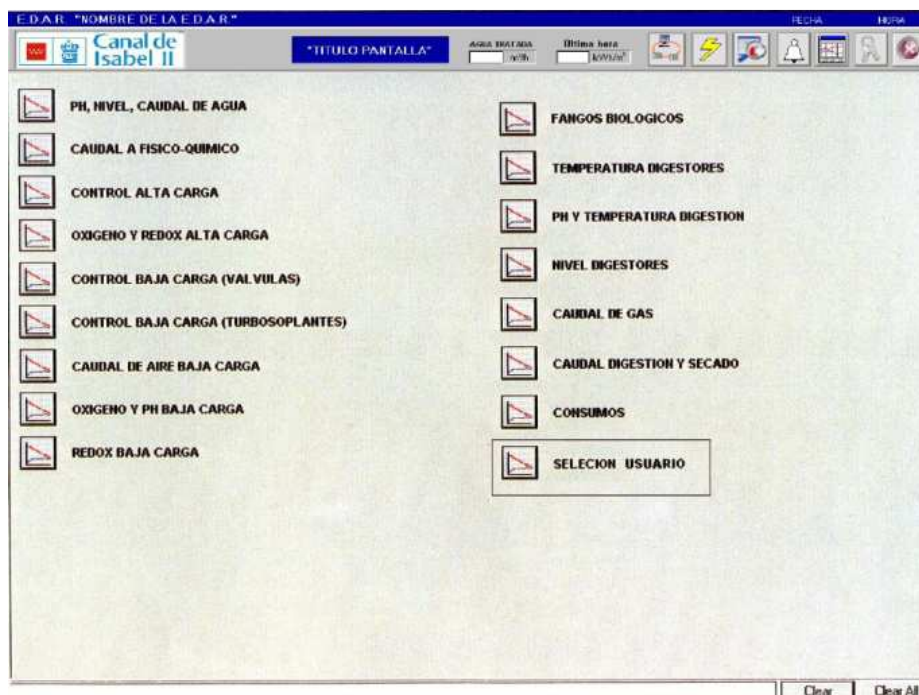
7 VISUALIZACIÓN DE GRÁFICAS

El sistema permitirá visualizar graficas en tiempo real y consultar históricos. Se dispondrá de consultas preconfiguradas y, al menos, una consulta configurable, donde se podrán representar las variables digitales siguientes:

Marcha de equipos.

Interruptores de nivel, finales de carrera, etc.

Consignas de velocidad para variadores de velocidad.



8 GENERACION DE INFORMES

Los informes se generarán a partir de los datos históricos almacenados (ver apartado 6). Se accederá a la aplicación a través del icono 5 descrito en el apartado 4.1.1.

Dependiendo de las capacidades del sistema empleado, esta pantalla puede que, o bien solo sea accesible desde el SCADA, no desde las pantallas locales de los diversos PLCs, o bien que dentro de estas últimas tenga funcionalidad limitada, por ejemplo, solo visualización de informes, sin posibilidad de impresión o de salvado de los mismos.

La pantalla principal de la generación de informes permitirá seleccionar y configurar el informe deseado. Todos los informes serán a petición del operador y se presentarán primero en pantalla, donde se tendrá la posibilidad de imprimirlos o guardarlos.

Ilustración 34- Pantalla general de informes

La pantalla de generación de informes tiene las siguientes partes o zonas:

- Nombre del informe. Cuadro para poder poner el nombre del informe.
- Botones de “Cargar”, “Guardar” y “Guardar como” plantillas de informe. Si se pulsa cargar se abre una lista que muestra las plantillas de informe que se hayan guardado previamente. Cuando se cargan dichas plantillas, los datos correspondientes aparecen en el panel inferior y en el nombre del informe ⁽⁴⁹⁾. Los botones de “Guardar” y “Guardar como” solo estarán activos para los usuarios de nivel Alto (ver apartado 9).
- Panel superior. Listado de TODAS las señales/variables disponibles en la planta. Siempre que sea posible según la plataforma empleada, aparecerán agrupadas por equipos, zonas de la planta, etc. No obstante al menos debe aparecer su tag y su descripción ⁽⁵⁰⁾.
- Panel inferior. Listado de las señales/variables seleccionadas para el informe que se esté creando. Estas variables se seleccionarán desde el panel superior (lo que significaría incorporarlas al informe) bien con botones de añadir/eliminar, bien con doble click, bien arrastrándolas, o bien mediante todos estos métodos simultáneamente u otros análogos. Igualmente se podrán

⁴⁹ **Potencial formato de las plantillas de informe.** Evidentemente el programador podrá emplear el formato que considere según el sistema de software/hardware empleado. No obstante como simple sugerencia se indica que las plantillas de informe pueden ser simplemente documentos de texto en que su nombre sea el “Nombre del informe” y su contenido sea el listado de los Tags de las señales a mostrar en el orden que se quieran mostrar (por ejemplo conteniendo un Tag por línea).

⁵⁰ En el ejemplo de la Ilustración 34, se han representado además un campo que indicaría el tipo de variable o señal según lo indicado en el apartado 3.2, y por ejemplo otro campo que indicaría la zona de planta a que está adscrita esa variable.

eliminar del mismo repitiendo el proceso en sentido contrario es decir, *desde el panel inferior al superior*.

Además, en esta parte inferior, se deben poder reordenar según como se quiere que aparezcan dentro del informe bien mediante botones de subir/bajar, bien mediante arrastre a su nueva posición.

- Zona de generación de informe:
 - Fecha de inicio del informe.
 - Botones de diario, semanal o mensual para generar un tipo u otro.

Aclaración sobre la fecha de inicio: *Dependiendo del tipo de informe diario, semanal o mensual, el comportamiento de la fecha de inicio será diferente:*

- *Diario. Se representarán los datos del día introducido.*
- *Semanal. Se representarán los datos de la semana estándar que contenga a la fecha de inicio. La fecha de inicio se modificará automáticamente a la del lunes correspondiente⁵¹.*
 - **POTENCIAL EXCEPCIÓN A AUTORIZAR POR EL CYII:** *Este comportamiento que se acaba de describir implica codificar, si no lo tuviere, el día de la semana dentro del PLC/SCADA. Esto puede ser complicado de ejecutar. Con autorización expresa se podrá aceptar que, en vez de representar la semana estándar, se representen simplemente los 7 días que empiecen en la fecha de inicio indicada.*
- *Mensual. Se representarán los datos del mes correspondiente a la fecha. La fecha de inicio se modificará automáticamente al 1 del mes correspondiente⁵².*

De esta forma, en la misma pantalla se puede:

- Generar plantillas de informes personalizados “al vuelo”.
- Cargar plantillas de informes previamente guardadas.
- Personalizar las plantillas de informes recién cargadas.
- Guardar las nuevas plantillas de informes personalizadas como nuevas plantillas o incluso sobre-escribir la previamente cargada.
- Generar y visualizar el informe que se tenga configurado en pantalla para el tipo que se seleccione, (diario, semanal, mensual), y la fecha indicada independientemente de que se haya guardado o no la plantilla que lo genera.

Una vez seleccionado el informe y presionado el correspondiente botón de generación, este será generado salvo que se haya especificado una fecha incorrecta porque no exista, sea futura o sea tan antigua que ya no se dispongan de datos guardados. En cualquiera de estos casos se mostrará una ventana informativa de error.

En caso de que existan datos parciales, por ejemplo petición de datos para el día de hoy, o la semana o mes en curso, sí se generará el informe dejando en blanco las filas correspondientes a los subperiodos para los que no existen datos.

⁵¹ Es decir, si se introduce una fecha que se corresponde con un jueves, se mostrarán los datos, desde el lunes hasta el domingo, de la semana que contiene a ese jueves.

⁵² Es decir, el 6 de marzo de 2010 y el 25 de marzo de 2010 generan el mismo informe, el correspondiente a marzo de 2010.

El informe generado consistirá en una serie de columnas, (una por cada variable seleccionada), que contendrán el análisis de datos solicitado. Se añadirán tantas páginas como sean necesarias para cubrir todas las variables seleccionadas. En cada hoja se mostrará tanto el nº de página particular como el total generado. Las columnas de las variables aparecerán ordenadas según como estén seleccionadas en el panel correspondiente de la ventana de generación de informes.

Según el tipo de variable seleccionada (ver apartado 3), esta tendrá un tipo de columna específico. A continuación se muestra una pantalla tipo de ejemplo con las cuatro columnas posibles.

Nombre del informe:

Tipo de informe:

Fecha inicio:

Fecha fin:

Impreso el:

| | Digitales de estado (OFF/ON) Variable TIPO 1 | | Totalizadores Var. TIPO 2 | Medidas generales (señales analógicas) Variable TIPO 3 | | | Medidas de flujo (señales analógicas) Variable TIPO 4 | | | |
|--------------------------|---|------------------|------------------------------|---|---------------|---------------|--|--------------|---------------|---------------|
| Tag equipo | | | | | | | | | | |
| Descripción equipo | | | | | | | | | | |
| Tag señal | | | | | | | | | | |
| Descripción señal | | | | | | | | | | |
| Ud | ----- | | | | | | | | | |
| Valor inicial | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | | |
| Valor final | ----- | | | ----- | | | ----- | ----- | | |
| Subperiodo | Horas | Maniobras | Parcial | Medio | Mínimo | Máximo | Totalizado | Medio | Mínimo | Máximo |
| Subperiodo 1 | | | | | | | | | | |
| Subperiodo 2 | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | |
| Subperiodo n | | | | | | | | | | |
| Total del periodo | | | | | | | | | | |

Página

de

Ilustración 35- Informe tipo

El significado de cada uno de los campos es:

- Campos generales.
 - **Nombre del informe:** El nombre que tuviere asignado el informe.
 - **Tipo de informe:** Diario, Semanal o Mensual, según se haya seleccionado.
 - **Fecha inicio:** Fecha de inicio del informe corregida si fuera necesario según lo indicado anteriormente.
 - **Fecha fin:** Fecha final del informe. Para informes diarios, será igual que la fecha de inicio.
 - **Impreso el:** Fecha de solicitud y generación del informe, (fecha actual del sistema al generar el informe).
 - **Página ### de ##:** Conteo de páginas del informe generado y total de las mismas.
- Campos de variable o señal.
 - **Tag equipo.** Si existiera, Tag de programación que identifica al equipo al que está asociada la variable. Si la variable o señal no estuviera asociada a ningún equipo en concreto, por ejemplo una señal de una consigna global, se dejaría en blanco.
 - **Descripción equipo.** Igual que la anterior pero con la descripción larga del equipo.

- **Tag señal.** Tag de programación identificativa de la señal.
- **Descripción señal.** Descripción larga de la señal.
- **Ud.** Texto con las unidades de medición de la señal⁵³.
 - En señales *TIPO 1*, dado que no tienen unidades, (ver apartado 3.2.1), se marcará con “-----”.
 - En señales *TIPO 2* y *3* y en la parte derecha de las señales *TIPO 4*, (sobre el texto de Medio/Mínimo/Máximo), aparecerá el texto almacenado en el metadato *UNIDAD* (ver apartado 3).
 - En la parte izquierda de las señales *TIPO 4*, (sobre Totalizado), aparecerá el texto almacenado en el metadato *UNIDAD TOTALIZADA* correspondiente al informe que se haya solicitado.
- **Valor inicial y valor final.** Solo tiene sentido para totalizadores (*TIPO 2*), en el resto se marcará “-----”. Se indicará el valor que presenta la variable al principio y al final del periodo.
 - **POTENCIAL EXCEPCIÓN A AUTORIZAR POR EL CYII.** *Se podría requerir también representar el valor de inicio y fin para el resto de tipos de variables, aunque normalmente carece de sentido saber el valor exacto de las mismas justo a las 0:00 y a las 24:00 horas de los días que fueren, que es lo que se obtendría.*
En cualquier caso, en la columna “Totalizado” de las variables TIPO 4, siempre aparecerá “-----”, dado que al estar obtenido siempre por cálculo sobre el registro del flujo, es imposible determinar su valor inicial y final.
- **Subperiodo.** En cada informe habrá tantas filas de datos como subperiodos en que se divida cada uno. El nombre específico de cada subperiodo aparecerá en la izquierda sustituyendo el texto “Subperiodo xx” del ejemplo.
 - Informe diario. Los subperiodos serán horarios. Por tanto habrá 24 subperiodos etiquetados “0:00 - 1:00”, “1:00 – 2:00”, ..., “23:00 – 24:00”.
 - Informe semanal. Los subperiodos serán diarios. Por tanto habrá 7 subperiodos etiquetados con su correspondiente fecha. (Ej. de “07-mar-2010” a “13-mar-2010”).
 - **POTENCIAL VARIANTE A EFECTUAR POR EL ADJUDICATARIO.** *Los informes semanales tienen solo 7 subperiodos frente a los 24 de un informe diario y a los 31 de uno mensual. Por tanto se considera óptimo mejorar el aprovechamiento de las hojas incluyendo DOS filas de variables por cada hoja dado que hay suficiente hueco.*
 - Informe mensual. Los subperiodos serán diarios. Por tanto, según mes habrá 28, 29, 30 o 31 días. No obstante para evitar tener que generar subinformes especiales según el “tipo” de mes, se generará siempre un informe con 31 filas dejando en

⁵³ Aclaración: Como se indica al final del apartado 3.2.2, pueden haberse generado totalizadores (*TIPO 2*) de horas y maniobras. En estos totalizadores, el texto que aparecerá en la casilla correspondiente a la “Ud” será lógicamente el almacenado en el metadato correspondiente. Si este está mal relleno, aparecerá mal en el informe. Se está haciendo un proceso estándar y “tonto” de señales, no se obliga al PLC/SCADA a identificar “inteligentemente” que dicha variable concreta de totalización está acumulando en particular horas o maniobras.

blanco los últimos días que puedan no aplicar. La etiqueta de los subperiodos será simplemente “1”, “2”, ..., “30” y “31”.

- **Total del periodo.** Se mostrará el resumen total para todo el periodo.
- Valores a mostrar para cada subperiodo y total del periodo.
 - **Horas** (variables *TIPO 1*). Se mostrará el computo horario en que la variable digital ha estado en ON (1), sin decimales.
 - **Maniobras** (variables *TIPO 1*). Se mostrará el nº de veces que la variable ha pasado de OFF (0) a ON (1), lógicamente sin decimales.
 - **Parcial** (variables *TIPO 2*). Se efectuará el cálculo del valor final menos el valor inicial del correspondiente totalizador en cada periodo o subperiodo. Se empleará el nº de decimales indicado por el metadato *Nº UNIDADES* asociado a la señal (ver apartado 3).
 - **Medio, Mínimo y Máximo** (variables *TIPO 3 y 4*). Se efectuará el cálculo del valor correspondiente en cada periodo o subperiodo. Análogamente al anterior, se mostrará el nº de decimales que indique el metadato *Nº UNIDADES*. Es necesario prestar atención al correcto cálculo del valor medio según se justifica en el apartado 3.3.
 - **Totalizado** (variables *TIPO 4*). Se efectuará y mostrará el cálculo de integración y totalización según se indica en el apartado 3.3 para cada periodo o subperiodo. Se empleará el nº de decimales que indique el correspondiente metadato *Nº UNIDADES TOT* asociado a la variable y al tipo de informe que se está generando.

Una vez generado el informe en pantalla aparecerá un cuadro de dialogo que permita “Imprimir” o “Guardar como” el informe.

Aclaraciones importantes:

- *Asociadas a las variables TIPO 1 (Digitales de estado) y a las TIPO 4 (Medidas de flujo), pueden existir Totalizadores (TIPO 2) precalculados, bien por el PLC (por ejemplo, respecto a las horas de funcionamiento de cada equipo), bien por equipos externos (por ejemplo el volumen trasegado informado por un caudalímetro, adicionalmente a la propia señal de caudal).
Seleccionando ambas, el presente modelo de informe permite representar a la vez los datos del totalizador “real” junto con la totalización “calculada al vuelo” sobre la variable asociada. Esto permite disponer de una potencial comprobación de la bondad de ambas señales relacionadas.*
- *Además, con objeto de controlar, registrar y visualizar adecuadamente cierto tipo de eventos, puede ser necesario configurar variables especiales adicionales (fundamentalmente TIPOS 1 y 2). En el propio apartado 3.2.1, al final del mismo, se indican de hecho varias que es obligatorio generar en todas las instalaciones, sin perjuicio de las que también pudieran aparecer por necesidades específicas.*

Finalmente, el botón situado abajo a la derecha permite efectuar el acceso a los diferentes informes especiales adicionales que puedan haberse establecido según se describen a continuación.

8.1 Informes especiales adicionales. Ejemplo: Carreras de lavado de filtros

La generación de informes mostrada es absolutamente estándar y ofrece una información genérica variable por variable de planta. Por ello algunas veces puede no ser suficiente para el control de ciertos procesos donde los informes deben recoger otros tipos de información. El Canal de Isabel II Gestión se reserva el derecho a solicitar la creación de tantos informes complementarios especializados como pueda ser necesario por proceso y planta.

Como ejemplo aclaratorio conviene mencionar uno muy frecuente sobre información de las carreras de lavado de filtros. Además este tipo de informe es fácilmente extrapolable con las modificaciones que sean necesarias para otros procesos que estén dominados por ciclos de operación y limpieza o maniobras auxiliares de restauración a sus condiciones iniciales.

Por convenio, (aunque planta por planta se pueden establecer variantes), asociados a cada filtro se van a definir tres temporizadores:

- **Carrera total del filtro.** Temporizador cuyo reseteo está asociado a un evento intrínsecamente asociado al lavado, (en general se escoge la apertura de la válvula de aire⁵⁴), independientemente de que este lavado se efectúe en secuencia o de forma manual por un operario.
Este temporizador siempre está contando y por tanto en cada instante informa sobre cuánto tiempo ha transcurrido desde el último lavado independientemente de si el filtro está operando o no.
- **Carrera de filtración en secuencia.** Temporizador cuyo reseteo se produce a la vez que el anterior, pero que solo cuenta si se dan concomitantemente las siguientes condiciones⁵⁵:
 - Filtro en funcionamiento en secuencia⁵⁶.
 - Filtro operando en fase de filtración.
- **Carrera de filtración en secuencia con filtro limpio.** Exactamente igual que el anterior pero además restringido a que el filtro esté operando sin que se hayan alcanzado las condiciones que marcan su entrada en cola de lavado (o sin que haya sido puesto en cola de lavado a voluntad del operario: “forzar lavado”). Es decir, deja de contar en aquellos filtros que sigan filtrando pero se encuentren en “espera de lavado” por cualquier causa.

Según la definición efectuada se puede comprobar cómo los tres contadores han de ser estrictamente decrecientes, es decir, siempre la carrera total del filtro es mayor que la carrera de filtración en secuencia y esta última es a su vez mayor (o a lo sumo igual) que la carrera de filtración en secuencia con filtro limpio.

⁵⁴ Es decir el temporizador de carrera total se resetea cuando la válvula de aire de lavado alcanza su final de carrera de abierta.

⁵⁵ Este temporizador solo se resetea con el anterior. Por tanto, los potenciales ciclos de parada y arranque del filtro entre dos lavados que se pudieran producir por cualquier causa, (pruebas fundamentalmente), simplemente acaban sumados. A efectos del informe no se distingue si, entre dos lavados, el filtro ha funcionado 10 horas seguidas o si realmente fue en dos tandas de 3 y 7 horas con un intervalo de paro en medio.

⁵⁶ Este criterio significa que si el filtro se operase en manual NO se registraría ningún tiempo de operación, pero esta situación es extremadamente extraña. Lo que sí puede ser habitual es que los lavados se efectúen manual por cualquier causa.

El informe propuesto se basa en registrar cada una de los ciclos que el temporizador de la carrera total se resetea. En ese instante se ha completado una carrera y, para ella, se puede registrar inequívocamente cual ha sido la duración final de los contadores.

A su vez para filtrar operaciones manuales no estándar que puedan ocurrir durante los lavados, automáticamente se deben descartar a todos los efectos aquellas carreras cuya duración total sea menor de un determinado valor (por ejemplo una hora)⁵⁷. De esta forma se evita que una apertura-cierre-apertura sucesivo de la válvula de aireación genere un dato de carrera con una duración ridículamente baja.

El esquema de informe resultante sería el siguiente:

Nombre del Informe: Carreras de filtración en la batería de filtros XXXXXXXX

Tipo de informe:

Fecha ini:

Fecha fin:

Impreso el:

| RESUMEN | | Carrera total (h) | | | C. operativa en secuencia (h) | | | C. operativa con filtro limpio (h) | | |
|----------|-------------|-------------------|------|------|-------------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|
| | Nº carreras | Mín. | Med. | Máx. | Mín. | Med. | Máx. | Mín. | Med. | Máx. |
| Filtro 1 | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | |
| Filtro n | | | | | | | | | | |

DETALLE DE CARRERAS POR FILTRO

| Nº Filtro | Carrera nº | Duración carreras (h) | | | Nº Filtro | Carrera nº | Duración carreras (h) | | |
|-----------|----------------|-----------------------|-----------|--------|-----------|------------------|-----------------------|-----------|--------|
| | | Total | Filtrando | Limpio | | | Total | Filtrando | Limpio |
| 1 | 1 | | | | k+1 | 1 | | | |
| 1 | 2 | | | | k+1 | 2 | | | |
| 1 | ... | | | | k+1 | ... | | | |
| 1 | n ₁ | | | | k+1 | n _{k+1} | | | |
| 2 | 1 | | | | k+2 | 1 | | | |
| 2 | 2 | | | | k+2 | 2 | | | |
| 2 | ... | | | | k+2 | ... | | | |
| 2 | n ₂ | | | | k+2 | n _{k+2} | | | |
| ... | ... | | | | ... | ... | | | |
| k | 1 | | | | n | 1 | | | |
| k | 2 | | | | n | 2 | | | |
| k | ... | | | | n | ... | | | |
| k | n _k | | | | n | n _n | | | |

Página de

Ilustración 36- Informe de carreras de filtración

En el informe mostrado todos los temporizadores se muestran en horas y con un decimal de precisión es suficiente para la monitorización buscada⁵⁸.

⁵⁷ Este valor de corte deberá ser un parámetro abierto modificable por el usuario de nivel Alto.

⁵⁸ En todo lo que se ha escrito en este apartado se ha efectuado una descripción funcional basada en la definición de unos temporizadores. No obstante, salvo que el Canal de Isabel II Gestión exija la representación del valor real instantáneo de dichos temporizadores en las pantallas de control de los filtros, (bien como información directa bien como información avanzada según se recoge en el apartado 4.2.10), podría no ser necesario la definición de dichas variables de temporización sino que los tiempos a registrar en el informe se pueden **deducir** del registro histórico de otras variables. Como ejemplos:

- La Carrera Total, es directamente calculable a partir del registro del final de carrera de abierto (variable tipo 1) de la válvula de aire correspondiente. Se debe reflejar simplemente el tiempo que transcurre entre los diversos eventos de activación de dicha señal.
- Las otras dos carreras pueden estar representadas por variables de estado (bien tipo 1 bien tipo 2, ver comentarios al respecto en apartado 3.2.1), y como tal quedar registradas en el histórico de datos. Por

(Las notas a pie continúan en la siguiente página)

9 NIVELES DE ACCESO

Se establecerán tres niveles de acceso, de forma que el superior asume los permisos del nivel inferior. En los niveles bajo y medio estará restringido el acceso a otras aplicaciones ajenas al supervisor:

Bajo: Solo permite visualización y navegación por las pantallas. Este será el nivel por defecto.

Medio: Permite maniobras y cambio de puntos de consigna.

Alto: Permite cambio de parámetros, de rangos de alarma, salvado de datos y plantillas de informes, metadatos de variables respecto a informes, parámetros de interfaz de señales con equipos de campo (totalizadores a pulsos y analógicas), descripción de los equipos y señales, configuración general del sistema y salida de la aplicación al sistema operativo.

Si el sistema permanece inactivo durante cinco minutos pasará automáticamente al perfil “bajo”. El acceso al resto de los niveles estará protegido por contraseña.

10 DOCUMENTACIÓN, COPIAS DE SEGURIDAD Y LICENCIAS

10.1 Documentación

En los manuales de operación y mantenimiento se debe incluir la información completa del desarrollo del sistema de control que contenga al menos los siguientes puntos:

Implantación de los armarios de PLC:

Descripción de elementos instalados en el armario de PLC.

Planos eléctricos del propio armario.

Esquemas eléctricos de interconexión del armario de PLC con el resto de la instalación de la Planta.

Listado de señales digitales y analógicas.

Programación de los PLC:

Listados de asignaciones físico-lógicas de las señales de entrada y salida.

Listados de los índices numéricos asignados a los motores.

Descripción del mapa de memoria y agrupación de variables.

Descripción de las diferentes subrutinas de control.

Descripción del fichero principal y llamadas a subrutinas.

tanto para calcular ambos tiempos basta evaluar cuando dichas variables presentan el valor que fuere adecuado dentro de cada uno de los periodos de la Carrera Total.

Este documento no fija por tanto como efectuar dicha generación de informes. El procedimiento exacto dependerá de la preferencia del programador y/o las capacidades de la plataforma de hardware y software empleada.

Supervisores: descripción detallada de los links de la aplicación de supervisión con otras aplicaciones externas (ODBC, etc.).

Manual de usuario para el personal de la planta.

Listado de valores inicialmente asignado a todas las variables de la planta. Es especialmente importante para registro de los parámetros asociados a PIDs y otras funciones internas, dado que existirá capacidad de manipulación de las mismas según se recoge en el apartado 4.2.9.

10.2 Copias de seguridad

Se entregará copia de seguridad en formato óptico (CD) de los distintos programas de PLC, aplicaciones de supervisión y paneles de operador. Los ficheros no estarán protegidos por clave y todos los programas estarán comentados.

Esta copia se realizará en presencia de Dirección de Obra o en quién este delega tal función.

10.3 Licencias

Todo el software instalado en los ordenadores de supervisión y el utilizado para el desarrollo de las aplicaciones quedará registrado al Dpto. De Explotación correspondiente, licenciándose en el momento de la recepción, y nunca durante la obra, de forma que en el registro del fabricante indique:

Canal de Isabel II Gestión.

Denominación de la Planta.

División a la que pertenece y la zona si fuera necesario.

Usuario, utilizando como genérico la denominación de "Operador de ordenador".

Departamento de explotación.

Los embalajes originales de software conteniendo los CD's y manuales originales, serán recepcionados por el Departamento de obras que esté dirigiendo el proyecto.

11 GUÍA RÁPIDA DE VARIANTES TÍPICAS SEGÚN TIPOS DE INSTALACIONES

| Criterios generalmente adoptados por tipo de instalación | E.D.A.R. | E.T.A.P. | Bombeo |
|--|--|--|---|
| | | | Suelen ser CCMs de pocos motores, (las bombas), pero gran potencia situados junto a la sala de bombas. Suelen aplicarse criterios claramente diferenciados por este motivo. |
| CCM extraíble | En general SÍ. | En general SÍ. | En general NO |
| Variante "Marcha – Paro" en selector de mando (2.1.1 - 1.a) | En general NO. En ciertos equipos SÍ. | En general NO. En ciertos equipos SÍ | En general SÍ. |
| Ubicación del selector de mando "Manual – 0 – Automático" | A pie de cada equipo, junto a la seta de emergencia. Los cubículos de CCM carecen de operación. | A pie de equipo, junto a la seta de emergencia. (Esta no es la disposición más común en las plantas actuales, suele estar en el CCM). | En CCM, es decir sala de control. A pie de equipo solo está la seta de emergencia (y potencialmente los botones "Marcha – Paro" duplicados si no hay visibilidad). |
| Eliminación por seguridad del rearme automático de defectos en CCM (2.1.1 - 1.b) | En general NO. | A decidir. | En general SÍ (Dado que se emplean botones de "Marcha" y "Paro") |
| Comportamiento ante fallos de la lógica programada (4.8.2) | En general rearme automático (El selector lógico mantiene su posición) | A decidir. | En general paro del equipo (El selector lógico salta a "Paro") |
| Solape de funcionamiento en paso entre Manual y Automático ("0 – Manual – Automático") (2.1.1 - 3) | En general NO. Si se requiere solape de funcionamiento en equipos grandes (bombeos) se podrá hacer siempre mediante la funcionalidad estándar de paso entre dentro y fuera de secuencia manteniendo estado de funcionamiento, con el selector en "Automático" | En general NO. Si se requiere solape de funcionamiento en equipos grandes (bombeos) se podrá hacer siempre mediante la funcionalidad estándar de paso entre dentro y fuera de secuencia manteniendo estado de funcionamiento, con el selector en "Automático" | En bombas, a estudiar. Por homogeneidad con instalaciones existentes puede que si se emplee. Hay que prestar atención a como efectuar la adecuada copia de las potenciales consignas entre PLC ("Automático") y lógica puramente cableada ("Manual"). En válvulas/compuertas NO. |
| PLC recibe información de cada defecto. No se agrupan los defectos en uno genérico. (2.1.1 - 4) | En general NO es necesario, basta con defectos agrupados. | En general NO es necesario, basta con defectos agrupados. | En general SÍ. |
| Pulsadores de apertura y cierre de válvulas y compuertas automantenidos o de un pulso (2.1.1 - 6) | En general NO. Pueden aparecer en compuertas con grandes tiempos de apertura. | En general NO. Pueden aparecer en compuertas con grandes tiempos de apertura. | En general SÍ con la variante de un pulso (botones de Abrir, Cerrar y Parar). |
| Botones de Subir y Bajar referencia de velocidad en variadores | No existen generalmente. Se introduce referencia numérica de velocidad o se cambia esta en el variador. | No existen generalmente. Se introduce referencia numérica de velocidad o se cambia esta en el variador. | A decidir. Por homología con parte de las instalaciones puede continuar implementándose. |
| Contactores de protección de la electrónica de potencia (2.1.1 - 10) | En general NO. | A decidir. | En general SÍ. |

12 PANTALLAS DE EJEMPLO

Se representan a continuación algunas pantallas a modo de ejemplo para que puedan tomarse referencias para el desarrollo las pantallas del proyecto a realizar. El objetivo perseguido es mostrar la distribución del proceso por las distintas pantallas, así como, la distribución de los equipos dentro de una pantalla.

Cada unidad de tratamiento se presentará en una pantalla.

Como norma general se presentarán en la parte central los elementos y motores representativos de la unidad de tratamiento. Todos los elementos auxiliares se situarán en la parte inferior separados por recuadros y con un título descriptivo.

Cuando existan varios motores iguales se incluirá junto a cada motor un número que identificativo y coherente con su tag.

Los colores de las líneas de flujo deberán ajustarse a los descritos en el apartado “4. REPRESENTACIONES GRÁFICAS” del presente documento, y no a los que aparezcan en las pantallas aquí representadas.

En caso de que existan discrepancias entre las pantallas y las descripciones textuales del presente documento, prevalecerán las pautas descritas en el texto.

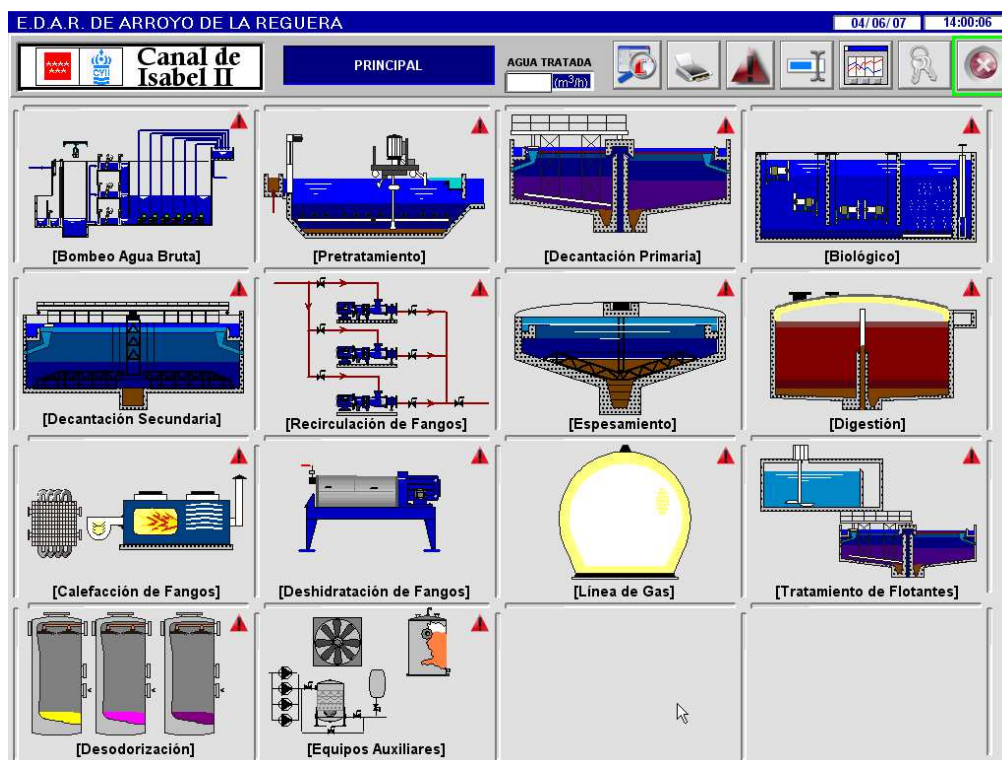


Ilustración 37- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla principal

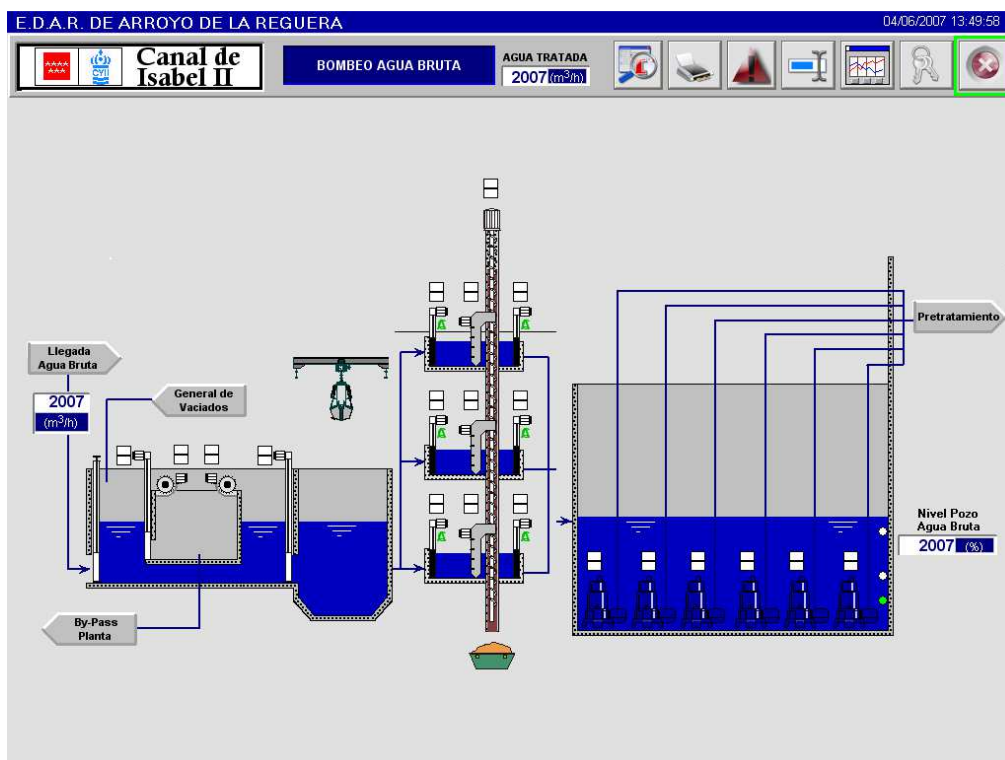


Ilustración 38- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Bombeo

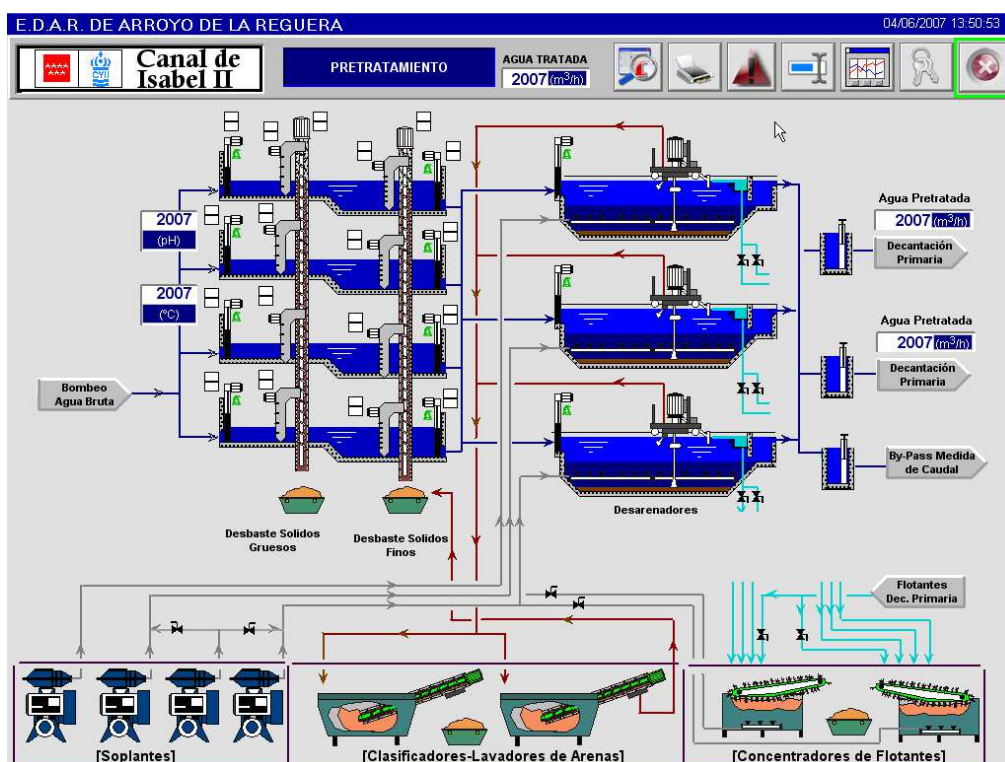


Ilustración 39- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Pretratamiento

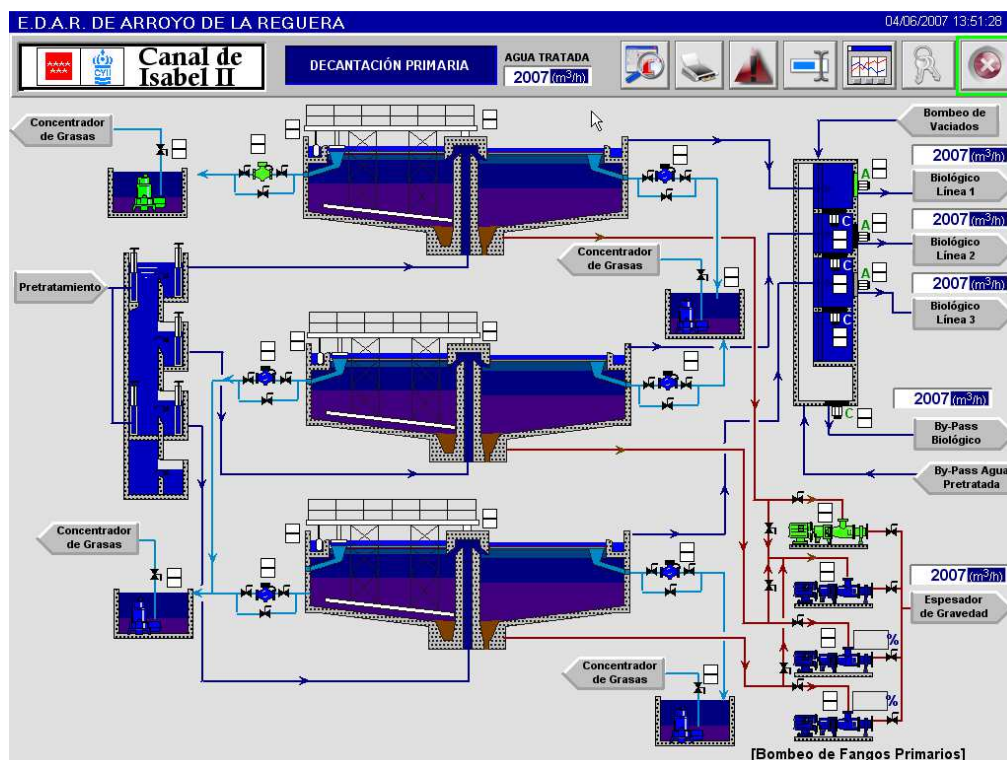


Ilustración 40- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Primaria

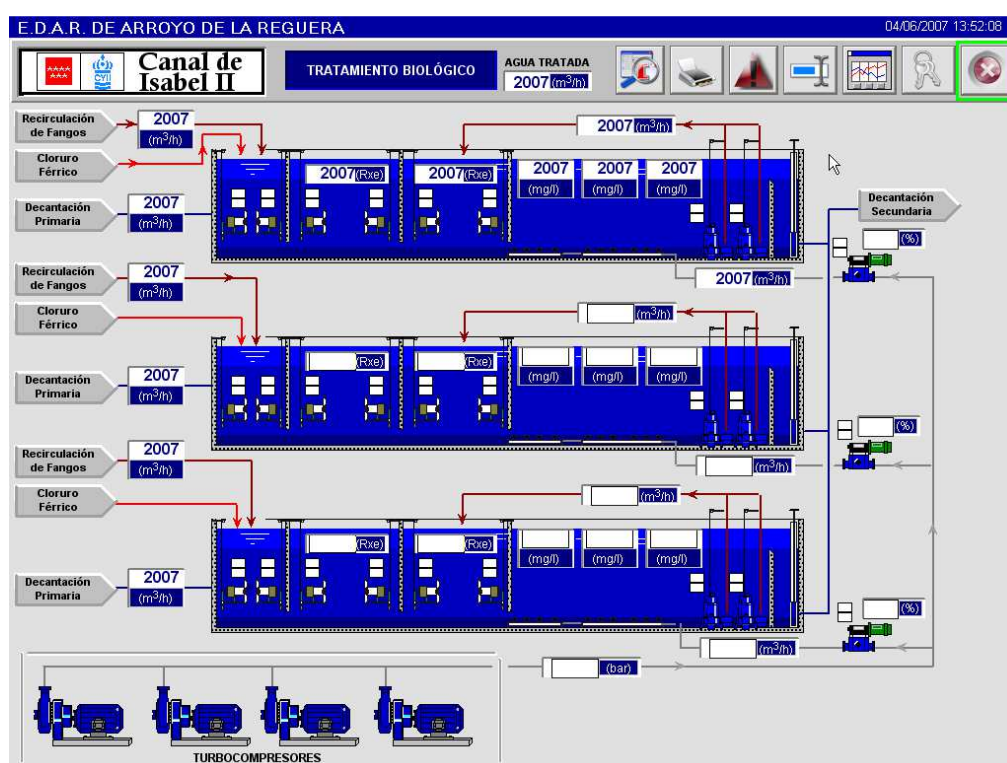


Ilustración 41- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Biológico

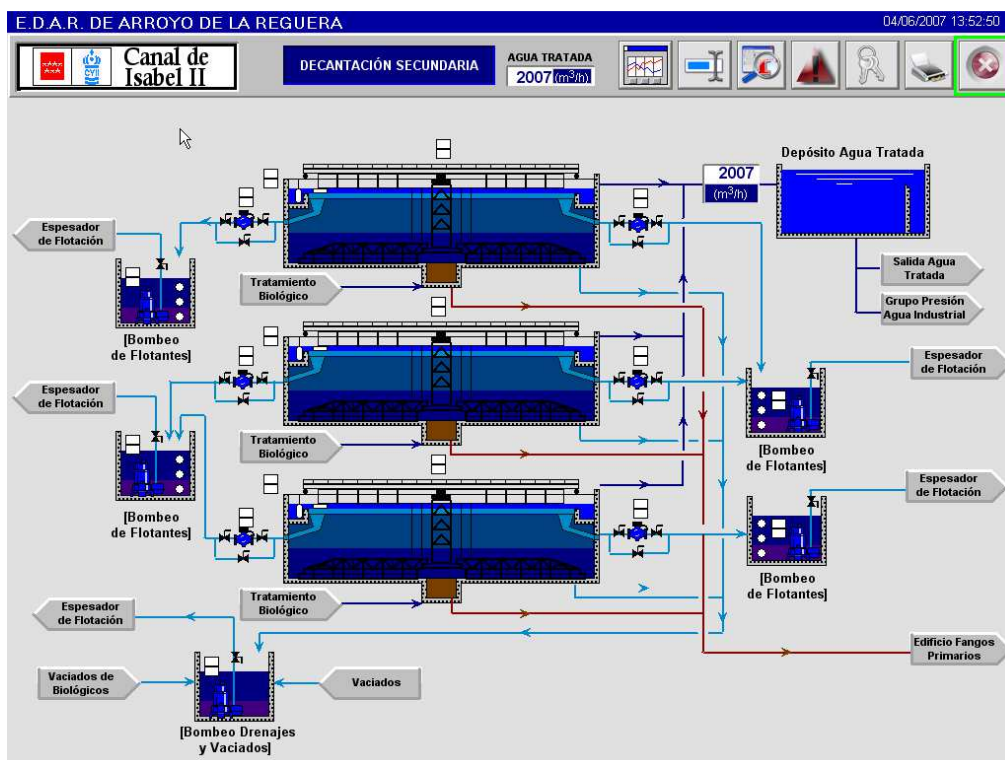


Ilustración 42- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Secundaria

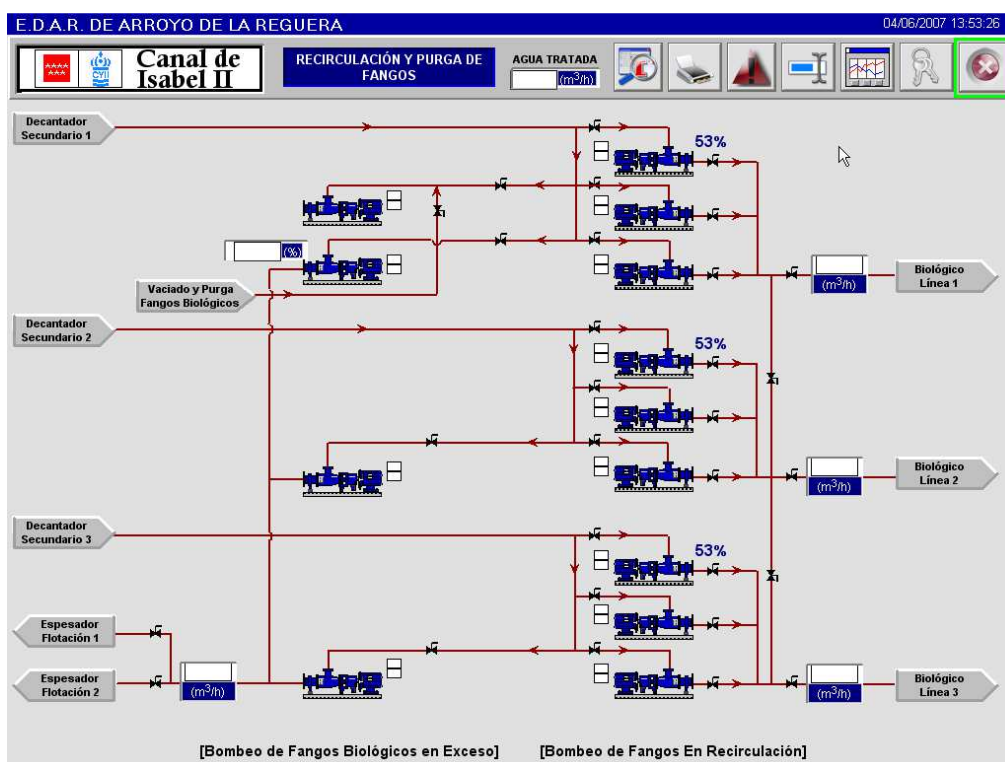


Ilustración 43- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Recirculación de Fangos

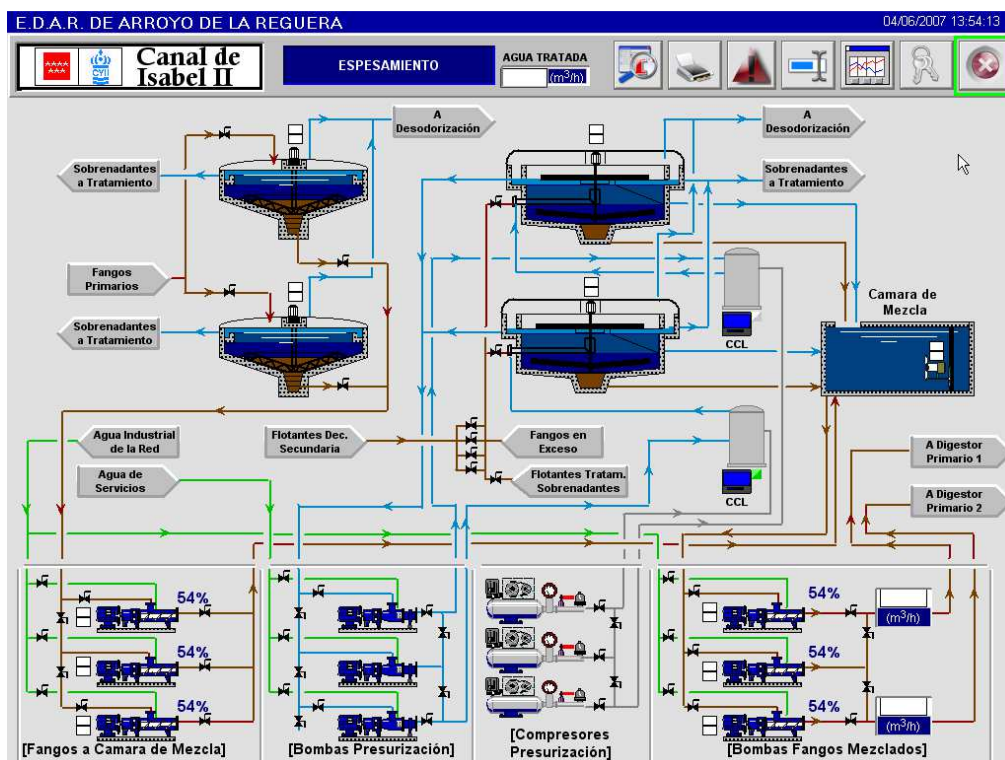


Ilustración 44- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Espesamiento

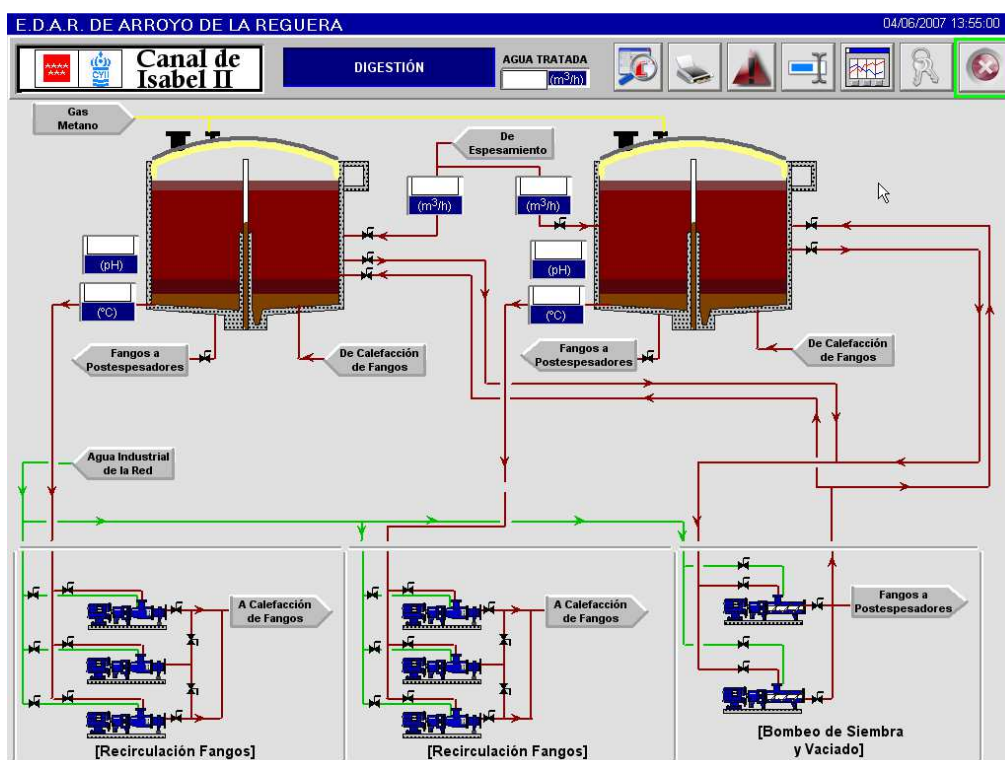


Ilustración 45- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Digestión

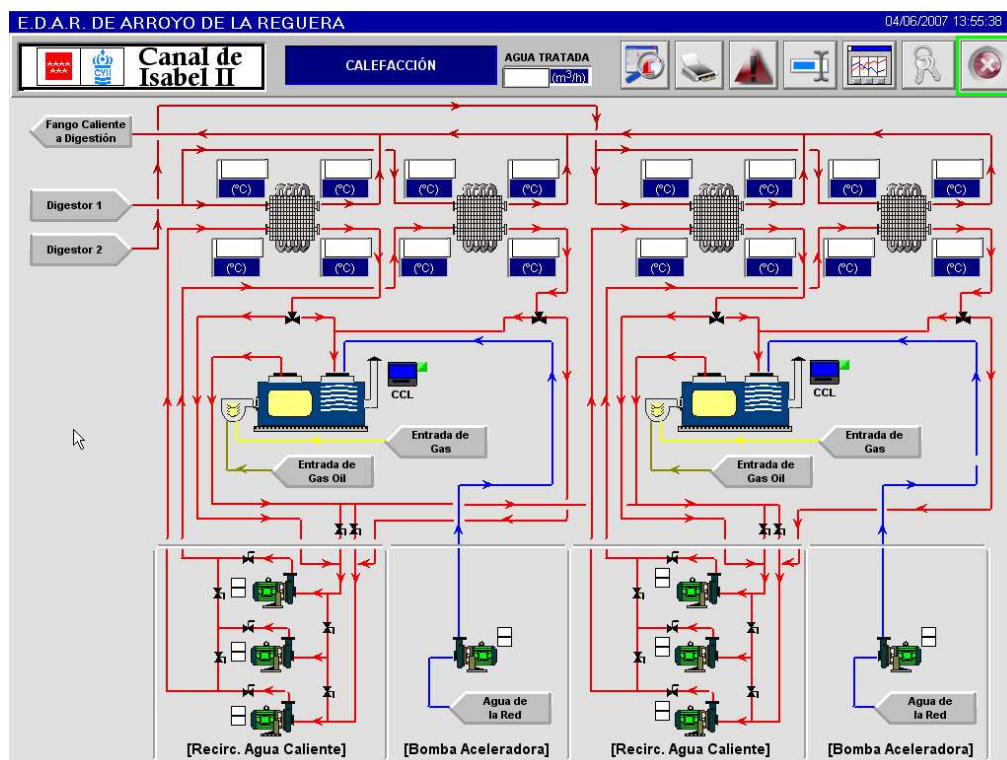


Ilustración 46- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Calefacción

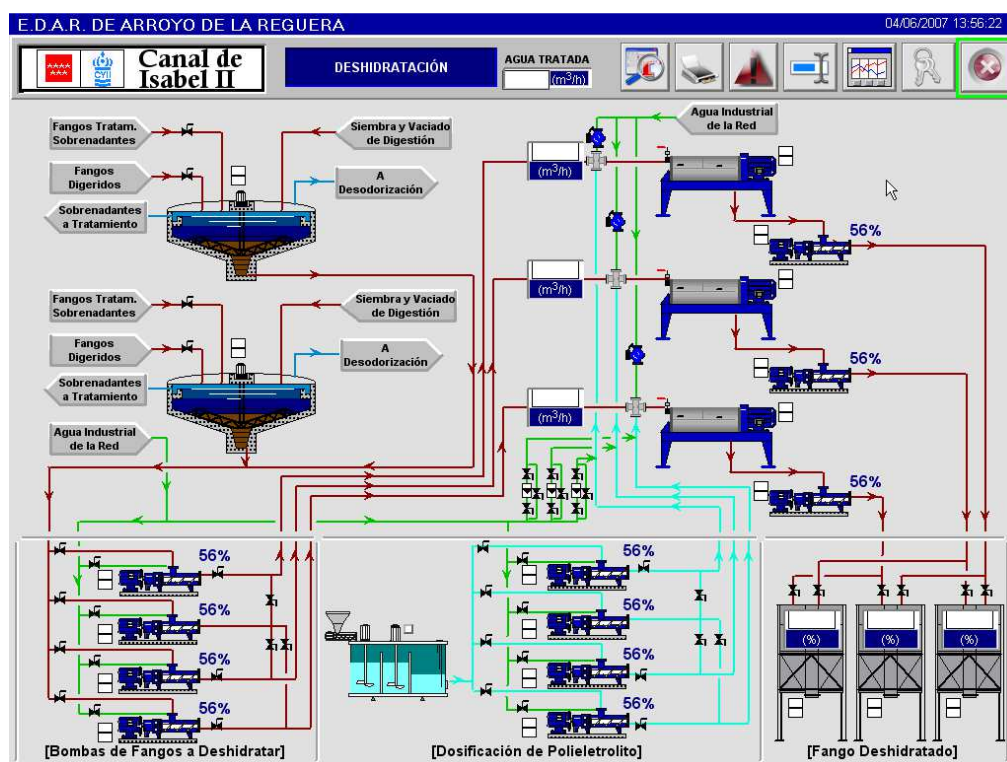


Ilustración 47- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Deshidratación

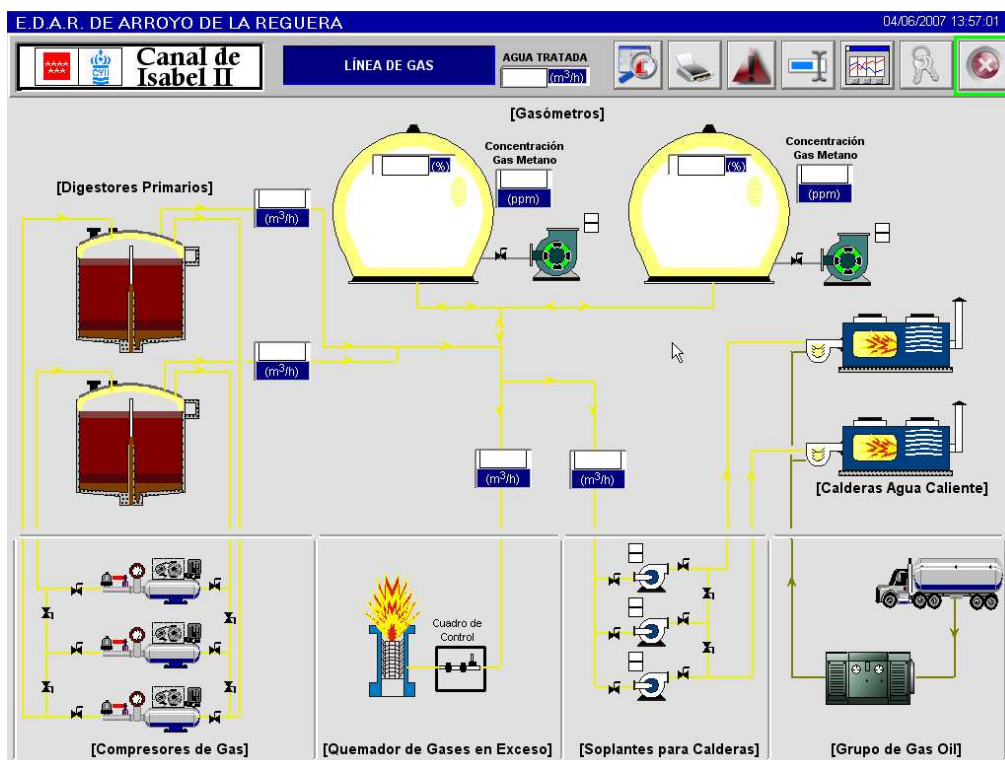


Ilustración 48- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Línea de gas

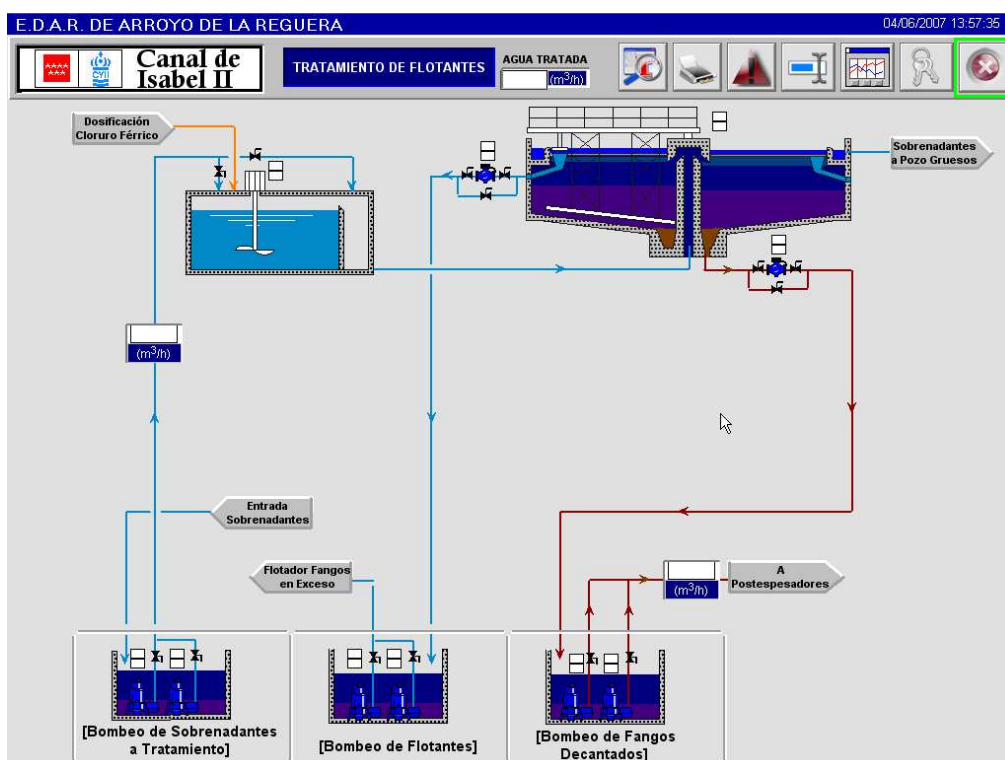


Ilustración 49- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Tratamiento de Flotantes

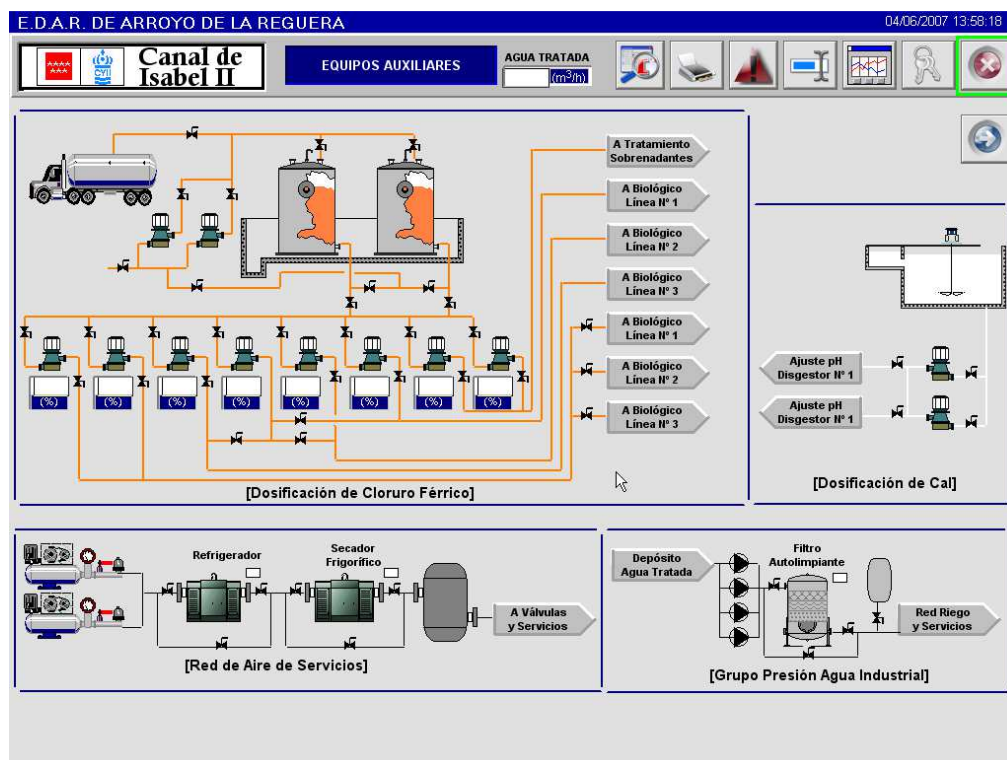
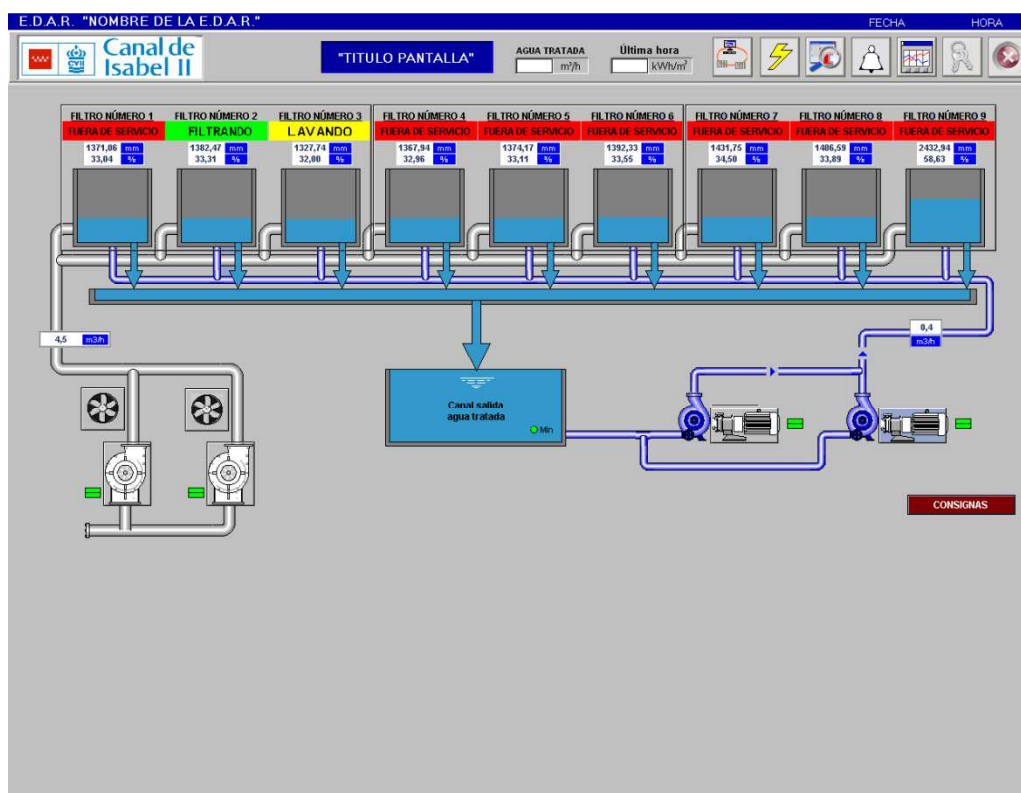
Ilustración 50- Pantalla de Cl_3Fe 

Ilustración 51- Pantalla General de Filtración

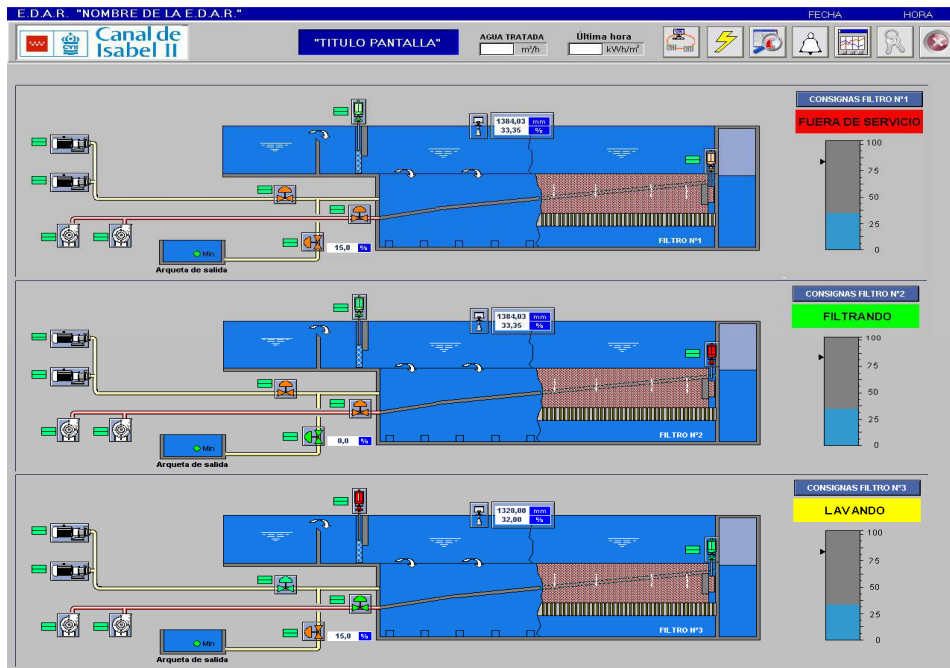


Ilustración 52- Pantalla de detalle de Filtros

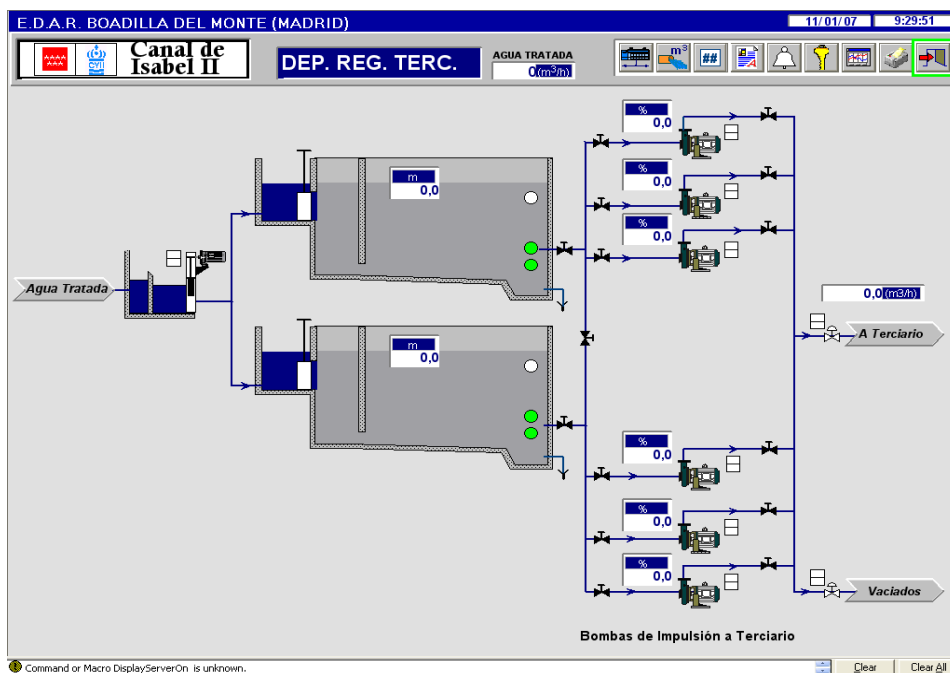


Ilustración 53- Pantalla Trat. Terciario Depósito regulación

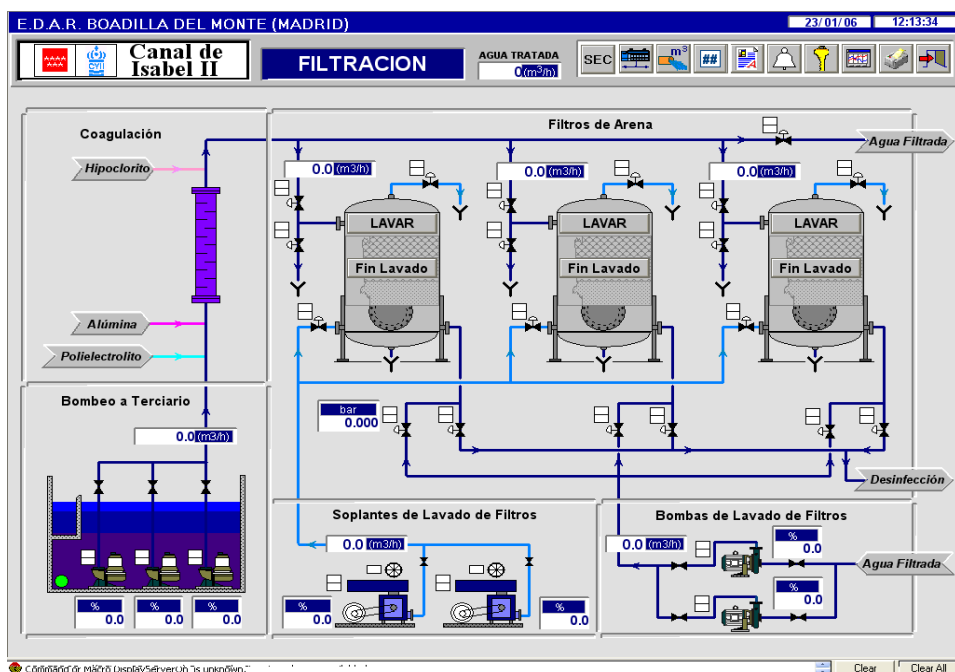


Ilustración 54- Pantalla Trat. Terciario Filtración

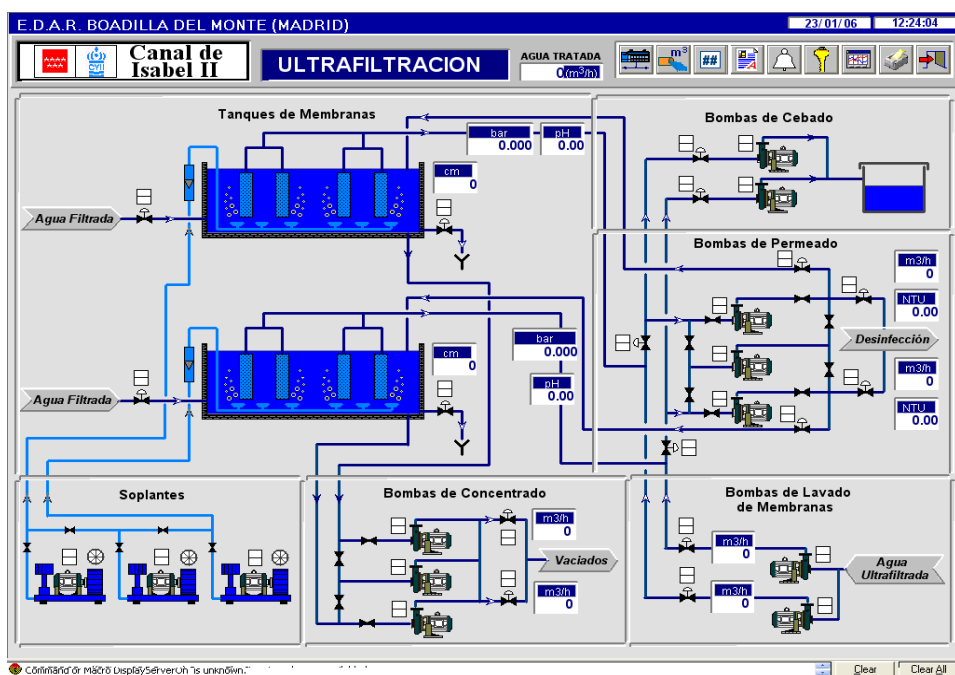


Ilustración 55- Pantalla Trat. Terciario Ultrafiltración

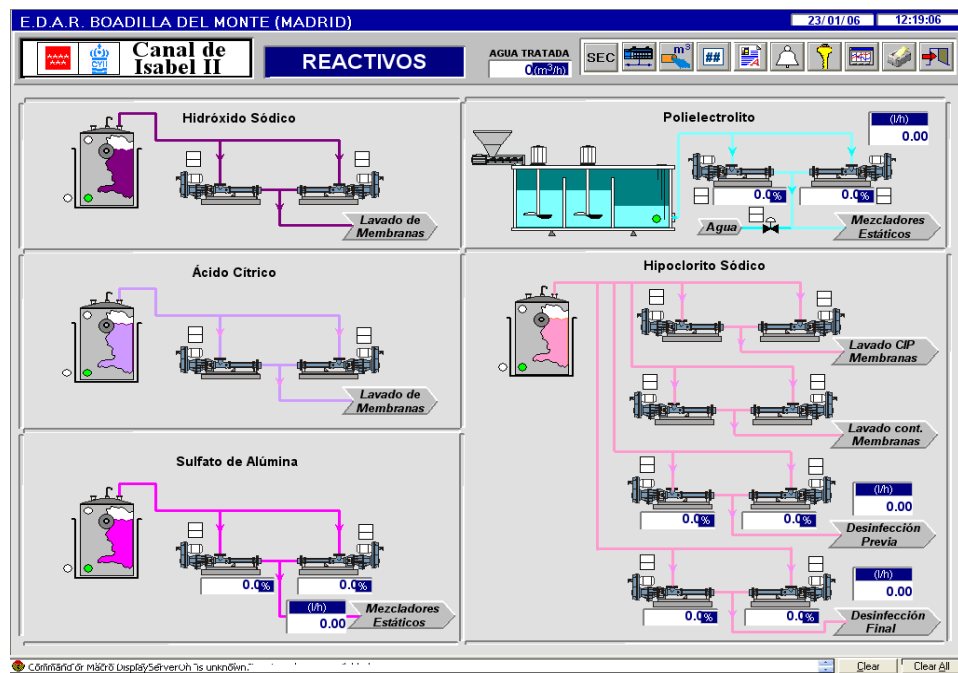


Ilustración 56- Pantalla Trat. Terciario Reactivos

ANEXO 4 DEFINICIÓN DE SECUENCIAS DE AUTOMATIZACIÓN PARA INSTALACIONES DE SANEAMIENTO



DEFINICIÓN DE SECUENCIAS DE AUTOMATIZACIÓN EN INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

GRUPO DE TRABAJO DE AUTOMATIZACIÓN

Mayo 2013

rev 00

Contenido

| | | |
|--------|--|--------|
| 1. | Notas introductorias..... | - 6 - |
| 2. | Esquema E.D.A.R tipo Aeración prolongada (AP) | - 8 - |
| 3. | Esquema E.D.A.R tipo Otros Tratamientos de Fangos (OTF)..... | - 9 - |
| 3.1. | Línea de agua | - 9 - |
| 3.2. | Línea de fango | - 10 - |
| 4. | OBRA DE LLEGADA..... | - 11 - |
| 4.1. | Medida de caudal de entrada (AP y OFA) (Rev. 00)..... | - 11 - |
| 4.2. | Tamizado derivación general (AP y OFA) (Rev. 00) | - 12 - |
| 4.3. | Medida de caudal derivación general (AP y OFA) (Rev. 00)..... | - 15 - |
| 5. | ELEVACIÓN DE AGUA BRUTA (AP y OFA) (Rev. 00)..... | - 16 - |
| 6. | PRETRATAMIENTO (AP y OFA) | - 20 - |
| 6.1. | Desbaste (Rev. 00)..... | - 20 - |
| 6.2. | Transporte y compactado de residuos (Rev. 00) | - 22 - |
| 6.3. | Desarenado-desengrasado (Rev. 00)..... | - 24 - |
| 6.4. | Medida de pH y Temperatura (Rev. 00)..... | - 26 - |
| 6.5. | Medida del caudal de agua Pretratada (Rev. 00)..... | - 27 - |
| 7. | TRATAMIENTO PRIMARIO | - 28 - |
| 7.1. | Físico químico (OFA) (Rev. 00) | - 28 - |
| 7.2. | Dec. Primaria (OFA)/Trat. Caudales aliviados (AP) (Rev. 00)..... | - 31 - |
| 8. | TRATAMIENTO SECUNDARIO | - 32 - |
| 8.1. | Biológico..... | - 32 - |
| 8.1.1. | Aeración (AP) y (OFA) (Rev. 00) | - 32 - |
| 8.1.2. | Aceleradores de corriente (OFA) (Rev.00)..... | - 39 - |
| 8.1.3. | Recirculación interna (OFA) (Rev.00) | - 39 - |
| 8.1.4. | Recirculación externa (AP y OFA) (Rev. 00)..... | - 40 - |
| 9. | TRATAMIENTO DE FANGOS | - 42 - |
| 9.1. | Extracción de fangos | - 42 - |
| 9.1.1. | Fangos primarios (OFA) (Rev. 00)..... | - 42 - |
| 9.1.2. | Fangos secundarios en exceso (AP) y (OFA) (Rev. 00) | - 44 - |
| 9.2. | Espesamiento de fangos por gravedad | - 46 - |
| 9.2.1. | Tamizado de fangos (OFA) (Rev. 00)..... | - 46 - |
| 9.2.2. | Espesador de gravedad (AP) y (OFA) (Rev. 00)..... | - 46 - |

| | | |
|---------|--|--------|
| 9.2.3. | Bombeo (purga) de fangos espesados por gravedad (AP y OFA) (Rev.00)..... | - 47 - |
| 9.3. | Espesamiento de fangos por flotación (OFA) | - 49 - |
| 9.3.1. | Espesador por flotación (Rev. 00)..... | - 49 - |
| 9.3.2. | Extracción fango flotado (Rev. 00)..... | - 49 - |
| 9.3.3. | Extracción fango sedimentado (Rev. 00) | - 49 - |
| 9.3.4. | Sistema de Presurización (OFA) (Rev. 00)..... | - 50 - |
| 9.4. | Cámara de mezcla de fangos (OFA) | - 51 - |
| 9.4.1. | Agitador sumergible de fangos (Rev. 00)..... | - 51 - |
| 10. | DIGESTIÓN DE FANGOS (OFA)..... | - 52 - |
| 10.1. | Digestión de fangos | - 52 - |
| 10.1.1. | Bombeo de fangos a Digestión (Rev. 00)..... | - 52 - |
| 10.1.2. | Bombeo de siembra (Rev. 00) | - 53 - |
| 10.1.3. | Recirculación de fangos a intercambiador (Rev. 00) | - 54 - |
| 10.1.4. | Sistema calefacción de fangos (Rev. 00) | - 54 - |
| 10.2. | Línea de gas | - 56 - |
| 10.2.1. | Agitación de fango en digestión (Rev. 00)..... | - 56 - |
| 10.2.2. | Impulsión de gas a calderas (Rev. 00) | - 56 - |
| 10.2.3. | Gasómetro (Rev. 00)..... | - 57 - |
| 10.2.4. | Antorcha de quemado (Rev. 00) | - 57 - |
| 11. | DESHIDRATACIÓN DE FANGOS (AP) y (OFA)..... | - 58 - |
| 11.1. | Bombeo de fangos a deshidratación (Rev. 00)..... | - 58 - |
| 11.2. | Dosificación de reactivos (Rev. 00) | - 59 - |
| 11.3. | Deshidratación (Rev. 00)..... | - 60 - |
| 11.4. | Bombeo de fangos deshidratados a Tolva (Rev. 00)..... | - 64 - |
| 11.5. | Tolva de almacenamiento de fango (Rev. 00)..... | - 64 - |

Ilustraciones

| | |
|---|--------|
| Ilustración 1- Esquema EDAR tipo Aeración prolongada | - 8 - |
| Ilustración 2- Esquema EDAR tipo OTF. Línea de agua | - 9 - |
| Ilustración 3 - Esquema EDAR tipo OTF. Línea de fango | - 10 - |
| Ilustración 4 - Tamizado general..... | - 12 - |
| Ilustración 5 - DF Tamizado general | - 13 - |
| Ilustración 6 - Bombas agua bruta - Regulación serie | - 18 - |
| Ilustración 7 - Bombas agua bruta - Regulación paralelo | - 19 - |
| Ilustración 8 - Desbaste | - 20 - |
| Ilustración 9 - DF Desbaste | - 21 - |
| Ilustración 10 - Transporte y compactado de residuos..... | - 22 - |
| Ilustración 11 - DF Transporte y compactado residuos | - 23 - |
| Ilustración 12 - Desarenado – desengrasado | - 24 - |
| Ilustración 13 - DF Desnatador – Clasificador de arenas | - 25 - |
| Ilustración 14 – DF Limpieza natas..... | - 25 - |
| Ilustración 15 - Físico químico | - 28 - |
| Ilustración 16 - DF Físico químico..... | - 29 - |
| Ilustración 17 - DF Físico químico..... | - 30 - |
| Ilustración 18 - Dec. primaria / Trat. Caudales aliviados | - 31 - |
| Ilustración 19 - Biológico AP (Tipo carrusel) | - 34 - |
| Ilustración 20 - Biológico OFA con SCC | - 34 - |
| Ilustración 21 - Biológico OFA con SCC y eliminación de nitrógeno | - 34 - |
| Ilustración 22 - DF lazo de oxígeno | - 37 - |
| Ilustración 23 - DF lazo de presión | - 38 - |
| Ilustración 24 - DF lazo de oxígeno temporizado | - 38 - |
| Ilustración 25 - Recirculación interna | - 39 - |
| Ilustración 26 - Recirculación externa | - 40 - |
| Ilustración 27 - Fangos primarios en exceso..... | - 42 - |
| Ilustración 28 - Fangos secundarios en exceso | - 44 - |
| Ilustración 29 - Tamizado de fangos | - 46 - |
| Ilustración 30 - Espesador de gravedad..... | - 46 - |
| Ilustración 31 - Bombeo de fangos espesados por gravedad..... | - 47 - |
| Ilustración 32 - Espesador por flotación | - 49 - |
| Ilustración 33 - Sistema de presurización | - 50 - |
| Ilustración 34 - Cámara de mezcla de fangos..... | - 51 - |
| Ilustración 35 v- Digestión de fangos | - 52 - |
| Ilustración 36 - Bombeo de fangos a digestión | - 52 - |
| Ilustración 37 - Recirculación de fangos a intercambiador | - 54 - |
| Ilustración 38 - Sistema de calefacción de fangos | - 54 - |
| Ilustración 39 - Agitación de fango en digestión..... | - 56 - |
| Ilustración 40 - Impulsión de gas a calderas | - 56 - |
| Ilustración 41 - Gasómetro | - 57 - |

| | |
|---|--------|
| Ilustración 42 - Antorcha | - 57 - |
| Ilustración 43 - Dosificación de reactivos | - 59 - |
| Ilustración 44 - Deshidratación | - 60 - |
| Ilustración 45 - DF Deshidratación (1) | - 62 - |
| Ilustración 46 - DF Deshidratación (2) | - 63 - |
| Ilustración 47 - Bombeo de fangos deshidratados a tolva | - 64 - |
| Ilustración 48 - Tolva almacenamiento de fangos | - 64 - |

1. NOTAS INTRODUCTORIAS

Objeto:

El objeto de este documento, es hacer una recopilación de secuencias tipo de funcionamiento en automático para Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) consensuadas en el grupo de trabajo.

Redacción y revisión:

Redactado por:

- Antonio J. Barrio Naharro.

Revisado por:

Subdirección de Operación de Depuración

- Eduardo Elio de Elio
- Enrique Pinedo Sainz
- José Antonio Calvo Calleja
- María Gómez Mayoral

Subdirección de Operación de Abastecimiento

- Sergio Martín Merino

Subdirección de Ingeniería y Construcción

- Elena Alias Pineda
- Javier Urquiza López
- Jesús Urbieto Sotillo
- Pablo Magallares Buitrago
- Rubén Collado Ramos

Clasificación de las EDAR para su estudio:

Se realiza una división de las plantas depuradoras en función de:

- Caudal de entrada, resultando los siguientes tipos de tratamientos:
 - Aeración prolongada (Caudal influente $< 15.000 \text{ m}^3/\text{día}$), en adelante AP.
 - Otros tipos de fangos activos (Caudal influente $> 15.000 \text{ m}^3/\text{día}$), en adelante OFA.
- Nitrógeno presente en vertido efluente, resultando dos rangos:
 - Plantas con requerimiento de vertido $< 10 \text{ mg/l}$.
 - Plantas con requerimiento entre 10 y 15 mg/l .

En este último caso solo afecta a la secuencia de control de aeración del tratamiento biológico y a la instrumentación necesaria.

Documentos de referencia:

Las definiciones de secuencias tipo desarrolladas se complementan y se apoyan en los siguientes documentos utilizados por los Departamentos de obras de Canal Gestión:

- Esquemas eléctricos tipo equipamiento EDAR
- Directrices para Sistemas de Supervisión y Control

Consideraciones a tener en cuenta para la mejor interpretación del documento:

Para favorecer la simplicidad del documento y no repetir información, las señales, contadores y totalizadores descritos en los documentos de referencia se consideran aunque no se reflejan explícitamente en las definiciones.

Al título de los distintos apartados se añade AP y/o OTF para indicar en qué tipo de EDAR aplica, así como un número de versión para futuras revisiones.

Cuando se pase a la fase de codificación se tendrán en cuenta todas las señales, protecciones, contadores y totalizadores descritos en los documentos de referencia indicados por Gestión Canal.

Las secuencias descritas muestran los modos de funcionamiento automático comprobados en distintas instalaciones, no obstante, se tendrán que redefinir atendiendo a las configuraciones constructivas particulares de cada EDAR.

2. ESQUEMA E.D.A.R TIPO AERACIÓN PROLONGADA (AP)

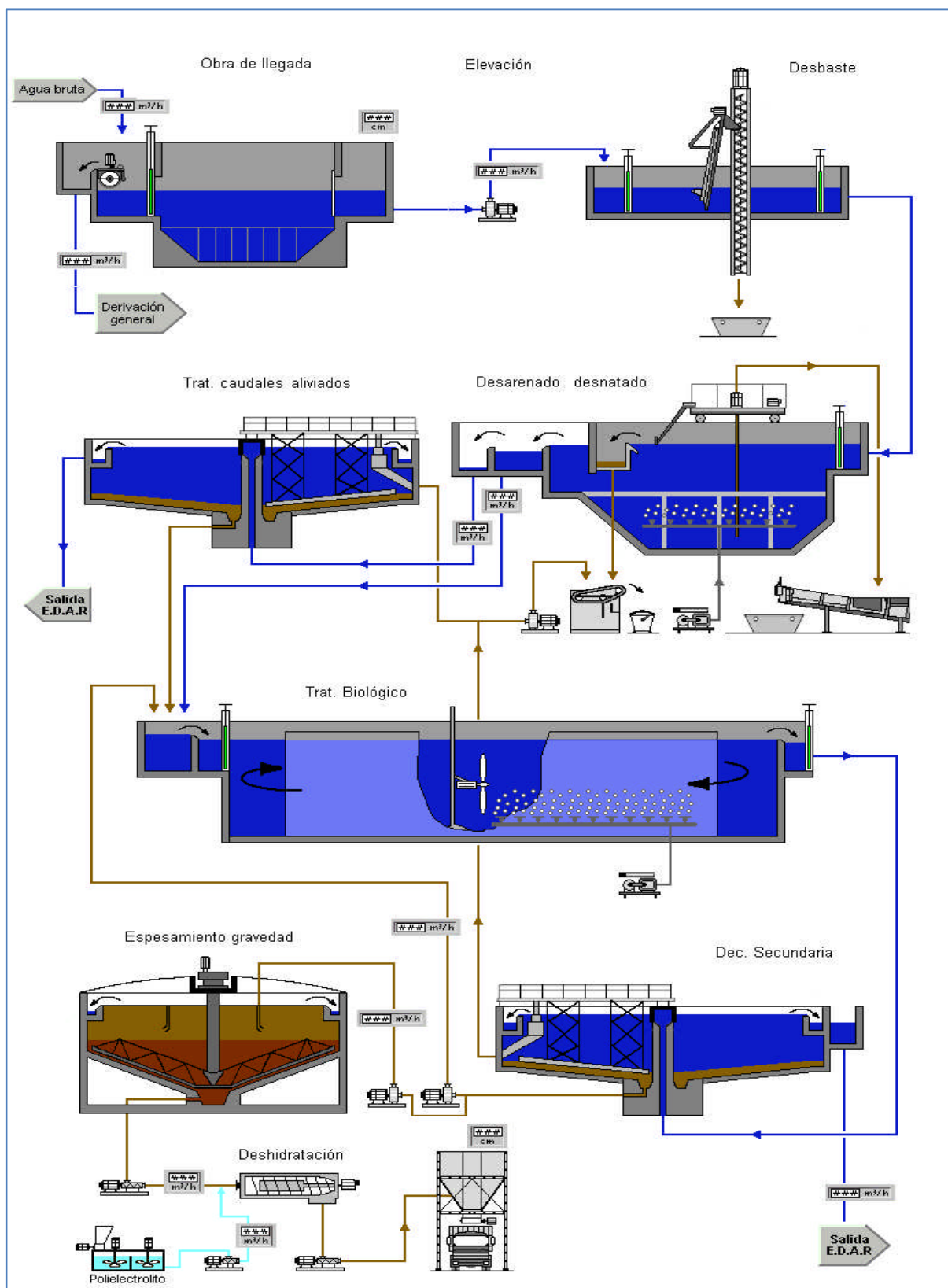


Ilustración 1- Esquema EDAR tipo Aeración prolongada

3. ESQUEMA E.D.A.R TIPO OTROS TRATAMIENTOS DE FANGOS (OTF)

3.1. LÍNEA DE AGUA

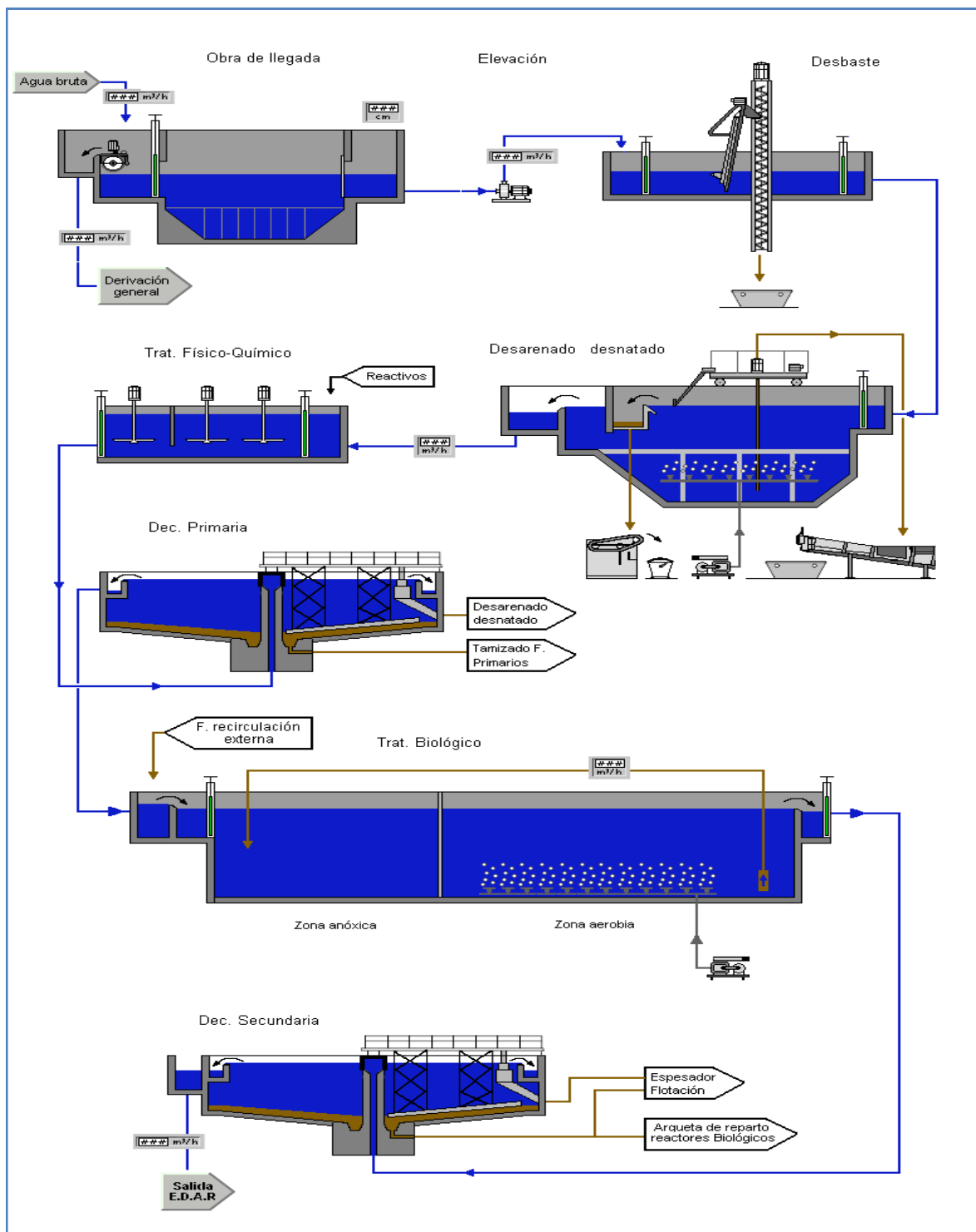


Ilustración 2- Esquema EDAR tipo OTF. Línea de agua

3.2. LÍNEA DE FANGO

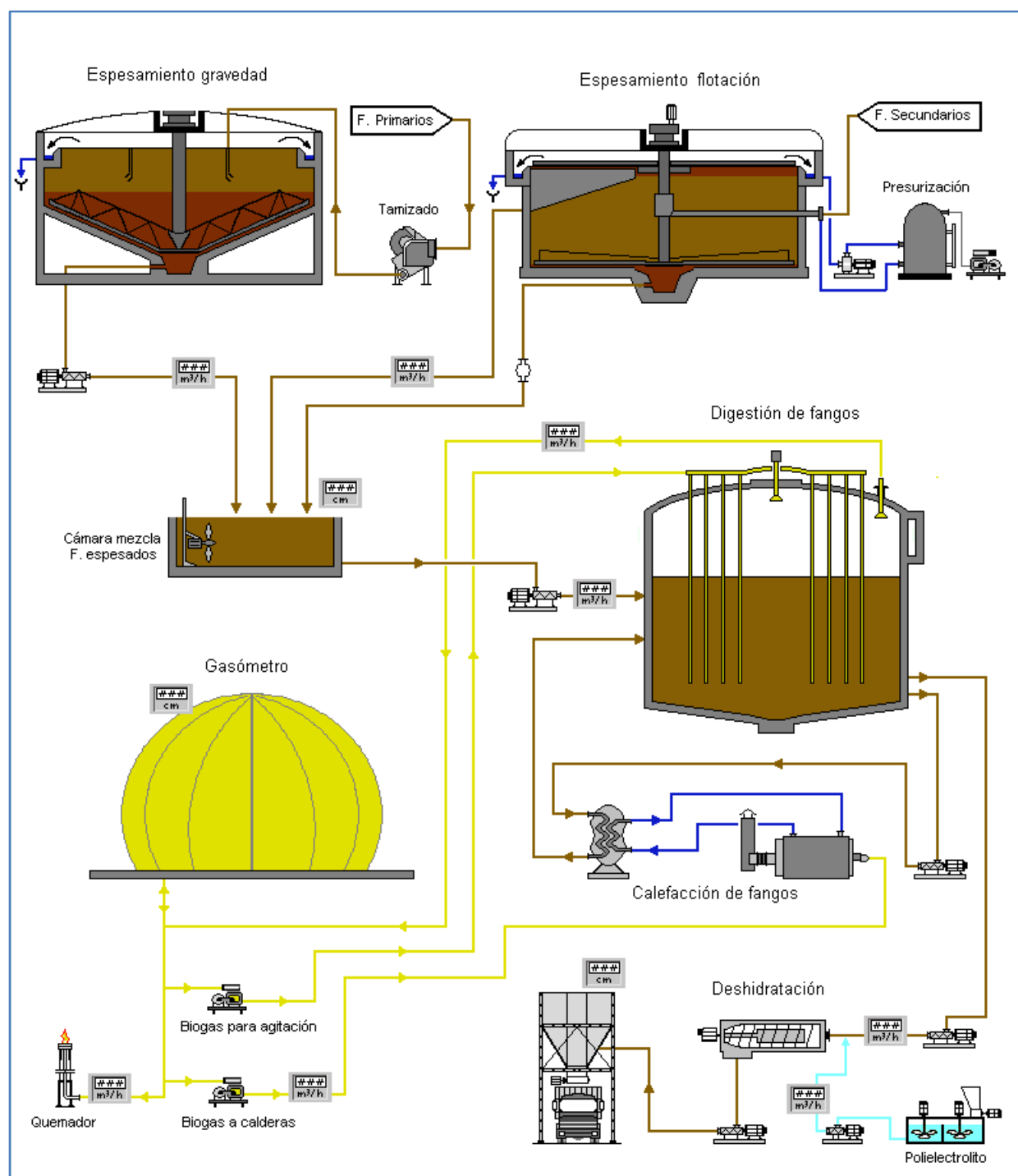


Ilustración 3 - Esquema EDAR tipo OTF. Línea de fango

4. OBRA DE LLEGADA

4.1. MEDIDA DE CAUDAL DE ENTRADA (AP Y OFA)

(REV. 00)

4.1.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Se utilizará sistema de medida en tubería parcialmente llena siempre que exista un equipo de medida que asuma dentro de su rango de caudales los de diseño de la instalación. En este caso se instalará una derivación para facilitar el mantenimiento del tramo de medida, con las correspondientes válvulas de seccionamiento manuales.

En el caso que el medidor anterior no sea de aplicación, se realizará la medida en los colectores de impulsión del sistema de elevación, con un caudalímetro por cada bomba instalada. Esta opción, se debe complementar obligatoriamente con la medida de caudal aliviado general.

4.1.2. Equipos de instrumentación

Caudalímetros en tubería llena o parcialmente llena, con electrónica separada, según los casos.

4.2. TAMIZADO DERIVACIÓN GENERAL (AP Y OFA)

(REV. 00)

4.2.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Equipamiento recomendado para el tamizado del caudal aliviado: tamiz de escalera.

4.2.2. Equipos de instrumentación

Para el correcto funcionamiento de la secuencia de funcionamiento en automático son necesarios los siguientes equipos:

Medidor de nivel en continuo tipo radar o ultrasónico.

Interruptor de nivel tipo varilla. Dos puntos de muestra.

4.2.3. Diagrama de elementos

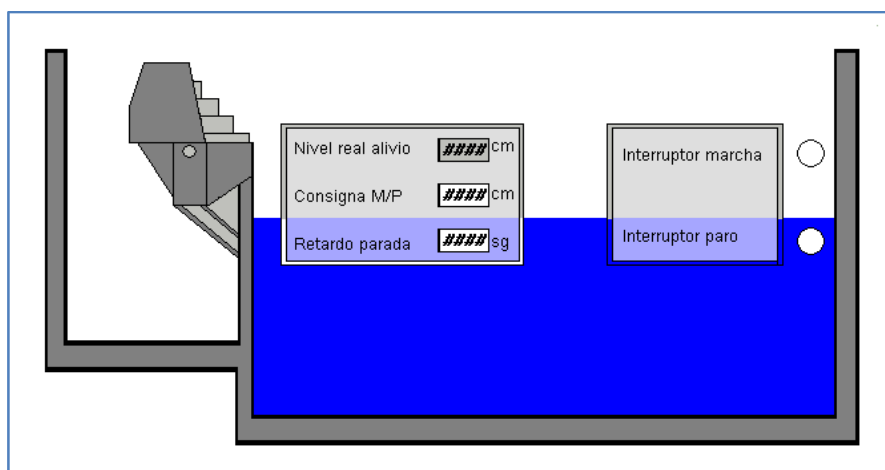


Ilustración 4 - Tamizado general

4.2.4. Consignas ajustables y señales

| | | |
|----|--------------------------|---|
| Ct | Consigna marcha/paro | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tp | Tiempo retardo paro | |
| N | Valor medido de nivel | Entrada analógica |
| Na | Nivel real alivio | Ajuste en puesta en marcha, coincidente con la cota del vertedero |
| Im | Interruptor nivel marcha | Entrada digital |
| Ip | Interruptor nivel paro | Entrada digital |

4.2.5. Descripción de funcionamiento

Siempre que la señal de nivel en continuo esté disponible se ejecuta el control mediante ella, en caso contrario conmuta automáticamente al control por interruptores de nivel.

Se dispone de una única consigna (Ct) para activar marcha y paro. El tamiz arrancará cuando el valor medido de nivel (N) sea mayor o igual que el valor de la consigna y parará un tiempo (Tp) después de que el valor de nivel medido sea inferior a la consigna.

El tamiz arrancará cuando se alcance el interruptor de marcha (Im) y parará cuando el nivel este por debajo del interruptor de paro (Ip).

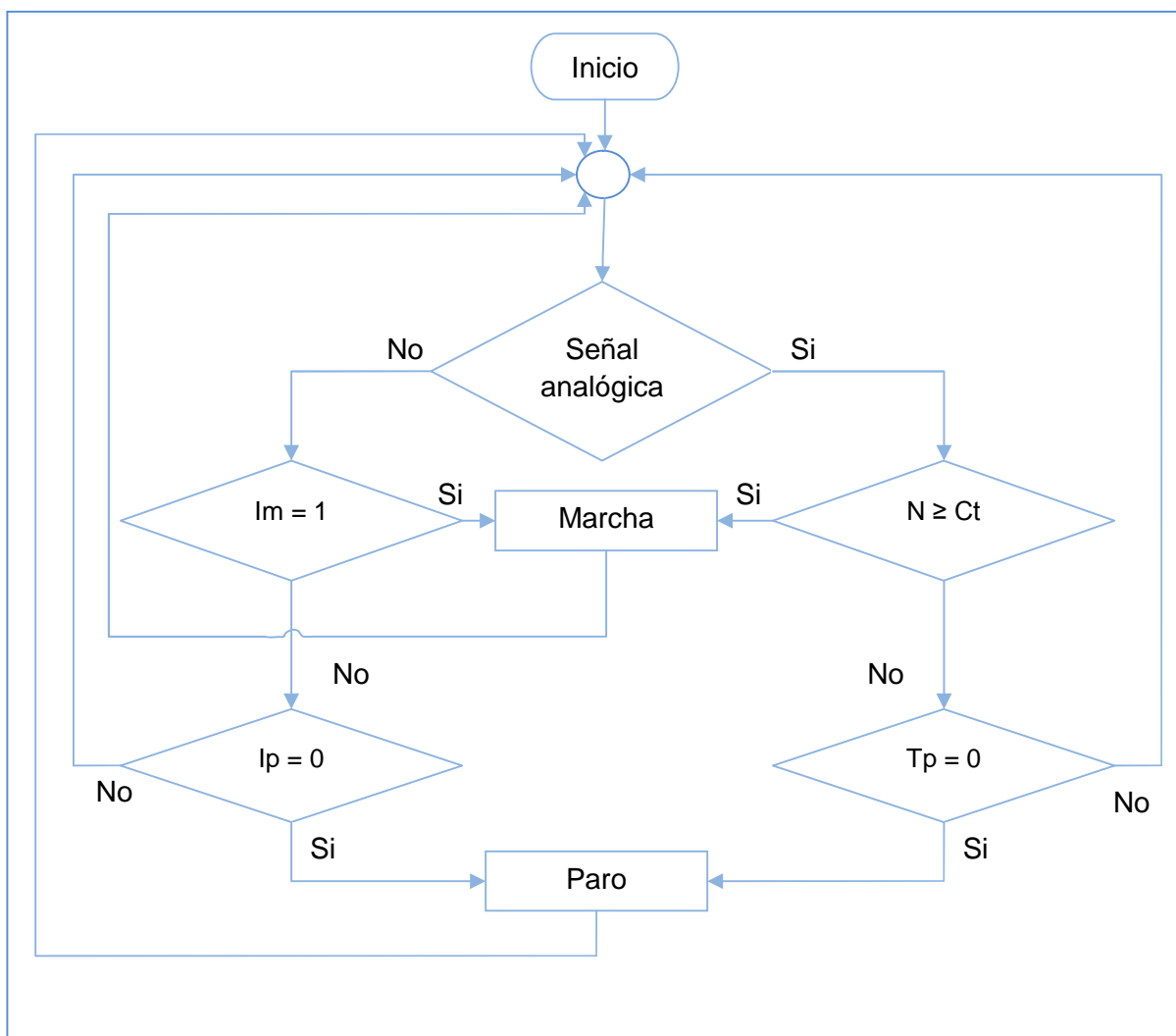


Ilustración 5 - DF Tamizado general

4.2.6. Alarmas

- “Alivio general”: cuando se produzca alivio de caudal, se tendrán que cumplir las siguientes condiciones:
 - Siempre que la señal de nivel analógica esté disponible y el nivel medido coincida con el valor de alivio durante un tiempo (no configurable).
 - Cuando la señal de nivel analógica se encuentre en fallo y se active el interruptor de marcha durante un tiempo (no configurable).

4.2.7. Observaciones

Los parámetros introducidos se tendrán que ajustar para que cumplan los siguientes requisitos:

- a. La consigna de nivel de marcha/paro será inferior al valor real de vertido.
- b. El tiempo de retardo de parada no podrá ser igual a cero para evitar el efecto oleaje.

La instalación de los interruptores de nivel se realizará de forma que el interruptor de parada se sitúe a una cota inferior del interruptor de marcha.

4.3. MEDIDA DE CAUDAL DERIVACIÓN GENERAL (AP Y OFA) (REV. 00)

4.3.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Prever una arqueta que intercepte al tubo de salida de la obra de llegada para el caudal aliviado. En esta arqueta se instalará un canal Parshall prefabricado junto con el transmisor de caudal necesario para la medida. Se buscare la mejor ubicación para la arqueta de forma que se mantengan las máximas longitudes rectas anteriores y posteriores con la misma alineación que permita el proyecto.

4.3.2. Equipos de instrumentación

Canal Parshall prefabricado para el rango de caudales y transmisor de caudal en canal Parshall.

5. ELEVACIÓN DE AGUA BRUTA (AP Y OFA)

(REV. 00)

5.1. RECOMENDACIONES OBRA CIVIL Y EQUIPAMIENTO

Preferible la instalación de las bombas en cámara seca con colectores independientes y válvulas de retención de bola.

Utilización de variadores de velocidad para todas las bombas.

Construir la reja de gruesos que separa el pozo de gruesos de la cámara de elevación con carril ferroviario (FEVE).

Dotar el pozo de gruesos de una cesta deslizable sobre carriles verticales para facilitar la limpieza de la reja de gruesos.

5.2. EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN

Por cada colector de impulsión:

- Transmisores de presión
- Manómetros de esfera
- Caudalímetros electromagnéticos (sino se contempla la medida de caudal de entrada)

General al sistema de bombeo:

- Medidor de nivel en continuo tipo radar
- Conjunto de interruptores de nivel tipo varilla (si las longitudes son excesivas usar tipo boya)

5.3. DIAGRAMA DE ELEMENTOS

En este punto se planean varias alternativas que se tendrán que valorar en función de los rangos de caudales, tipo de bomba y colector instalado. Asegurando que se maximiza la eficiencia energética del sistema de elevación.

Alternativas presentadas:

- Regulación serie:

El sistema de control mantendrá el nivel de consigna (Nc) arrancando las bombas necesarias para desalojar el caudal influente. Solo una de ellas regulará. Se deberá asegurar no sobrepasar el caudal máximo admisible en los canales de desbaste y se contemplará la rotación de bombas.

Para arrancar una nueva bomba se tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- La bomba en marcha alcance la máxima frecuencia.

- Transcurrido un tiempo (T1), el nivel del pozo (N) esté por encima del nivel de consigna (Nc).

Para parar una bomba se tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- La bomba en marcha alcance la mínima frecuencia.
- Transcurrido un tiempo (T2), el nivel del pozo (N) esté por debajo del nivel de consigna (Nc).

- Regulación paralelo:

El sistema de control mantendrá el nivel de consigna (Nc) arrancando las bombas necesarias para desalojar el caudal influente regulando con todas las bombas en marcha a la vez. Se asegurará no sobrepasar el caudal máximo admisible en los canales de desbaste y se contemplará la rotación de bombas.

Para arrancar una nueva bomba se tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- Todas las bombas en marcha estarán a frecuencia máxima.
- Transcurrido un tiempo (T1), el nivel del pozo (N) estará por encima del nivel de consigna (Nc).

Para parar una bomba se tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- Todas las bombas en marcha estarán a la frecuencia mínima.
- Transcurrido un tiempo (T2), el nivel del pozo (N) estará por debajo del nivel de consigna (Nc).

5.4. CONSIGNAS AJUSTABLES Y SEÑALES

| | | |
|----|--|---|
| Nc | Consigna de nivel a mantener | Ajuste según necesidades de explotación |
| b | Valor banda muerta sobre Nc (+/-) | |
| T1 | Tiempo retardo comprobación nuevo arranque | |
| T2 | Tiempo retardo comprobación nuevo paro | |
| N | Valor medido de nivel | Entrada analógica |

En esta tabla se tendrán que incluir los parámetros ajustables del algoritmo seleccionado para la regulación.

5.5. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Regulación serie:

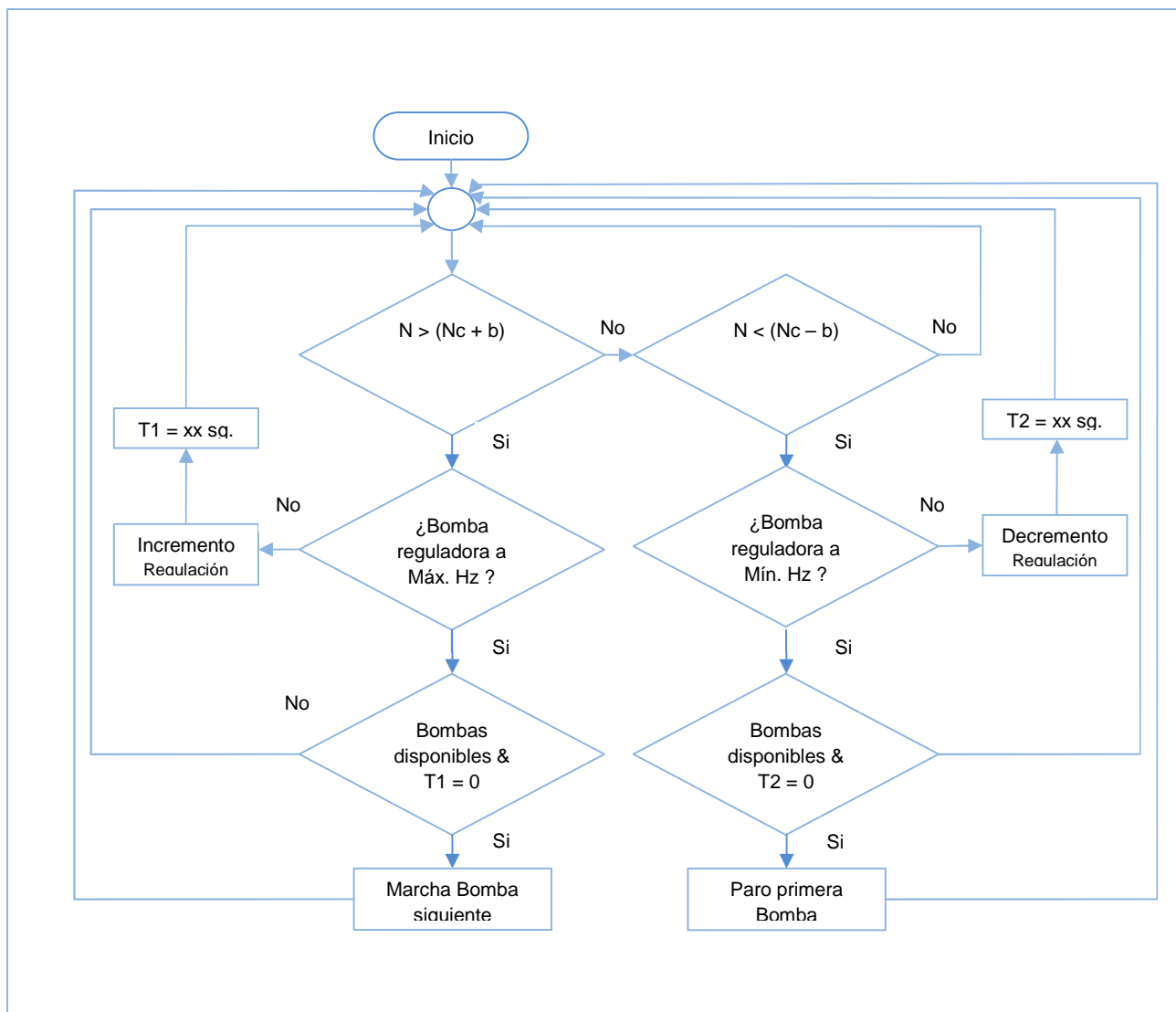


Ilustración 6 - Bombas agua bruta - Regulación serie

Regulación paralelo:

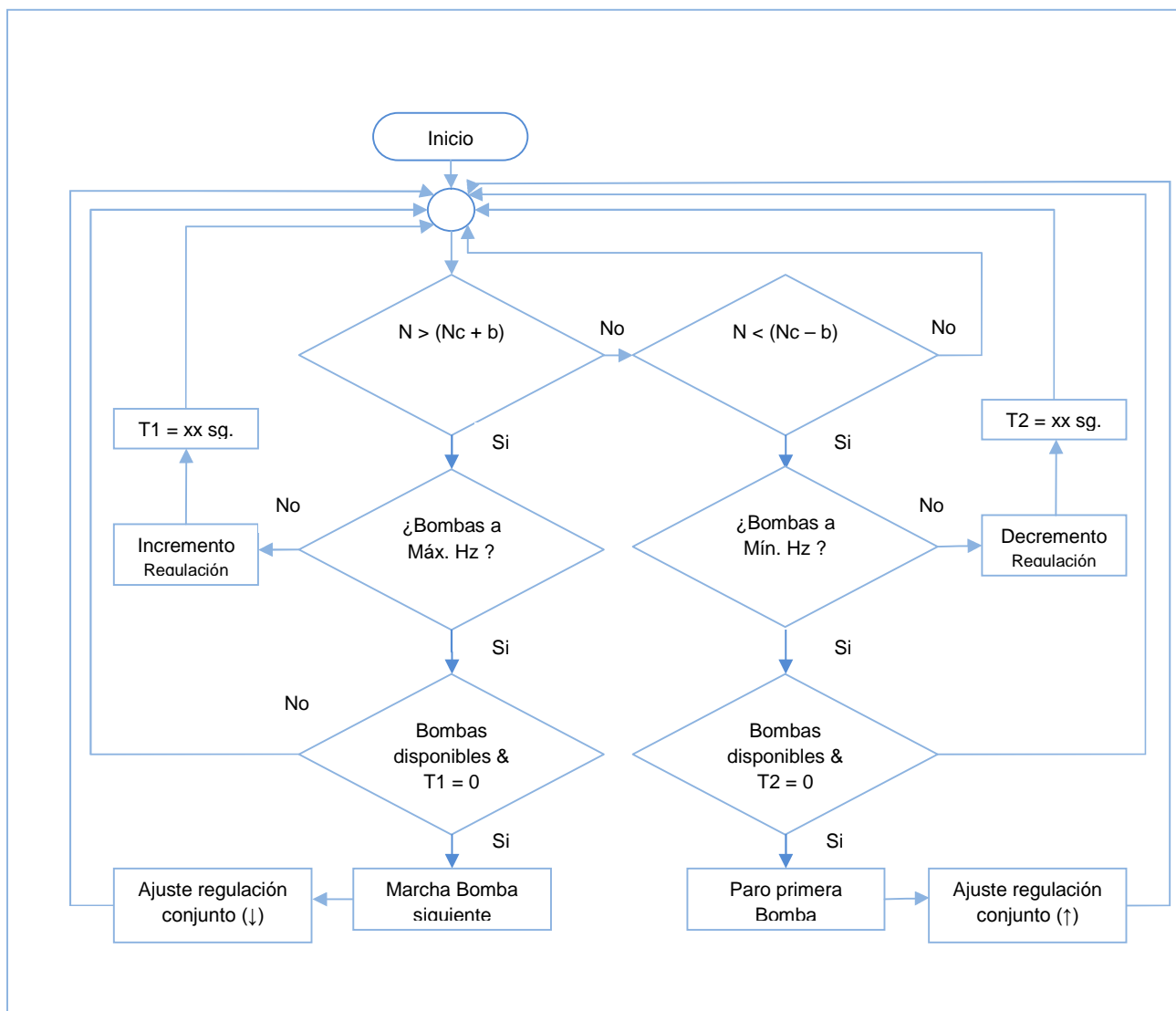


Ilustración 7 - Bombas agua bruta - Regulación paralelo

6. PRETRATAMIENTO (AP Y OFA)

6.1. DESBASTE

(REV. 00)

6.1.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Por cada canal se recomienda la instalación de dos equipos de desbaste consecutivos, una reja de gruesos y un tamiz de finos. Como equipo de desbaste se recomienda la instalación de tamices de escalera.

Las compuertas de aislamiento (gruesos y finos) dispondrán de accionamiento manual, salvo que sea recomendable por tamaño el accionamiento automático. En todos los casos dispondrán de finales de carrera de abierto y cerrado.

6.1.2. Equipos de instrumentación

Obra de reparto a canales de desbaste:

- Interruptor de nivel tipo varilla, control perdida de carga reja de gruesos
- Interruptor de nivel tipo varilla, alarma rebose

Canales de desbaste:

- Nivel tipo varilla intermedio entre desbaste de gruesos y de finos.

6.1.3. Diagrama de elementos

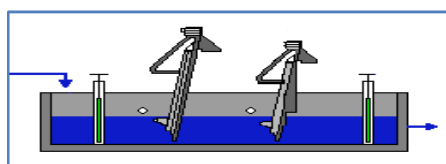


Ilustración 8 - Desbaste

6.1.4. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-------|---|---|
| FCA g | Final de carrera abierto compuerta de gruesos | Entrada digital |
| FCA f | Final de carrera abierto compuerta de finos | Entrada digital |
| IN g | Interruptor de nivel gruesos | Entrada digital |
| IN f | Interruptor de nivel finos | Entrada digital |
| Tm1 | Tiempo marcha funcionamiento por nivel | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tp | Tiempo paro funcionamiento temporizado | |
| Tm2 | Tiempo marcha funcionamiento temporizado | |

6.1.5. Descripción de funcionamiento

Siempre que las compuertas correspondientes a cada línea de tratamiento estén en posición abierta el equipo se pondrá en marcha cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

Activación interruptor de nivel: el equipo funcionará durante un tiempo (Tm1) configurable.

Temporización marcha (Tm2) / paro (Tp): independiente del interruptor de nivel el equipo se activará cuando los tiempos indicados lo permitan.

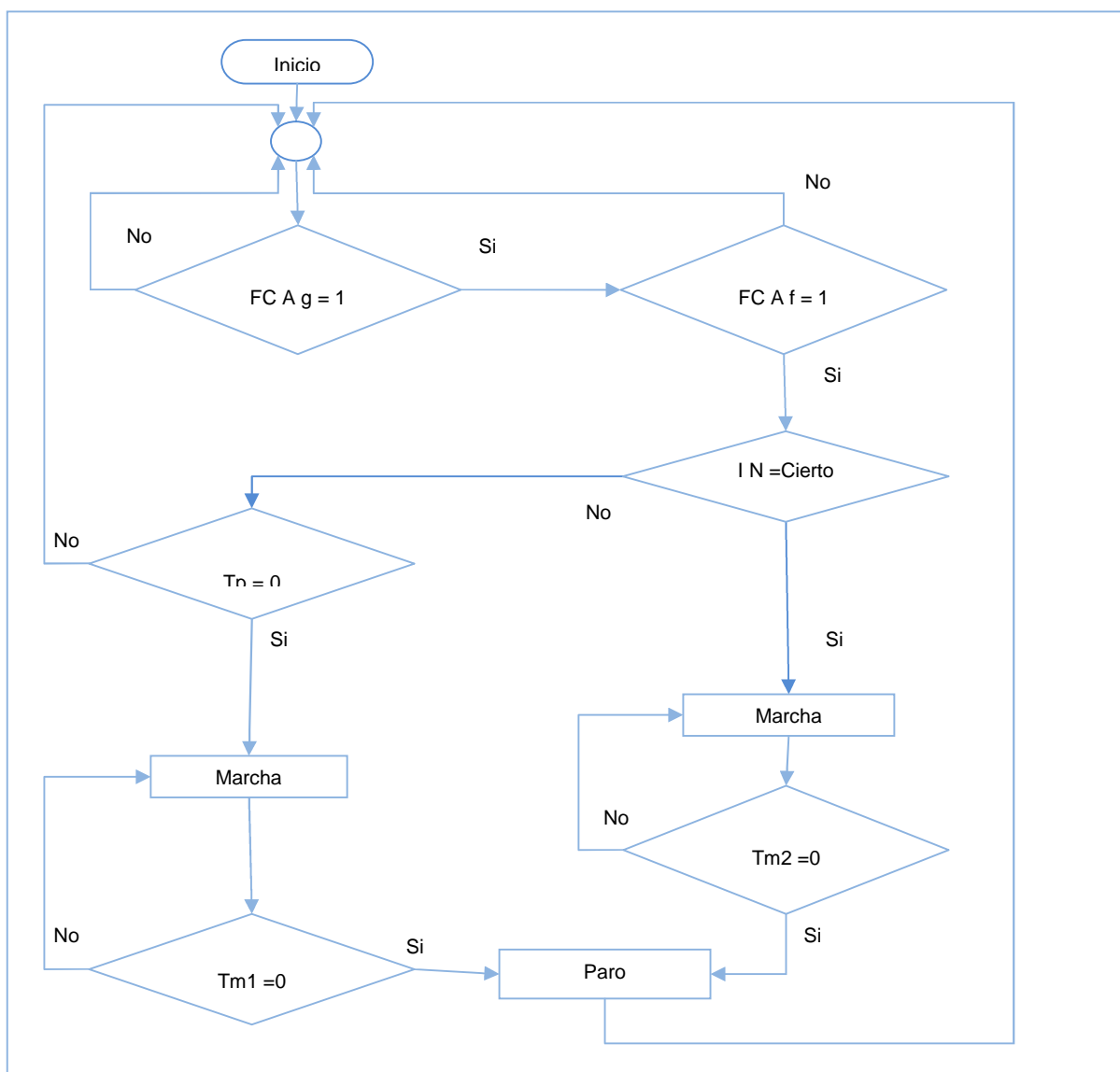


Ilustración 9 - DF Desbaste

6.2. TRANSPORTE Y COMPACTADO DE RESIDUOS

(REV. 00)

6.2.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Se recomienda la instalación de equipos de transporte y compactado de forma individual para gruesos y finos.

Para plantas con caudales superiores a 25.000 m³/día se recomiendan cintas transportadoras y prensas compactadoras, en el resto de plantas se valorará.

6.2.2. Diagrama de elementos

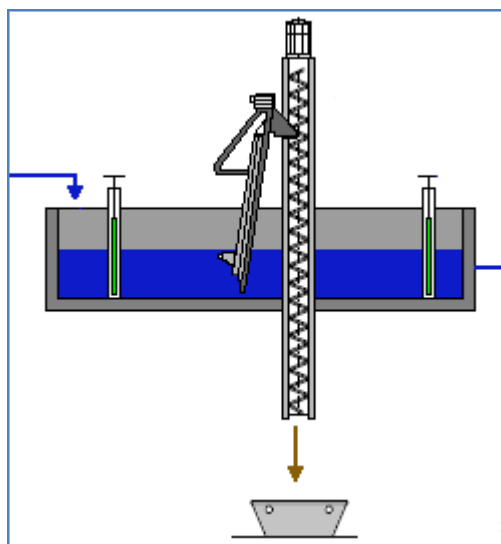


Ilustración 10 - Transporte y compactado de residuos

6.2.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-----|-----------------------|---|
| Trp | Tiempo retardo parada | Ajuste según necesidades de explotación |
|-----|-----------------------|---|

6.2.4. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento continuo siempre que se encuentre en marcha cualquiera de los equipos de desbaste conectados al elemento de trasiego. Dispondrá de un tiempo de retardo a la parada.

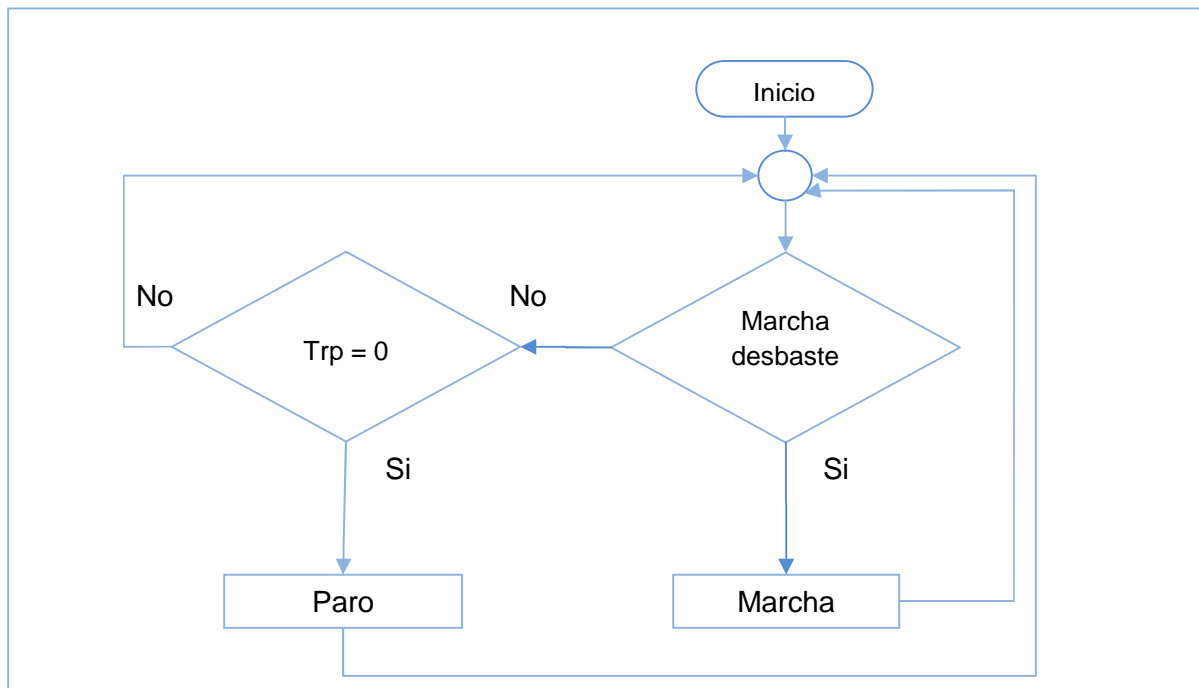


Ilustración 11 - DF Transporte y compactado residuos

6.3. DESARENADO-DESENGRASADO

(REV. 00)

6.3.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Sobredimensionado de la obra civil para la recogida y transporte de natas y arenas.

Sistema de autolimpieza con agua en cajones de recogida de natas.

Para la alimentación al cuadro del carro desarenador contemplar la instalación de sistemas tipo tambor o bandeja enrollable.

Estudiar sistemas de comunicación inalámbricos.

Incorporar variadores de velocidad en las soplantes.

6.3.2. Diagrama de elementos

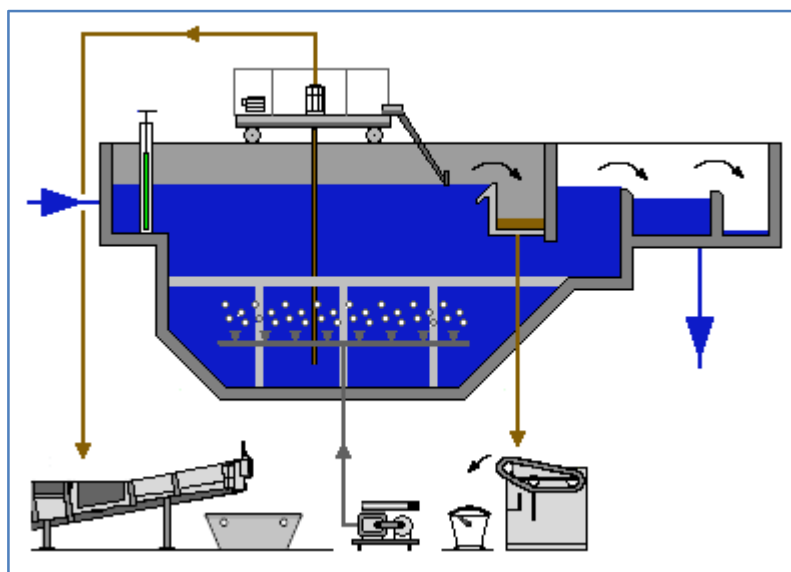


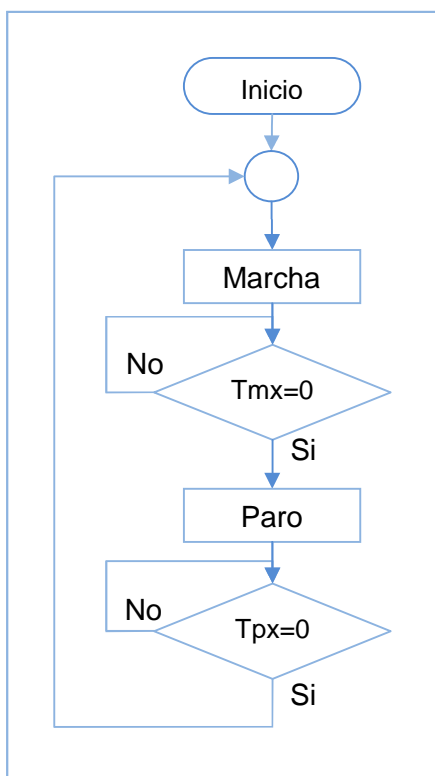
Ilustración 12 - Desarenado – desengrasado

6.3.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-----|------------------------------------|---|
| Tml | Tiempo marcha autolimpieza natas | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tmc | Tiempo marcha clasificador arenas | |
| Tpc | Tiempo paro clasificador de arenas | |
| Tmd | Tiempo marcha desnatador | |
| Tpd | Tiempo paro desnatador | |

6.3.4. Descripción de funcionamiento

- Carro desarenador-desengrasador: el funcionamiento del carro será autónomo y en continuo (según cuadro eléctrico descrito en esquemas eléctricos Dpto Construcciones Saneamiento), realizará la inversión del sentido de avance mediante detectores de final de carrera de tipo inductivo y gobernará los siguientes elementos:
 - Rasqueta retirada de natas: motorizada o sistema mecánico de contrapesos. Incorporar sistema de limpieza mediante chorros de agua para los cajones de recogida de natas.
 - Bomba de arenas: podrá funcionar tanto en avance como en retroceso del carro, será seleccionable.
 - Motor de avance/retroceso.
- Soplantes desarenado: funcionamiento en continuo, accionadas mediante variadores de velocidad. La velocidad de funcionamiento se fijará en el sistema de control de forma manual.
- Clasificador de arenas: cuando las bombas de arenas se encuentre en funcionamiento podrá funcionar en continuo o por temporización marcha/paro.
- Desnatador: funcionará en continuo o por temporización marcha/paro.



**Ilustración 13 - DF Desnatador –
Clasificador de arenas**

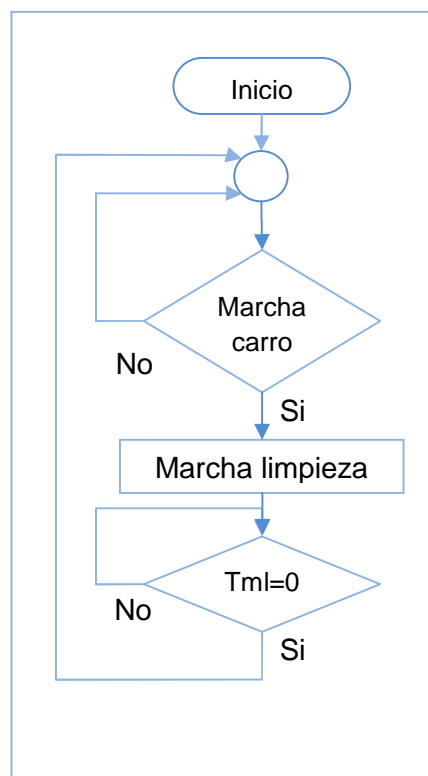


Ilustración 14 – DF Limpieza natas

6.4. MEDIDA DE PH Y TEMPERATURA

(REV. 00)

6.4.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Instalación de las sondas de medida de pH y Temperatura en la obra de salida del Desarenado-desengrasado, en una zona común a todas las líneas de tratamiento.

Se podrá instalar un sólo Transmisor, siempre que disponga de las dos señales de salida de forma independiente.

6.4.2. Equipos de instrumentación

Medidor de pH y Temperatura.

6.5. MEDIDA DEL CAUDAL DE AGUA PRETRATADA

(REV. 00)

6.5.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Se recomienda la instalación de un caudalímetro electromagnético en tubería llena para cada una de las líneas de tratamiento.

Para su instalación considerar los tramos rectos mínimos equivalentes a 5 DN anteriores y 3 DN posteriores y electrónica separada.

6.5.2. Equipos de instrumentación

Caudalímetro electromagnético en tubería llena.

7. TRATAMIENTO PRIMARIO

7.1. FÍSICO QUÍMICO (OFA)

(REV. 00)

7.1.1. Equipos de instrumentación

- Medida de caudal agua Pretratada
- Medida de caudal reactivos

7.1.2. Diagrama de elementos

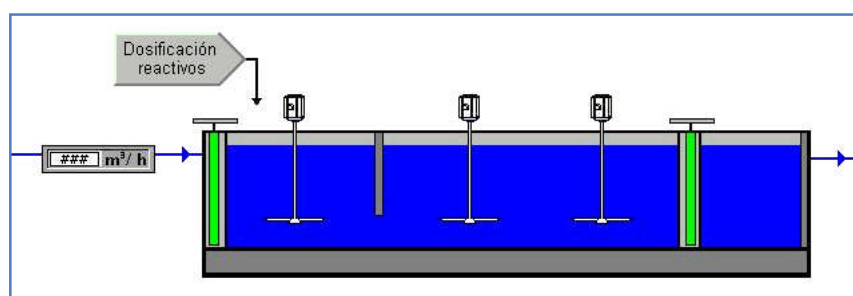


Ilustración 15 - Físico químico

7.1.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|------|--|---|
| FH1i | Hora comienzo franja horaria 1 | Ajuste según necesidades de explotación |
| FH1f | Hora finalización franja horaria1 | |
| DR1 | Dosificación reactivo fh1(mg/l) | |
| | | |
| FH2i | Hora comienzo franja horaria 2 | |
| FH2f | Hora finalización franja horaria2 | |
| DR2 | Dosificación reactivo fh2(mg/l) | |
| | | |
| FH3i | Hora comienzo franja horaria 2 | |
| FH3f | Hora finalización franja horaria2 | |
| DR3 | Dosificación reactivo fh3 (mg/l) | |
| | | |
| CR | Concentración reactivo (%) | |
| | | |
| Qp | Valor de consigna caudal que detiene la dosificación | |
| Qrm | Valor de caudal reanque | |
| Qm | Valor de consigna caudal que activa la dosificación | |
| Qe | Caudal de entrada a Físico-Químico | Entrada analógica |

7.1.4. Descripción de funcionamiento

- Agitadores: funcionamiento en continuo.
- Dosificación de reactivos: funcionará siempre que el caudal de entrada (Q_e) se encuentre entre Q_m y Q_p ($Q_m < Q_e < Q_p$), cuando el caudal de entrada supere el Q_p , el sistema parará, y no volverá a arrancar hasta que baje por debajo de Q_{rm} . Se plantean dos modos de funcionamiento:
 - Dosificación en función del caudal de entrada: se establecen tres franjas horarias donde se podrá introducir un valor de dosificación diferente para cada una de ellas (DR.). Mediante la concentración del producto (CR) indicada en la página de consignas se ajustará el caudal de dosificación. En caso de fallo de la medida de caudal de entrada se pasará a funcionamiento por Dosificación fija hasta que se restablezca la medida.

| Franja | Rango horas | DR |
|--------|-------------|----|
| 1 | 0 — | — |
| 2 | — — | — |
| 3 | — 24 | — |

- Dosificación fija: parámetro fijo que no atenderá al caudal de entrada.

| Franja | Rango horas | Hz |
|--------|-------------|----|
| 1 | 0 — | — |
| 2 | — — | — |
| 3 | — 24 | — |

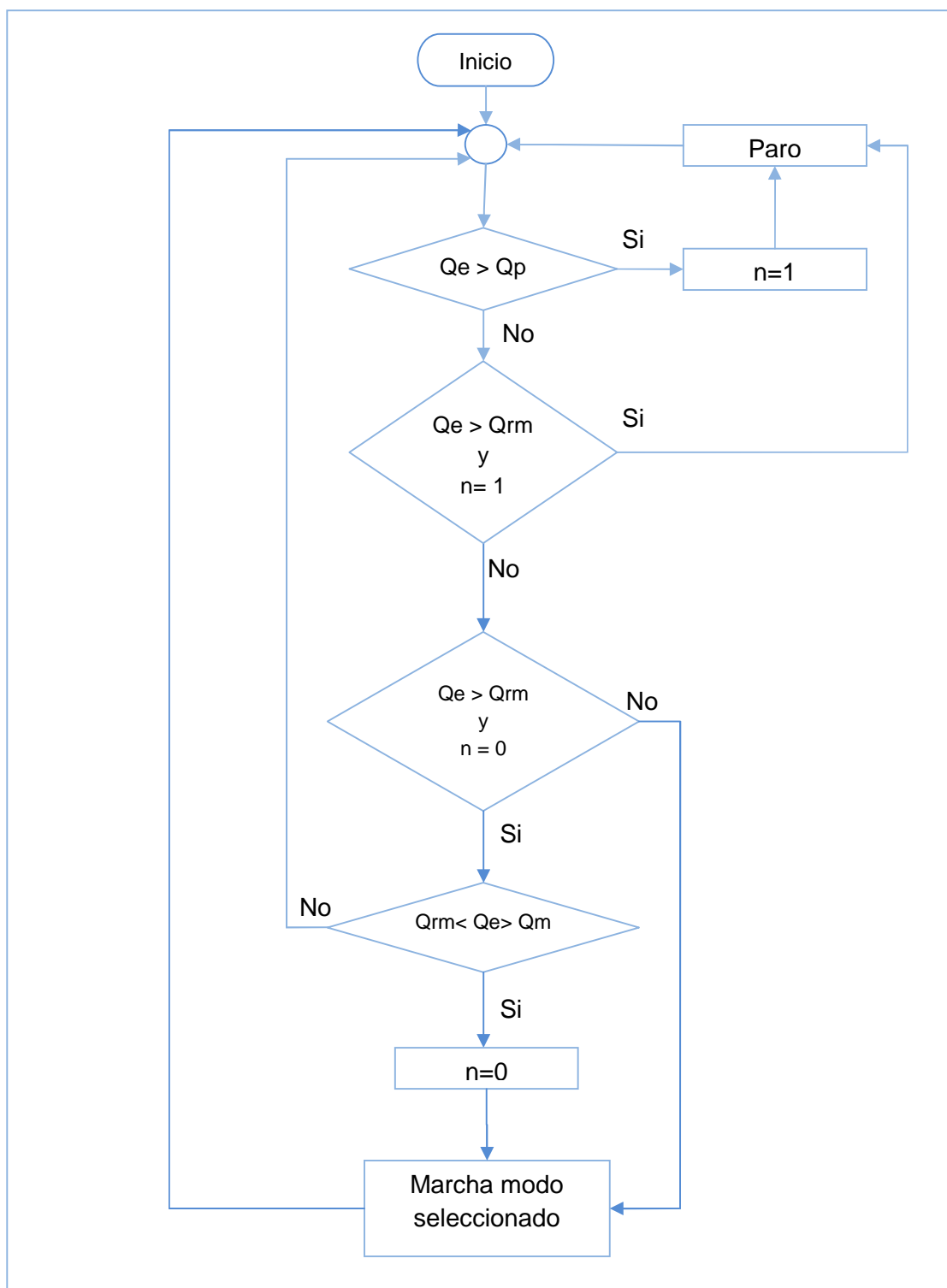


Ilustración 17 - DF Físico químico

n: variable interna.

7.2. DEC. PRIMARIA (OFA)/TRAT. CAUDALES ALIVIADOS (AP) (REV. 00)

7.2.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Diseño de la capacidad del bombeo de purga de fangos para posibilitar una purga en continuo (15% del caudal medio).

Purga de flotantes: independientemente del sistema de recogida y elementos electromecánicos que intervengan, se aconseja la instalación de un final de carrera (FCf), en las proximidades de la tolva, que nos permita la configuración de un tiempo de purga (Tap). Bombeo en cámara seca.

Purga de fangos primarios: independientemente del sistema hidráulico y elementos electromecánicos que intervengan, se aconseja que se diseñen para realizar la purga de forma continua. Aconsejable la instalación de variadores de velocidad y bombeo en cámara seca.

7.2.2. Equipos de instrumentación

- Medidor de caudal agua Pretratada

7.2.3. Diagrama de elementos

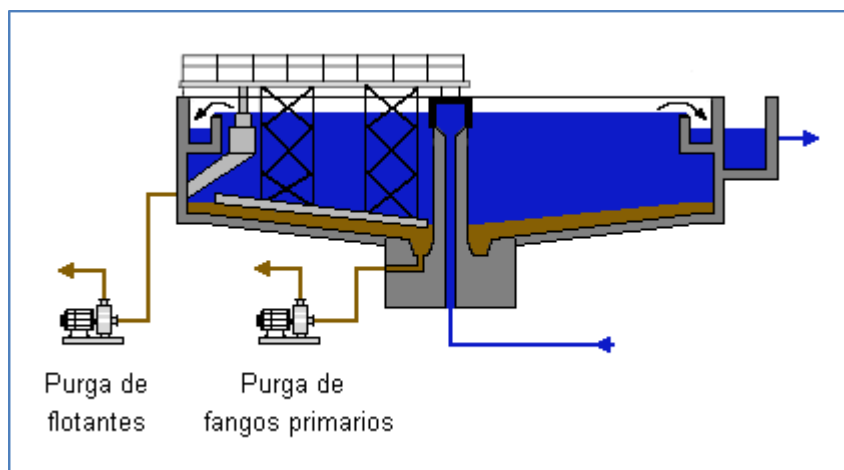


Ilustración 18 - Dec. primaria / Trat. Caudales aliviados

7.2.4. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-----|----------------------------------|---|
| FCf | Final de carrera tolva flotantes | Entrada digital |
| Tap | Tiempo apertura sistema de purga | Ajuste según necesidades de explotación |

7.2.5. Descripción de funcionamiento

- Decantador primario: funcionamiento en continuo.

8. TRATAMIENTO SECUNDARIO

8.1. BIOLÓGICO

8.1.1. Aeración (AP) y (OFA)

(Rev. 00)

8.1.1.1. Nota aclaratoria

A partir de las dos configuraciones básicas del sistema de aeración y de las necesidades de eliminación de Nitrógeno, se establecen los siguientes tipos de secuencias de control:

- Sistema de aeración con colectores de aire individuales por cada conjunto balsa-máquina productora de aire, en adelante SCI:
En este caso la regulación de aire se realizará mediante un lazo de control entre la medida de oxígeno y la máquina productora de aire. Con las funcionalidades y parámetros indicados más adelante.
- Sistema con colector común para las máquinas productoras de aire y válvulas automáticas para cada balsa, en adelante SCC:
En este caso se establecen dos lazos de control independientes; uno establecido entre las máquinas productoras de aire y el medidor de presión instalado en el colector común; y un segundo lazo entre la medida de oxígeno y la válvula reguladora de línea.
- Sistema con retardos forzados:
En este caso se aplicarán los lazos correspondientes al sistema SCI y se permitirá forzar un cero de oxígeno en la zona anóxica. Solo en el caso que no se disponga de la instrumentación y/o el tamaño de la balsa lo aconseje.

En las EDAR que se establezca la necesidad de eliminación de nitrógeno biológicamente planteamos la siguiente clasificación que afecta a los equipos de instrumentación y a la secuencia indicada

- Necesidades de nitrógeno total < 10 mg/l, cumplimiento obligatorio de las indicaciones de este documento.
- Necesidades de nitrógeno total entre 10 y 15 mg/l, cumplimiento recomendado de las indicaciones de este documento.

8.1.1.2. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Generales a los sistemas:

Instalación de pasarelas y/o plataformas que permitan el acceso a los equipos de instrumentación para mantenimiento y calibración.

Instalación de líneas de aire individuales para cada balsa, asociando una línea a una máquina productora de aire.

Solo para SCC:

Selección de válvulas automáticas que permitan la mejor relación lineal entre apertura y caudal.

8.1.1.3. Equipos de instrumentación

Tipo carrusel:

- Medidor Oxígeno disuelto, 2 uds. medidor O_2 situado en la zona aerobia (O_2 A) y Medidor O_2 situado entre la zona anóxica y la zona aerobia (O_2 B).
- Medidor de Redox, 1 ud. situado entre la zona anóxica y la zona aerobia (Rx B).
- Medidor de pH, 1 uds. situado entre la zona anóxica y la zona aerobia (pH B).

Tipo pistón:

- Medidor Oxígeno disuelto, 2 uds. medidor O_2 situado en la zona aerobia (O_2 A) y Medidor O_2 situado al comienzo de la zona anóxica (O_2 B).
- Medidor de Redox, 1 ud. situado al comienzo de la zona anóxica (Rx B).
- Medidor de pH, 1 uds. situado al comienzo de la zona anóxica (pH B).

Solo para configuración SCC:

- Medidor de presión en colector común.
- Válvulas con actuador automático dotado de posicionador.

Eliminación de nitrógeno:

- Medidor de amonio (NH_4^+) instalado en salida de biológico mediante analizador en continuo (Rango de 0-5 ppm).
- Medidor de nitratos (NO_3^-) instalado al comienzo de la zona anóxica mediante sonda de inmersión.

En todos los casos y solo con carácter informativo:

- Medidor másico de caudal de aire, uno por línea.

8.1.1.4. Diagrama de elementos

Diagrama de una balsa AP (Tipo carrusel) que se adaptaría a la descripción del sistema SCI:

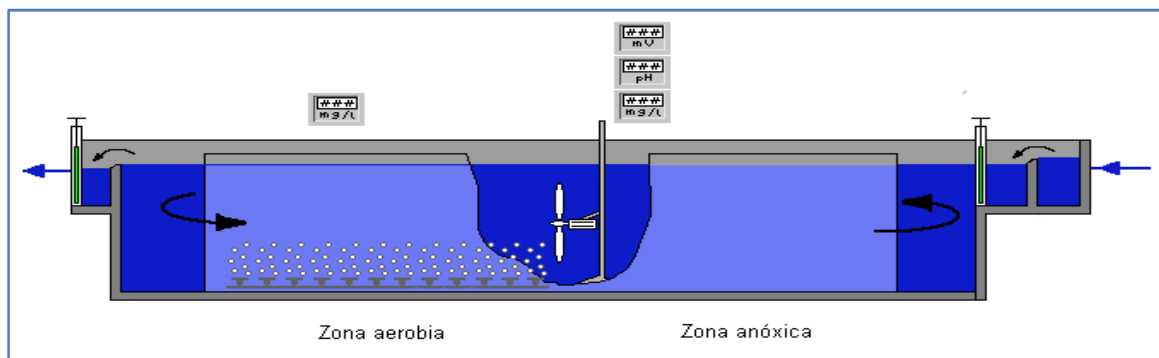


Ilustración 19 - Biológico AP (Tipo carrusel)

Diagrama de una balsa OFA que se adaptaría a la descripción del sistema SCC y balsa AP con sistema SCI:

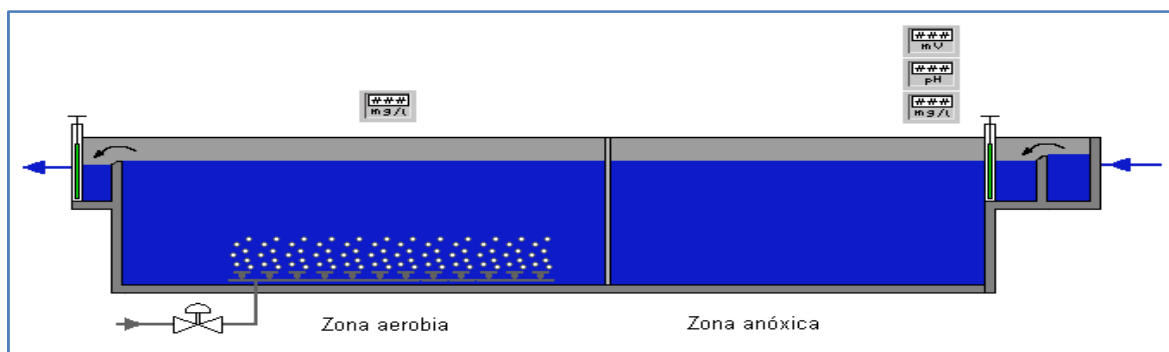


Ilustración 20 - Biológico OFA con SCC

Diagrama de una balsa OFA que se adaptaría a la descripción del sistema SCC con eliminación de nitrógeno:

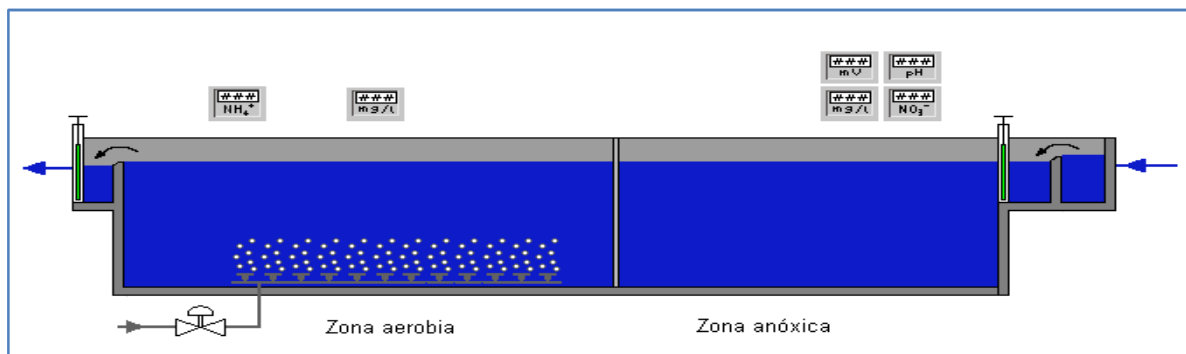


Ilustración 21 - Biológico OFA con SCC y eliminación de nitrógeno

8.1.1.5. Consignas ajustables y señales

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| Pc O ₂ ae | Valor deseado de O ₂ en zona aerobia | Ajuste según necesidades de explotación |
| VPc O ₂ ae | Valor de consigna min. Por debajo del cual no actúa la corrección automática | |
| Bm O ₂ ae | Banda muerta de O ₂ en zona aerobia | |
| Vc O ₂ an | Valor de O ₂ en zona anóxica que provoca la corrección | |
| Vc Rx an | Valor de Rx en zona anóxica que provoca la corrección | |
| Vc pH an | Valor de pH en zona anóxica que provoca la corrección | |
| Vc NH ₄ ⁺ an | Valor de NH ₄ ⁺ en zona anóxica que provoca la corrección | |
| Va ae | Valor de ajuste sobre Pc O ₂ ae (+/-) | |
| T1 | Tiempo estabilización entre ajustes del Pc O ₂ ae | |
| O ₂ A | Medidor de oxígeno disuelto zona aerobia. | Entrada analógica |
| O ₂ B | Medidor de oxígeno disuelto zona anóxica. | Entrada analógica |
| Rx B | Medidor de potencial redox zona anóxica. | Entrada analógica |
| pH B | Medidor de pH zona anóxica. | Entrada analógica |
| NH ₄ ⁺ A | Medidor de amonio zona aerobia. | Entrada analógica |
| Pc P | Valor deseado de presión en el colector común | Ajuste según necesidades de explotación |
| Bm P | Banda muerta presión | |
| P | Medidor de Presión | Entrada analógica |
| T2 | Tiempo entre forzosos del O ₂ anóxica a cero. | Ajuste según necesidades de explotación |
| V0 O ₂ an | Valor de cero para zona anóxica. | |
| T3 | Tiempo máx. duración forzado del O ₂ anóxica a cero. | |

Tendencias de las medidas recogidas en las sondas zona B, utilizadas para corregir la consigna de la medida de la zona A:

$Rx + \rightarrow O_2 \downarrow$ y $Rx - \rightarrow O_2 \uparrow$

$pH < 7 \rightarrow O_2 \uparrow$ y $pH > 7 \rightarrow O_2 \downarrow$

8.1.1.6. Descripción de funcionamiento

Las secuencias de control comentadas anteriormente se dividen en los siguientes modos de funcionamiento:

- Lazo de oxígeno. La entrada de control corresponde con:
 - SCI: maquina productora de aire
 - SCC: válvula reguladora de caudal de aire.
- Lazo de presión.
- Lazo de oxígeno temporizado. La entrada de control será como el lazo de oxígeno.

Descripción modos de funcionamiento:

1. Lazo de oxígeno:

La entrada de control descrita corresponde a la maquina productora de aire para SCI y a la válvula reguladora de aire para SCC.

Se regulara la entrada de control correspondiente para mantener el nivel de oxígeno deseado ($Pc\ O_2\ ae$) en la zona aerobia, dentro de una banda muerta ($Bm\ O_2\ ae$). La señal de entrada para esta regulación será la obtenida mediante el medidor $O_2\ A$.

Se incorpora un sistema de corrección automático del valor de consigna de oxígeno ($Pc\ O_2\ ae$), para ello se utilizara una de las medidas de O_2 , Rx y pH instaladas en la zona anóxica. La corrección actuará cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- Se supere un tiempo de estabilización ($T1$)
- La medida obtenida en la zona anóxica ($XX\ B$) supere un valor ($Vc\ XX\ an$) determinado.
- Que el valor de la consigna de oxígeno ($Pc\ O_2\ ae$) no baje por debajo de otro valor modificable ($VPc\ O_2\ ae$).

el valor de la consigna ($Pc\ O_2\ ae$) será aumentado o disminuido en la cantidad indicada como parámetro ($Va\ ae$).

La selección de la medida analítica a utilizar para la corrección automática podrá modificarse a voluntad del operador, pero el criterio por defecto será en este orden: oxígeno, redox y pH. El sistema ante fallo de una de las señales conmutará a la siguiente disponible.

En plantas donde sea requisito obligado la eliminación de nitrógeno la medida analítica utilizada para la corrección automática será la medida de NH_4^+ .

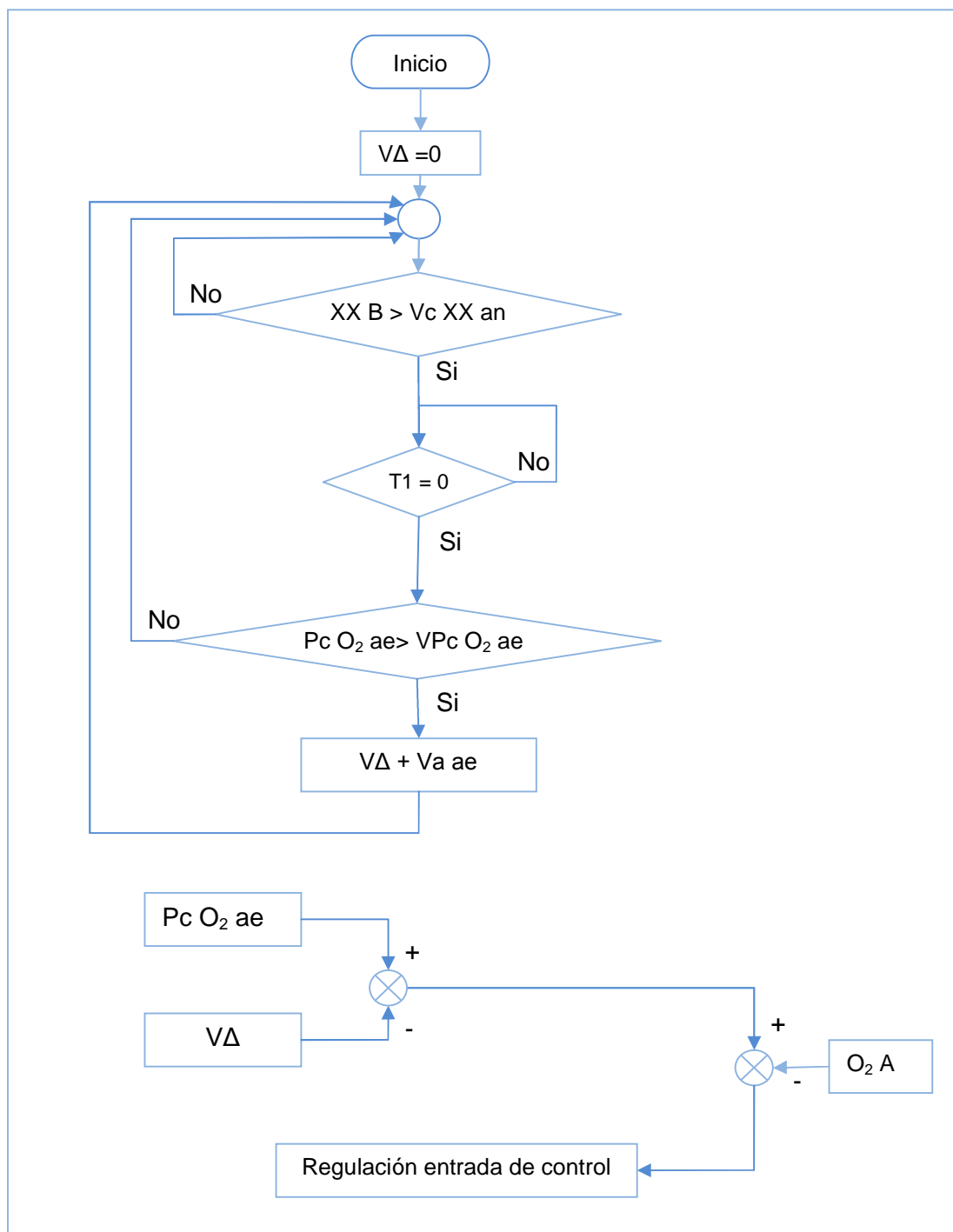


Ilustración 22 - DF lazo de oxígeno

$V\Delta$: variable interna.

2. Lazo de presión:

Se regulará la entrada de control para mantener la presión deseada (P_c) en el colector común a las maquinas productoras de aire, dentro de una banda muerta (B_m). La señal de entrada para esta regulación será la obtenida mediante el medidor P.



Ilustración 23 - DF lazo de presión

3. Lazo de oxígeno temporizado:

Solo se utilizará cuando exista la necesidad de eliminación de Nitrógeno y no se disponga de la infraestructura necesaria para un proceso continuo.

En este modo se funcionará como en el lazo de oxígeno descrito anteriormente durante el tiempo indicado (T_2). Cuando finalice ese tiempo, se pararan las maquinas productoras de aire hasta conseguir (XX B) un valor de cero o muy próximo (V_0 O₂ an). Se mantendrán las maquinas paradas durante un tiempo máximo (T_3), una vez transcurrido, el sistema retoma el lazo de oxígeno.

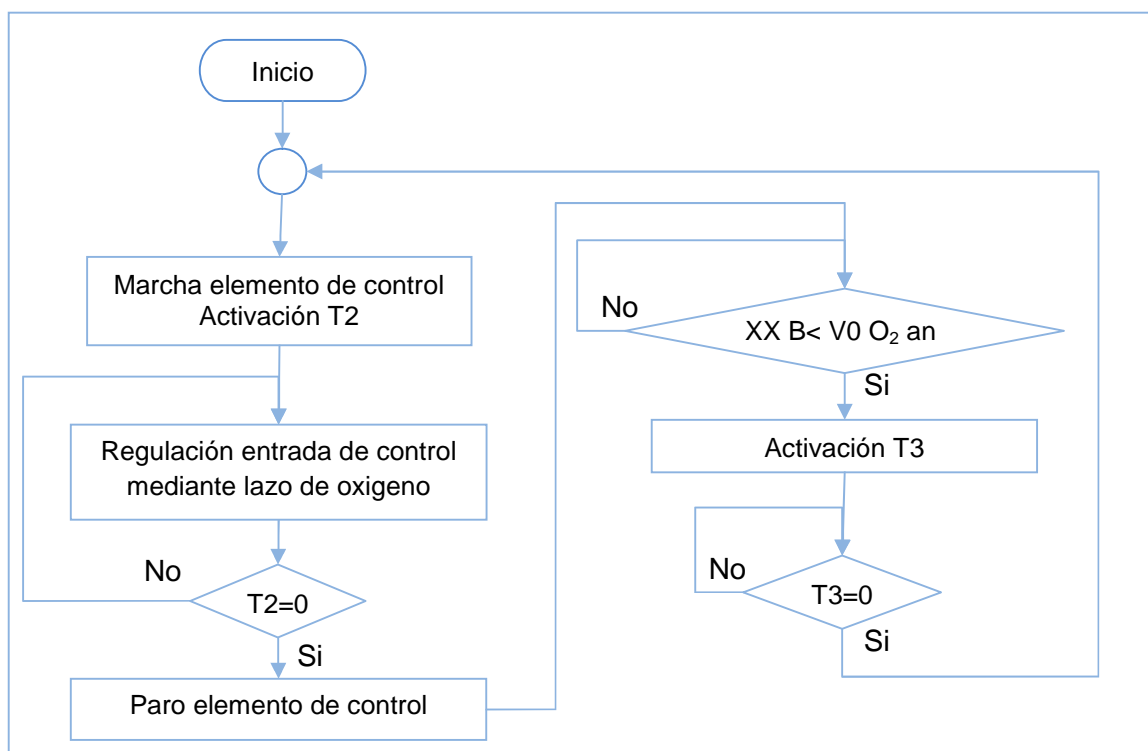


Ilustración 24 - DF lazo de oxígeno temporizado

8.1.2. Aceleradores de corriente (OFA)

(Rev.00)

8.1.2.1. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo.

8.1.3. Recirculación interna (OFA)

(Rev.00)

8.1.3.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Prever distintos puntos para la descarga de la recirculación.

8.1.3.2. Equipos de instrumentación

- Medidor de nitratos (NO_3^-) instalado al comienzo de la zona anóxica mediante sonda de inmersión.
- Caudalímetro electromagnético en caso que la instalación lo permita.

8.1.3.3. Diagrama de elementos

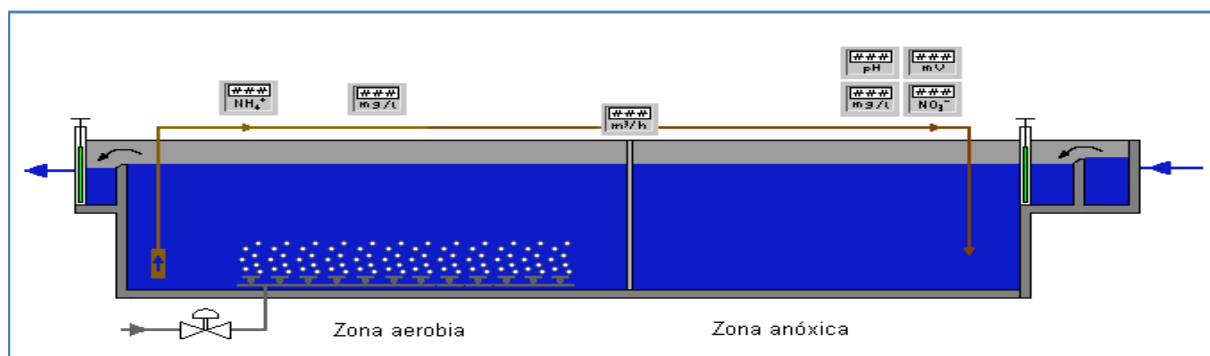


Ilustración 25 - Recirculación interna

8.1.3.4. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-----------------|---|---|
| Qri | Medida de caudal de recirculación interna | Entrada analógica |
| NO_3^- | Medidor de nitratos | |
| Tm | Tiempo de marcha recirculación | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tp | Tiempo de parada recirculación | |
| QriMin | Valor mínimo de recirculación | |

8.1.3.5. Descripción de funcionamiento

Se establece una temporización marcha/paro para el funcionamiento de la bomba. Durante el tiempo de marcha, la velocidad de la bomba se ajustará en función de la medida de nitratos en la zona anóxica. No pudiendo, en ningún caso, bajar de una consigna de caudal mínimo de recirculación.

8.1.4. Recirculación externa (AP y OFA) (Rev. 00)

8.1.4.1. Equipos de instrumentación

Medidor de caudal en tubería.

8.1.4.2. Diagrama de elementos

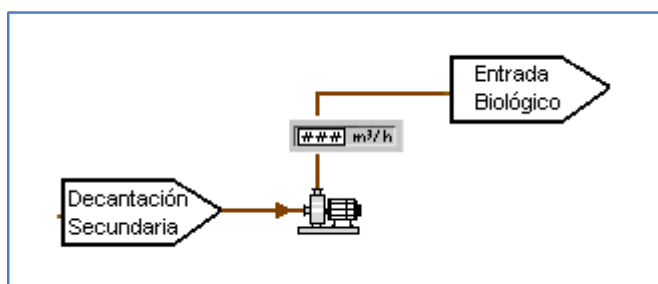


Ilustración 26 - Recirculación externa

8.1.4.3. Consignas ajustables y señales

| PcQb | Consigna % del caudal a recircular | Ajuste según necesidades de explotación |
|-------|------------------------------------|---|
| | | |
| F1ini | Hora inicia Franja 1 | Valor fijo a 0h |
| F1fin | Hora finalización Franja 1 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F1Qr | Consigna caudal de funcionamiento | |
| F1Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F1Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |
| ... | F2,F3, F4 | ... |
| F5ini | Hora inicia Franja 5 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5fin | Hora finalización Franja | Valor fino a 24h |
| F5Q | Consigna caudal de funcionamiento | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F5Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |

8.1.4.4. Descripción de funcionamiento

Mediante una consigna (PcQb) de porcentaje del caudal de entrada al Tratamiento Biológico se establece el caudal de recirculación. Ante fallo de la medida de caudal y de forma automática, el sistema conmuta a funcionamiento por franjas horarias.

Funcionamiento mediante cinco franjas horarias, la suma total será 24h y se ajustarán al reloj del sistema. Para cada franja se incluirán parámetros modificables de tiempos de marcha/paro y caudal de trabajo. El sistema ajustará la velocidad de funcionamiento de las bombas para mantener el valor indicado (FxQ), Todos los ciclos comenzarán por tiempo de marcha (FxTm) y serán cíclicos mientras este activa la franja.

| Franja | Rango horas | Q | T marcha | T paro |
|--------|-------------|---|----------|--------|
| 1 | 0 — | — | — | — |
| 2 | — — | — | — | — |
| 3 | — — | — | — | — |
| 4 | — — | — | — | — |
| 5 | — 24 | — | — | — |

9. TRATAMIENTO DE FANGOS

9.1. EXTRACCIÓN DE FANGOS

9.1.1. Fangos primarios (OFA)

(Rev. 00)

9.1.1.1. Equipos de instrumentación

Caudalímetros electromagnético por línea.

9.1.1.2. Diagrama de elementos

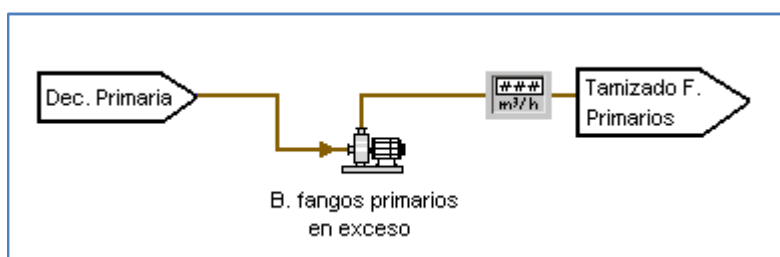


Ilustración 27 - Fangos primarios en exceso

9.1.1.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-------|---|---|
| F1ini | Hora inicia Franja 1 | Valor fijo a 0h |
| F1fin | Hora finalización Franja 1 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F1Qr | Consigna de Caudal a mantener en Franja 1 | |
| F1Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F1Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |
| ... | F2,F3, F4 | ... |
| F5ini | Hora inicia Franja 5 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5fin | Hora finalización Franja | Valor fino a 24h |
| F5Qr | Consigna de Caudal a mantener en Franja 5 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F5Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |

9.1.1.4. Descripción de funcionamiento

Se plantean dos modos de funcionamiento:

- Funcionamiento en continuo a una velocidad seleccionada por línea en cada una de las subventanas de bomba.
- Funcionamiento por Franjas horarias:
Funcionamiento mediante cinco franjas horarias, la suma total será 24h y se ajustarán al reloj del sistema. Para cada franja se incluirán parámetros modificables de tiempos de marcha/paro y caudal de trabajo. El sistema ajustará la velocidad de funcionamiento de las bombas para mantener el valor de caudal indicado para franja (FXQr), Todos los ciclos comenzaran por tiempo de marcha (FxTm) y serán cíclicos mientras este activa la franja.

| Franja | Rango horas | Q | T marcha | T paro |
|--------|-------------|---|----------|--------|
| 1 | 0 — | — | — | — |
| 2 | — — | — | — | — |
| 3 | — — | — | — | — |
| 4 | — — | — | — | — |
| 5 | — 24 | — | — | — |

9.1.2. Fangos secundarios en exceso (AP) y (OFA) (Rev. 00)

9.1.2.1. Equipos de instrumentación

Caudalímetros electromagnético por línea.

9.1.2.2. Diagrama de elementos

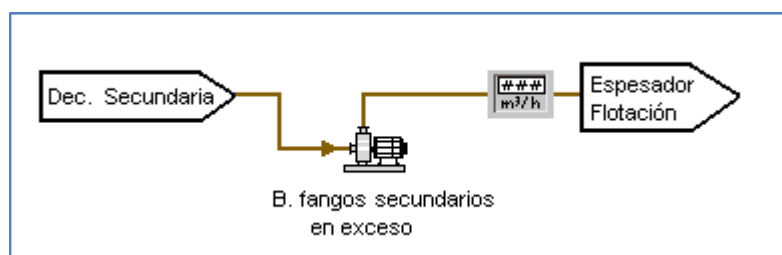


Ilustración 28 - Fangos secundarios en exceso

9.1.2.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|----------|--|---|
| QeB | Caudal de entrada a Trat. Biológico | Entrada analógica |
| Qex | Caudal fangos en exceso | |
| n | Numero de líneas de Trat. Biológico activas. | Ajuste |
| Tm | Tiempo marcha bombas | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tp | Tiempo paro bombas | |
| %Qeb | % del caudal de entrada a Trat. Biológico. | |
| Vqeb max | Valor de caudal de entrada a Trat. Biológico máx para regulación | |
| F1ini | Hora inicia Franja 1 | Valor fijo a 0h |
| F1fin | Hora finalización Franja 1 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F1Hz | Frecuencia fija de funcionamiento | |
| F1Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F1Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |
| ... | F2,F3, F4 | ... |
| F5ini | Hora inicia Franja 5 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5fin | Hora finalización Franja | Valor fino a 24h |
| F5Hz | Frecuencia fija de funcionamiento | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F5Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |

9.1.2.4. Descripción de funcionamiento

Se plantean dos modos de funcionamiento:

- En función del caudal de entrada a tratamiento biológico:
Si la medida de caudal es común a todas las líneas se aplicara $Q_{ex} = \%Q_{eB} / n$; siendo el n el número de líneas activas.
- Franjas horarias:
Funcionamiento mediante cinco franjas horarias, la suma total sea 24h y se ajustarán al reloj del sistema. Para cada franja se incluirán parámetros modificables de tiempos de marcha/paro y % del caudal que se desea recircular. El sistema regulara la velocidad de funcionamiento de las bombas para alcanzar el valor indicado (% Q_{eb}), en ningún caso se sobrepasará el valor máximo indicado ($V_{qeb\ max}$). Todos los ciclos comenzaran por tiempo de marcha y serán cíclicos mientras este activa la franja.

| Franja | Rango horas | % Q_{eb} | T marcha | T paro |
|--------|-------------|------------|----------|--------|
| 1 | 0 — | — | — | — |
| 2 | — — | — | — | — |
| 3 | — — | — | — | — |
| 4 | — — | — | — | — |
| 5 | — 24 | — | — | — |

9.2. ESPESAMIENTO DE FANGOS POR GRAVEDAD

9.2.1. Tamizado de fangos (OFA)

(Rev. 00)

9.2.1.1. Diagrama de elementos

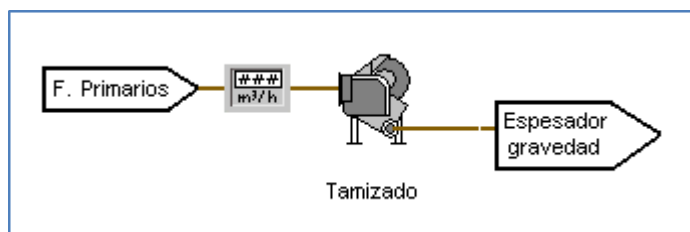


Ilustración 29 - Tamizado de fangos

9.2.1.2. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo siempre que esté en marcha el bombeo de fangos primarios en exceso.

9.2.2. Espesador de gravedad (AP) y (OFA)

(Rev. 00)

9.2.2.1. Diagrama de elementos

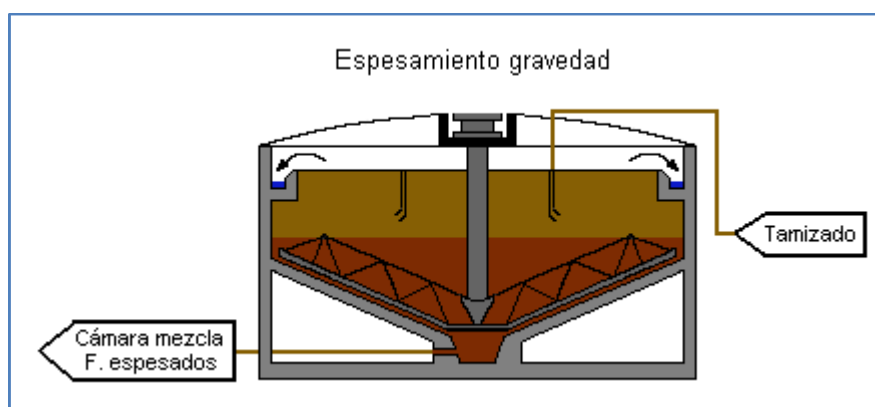


Ilustración 30 - Espesador de gravedad

9.2.2.2. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo.

9.2.3. Bombeo (purga) de fangos espesados por gravedad (AP y OFA) (Rev.00)

9.2.3.1. Equipos de instrumentación

Caudalímetros electromagnético por línea.

9.2.3.2. Diagrama de elementos

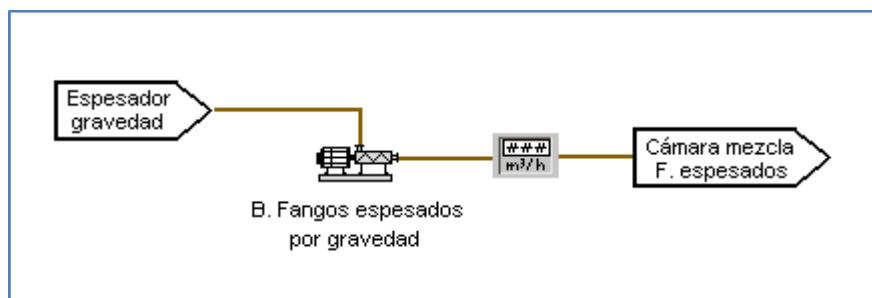


Ilustración 31 - Bombeo de fangos espesados por gravedad

9.2.3.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-------|--|---|
| F1ini | Hora inicia Franja 1 | Valor fijo a 0h |
| F1fin | Hora finalización Franja 1 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F1Q | Frecuencia fija de funcionamiento Franja 1 | |
| F1Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F1Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |
| ... | F2,F3, F4 | ... |
| F5ini | Hora inicia Franja 5 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5fin | Hora finalización Franja | Valor fino a 24h |
| F5Q | Frecuencia fija de funcionamiento Franja 5 | Ajuste según necesidades de explotación |
| F5Tm | Tiempo marcha Franja 1 (minutos) | |
| F5Tp | Tiempo de paro Franja 1 (minutos) | |
| | | |

9.2.3.4. Descripción de funcionamiento

Se plantean dos modos de funcionamiento:

- Funcionamiento en continuo a una velocidad seleccionada por línea en cada una de las subventanas de bomba.
- Funcionamiento por Franjas horarias:
Funcionamiento mediante cinco franjas horarias, la suma total será 24h y se ajustarán al reloj del sistema. Para cada franja se incluirán parámetros modificables de tiempos de marcha/paro y frecuencia de trabajo. El sistema mantendrá la velocidad de funcionamiento de las bombas para asegurar el valor de caudal indicado (FXQ), Todos los ciclos comenzaran por tiempo de marcha (FxTm) y serán cíclicos mientras este activa la franja.

| Franja | Rango horas | Q | T marcha | T paro |
|--------|-------------|---|----------|--------|
| 1 | 0 — | — | — | — |
| 2 | — — | — | — | — |
| 3 | — — | — | — | — |
| 4 | — — | — | — | — |
| 5 | — 24 | — | — | — |

9.3. ESPESAMIENTO DE FANGOS POR FLOTACIÓN (OFA)

9.3.1. Espesador por flotación

(Rev. 00)

9.3.1.1. Diagrama de elementos

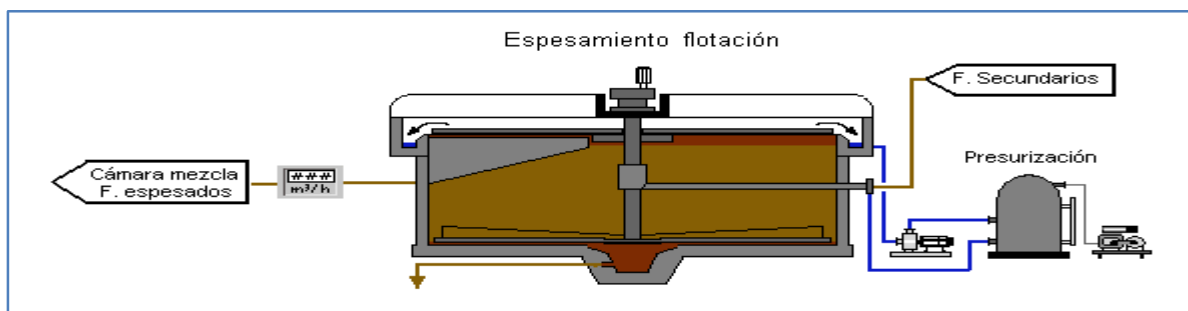


Ilustración 32 - Espesador por flotación

9.3.1.2. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo.

9.3.2. Extracción fango flotado

(Rev. 00)

9.3.2.1. Equipos de instrumentación

Caudalímetro electromagnético, siempre que la instalación lo permita.

9.3.2.2. Descripción de funcionamiento

Continuo por configuración hidráulica.

9.3.3. Extracción fango sedimentado

(Rev. 00)

9.3.3.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Instalación by-pass para la válvula de purga.

9.3.3.2. Consignas ajustables y señales

| | | |
|----|------------------|---|
| Tm | Tiempo de marcha | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tp | Tiempo de paro | |

9.3.3.3. Descripción de funcionamiento

Siempre que el nivel máximo de la cámara de mezcla de fangos permita, funcionamiento con temporización marcha/paro de la válvula de purga.

9.3.4. Sistema de Presurización (OFA)

(Rev. 00)

9.3.4.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

9.3.4.2. Equipos de instrumentación

- Interruptores tipo magnético sin contacto para máximo y mínimo instalados en tubo visor del calderín.
- Medidor de presión en continuo en calderín.

9.3.4.3. Diagrama de elementos

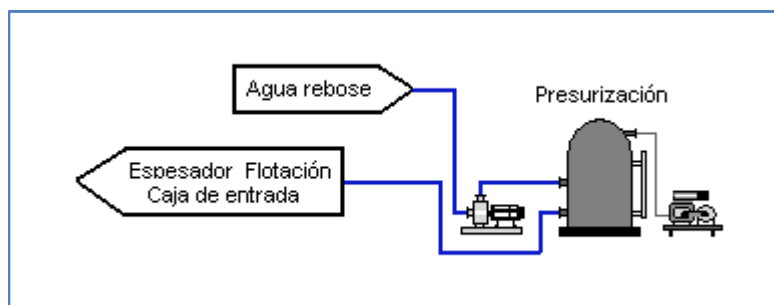


Ilustración 33 - Sistema de presurización

9.3.4.4. Descripción de funcionamiento

Los compresores de aire regularán de forma independiente para mantener la presión deseada (4 – 5 Kg).

Las bombas de presurización de agua funcionarán siempre que el nivel se encuentre entre los niveles instalados en el visor.

El sistema estará en marcha continuo independientemente del funcionamiento del bombeo de fangos.

9.3.4.5. Alarmas

Se determinarán alarmas de baja y alta presión mediante el medidor en continuo. Los valores de presión para estas alarmas serán superiores e inferiores a los determinados mediante los sensores digitales.

9.4. CÁMARA DE MEZCLA DE FANGOS (OFA)

9.4.1. Agitador sumergible de fangos

(Rev. 00)

9.4.1.1. Equipos de instrumentación

- Interruptores de nivel para máximo, mínimo y seguridad.
- Medidor de nivel en continuo.

9.4.1.2. Consignas ajustables y señales

| | | |
|---|-----------------------------|-------------------|
| N | Medida de nivel en continuo | Entrada analógica |
|---|-----------------------------|-------------------|

9.4.1.3. Diagrama de elementos

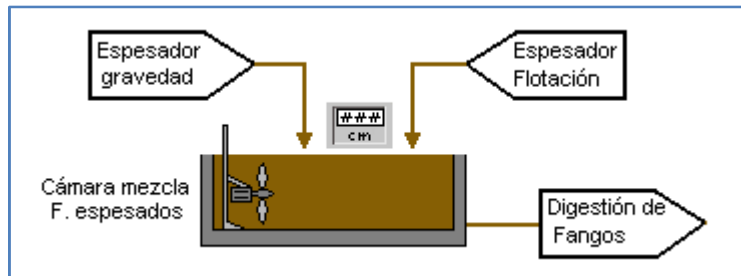


Ilustración 34 - Cámara de mezcla de fangos

9.4.1.4. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo.

10. DIGESTIÓN DE FANGOS (OFA)

10.1. DIGESTIÓN DE FANGOS

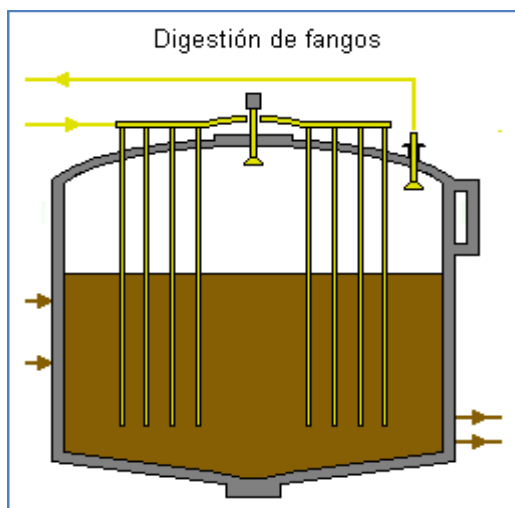


Ilustración 35 v- Digestión de fangos

10.1.1. Bombeo de fangos a Digestión

(Rev. 00)

10.1.1.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Contemplar sistemas de reparto en caso de instalaciones con más de un digestor.

Instalación de variadores de velocidad.

10.1.1.2. Equipos de instrumentación

Medidor de caudal en tubería.

10.1.1.3. Diagrama de elementos

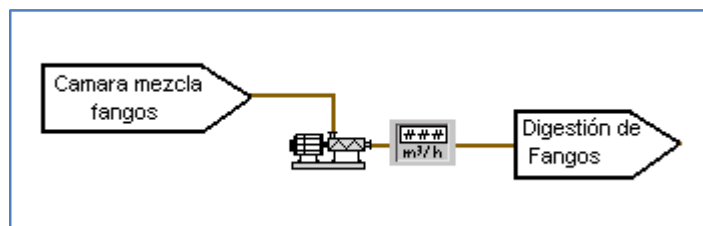


Ilustración 36 - Bombeo de fangos a digestión

10.1.1.4. Descripción de funcionamiento

Se plantean dos modos de funcionamiento:

- Funcionamiento en continuo a una velocidad seleccionada por línea en cada una de las subventanas de bomba.
- Funcionamiento por Franjas horarias:
Funcionamiento mediante cinco franjas horarias, la suma total sea 24h y se ajustarán al reloj del sistema. Para cada franja se incluirán parámetros modificables de tiempos de marcha/paro y frecuencia de trabajo. El sistema mantendrá la velocidad de funcionamiento de las bombas para asegurar el valor de caudal indicado (FXQ), Todos los ciclos comenzaran por tiempo de marcha (FxTm) y serán cíclicos mientras este activa la franja.

| Franja | Rango horas | Q | T marcha | T paro |
|--------|-------------|---|----------|--------|
| 1 | 0 — | — | — | — |
| 2 | — — | — | — | — |
| 3 | — — | — | — | — |
| 4 | — — | — | — | — |
| 5 | — 24 | — | — | — |

10.1.2. Bombeo de siembra

(Rev. 00)

10.1.2.1. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en manual.

10.1.3. Recirculación de fangos a intercambiador (Rev. 00)

10.1.3.1. Equipos de instrumentación

Medidores de temperatura en entrada y salida del agua y fango a los intercambiadores.
Medidores de pH en entrada y salida del fango a los intercambiadores.

10.1.3.2. Diagrama de elementos

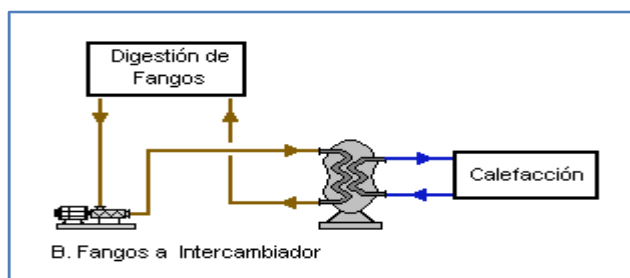


Ilustración 37 - Recirculación de fangos a intercambiador

10.1.3.3. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo.

10.1.4. Sistema calefacción de fangos (Rev. 00)

10.1.4.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Contemplar armario local para control de bomba del circuito primario y bomba anticondensación.

10.1.4.2. Equipos de instrumentación

Comparte los equipos instalados para la recirculación de fangos a intercambiador.

10.1.4.3. Diagrama de elementos

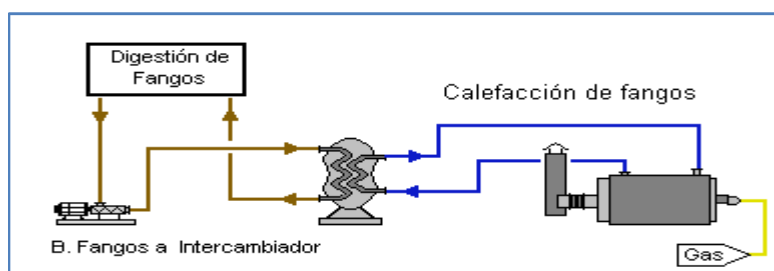


Ilustración 38 - Sistema de calefacción de fangos

10.1.4.4. Descripción de funcionamiento

La señal de temperatura de fango de entrada a intercambiador controlara la válvula de tres vías del sistema de agua caliente.

La temperatura del primario se controlará mediante el armario local de la caldera.

10.2. LÍNEA DE GAS

10.2.1. Agitación de fango en digestión

(Rev. 00)

10.2.1.1. Equipos de instrumentación

- Medidor de presión en línea.

10.2.1.2. Diagrama de elementos

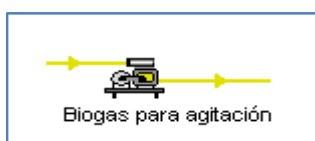


Ilustración 39 - Agitación de fango en digestión

10.2.1.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|----|-------------------|-------------------|
| Pa | Medida de presión | Entrada analógica |
|----|-------------------|-------------------|

10.2.1.4. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo.

10.2.2. Impulsión de gas a calderas

(Rev. 00)

10.2.2.1. Equipos de instrumentación

- Medidor de caudal másico.
- Medidor de presión en línea.

10.2.2.2. Diagrama de elementos

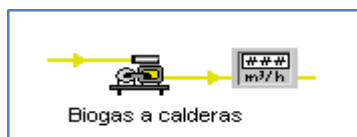


Ilustración 40 - Impulsión de gas a calderas

10.2.2.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|----|------------------------------------|-------------------|
| Qc | Medida de caudal biogás a calderas | Entrada analógica |
| Pc | Medida de presión | |

10.2.2.4. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo, enclavado con las calderas.

10.2.3. Gasómetro

(Rev. 00)

10.2.3.1. Equipos de instrumentación

Medidor de nivel en continuo.

10.2.3.2. Consignas ajustables y señales

| | | |
|---|---------------------------|-------------------|
| N | Medida de nivel gasómetro | Entrada analógica |
|---|---------------------------|-------------------|

10.2.3.3. Diagrama de elementos

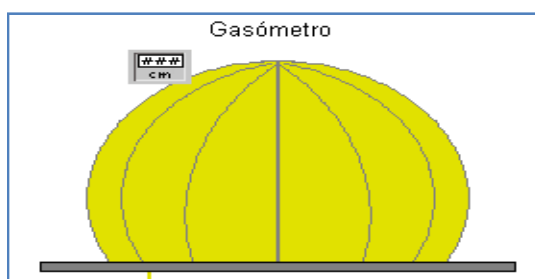


Ilustración 41 - Gasómetro

10.2.3.4. Descripción de funcionamiento

Mediante cuadro local, funcionamiento en continuo.

10.2.4. Antorcha de quemado

(Rev. 00)

10.2.4.1. Equipos de instrumentación

- Medidor de caudal másico.

10.2.4.2. Consignas ajustables y señales

| | | |
|---|-----------------------------|-------------------|
| Q | Medida de caudal a antorcha | Entrada analógica |
|---|-----------------------------|-------------------|

10.2.4.3. Diagrama de elementos



Ilustración 42 - Antorcha

10.2.4.4. Descripción de funcionamiento

Funcionamiento en continuo.

11. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS (AP) Y (OFA)

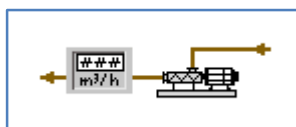
11.1. BOMBEO DE FANGOS A DESHIDRATACIÓN

(REV. 00)

11.1.1. Equipos de instrumentación

- Medidor de caudal electromagnético por línea.

11.1.2. Diagrama de elementos



11.1.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|----|--|---|
| Q | Medida de caudal fangos a deshidratación | Entrada analógica |
| Qc | Condigna de caudal | Ajuste según necesidades de explotación |

11.1.4. Descripción de funcionamiento

Se asignará una bomba por línea de deshidratación. El sistema regulará la velocidad de la bomba para ajustar el funcionamiento a un caudal configurable.

La parada inesperada de la centrifuga provoca el paro inmediato de la bomba.

11.2. DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS

(REV. 00)

11.2.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Se recomiendan equipos compactos para preparación y maduración. Deberán incluir cuadro eléctrico local que gobierne todos los elementos que conforman el compacto y respetar el conexionado con el sistema de control de la EDAR descrito en los esquemas eléctricos tipo.

Se dotara al sistema de una bomba dosificadora por línea de deshidratación.

11.2.2. Equipos de instrumentación

- Medidor de caudal electromagnético por cada bomba
- Medidor de nivel ultrasónico en cuba de maduración

11.2.3. Diagrama de elementos

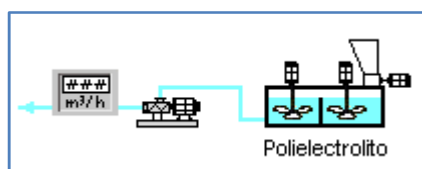


Ilustración 43 - Dosificación de reactivos

11.2.4. Consignas ajustables y señales

| | | |
|----|--------------------------------------|---|
| Q | Medida de caudal de polielectrolito | Entrada analógica |
| N | Nivel en continuo cuba de maduración | |
| Qc | Consigna de caudal | Ajuste según necesidades de explotación |

11.2.5. Descripción de funcionamiento

Se asignará una bomba por línea de deshidratación. El sistema regulará la bomba para ajustar el funcionamiento a un caudal configurable.

La parada inesperada de la centrifuga provoca el paro inmediato de la bomba.

11.3. DESHIDRATACIÓN

(REV. 00)

11.3.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Cada equipo de deshidratación se integrará en el sistema de control de la EDAR mediante las señales de entrada y salida descritas en los esquemas eléctricos tipo.

11.3.2. Diagrama de elementos

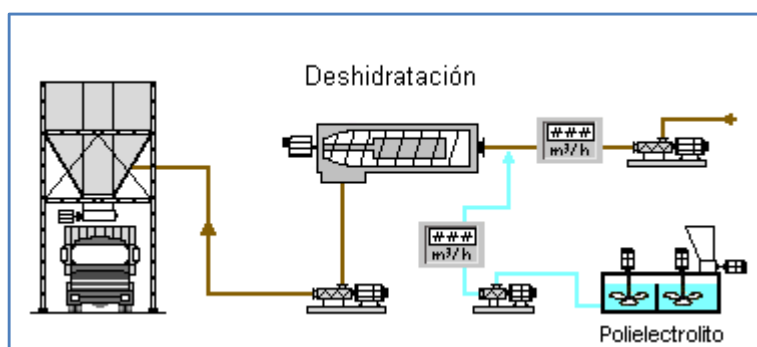


Ilustración 44 - Deshidratación

11.3.3. Consignas ajustables y señales

| | | |
|-------|---|---|
| Tmbp | Tiempo retardo arranque Bomba de polielectrolito | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tmbf | Tiempo retardo arranque Bomba de fango | |
| Tmtd | Tiempo retardo posición tajadera a deshidratación | |
| Tmft | Tiempo retardo bomba fango deshidratado | |
| | | |
| Tpbbp | Tiempo retardo parada Bomba de poli | Ajuste según necesidades de explotación |
| Tvl | Tiempo retardo apertura válvula lavado | |
| Tptl | Tiempo retardo posición tajadera a lavado | |
| Tpft | Tiempo retardo parada Bomba de fango deshidratado | |
| TI | Tiempo de lavado | |
| Tla | Tiempo de lavado paro por Prealarma | |
| | | |
| Cp | Centrifuga preparada | Entrada digital |
| Cpa | Centrifuga Prealarma | |
| Ca | Centrifuga Alarma | |

11.3.4. Descripción de funcionamiento

Cada una de las centrifugadoras se tendrá que asociar a los siguientes elementos para configurar una línea de secado, la relación debe ser exclusiva:

- Bomba de alimentación de fango
- Bomba dosificadora de polielectrolito
- Bomba de fango a tolva
- Tajadera limpieza (no en todos los casos)
- Tolva almacenamiento de fango disponible
- Electroválvula lavado

El sistema de control de la EDAR permitirá arrancar la secuencia de secado correspondiente a una Centrifuga, siempre que se encuentren disponibles y en automático todos los elementos descritos anteriormente.

Una vez se active la secuencia de secado, será el sistema de control de la centrifuga el que indicará, al sistema de control de la EDAR, el momento de arrancar o parar los distintos elementos. Es el sistema de control de la centrifuga quien gobierna la secuencia de arranque, tiempos, etc mas adecuados para la máquina en cada modo de funcionamiento. Las señales que se tienen que intercambiar entre los dos sistemas están recogidas en la documentación de referencia “Esquemas eléctricos tipo CDS”.

En el caso que se tenga que realizar toda la secuencia de secado en el sistema de control de la EDAR, se realizara ajustando el caso particular a este diagrama funcional descrito mas adelante.

Se plantea una secuencia que contempla proceso de marcha, de paro y lavado. Con temporizaciones independientes entre maquinas y respuesta ante fallo de cualquier maquina involucrada en la secuencia general.

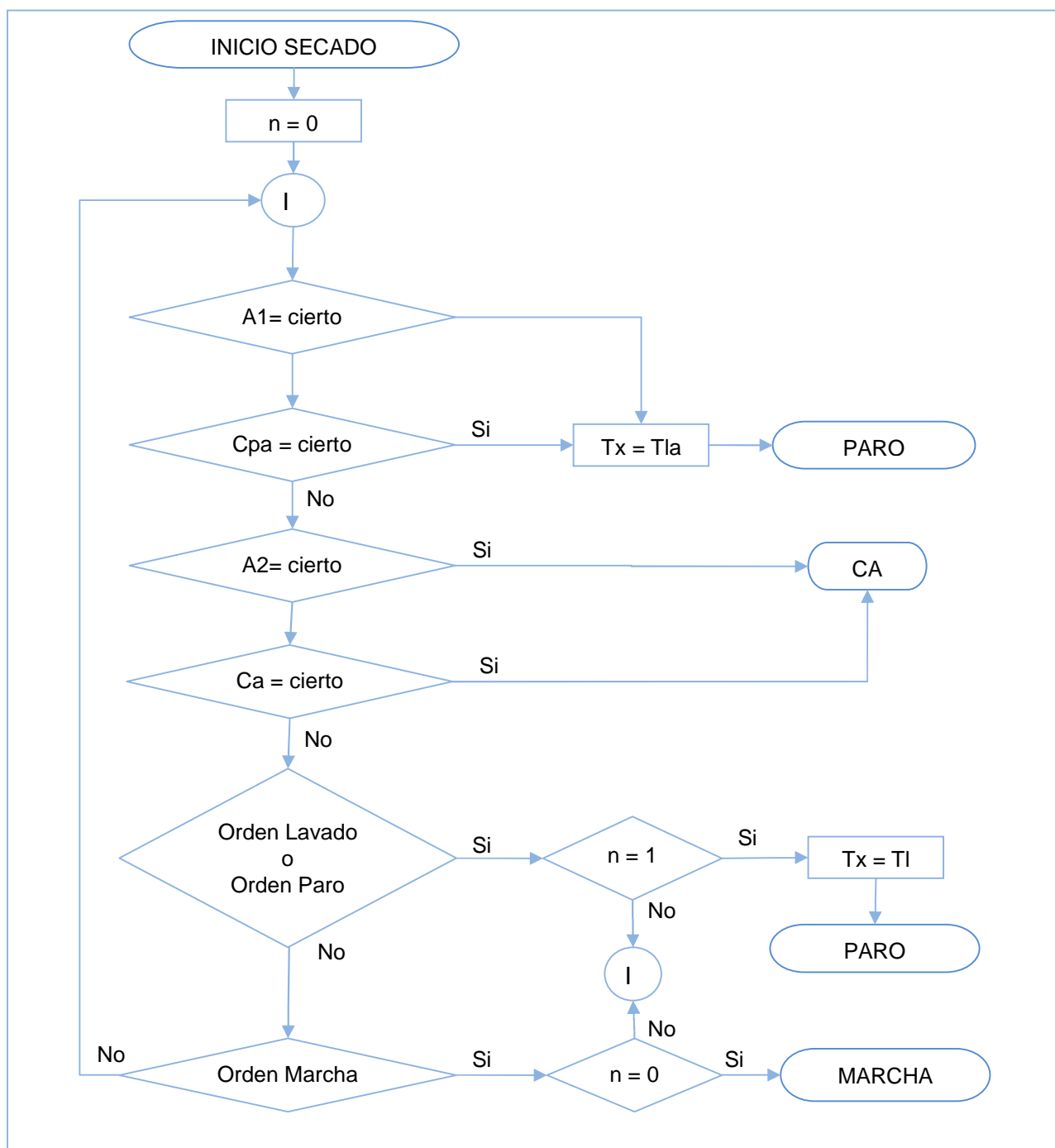


Ilustración 45 - DF Deshidratación (1)

A1 agrupa una OR lógica de los fallos relativos a Bomba de Polielectrolito, Disposición Polielectrolito y Bomba de fango a deshidratación.

A2 agrupa una OR lógica de los fallos relativos a Tajadera y Bomba de fangos deshidratados a tolva.

CA representa la parada de la centrifuga ante una alarma grave, el resto de equipos se pararán de forma inmediata.

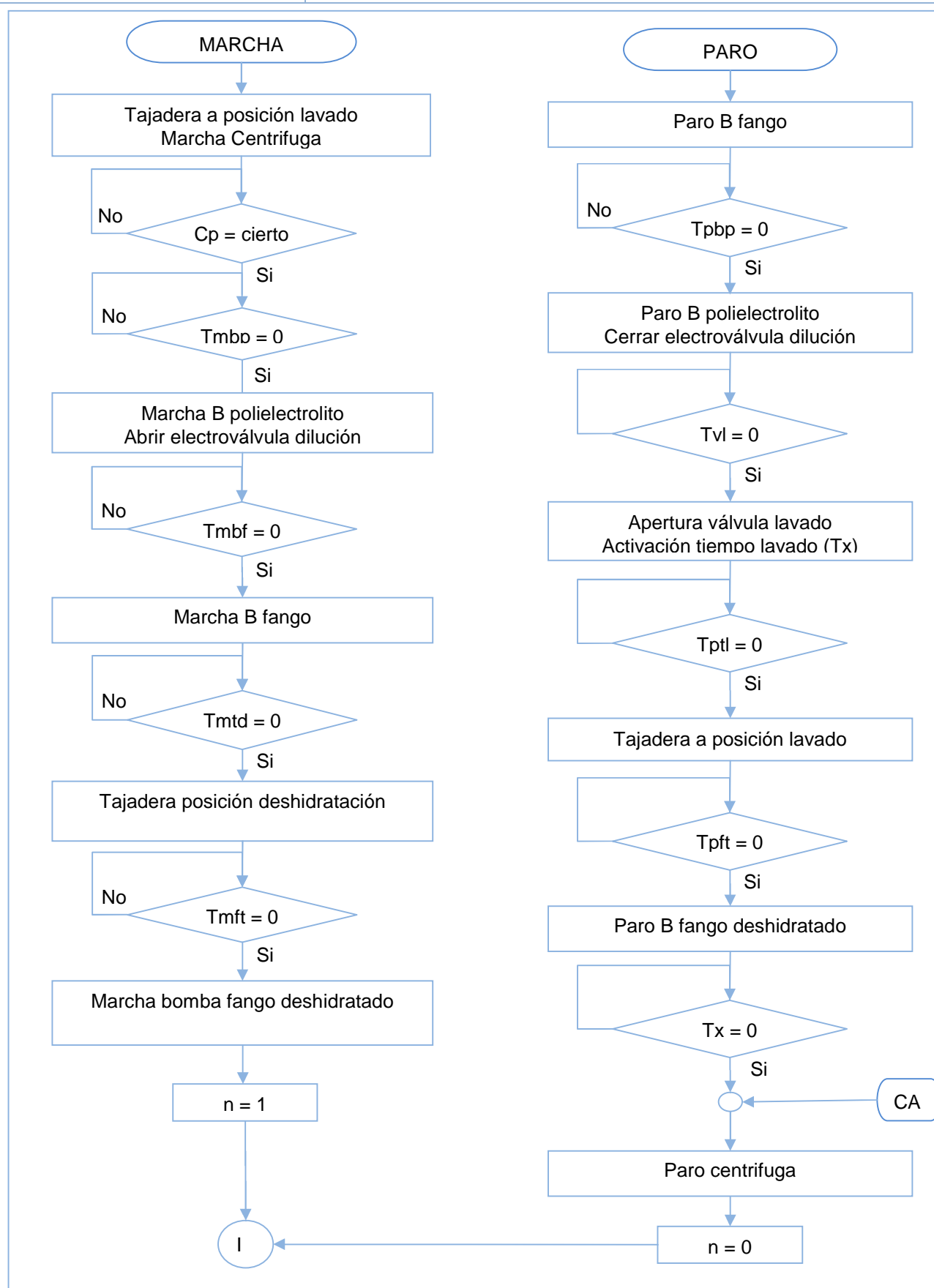


Ilustración 46 - DF Deshidratación (2)

11.4. BOMBEO DE FANGOS DESHIDRATADOS A TOLVA

(REV. 00)

11.4.1. Recomendaciones obra civil y equipamiento

Instalación de presostato en impulsión para proteger la bomba ante una sobrepresión.

11.4.2. Diagrama de elementos

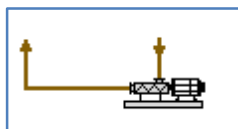


Ilustración 47 - Bombeo de fangos deshidratados a tolva

11.4.3. Descripción de funcionamiento

Se asignará una bomba por línea de deshidratación. El sistema permitirá ajustar el funcionamiento a una velocidad.

La parada inesperada de la centrifuga provoca el paro inmediato de la bomba.

11.5. TOLVA DE ALMACENAMIENTO DE FANGO

(REV. 00)

11.5.1. Equipos de instrumentación

- Medidor de nivel radar

11.5.2. Consignas ajustables y señales

| | | |
|---|------------------------------|-------------------|
| N | Medidor de nivel en continuo | Entrada analógica |
|---|------------------------------|-------------------|

11.5.3. Diagrama de elementos

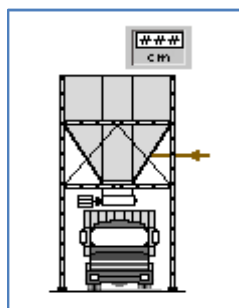


Ilustración 48 - Tolva almacenamiento de fangos

11.5.4. Descripción de funcionamiento

Compuerta tajadera funcionamiento en manual.

ANEXO 5 SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN

Sistemas de visualización

Representación de estados y modos de
funcionamiento para equipos y señales

Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Visualización del modo de funcionamiento y estado de los equipos | 3 |
| 1.1. Estado | 3 |
| 1.2. Modo de funcionamiento..... | 4 |
| 2. Visualización de sondas digitales | 4 |
| 3. Líneas de flujo | 6 |
| 3.1. EDAR: | 6 |
| 3.2. ETAP:..... | 7 |
| 4. Flechas/Botón de navegación en pantallas..... | 9 |
| 5. Indicadores de valores analógicos..... | 9 |
| 6. Botones, pulsadores, selectores | 10 |

Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 Elementos que conforman la visualización | 3 |
| Ilustración 2 Ejemplo equipo en paro | 3 |
| Ilustración 3 Ejemplo equipo en marcha | 3 |
| Ilustración 4 Ejemplo equipo en defecto..... | 3 |
| Ilustración 5 Ejemplo equipo en emergencia..... | 3 |
| Ilustración 6 Rectángulo modo de funcionamiento..... | 4 |
| Ilustración 7 Ejemplo representación sondas de nivel..... | 5 |
| Ilustración 8 Ejemplo flechas continuación de proceso | 9 |
| Ilustración 9 Ejemplo flecha informativa | 9 |
| Ilustración 10 Ejemplo indicadores analógicos..... | 9 |
| Ilustración 11 Representación totalizadores..... | 10 |
| Ilustración 12 Representación límites y consignas..... | 10 |
| Ilustración 13 Botones y pulsadores de acción de equipo..... | 11 |

1. VISUALIZACIÓN DEL MODO DE FUNCIONAMIENTO Y ESTADO DE LOS EQUIPOS

La visualización del estado de cada equipo consta de dos elementos gráficos, dotados de animación mediante un código de colores y letras que indica el modo de funcionamiento seleccionado y estado en se encuentra.

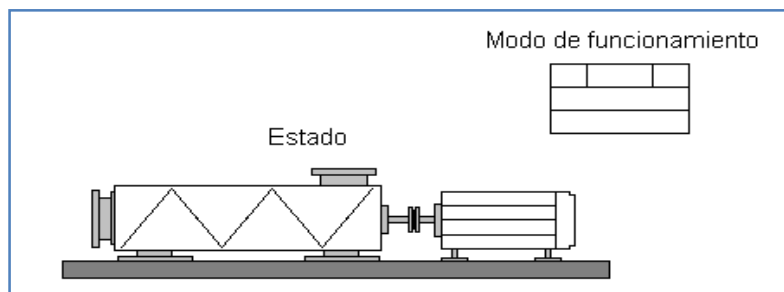


Ilustración 1 Elementos que conforman la visualización

1.1. ESTADO

Los distintos equipos y/o elementos de la instalación se representarán en vista lateral mediante un dibujo esquemático. Se animará mediante el siguiente código de colores:

| | | |
|----------------------|-----------------------------------|--|
| Motor en marcha: | Dibujo verde | |
| Motor parado: | Dibujo blanco | |
| Motor en defecto: | Dibujo rojo | |
| Motor en emergencia: | Dibujo rojo/amarillo intermitente | |

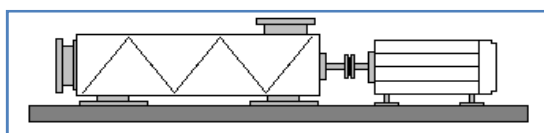


Ilustración 2 Ejemplo equipo en paro

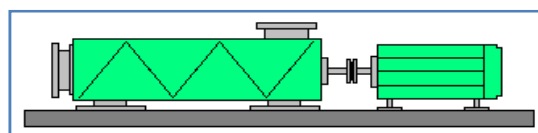


Ilustración 3 Ejemplo equipo en marcha

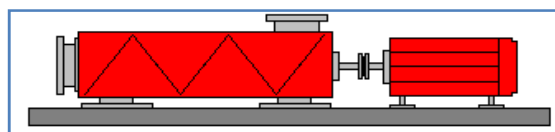


Ilustración 4 Ejemplo equipo en defecto

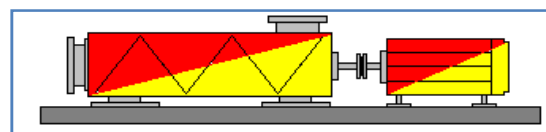


Ilustración 5 Ejemplo equipo en emergencia

En el caso de válvulas y/o compuertas (motores con inversión de giro), o en general elementos que dispongan de final de carrera o posicionador, se utilizará el siguiente código de colores:

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| Equipo abierto: | Dibujo verde | |
| Equipo cerrado: | Dibujo blanco | |
| Equipo semi-abierto: | Dibujo azul | |
| Equipo abriendo/avanzando: | Dibujo verde/azul intermitente | |
| Equipo cerrando/retrocediendo: | Dibujo blanco/azul intermitente | |
| Motor en defecto: | Dibujo rojo | |
| Motor en emergencia: | Dibujo rojo/amarillo intermitente | |

1.2. MODO DE FUNCIONAMIENTO

Junto a cada motor se representará un rectángulo dividido en cinco aéreas donde se mostrará el modo de funcionamiento seleccionado para el equipo mediante el siguiente código de colores y letras:

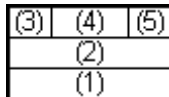


Ilustración 6 Rectángulo modo de funcionamiento

En los casos particulares en que no aplique alguno de los modos de funcionamiento correspondientes a (3), (4) y/o (5) no se representarán.

Codificación aéreas:

(1) Representa la posición del selector físico del equipo:

| | | |
|-------------------|----------------------------|--|
| Equipo en local: | Área en blanco y letra "L" | |
| Equipo en remoto: | Área en verde y letra "R" | |

(2) Representa la posición del selector en el sistema de control:

| | | |
|-----------------------|----------------------------|--|
| Equipo en manual: | Área en blanco y letra "M" | |
| Equipo en automático: | Área en verde y letra "A" | |

(3) Representa la situación de enmascarado:

| | | |
|------------------------|---------------------------------|--|
| Equipo no enmascarado: | Área en blanco | |
| Equipo enmascarado: | Área en verde claro y letra "E" | |

(4) Representa el orden de maniobra respecto de un grupo de equipos:





| | | |
|---------------------------------|------------------------------|--|
| Siguiente equipo que parara: | Área en blanco y letras "SP" | |
| Siguiente equipo que arrancara: | Área en verde y letras "SA" | |

(5) Representa la selección de bloqueo sobre el equipo:

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--|
| Equipo no bloqueado: | Área en blanco. | |
| Equipo bloqueado: | Área en naranja y letra "B" | |




2. VISUALIZACIÓN DE SONDAS DIGITALES

Se señalarán las señales de niveles “normales” según el siguiente código:

| | | |
|--|--|---|
| Sonda activada: | Verde |  |
| Sonda desactivada: | Blanco |  |
| Sonda simulada y forzada a activación | Área en amarillo rodeando la sonda en verde |  |
| Sonda simulada y forzada a desactivación | Área en amarillo rodeando la sonda en blanco |  |

Se entiende por “sonda desactivada” cuando el nivel de agua es inferior a la cota que representan.

Se señalarán las señales de nivel mínimo y máximo de seguridad según el siguiente código:

| | | |
|-------------------------------------|--|---|
| Sonda en alarma: | Rojo/blanco intermitente. |  |
| Sonda sin alarma: | Oculto | |
| Sonda simulada y forzada a alarma | Área en amarillo rodeando la sonda en verde |  |
| Sonda simulada y forzada sin alarma | Área en amarillo rodeando la sonda en blanco |  |

Se entiende por “sonda en alarma” cuando el nivel de agua es inferior en las boyas de mínimo, y cuando la cota de agua es superior en las boyas de máximo.

En la imagen se puede ver una arqueta llena sin alarma (todas las sondas activas) y vacía totalmente (solo activa en intermitente la de seguridad).

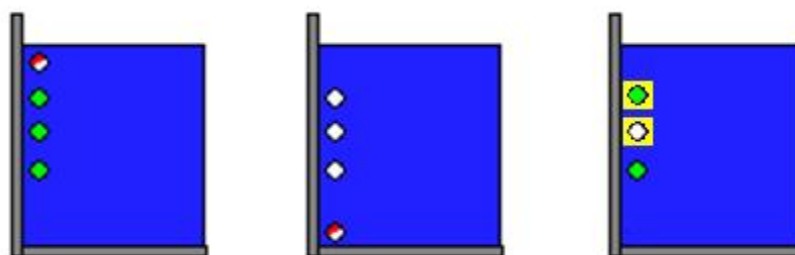


Ilustración 7 Ejemplo representación sondas de nivel


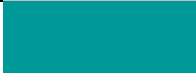



















3. LÍNEAS DE FLUJO




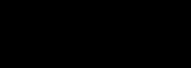




Seguirán el siguiente código de colores:

3.1. EDAR:

| | | | |
|---|------------------------|--|---------------------------|
|  Color[Sólido] Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 181 Rojo: 192 Verde: 192 Azul: 192 | Fondo pantallas |  Color[Sólido] Matiz: 219 Sat.: 240 Lum.: 192 Rojo: 255 Verde: 154 Azul: 206 | Hipoclorito Sódico |
|  Color[Sólido] Matiz: 157 Sat.: 211 Lum.: 100 Rojo: 13 Verde: 27 Azul: 200 | Línea de agua |  Color[Sólido] Matiz: 181 Sat.: 240 Lum.: 192 Rojo: 206 Verde: 154 Azul: 255 | Ácido Citrico |
|  Color[Sólido] Matiz: 28 Sat.: 226 Lum.: 65 Rojo: 134 Verde: 95 Azul: 4 | Línea de fango |  Color[Sólido] Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 62 Rojo: 132 Verde: 0 Azul: 132 | Hidróxido Sódico |
|  Color[Sólido] Matiz: 40 Sat.: 240 Lum.: 106 Rojo: 225 Verde: 225 Azul: 0 | Línea de gas |  Color[Sólido] Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 120 Rojo: 255 Verde: 0 Azul: 255 | Sulfato de Alúmina |
|  Color[Sólido] Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 92 Rojo: 97 Verde: 97 Azul: 97 | Línea de aire |  Color[Sólido] Matiz: 120 Sat.: 240 Lum.: 180 Rojo: 128 Verde: 255 Azul: 255 | Polielectrolito |
|  Color[Sólido] Matiz: 84 Sat.: 233 Lum.: 91 Rojo: 3 Verde: 190 Azul: 22 | Agua industrial |  Color[Sólido] Matiz: 0 Sat.: 240 Lum.: 93 Rojo: 198 Verde: 0 Azul: 0 | Ácido Sulfúrico |
|  Color[Sólido] Matiz: 20 Sat.: 240 Lum.: 118 Rojo: 251 Verde: 125 Azul: 0 | Cloruro férrico |  Color[Sólido] Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 240 Rojo: 255 Verde: 255 Azul: 255 | Sosa |

3.2. ETAP:

| Compuesto | Código Pantone® o similar | Muestra | Composición sRGB similar |
|---|---------------------------|--|--------------------------|
| Fondo | |  | R:192 G:192 B:192 |
| Agua Bruta | |  | R:0 G:153 B:153 |
| Agua Decantada | |  | R:47 G:63 B:171 |
| Agua Filtrada / Tratada | 299 C |  | R:0 G:163 B:221 |
| Agua industrial (de arrastre de servicios si se quiere separar de filtrada / tratada) | |  | R:3 G:190 B:22 |
| Reboses y vaciados | |  | R:92 G:0 B:168 |
| Agua Lavado Filtros / Agua Purgas Decantación. | |  | R:204 G:153 B:0 |
| Fango | |  | R:128 G:0 B:0 |
| Aire | |  | R:97 G:97 B:97 |
| Oxígeno | |  | R:255 G:0 R:0 |
| Ozono | |  | R:255 G:153 B:204 |
| Permanganato | 220 C |  | R:170 G:0 B:79 |
| Cloro Gaseoso | 109 C |  | R:249 G:214 B:22 |
| Cloro Líquido | |  | R:255 G:255 B:0 |
| Hipoclorito sódico / cloro en disolución | |  | R:255 G:255 B:0 |
| Clorito Sódico (y dióxido de cloro) | 124 C |  | R:224 G:170 B:15 |
| Amoniaco / solución amoniacal | 341 C |  | R:0 G:122 B:94 |
| Sulfato Alúmina | 137 C |  | R:252 G:163 B:17 |
| Coagulante no especificado | |  | R:212 G:15 B:0 |
| Cloruro Férrico | 193 C |  | R:196 G:0 B:67 |
| Floculante no especificado | |  | R:255 G:176 B:97 |

| Compuesto | Código Pantone® o similar | Muestra | Composición sRGB similar |
|-----------------------------|---------------------------|--|--------------------------|
| Polielectrolito | 155 C |  | R:244 G:219 B:170 |
| Sosa (hidróxido sódico) | |  | R:255 G:51 B:204 |
| Cal | White |  | R:255 G:255 B:255 |
| Carbón | Black |  | R:0 G:0 B:0 |
| Bisulfito sódico | |  | R:180 G:205 B:125 |
| Ácido sulfúrico | |  | R:255 G:51 B:204 |
| Otros ácidos | |  | R:240 G:106 B:24 |
| Inhibidor de incrustaciones | |  | R:194 G:139 B:255 |

4. FLECHAS/BOTÓN DE NAVEGACIÓN EN PANTALLAS

Los botones de navegación tendrán forma de flecha en alto relieve e indicarán el sentido de la línea del flujo (aguas arriba o aguas abajo). Se situarán en cada línea de flujo que abandone o entre en las pantallas de proceso.

Existirán dos tipos:

- Las que nos permitirán navegar por las pantallas siguiendo el proceso. Desde cada pantalla se podrá acceder a la siguiente y a la anterior pantalla. Presentarán el texto descriptivo del proceso al que dirige, con el texto en color negro, mayúsculas y negrita.



Ilustración 8 Ejemplo flechas continuación de proceso

- Las que nos permitirán colocar textos aclaratorios, no permitiendo pasar a subprocesos, cuadros locales, etc. Presentarán el texto en color negro y letra en minúsculas.



Ilustración 9 Ejemplo flecha informativa

5. INDICADORES DE VALORES ANALÓGICOS

Indicadores de valores instantáneos procedentes de instrumentos

Las unidades de ingeniería en se mostrarán en negro, sobre la línea de proceso o depósito que contenga el instrumento. En ningún caso se representara el instrumento, solo el indicador. (Según imagen).

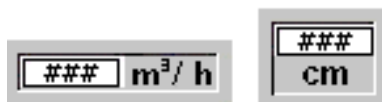
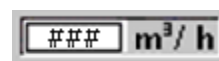


Ilustración 10 Ejemplo indicadores analógicos

Se representará el valor medido mediante el siguiente código de colores:

El valor medido se encuentra entre los límites de Prealarma:

Texto en negro sobre fondo blanco



El valor medido a superado los límites de Prealarma y/o Alarma:

Texto en negro sobre fondo rojo



El equipo de instrumentación se encuentra en fallo:

Recuadro en rojo sin texto



Totalizadores y contadores

Se representará el valor en color negro sobre fondo blanco. Las unidades de ingeniería se mostrarán en color negro.



Ilustración 11 Representación totalizadores

Indicadores de límites y consignas

Para evitar potenciales problemas, las ventanas de entradas de consignas, límites, valores, etc. constarán de dos indicadores:

El primero será solo indicativo y presentará el valor vigente en el sistema en todo momento (valor en color negro sobre fondo blanco). Existen dos posibilidades:

Que exista retroalimentación (feedback) de la variable, por ejemplo el posicionador de una válvula. En este caso el texto del recuadro será en azul e indicará no el valor introducido sino el valor real medido.

Que no exista retroalimentación. En este caso el recuadro indicará directamente la consigna o valor vigente en el sistema.

Aclaración. Pueden existir casos especiales en que interese mostrar **ambos valores**. Esta situación se analizará caso por caso para decidir cómo se representa.

- El segundo será el de entrada utilizado para cambiar el valor de consigna (valor en color negro sobre fondo gris). Una vez recogido el nuevo valor en el segundo, éste desaparecerá y su valor se pasará a la ventana de visualización. Cuando se arrastre el ratón por encima de este indicador se remarcará en verde indicando que permite introducir parámetros. Este segundo valor se situará siempre a la derecha (o excepcionalmente debajo) del anterior, para poder localizarlo rápidamente.



Ilustración 12 Representación límites y consignas

Esto permite proteger adecuadamente la entrada de valores en situación de operaciones interrumpidas a medias. Siempre se tendrá claro en el indicador blanco cual es el valor vigente para el sistema.

Asimismo la entrada de valores (el “segundo recuadro”) estará absolutamente inactiva y no permitirá la entrada de datos cuando se den los siguientes motivos:

Se carece de permisos para el cambio.

Es una consigna de funcionamiento “semiautomático” directamente asociada a un equipo, (Hz de un variador, por ejemplo), y éste está en “Secuencia”.

6. BOTONES, PULSADORES, SELECTORES

Se representarán en con forma rectangular en alto relieve cuando estén en posición de reposo y bajo relieve y fondo verde cuando estén activos. En el caso de los pulsadores de equipos con doble sentido de giro o aumento/reducción de revoluciones, solo estarán activos mientras se mantenga pulsado el ratón sobre ellos (salvo casos excepcionales aprobados por DO).



Ilustración 13 Botones y pulsadores de acción de equipo

ANEXO 6 ESPECIFICACIONES DE FIBRA ÓPTICA



ÁREA DE TELECOMUNICACIONES

**ESPECIFICACIONES SOBRE LA
INSTALACIÓN
Y RECEPCION DE TENDIDOS DE
FIBRA ÓPTICA
PARA CANAL DE ISABEL II S.A.**

DICIEMBRE 2014

INDICE

Elaborado por : Telesystem Business SLU

Revisado por : Área de Telecomunicaciones

Aprobado por : Área de Telecomunicaciones

0.INTRODUCCIÓN

1.- CABLE DE FIBRA ÓPTICA

- 1.1.- CARACTERÍSTICAS
- 1.2.- MATERIAL DE RELLENO DE TUBOS
- 1.3.- ELEMENTOS DE REFUERZO
- 1.4.- CUBIERTA DE LOS CABLES
- 1.5.- CODIFICACIÓN DE TUBOS Y FIBRAS

2.- MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

- 2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES
- 2.2.- TENDIDO DE CABLES DE F.O.
- 2.3.- TERMINACIÓN DE LOS CABLES
 - MONOMODO (SM)
 - MULTIMODO (MM)
- 2.4.- CAJAS DE EMPALME
- 2.5.- EMPALMES
- 2.6.- REPARTIDORES

3.- OBRA CIVIL

- 3.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES
- 3.2.- CANALIZACIÓN Y ARQUETAS
 - 3.2.1.- ESPECIFICACIONES DE LA CONDUCCIÓN DE TRITUBO
 - 3.2.2.- CRUCES Y PASOS SINGULARES
 - 3.2.3.- ARQUETAS
 - 3.2.4.- BALIZAS SITUACIÓN ARQUETAS
 - 3.2.5.- EMPALMES DE TUBO
 - 3.2.6.- GUIAS Y SELLADO
- 3.3.- TRITUBO PEAD
 - 3.3.1.- DIMENSIONES
 - 3.3.2.- MATERIAL
 - 3.3.3.- IDENTIFICACIÓN
 - 3.3.4.- GARANTIA
 - 3.3.5.- MANGUITO
 - 3.3.6.- TAPONES DE OBTURACIÓN

4.- DOCUMENTACIÓN

- 4.1.- PLANOS
- 4.2.- CABLEADO
- 4.3.- REPARTIDOR
- 4.5.- INTERCONEXIÓN DE CENTROS
- 4.6.- CANALIZACIONES
- 4.7.- FOTOGRAFÍAS
- 4.8.- CERTIFICACION CABLES

0.- INTRODUCCIÓN

Estas especificaciones técnicas serán de aplicación para los nuevos tendidos de Cable de fibra óptica a instalar en infraestructura de Canal de Isabel II, sea cuál sea el Área promotora de la obra.

Con ellas se pretenden homogeneizar las instalaciones y definir calidad de materiales y criterios de aceptación de las instalaciones.

Consideraciones generales:

A continuación se describen las características exigidas de los diferentes materiales necesarios para la realización de los proyectos de fibra óptica.

Los materiales y su montaje que no se mencionen en los planos y especificaciones, pero que vayan lógicamente implícitos y sean necesarios para la ejecución de la instalación, se consideran incluidos en el proyecto y correrán por cuenta del instalador.

Todos los equipos y materiales tendrán las capacidades y características mínimas exigidas en este documento. Además de tener en cuenta todas las normas de este documento, también se tendrán en cuenta las recomendaciones de cada fabricante.

Todo el material empleado en una instalación debe ser idéntico. Además, se exige que todos los materiales empleados en una conexión de extremo a extremo sean del mismo fabricante; y que la empresa que ejecute los trabajos esté homologada por el fabricante para la realización de los mismos.

El instalador deberá cuidar los equipos y materiales (tanto los existentes actualmente como los de nueva instalación), protegiéndolos contra el polvo y golpes durante la ejecución de la instalación.

Será responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y su mantenimiento en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

1.- CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO

1.1.- CARACTERÍSTICAS

Los cables a instalar estarán constituidos básicamente por los siguientes elementos:

1. Fibras ópticas
2. Segunda protección. Tubos holgados de alojamiento de las fibras.
3. Elemento de refuerzo central.
4. Cubierta interna.
5. Elemento de refuerzo.
6. Cubierta externa.

Las características de la fibra cumplirá con la con la Recomendación G-652D de IUT-T y la norma EN-50173-1:2007. Las especificaciones técnicas aplicables se detallan en los siguientes apartados:

Properties of cable with standard Enhanced SM fibre

ESMF, low water peak single mode fibre G652D, OS2, Telecom applications

General and application

The optical fibres are made of a high grade doped silica core surrounded by a silica cladding; They are coated with a dual layer, UV cured acrylate based coating. This enhanced Single mode fibre provides improved performance across the entire 1260 nm to 1625 nm wavelength spectrum due to its low attenuation in 1383 nm, the water-peak region.

Standards and Norms

| | |
|--|---|
| IEC / EN 60793-2-50 Category B.1.3 | EN 50 173-1:2007, cat. OS2 and OS1 |
| ITU-T Recommendation G.652.D and C, B, A | ISO / IEC 11801:2002, cat. OS2 and OS1 |
| IEEE 802.3 - 2002 incl. 802.3ae | ISO / IEC 24702: 2006, cat. OS2 and OS1 |

Optical properties

| Attribute | Measurement method | Units | Limits |
|---|--------------------|---------------------------|-------------|
| Mode field diameter at 1310 nm | IEC/EN 60793-1-45 | µm | 9.0 ± 0.4 |
| Mode field diameter at 1550 nm | | µm | 10.1 ± 0.5 |
| Chromatic dispersion coefficient: | IEC/EN 60793-1-42 | | |
| In the interval 1285 nm - 1330 nm | | ps/km • nm | ≤ 3 |
| At 1550 nm | | ps/km • nm | ≤ 18.0 |
| At 1625 nm | | ps/km • nm | ≤ 22.0 |
| Zero dispersion wavelength, λ_0 | | nm | 1300 - 1322 |
| Zero dispersion slope | | ps/(nm ² • km) | ≤ 0.090 |
| Cut-off wavelength | IEC/EN 60793-1-44 | λ_{cc} nm | ≤ 1260 * |
| Polarisation mode dispersion (PMD) coefficient | IEC/EN 60793-1-48 | ps/√km | ≤ 0.1 |
| PMD ₀ Link Design Value (computed with Q=0.01%, N=20) | IEC/EN 60794-3 | ps/√km | ≤ 0.06 |

* guaranteed value according to the ITU-T (ATM G650) method

Attenuation

| Attribute | Measurement method | Units | Limits |
|---|--------------------|-------|----------|
| Maximum attenuation value of cable at 1310 nm | IEC/EN 60793-1-40 | dB/km | ≤ 0.36 |
| Maximum attenuation value of cable at 1383 nm | IEC/EN 60793-1-40 | dB/km | ≤ 0.36 |
| Maximum attenuation value of cable at 1460 nm | IEC/EN 60793-1-40 | dB/km | ≤ 0.26 |
| Maximum attenuation value of cable at 1550 nm | IEC/EN 60793-1-40 | dB/km | ≤ 0.23 |
| Maximum attenuation value of cable at 1625 nm | IEC/EN 60793-1-40 | dB/km | ≤ 0.25 |
| Max. attenuation change in the interval 1285 - 1330 nm (ref. 1310 nm) | | dB/km | ≤ 0.03 |
| Max. attenuation change in the interval 1525 - 1575 nm (ref. 1550 nm) | | dB/km | ≤ 0.02 |
| Local discontinuity at 1310 and 1550 nm | IEC/EN 60793-1-40 | dB | ≤ ± 0.05 |

Attenuation variation vs Bending

| Attribute | Measurement method | Units | Limits |
|--|--------------------|-------|--------|
| 100 turns on a R=25 mm mandrel at 1310 & 1550 nm | IEC/EN 60793-1-47 | dB | ≤ 0.05 |
| 100 turns on a R=30 mm mandrel at 1625 nm | IEC/EN 60793-1-47 | dB | ≤ 0.05 |

Group index of refraction

| Attribute | Measurement method | Units | Values |
|-----------|--------------------|-------|--------|
| 1310 nm | IEC/EN 60793-1-22 | - | 1.467 |
| 1550 nm | IEC/EN 60793-1-22 | - | 1.468 |
| 1625 nm | IEC/EN 60793-1-22 | - | 1.468 |

Geometrical properties

| Attribute | Measurement method | Units | Limits |
|--|--------------------|-------|-------------|
| Cladding diameter | IEC/EN 60793-1-20 | µm | 125.0 ± 0.7 |
| Cladding non-circularity | IEC/EN 60793-1-20 | % | ≤ 0.7 |
| Core (MDF) -cladding concentricity error | IEC/EN 60793-1-20 | µm | ≤ 0.5 |
| Primary coating diameter – ColorLock ^{XS} and natural | IEC/EN 60793-1-21 | µm | 242 ± 7 |
| Primary coating non-circularity | IEC/EN 60793-1-21 | % | ≤ 5 |
| Primary coating-cladding concentricity error | IEC/EN 60793-1-21 | µm | ≤ 12 |

Mechanical properties

| Attribute | Measurement method | Units | Limits |
|--|---------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Proof stress level | IEC/EN 60793-1-30 | GPa | ≥ 0.7 (≈ 1 %) |
| Strip force (peak) | IEC/EN 60793-1-32 | N | 1.2 ≤ F _{peak,strip} ≤ 8.9 |
| Dynamic fatigue resistance aged and unaged | IEC / EN 60793-1-33 | (N _d) | ≥ 20 |
| Static fatigue, aged | IEC / EN 60793-1-33 | (N _s) | ≥ 23 |

1.2.- MATERIAL DE RELLENO DE TUBOS

Los tubos holgados estarán rellenos de un material hidrófugo y deberán cumplir los requisitos de estanqueidad del cable.

En la reunión del núcleo se dispondrán materiales secos bloqueantes de agua, cintas e hilos hinchables para evitar la propagación longitudinal de ésta. Estos materiales bloqueantes del agua deberán disponerse de forma continua en toda la longitud del cable.

1.3.- ELEMENTOS DE REFUERZO

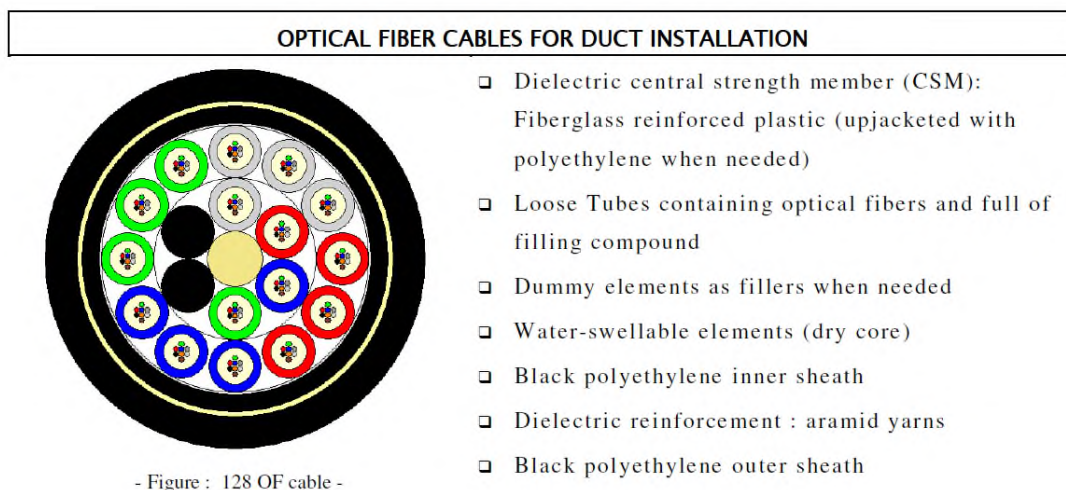
El cable deberá diseñarse con suficientes elementos de refuerzo de tracción para garantizar los requisitos de instalación.

Los elementos de refuerzo estarán dimensionados para cumplir con las especificaciones de tracción de cada tipo de cable. Las hilaturas se distribuirán de forma homogénea alrededor de la cubierta interior del cable.

El refuerzo de tracción estará constituido por hiladuras de fibras de aramida, en una o varias capas que se dispondrán en hélice entre las dos cubiertas del cable.

1.4.- CUBIERTA DE LOS CABLES

Se utilizará **cubierta PKP** en tendidos en interiores de tritubo o instalaciones en el que el cable no está en intemperie y el grado de humedad es bajo. La cubierta interna de polietileno, doble capa de hiladuras de fibra de aramida trenzada a ambas manos y cubierta externa de polietileno de alta densidad.



CABLE DIMENSIONS and MAIN CHARACTERISTICS

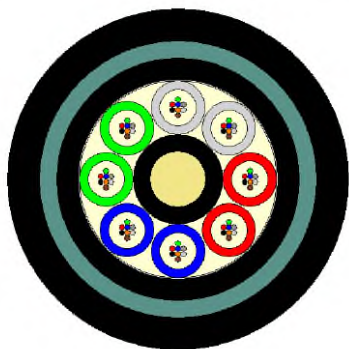
| No. of fibers | | 8 | 16 | 32 | 64 | 72 | 96 | 128 | 144 |
|----------------------------------|-------|-----------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|
| No. of fibers per tube | | 4 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| No. of tubes (layer 1/layer 2) | | 2 / -- | 4 / -- | 4 / -- | 8 / -- | 9 / -- | 12 / -- | 4 / 12 | 6 / 12 |
| No. of fillers (layer 1/layer 2) | | 4 / -- | 2 / -- | 2 / -- | -- / -- | -- / -- | -- / -- | 2 / -- | -- / -- |
| Loose tube outer diameter | mm | 2.5 | | | | | | | |
| Filler outer diameter | mm | 2.5 | | | | | | | |
| CSM diameter | mm | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 3.0 | 3.0 | 2.6 | 2.6 |
| CSM upjacketing diameter | mm | -- | -- | -- | 4.5 | 5.0 | 7.6 | -- | -- |
| Inner/outer sheath thickness | mm | 0.8 / 1.4 | | | | | | | |
| Cable diameter | mm | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 14.2 | 14.7 | 17.3 | 17.3 | 17.3 |
| Cable weight | Kg/km | 110 | 110 | 115 | 150 | 165 | 225 | 225 | 225 |

MAIN MECHANICAL AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

| Test | Standard | Value | Acceptance Criteria |
|--------------------|---------------------|--|--|
| Tensile Strength | EN 187000, Met 501 | 3,000 N | Fiber elong. [0.05% $\Delta\alpha$ [0.05 dB / 100 m |
| Crush resistance | EN 187000, Met 504 | 120 N/cm | $\Delta\alpha$ [0.05 dB |
| Impact resistance | EN 187000, Met 505 | 5 N.m (weight rad. = 10 mm) | $\Delta\alpha$ [0.05 dB |
| Torsion resistance | EN 187000, Met 508 | 5 cycles / $\pm 360^\circ$ | $\Delta\alpha$ [0.05 dB |
| Bending radius | EN 187000, Met 5131 | 15* & cable (mm) (r ≥ 250 mm) 5 cycles | $\Delta\alpha$ [0.05 dB |
| Temperature range | EN 187000, Met 601 | -30 ... + 70 °C | $\Delta\alpha$ [0.05 dB/Km |
| Water penetration | EN 187000, Met 605B | 1 m / 14 days (under 1 st jacket) | No water leakage |

Se utilizará **cubierta PESP** (Polietileno Estanca Acero y Polietileno) en caso de intemperie para protección mecánica del cable y como protección antiroedores.

CABLES DE FIBRA ÓPTICA CON PROTECCIÓN ANTIROEDORES METÁLICA



- Figura : cable de 64 fibras ópticas -

- ❑ Elemento Resistente Central (ERC) : Plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) y aislado con polietileno
- ❑ Tubos holgados conteniendo fibras ópticas y rellenos de compuesto antihumedad
- ❑ Los tubos holgados son cableados en SZ alrededor del ERC para conformar el núcleo óptico
- ❑ El núcleo óptico se rellena con un compuesto antihumedad para garantizar la estanqueidad
- ❑ Cubierta interior de polietileno. Bajo la cubierta se coloca un cordón de rasgado
- ❑ Armadura de acero recubierto de copolímero por ambas caras, solapado y pegado. Bajo la armadura se coloca un cordón de rasgado
- ❑ Cubierta exterior de polietileno

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

| | | |
|--|-------|-----------|
| Nº de fibras en el cable | | 64 |
| Nº de fibras por tubo | | 8 |
| Nº de tubos holgados | | 8 |
| Diámetro exterior de tubo holgado | mm | 2,5 |
| Diámetro del ERC / aislado a | mm | 2,6 / 4,2 |
| Espesor radial de cubierta interior / exterior | mm | 1,0 / 1,5 |
| Diámetro del cable | mm | 16,0 |
| Peso del cable | kg/km | 265 |

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y MEDIOAMBIENTALES

| Ensayo | Método | Valor especificado | Criterio de aceptación |
|---------------------------|---------------|---|--|
| Resistencia a la tracción | EN 187000-501 | 2.600 N | $\Delta\epsilon_f \leq 0,33 \%$ $\Delta\alpha$ reversible |
| Aplastamiento | EN 187000-504 | 3.000 N / 100 mm | $\Delta\alpha \leq 0,05$ dB |
| Impacto | EN 187000-505 | 5 J, 3 impactos, 12,5 mm | $\Delta\alpha \leq 0,05$ dB |
| Radio de curvatura | EN 187000-513 | $20 \cdot \varnothing_{\text{cable}}$ (mm), 5 giros, 3 ciclos | $\Delta\alpha \leq 0,05$ dB |
| Ciclos térmicos | EN 187000-601 | -20 °C ... +70 °C | $\Delta\alpha \leq 0,05$ dB/km |
| Estanqueidad | EN 187000-605 | 3 m cable, 1 m agua, 24 h | Sin paso de agua bajo primera cubierta |

Para instalaciones en el que el cable quede sumergido dentro de una tubería o canal se utilizará la siguiente estructura de **cable submarino CDS-2207**

Optical fibre cables for underwater installation

Cable Design

Acc. to IEC 60794-3-10



64 fibers - not to scale -

- **Central Strength Member (CSM):** glass fibre reinforced plastic rod (FRP), with plastic oversheathing when needed.
- **Loose Tube:** thermoplastic material, containing optical fibres and filled with a suitable water tightness compound.
- **Filler Elements:** thermoplastic rods, where needed.
- **Stranding:** loose tubes (and fillers), SZ stranded around the CSM.
- **Longitudinal Water Tightness:** filled core with filling compound.
- **Strength reinforcement:** glass yarns if needed
- **Moisture Barrier:** bonded both sides copolymer coated aluminium tape. Aluminium thickness : 0.15 mm. 1 ripcord is laid beneath.
- **Inner Sheath:** PE
- **Armour:** both sides copolymer coated corrugated steel tape with overlap. Steel thickness: 0.15 mm. 1 ripcord beneath the tape.
- **Outer Sheath:** PE

Technical data

| No. of Fibres | | 12 | 16 | 32 | 64 | 72 | 96 | 144 | 288 |
|-------------------------|-------|---------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------|---------|-----------|
| Design | | 3 x 4 | 2 x 8 | 4 x 8 | 8 x 8 | 6 x 12 | 8 x 12 | 12 x 12 | (9+15)x12 |
| Loose Tube / Filler - Ø | mm | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| CSM - Ø | mm | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.6 | 2.6 | 3.0 | 3.5 | 3.5 |
| CSM-Oversheathing - Ø | mm | - | - | - | 3.9 | - | 4.2 | 7.5 | 5.0 |
| Inner Sheath Thickness | mm | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Outer Sheath Thickness | mm | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Cable Diameter | Mm | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 16.3 | 15.7 | 17.3 | 20.6 | 23.2 |
| Cable Weight | kg/km | 225 | 225 | 225 | 265 | 245 | 290 | 395 | 500 |
| Minimum Bending Radius | mm | Without Tension 15 x Cable-Ø | | | | Under Maximum Tension 20 x Cable-Ø | | | |
| Temperature Range | °C | Installation - 30 to + 60 | | Transport & Storage - 40 to + 70 | | Operation - 30 to + 70 | | | |

Please refer to our General Installation, Safety & Handling recommendations before handling.

Main characteristics

| Test | Test Standard | Specified Value | Acceptance Criteria |
|---------------------------|-------------------|------------------------------|---|
| Max. Installation Tension | IEC 60794-1-2-E1 | 2700 N | $\Delta\alpha$ reversible, fibre strain $\leq 0.33\%$ |
| Max. Operation Tension | IEC 60794-1-2-E1 | 900 N | no fibre strain, $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB |
| Crush | IEC 60794-1-2-E3 | 4000 N / 100 mm, max. 15 min | $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB, no damage |
| Impact | IEC 60794-1-2-E4 | 10 Nm, 3 impacts, R= 300 mm | $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB after the test |
| Cable Bend | IEC 60794-1-2-E11 | R=20x D, 4 turns, 3 cycles | $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB, no damage |
| Temperature Cycling | IEC 60794-1-2-F1 | -30°C to +70°C | $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB/km |
| Water Penetration | IEC 60794-1-2-F5B | sample=3m, water column=1m | no water leakage in 24h |

All optical measurements at 1550 nm.

Todos los cables instalados en interior de galerías o túneles llevarán cubierta tipo **TKT ignífuga**.

En caso de cables para instalaciones aéreas se utilizará cable PKP cosido a cable de acero o **cable ADSS**

| CUBIERTA DE CABLE | CONDICIONES DE USO |
|----------------------|---|
| PKP | Canalización, tubo de acero, aéreo cosiéndolo a cable de acero |
| PESP-R | Grapeado intemperie, problemas con roedores, puntos con humedad extrema pero no sumergido |
| TKT | Galería de servicio |
| Cable PESP SUBMARINO | Cable sumergido en tubería o canal |
| ADSS | Aéreo autosoportado |

1.5.- CODIFICACIÓN DE TUBOS Y FIBRAS

CODIFICACIÓN DE FIBRAS

Optical Fibers color code (fully customizable upon customer request):

| No. | Color | No. | Color | No. | Color | No. | Color |
|-----|-------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1 | Green | 3 | Blue | 5 | Grey | 7 | Brown |
| 2 | Red | 4 | Yellow | 6 | Violet | 8 | Orange |

CODIFICACIÓN DE TUBOS

Loose Tubes color code (fully customizable upon customer request):

| 8 O.F. cable | |
|--------------|---------|
| Tube No. | Color |
| 1 | White |
| 2 | Red |
| 3 - 6 | Fillers |

| 16 & 32 O.F. cable | | | |
|--------------------|--------|----------|--------|
| Tube No. | Color | Tube No. | Color |
| 1 | White | 4 | Blue |
| 2 | Red | 5 | Green |
| 3 | Filler | 6 | Filler |

| 64 O.F. cable | |
|---------------|-------|
| Tube No. | Color |
| 1-2 | White |
| 3-4 | Red |
| 5-6 | Blue |
| 7-8 | Green |

| 72 O.F. cable | |
|---------------|-------|
| Tube No. | Color |
| 1-3 | White |
| 4-6 | Red |
| 7-9 | Blue |

| 96 O.F. cable | |
|---------------|-------|
| Tube No. | Color |
| 1-3 | White |
| 4-6 | Red |
| 7-9 | Blue |
| 10-12 | Green |

| 128 O.F. cable | | | |
|-----------------------|---------|-----------------------|-------|
| 1 st layer | | 2 nd layer | |
| Tube No. | Color | Tube No. | Color |
| 1 | White | 7-9 | White |
| 2 | Red | 10-12 | Red |
| 3 | Blue | 13-15 | Blue |
| 4 | Green | 16-18 | Green |
| 5-6 | Fillers | | |

| 144 O.F. cable | | | |
|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| 1 st layer | | 2 nd layer | |
| Tube No. | Color | Tube No. | Color |
| 1-2 | White | 7-9 | White |
| 3-4 | Red | 10-12 | Red |
| 5-6 | Blue | 13-15 | Blue |
| | | 16-18 | Green |

Fillers colour: BLACK

1A.- CABLES DE FIBRA MULTIMODO

La fibra ha utilizar se **OM2** con nuclero **50/125** similar a la ficha técnica siguiente:

C23: General purpose multi mode 50 µm fibre

Properties for cabled OM2 fibre for use at 850 nm and at 1300 nm

General and application

This fibre is a graded-index multimode fibre suitable for transmission speeds of up to 10 Gb/s (82m 10GBASE-SX). It has a 50 µm core diameter and a 125 µm cladding diameter. The fibre is designed for use at 850 and/or 1300 nm. This fibre fulfils all requirements for an OM2 fibre

Standards and Norms

| | |
|------------------------------|---|
| IEC 60793-2-10 Category A1a; | EN 50173-1:2007 category OM2 |
| EN 60793-2-10: type A1a | ISO/IEC 11801:2002 category OM2. |
| TIA/EIA-492 AAAB | IEEE 802.3 - 2002. with amendment 802.3ae - 2002. |
| | ANSI/TIA/EIA-568.B.3 - 2000 |

Cable attenuation

IEC 60793-1-40

| | |
|--|----------------|
| 850 nm | ≤ 2.7 dB/km |
| 1300 nm | ≤ 0.8 dB/km |
| Inhomogeneity of OTDR trace for any two 1000 metre fibre lengths | Max. 0.2 dB/km |

Bandwidth

IEC 60793-1-41

| | |
|---------|--------------|
| 850 nm | 500 MHz • km |
| 1300 nm | 500 MHz • km |

Group index of refraction

IEC 60793-1-22

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Group index of refraction at 850 nm | 1.482 |
| Group index of refraction at 1300 nm | 1.477 |

Other properties

IEC 60793-1-xx

| Attribute | Measurement method | Units | Limits |
|--|--------------------|-------|-------------------------------------|
| Core diameter | IEC/EN 60793-1-20 | µm | 50 ± 2.5 |
| Cladding diameter | IEC/EN 60793-1-20 | µm | 125.0 ± 1 |
| Cladding non-circularity | IEC/EN 60793-1-20 | % | ≤ 1.0 |
| Core non-circularity | IEC/EN 60793-1-20 | % | ≤ 5 |
| Core-cladding concentricity error | IEC/EN 60793-1-20 | µm | ≤ 1.5 |
| Primary coating diameter - uncoloured | IEC/EN 60793-1-21 | µm | 242 ± 0.7 |
| Primary coating non-circularity | IEC/EN 60793-1-21 | % | ≤ 5 |
| Primary coating-cladding concentricity error | IEC/EN 60793-1-21 | µm | ≤ 10 |
| Proof stress level | IEC/EN 60793-1-30 | GPa | ≥ 0.7 (≈ 1 %) |
| Typical average stripforce | IEC/EN 60793-1-32 | N | 1.7 |
| Strip force (peak) | IEC/EN 60793-1-32 | N | 1.2 ≤ F _{peak,strip} ≤ 8.9 |
| Numerical aperture | IEC/EN 60793-1-43 | | 0.200 ± 0.015 |

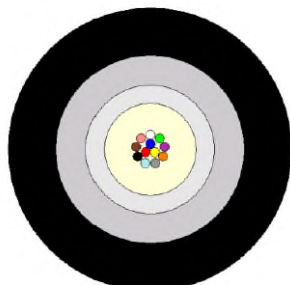
La cubierta de los cables multimodo debe ser dieléctrica y libre de halógenos, ya que su instalación puede ser tanto en canalización como en edificios.

Preferentemente estará dotada de una cubierta interior de hiladura de fibra de vidrio que actúa como antirroedor.

MidiCT A/I-DQ(ZN)BH MM Fibres

Cable Design

Acc. to IEC 60794



- **Central Loose Tube:** thermoplastic material, containing up to 24 fibres and filled with a suitable water tightness compound.
- **Longitudinal Water Tightness:** dry core with water swellable elements.
- **Peripheral Strength Elements / Non Metallic Armour:** glass yarns.
- **2 Ripcords**
- **Outer Sheath:** HFFR

- not to scale -

Technical data

| No. of Fibres | | From 2 to 16 fo | From 17 to 24 fo |
|------------------------|---------|---------------------------------|--|
| Loose Tube - Ø | mm | 3.5 | 4.5 |
| Outer Sheath Thickness | mm | 1.3 | |
| Cable Diameter | mm | 8 | 8.5 |
| Cable Weight | kg / km | 70 | 80 |
| Minimum Bending Radius | mm | Without Tension 15 x Cable-Ø | Under Maximum Tension 20 x Cable-Ø |
| Temperature Range | °C | Installation - 30 to + 60 | Transport & Storage - 40 to + 70 Operation - 30 to + 70 |

Please refer to our General Installation, Safety & Handling recommendations before handling.

Main characteristics

| Test | Test Standard | Specified Value | Acceptance Criteria |
|---------------------------|-------------------|------------------------------|---|
| Max. Installation Tension | IEC 60794-1-2-E1 | 1.5 * W [N], min. 1500 N | $\Delta\alpha$ reversible, fibre strain $\leq 0.33\%$ |
| Max. Operation Tension | IEC 60794-1-2-E1 | 200 N | no fibre strain, $\Delta\alpha \leq 0.2$ dB |
| Crush | IEC 60794-1-2-E3 | 2000 N / 100 mm, max. 15 min | $\Delta\alpha$ reversible, no damage |
| Impact | IEC 60794-1-2-E4 | 12 Nm, 3 impacts, R= 300 mm | $\Delta\alpha$ reversible |
| Torsion | IEC 60794-1-2-E7 | 1m, 100N, +/- 180°, 5 cycles | $\Delta\alpha$ reversible, no damage |
| Repeated Bending | IEC 60794-1-2-E6 | R=20x D, 100N, 35 cycles | no damage |
| Cable Bend | IEC 60794-1-2-E11 | R=20x D, 4 turns, 3 cycles | $\Delta\alpha$ reversible, no damage |
| Temperature Cycling | IEC 60794-1-2-F1 | -30°C to +70°C | $\Delta\alpha \leq 0.5$ dB/km |
| Water Penetration | IEC 60794-1-2-F5B | sample=3m, water column=1m | no water leakage in 24h |

All optical measurements at 1300 nm.

Fire Performance

| Test | Test Standard | Specified Value | Acceptance Criteria |
|-----------------------------|---------------|----------------------|---------------------|
| Single Cable Test | IEC 60332-1 | unburnt cable length | > 50 mm |
| Smoke Density | IEC 61034 | light transmission | > 60 % |
| Halogen Content | IEC 60754-1 | halogen content | < 0.5 % |
| Corrosivity of Smoke Gases | IEC 60754-2 | pH-value | ≥ 4.3 |
| Conductivity of Smoke Gases | IEC 60754-2 | conductivity | ≤ 10 µS |

Identification

Fibre Colours (acc. to EN187105)

| No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|------|--------|-----|-------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|------|
| Colour | blue | yellow | red | white | green | violet | orange | grey | aqua | black | brown | pink |

| No. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|--------|-------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| Colour | blue ¹ | yellow ¹ | red ¹ | white ¹ | green ¹ | orange ¹ | aqua ¹ | pink ¹ | natural ¹ | blue ² | yellow ² | red ² |

<colour>¹ with black ring marks in 50mm intervals <colour>² with black ring marks in 25mm intervals

Buffer Tube Colour:

The central loose tube is uncoloured (natural).

Sheath Colour:

The outer sheath colour is black.

Sheath Marking:

The outer sheath is marked in 1 meter intervals as follows:

| | | | |
|----------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| <Manufacturer> | <year of manufacture> | <no. and type of fibre> | <length marking in meter> |
|----------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|

2.- MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

A continuación se describen las características exigidas de los diferentes materiales necesarios para la realización de los proyectos de fibra óptica.

Los materiales y su montaje que no se mencionen en los planos y especificaciones, pero que vayan lógicamente implícitos y sean necesarios para la ejecución de la instalación, se consideran incluidos en el proyecto y correrán por cuenta del instalador.

Todos los equipos y materiales tendrán las capacidades y características mínimas exigidas en este documento. Además de tener en cuenta todas las normas de este documento, también se tendrán en cuenta las recomendaciones de cada fabricante.

Todo el material empleado en una instalación debe ser idéntico. Además, se exige que todos los materiales empleados en una conexión de extremo a extremo sean del mismo fabricante; y que la empresa que ejecute los trabajos esté homologada por el fabricante para la realización de los mismos.

El instalador deberá cuidar los equipos y materiales (tanto los existentes actualmente como los de nueva instalación), protegiéndolos contra el polvo y golpes durante la ejecución de la instalación.

Será responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y su mantenimiento en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

2.2.- TENDIDO DE CABLES DE F.O.

Para el tendido de los cables de fibra óptica se deberán observar las siguientes normas:

- Respetar en todo momento el radio mínimo de curvatura del cable indicado por el fabricante.
- No sobrepasar los límites de tracción especificados por el fabricante, por lo que no se aconseja la utilización de medios mecánicos tractores.
- Para facilitar el tendido se colocará un hilo guía
- En las canalizaciones existentes se deberán limpiar los conductos para un adecuado tendido de los cables de fibra.
- En todas las arquetas se deberá colocar una etiqueta identificativa del cable, que pueda leerse claramente. Donde haya reserva de cable se pondrá en la reserva. Esta etiqueta será facilitada por CYII.
- En las arquetas se dejará reservas de cables siguiendo los siguientes criterios
 1. Se dejará como mínimo de media una reserva de 10 metros cada 300 metros de conducción
 2. 15 metros a cada lado en los empalmes
 3. 15 metros en repartidor
 4. Cuando el cable pase por cámaras de registro (ventosa, válvulas, seccionamientos, caudalímetros,...) se dejará reserva suficiente para que siga el cable por la boca de hombre dejando fuera 12 metros (6 en cada sentido), teniendo así, cable suficiente para hacer un sangrado del cable en caso de ser necesario
 5. En cruces de carretera se dejará al menos 10 metros en las arquetas contiguas

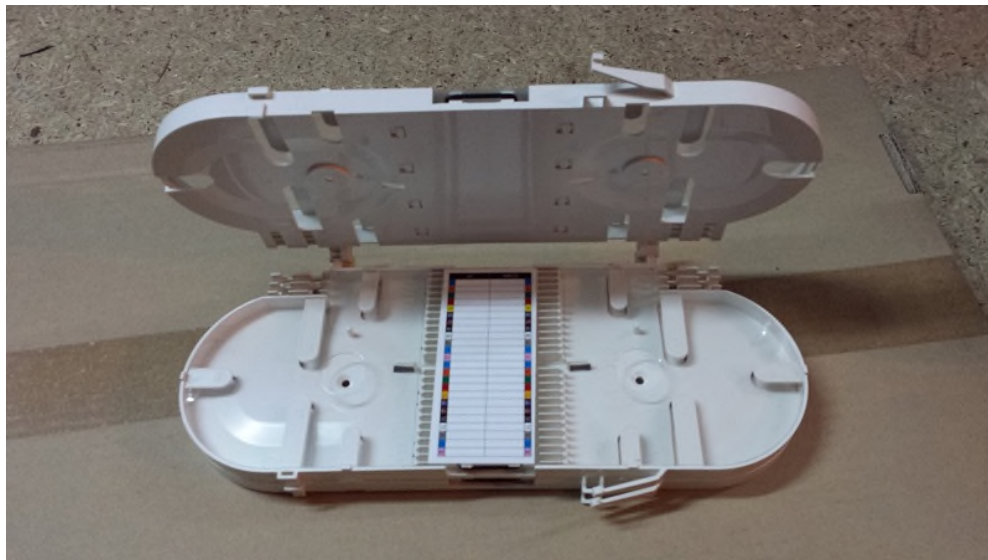
- En caso de existir galerías de servicio los cables irán convenientemente entubados o canalizados, realizándose dicho tendido de acuerdo a la normativa adjunta en el anexo I
- En caso de utilizar tendido por el exterior, los cables irán por tubo de acero inoxidable grapado.

2.3.- TERMINACIÓN DE LOS CABLES

Todas las fibras ópticas deberán quedar conectadas a los repartidores de fibra óptica que suministrará la empresa instaladora o fusionadas en recto según carta de conexionado aportada por la Dirección de obra.

Los repartidores de fibra óptica serán de tipo mural en lugares con espacio limitado o en rack de 19" con bandejas extraíbles en lugares donde el espacio lo permita y las necesidades de servicio lo aconsejen, con capacidad suficiente para el cable instalado y su correspondiente conectorización. Se instalarán pasahilos de cepillo debajo de cada bandeja de conectores

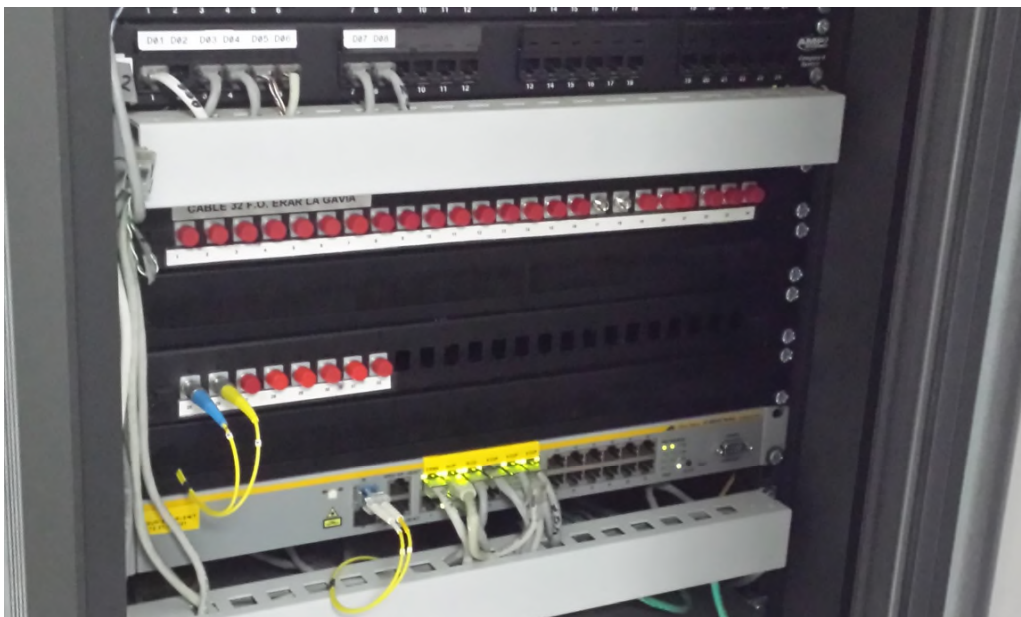
Deben estar dotados de cassette de empalme que permitan el correcto alojamiento de los tubos de protección de fusión y la reserva de fibra (fibra y pigtail)



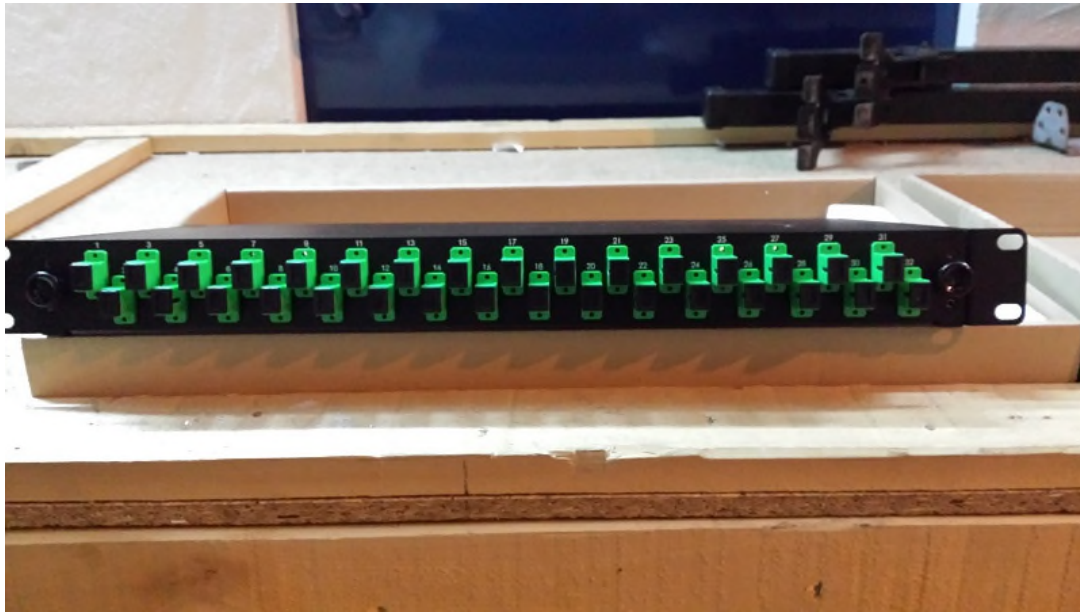
En caso de rack de 19", el cable se amarrará al bastidor trasero en segunda cubierta y los tubos del cable entraran las bandejas hasta el cassette de empalme protegidos con tubo de transporte grueso. La transición entre cable y tubo de transporte se protegerá mediante manifold o similar



Para conectores FC/PC las bandejas serán para 24 conectores en línea



Para **conectores SC/APC** las bandejas serán para 24 conectores en para acabar cables menores de 32 fo y de 32 fo con disposición al tresbolillo para cables de 32 y de 64 fo



En puntos donde la humedad lo aconseje se instalarán repartidores mural de poliéster con IP65 similar a la CTO-32 de 3Dnet con capacidad para conectorizar hasta 32 fo

Armario de Terminación Óptica



En punto de periferias, para cable de 16 fo se podrán instalar cajas murales de poliéster con IP65



- **TERMINACIÓN CABLES SM (9/125):**

La conectorización se realizará por fusión a pig-tail terminado en conector FC/PC o en SC/APC cuando lo autorice la Dirección de Obra.

El empalme de los pig-tails con cada una de las fibras, deberá realizarse mediante termofusión, garantizándose una pérdida máxima de 0,75 dB por conector .

Se protegerá mecánicamente la soldadura mediante la cánula termorretráctil y a continuación se identificará cada uno de ellos según el número de fibra en el repartidor. Además las fibras se colocarán en los repartidores de fibra óptica siguiendo un código de colores suministrado por CYIIG, de tal forma que cada fibra corresponda a un número determinado en el repartidor de fibra óptica.

Todos los conectores deben ser fácilmente accesibles desde el frontal del repartidor.

El repartidor deberá llevar en el frontal la identificación con la cantidad y destino de las fibras ópticas que contiene.

- **TERMINACIONES CABLES MM (62.5/125 o 50/125):**

La conectorización se realizará mediante un empalme termofusión a pigtails terminando en conector SC/PC o en ST/PC , en caso de servicio de Instrumentación o por solicitud de D.O. Además las fibras se colocarán en los repartidores de fibra óptica

siguiendo un código de colores suministrado por CYIIG, de tal forma que cada fibra corresponda a un número determinado en el repartidor de fibra óptica.

Todos los conectores deben ser fácilmente accesibles desde el frontal del repartidor.

El repartidor deberá llevar en el frontal la identificación con la cantidad y destino de las fibras ópticas que contiene.

2.4.- CAJAS DE EMPALME

Las cajas de empalme se colocarán en las arquetas de la canalización. Tendrán las siguientes características:

- Contará con un sistema (igual o equivalente) de cassettes extraíbles porta empalme. Cada cassette tendrá una capacidad máxima de 24 empalmes, y un total mínimo de 96 empalmes posibles.
- Dispondrá de un mecanismo de sellado de los cables para que no entre ni agua ni gas en la caja de empalme, Se valorará la existencia de una válvula de presurización.
- Todos los componentes de la caja serán resistentes a la corrosión y a las condiciones ambientales de exterior.
- Las cajas irán provistas con materiales de identificación, precintos, terminales, y tubos para su protección.
- Las cajas irán provistas de al menos 3 puertos de entrada, pudiendo sangrar un cable, mediante puerto oval o por ser caja abierta

Las cajas de empalme serán de tipo torpedo, los requerimientos mínimos exigibles son cajas TE Connectivity FOSC400A o similar para empalmes hasta 32 fo y TE Connectivity FOSC400B para cables de 64 con un total de 96 empalmes posibles.



Para empalmes rectos en ruta, y siempre y cuando se usen estas cajas en todo el tendido, se podrán colocar cajas tipo Mondragón **FOPT-64** para cables de 32 y 64 fo.



2.5.- EMPALMES

Como norma se dejarán empalmadas todas las fibra en recto

2.6.- REPARTIDORES

- Colocación de tubo de transporte desde el punto donde se pela y amarra el cable hasta la bandeja de empalme.
- Para cables que no se acaban a pigtail todas sus fibras, se ha de diferenciar entre bandejas de empalme y bandejas de conectores
- En empalmes y repartidores, numeración de los tubos, así como identificación de la dirección de los cables.
- Las transiciones desde la entrada a edificios hasta los repartidores se harán con tubo corrugado gris o canaleta de plástico.
- Se utilizarán pigtails de 900 micras, siempre y cuando los pigtails se encuentren en partes del repartidor independientes, que no sean accesible para otros trabajos como parcheos. Si es así se utilizarán pigtails de 3 mm con recubrimiento.

1. Trabajos de Obra civil en la Red de Fibra Óptica

3.- OBRA CIVIL

3.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES

El tendido de cable a se realizará sobre los siguientes tipos de infraestructura:

- Zanja con conducto enterrado (tritubo).
- Galerías o túneles propiedad del CYII.
- Tubo metálico para intemperie.

La infraestructura de obra civil será realizada en base a zanjas con conductos enterrados sobre terreno firme o, en caso de tener que salvar obstáculos del que requieran tendido exterior, en tubo metálico.

3.2.- CANALIZACIÓN Y ARQUETAS

La sección tipo de canalización será de 1 tritubo de 3x50mm en una zanja de 30 cm. de ancho y 80 de profundidad. Esta canalización se aumentará en el caso de cruces de caminos, carreteras y líneas ferroviarias de acuerdo a lo especificado en los siguientes apartados.

3.2.1.- ESPECIFICACIONES DE LA CONDUCCIÓN DE TRITUBO

En el caso de que el trazado de la canalización del tritubo siga el mismo trazado que el de una línea de tubería de agua existente, el recorrido será paralelo al de la tubería, con una separación en la vertical de 25 cm.

El tritubo deberá situarse a una profundidad de 80 cm. Excepcionalmente, en terreno rocoso, la profundidad se podrá reducir a 55 cm.

El tritubo se tenderá paralelo a la rasante del terreno, evitando en lo posible ondulaciones en la zanja.

Las curvas de la zanja tendrán el mayor radio de curvatura posible que permita el trazado, aconsejándose que no sea inferior a 25 m y teniendo en cuenta que, en caso necesario, puede llegar hasta 10 m.

El tritubo se podrá tender situándolo al borde de la zanja para, posteriormente, bajarlo al fondo de la misma o mediante zanjadora, que lo va colocando mientras realiza la excavación.

Cuando el tamaño de los áridos del terreno pueda dañar al tritubo, este irá protegido por dos capas de arena o tierra fina: una de asiento de 10 cm. Depositada previamente a la colocación del tritubo, y otra de cubierta del mismo espesor. El conjunto será compactado antes de seguir tapando la zanja.

Donde el terreno sea rocoso, antes de rellenar la zanja, se deberá cubrir el tritubo con una capa de hormigón pobre de 100 mm. de alto por 300 mm. de ancho.

El relleno de la zanja se hará por tongadas de 20 cm. de material, y compactado. El compactado se realizará en las dos primeras tongas de forma manual pasando un rodillo pesado. En las siguientes se deberán utilizar medios mecánicos de compactado.

Si entre el material de relleno de la zanja se encuentran grandes rocas, se tendrá especial cuidado al introducirlo para que el impacto no dañe el tritubo.

Para evitar las grandes ondulaciones que se producen al dilatarse por efectos térmicos el tritubo en la zanja, se recomienda realizar simultáneamente la instalación del tritubo y el recubrimiento de tierra.

A 25 cm. sobre el tritubo y a lo largo de toda la instalación, se colocará una cinta de plástico que avise de la proximidad de cables de comunicaciones enterrados bajo la misma.

3.2.2.- CRUCES Y PASOS SINGULARES

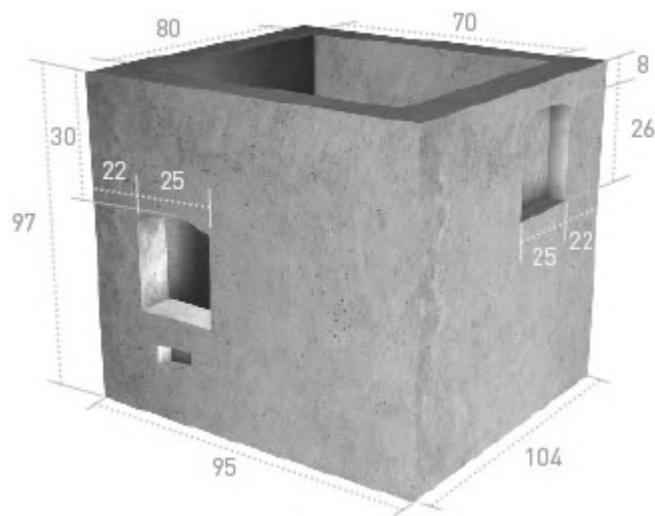
En cruces de caminos y tramos próximos a carreteras, se mantendrá la misma profundidad de la zanja, rellenando la zanja con hormigón HM 20 salvo los últimos 20 cm. en los que se realizará un relleno natural del terreno y compactado correspondiente. En los cruces de camino se duplicará la canalización, pasando la sección a ser de 2 tritubos de 3x50 mm.

En cruces con carreteras, ferrocarriles y zonas con dificultad para obtener permisos de obra, en el caso de no existir galería de paso se instalarán 3 conducciones hormigonadas de PVC de 160 mm. de diámetro con una arqueta a cada extremo.

Para la realización de este tipo de canalizaciones se utilizarán técnicas de perforación tipo “topo”.

3.2.3.- ARQUETAS

Como norma se instalará una arqueta de 80x70 cm. de hormigón con tapa de hormigón y cerco y precerco metálico y cierre de seguridad, cada 100 metros o cambio de dirección o pendiente que no permita respetar el radio de curvatura. El fondo será de hormigón y dispondrá de desagüe.



Las tapas de las arquetas llevarán impreso el logo del Canal de Isabel II Gestión SA



Las tapas de arquetas serán prefabricadas de 8 cm. de espesor, capaces de soportar 12.5 Tn. de peso en zona de acera y campo y 40 Tn de tránsito de vehículos.

En zona de tránsito de vehículos también se podrán utilizar tapas de fundición D-400 con 2 “gajos” triangulares.



Cuando la arqueta se sitúe en tierra quedará por al menos 10 cm por encima del suelo para que no se entierre

El tubo se sellará con una capa fina de mortero o similar que impida la filtración de agua.

El tritubo se recibirá en la arqueta a través de las bocas, que hacen la función de pasamuros, y se cortará en aquellas arquetas que sean de empalme. En las arquetas de paso el tritubo entrará por una boca y saldrá por la opuesta dando continuidad a la canalización.

Como norma general se dispondrá de una arqueta con caja de empalme cada 2.000 metros (dependiendo de la longitud de la bobina) dejando en las intermedias el tubo de paso. Se dejará una coca de 10 metros cada 300 metros, con su balona correspondiente.

Las arquetas de empalme dispondrán de algún tipo de sujeción para que las cajas de empalme queden sujetas a la pared de la arqueta en su parte superior que permita el buen mantenimiento y acceso a la misma.

3.2.4.- BALIZAS SITUACIÓN ARQUETAS

Las arquetas dispondrán de un sistema de marcadores radioeléctricos que permitirán detectar su situación en campo, aún en el caso de estar enterradas. Los marcadores serán totalmente pasivos y deberán poder ser detectados por un sistema electrónico portátil de radiofrecuencia que tendrá una autonomía de trabajo de al menos 16 horas de trabajo.

Los marcadores deberán tener por lo menos 5 frecuencias de operación para poder distinguir distintos tipos de servicios o líneas. El modelo empleado en nuestra infraestructura es el 1428-XR/ID color púrpura. Se incluirá una baliza por cada arqueta del trazado, respetando la distancia máxima desde la superficie a la baliza de 1,2m.

Estas balizas pueden ser programadas para incluir información de la red, por lo que se definirán 3 plantillas de grabado:

CYII FO EMPALME: en las balizas ubicadas en arquetas con empalme o bifurcación de fibra.

CYII FO COCA: en las balizas ubicadas en arquetas con coca de fibra.

CYII FO PASO: en las balizas ubicadas en arquetas de paso de fibra.



3.2.5.- EMPALMES DE TUBO

Cuando sea necesario realizar empalmes (por ejemplo al unir dos bobinas de tritubo), se cortarán los conductos de los dos extremos de manera que los empalmes queden al tresbolillo y separados un metro entre sí.

Las uniones se realizarán con manguitos roscados de polipropileno, para lo cual se separarán los tubos en un tramo de 50 cm., eliminando la membrana de unión entre ellos.

3.2.6.- GUIAS Y SELLADO

En cada conducto del tritubo y entre cada dos arquetas consecutivas se dejará, después de tapar la zanja, una guía de cuerda de nylon en el conducto central que servirá para el posterior mandrilado y comprobación de la ausencia de aplastamientos en el tubo. El mandril a utilizar en las pruebas de comprobación de la canalización será de un mínimo de 35 mm. de diámetro.

Una vez colocados los tubos y el hilo guía se procederá a sellar con tapones los respectivos conductos.

3.3.- TRITUBO PEAD

El tritubo usado para la instalación de cables de comunicaciones estará formado por tres tubos idénticos unidos entre sí por medio de una membrana y dispuestos en un mismo plano.

3.3.1.- DIMENSIONES

El diámetro exterior de cada tubo será de 50 mm. Con un espesor mínimo de 3 mm y estriado.

3.3.2.- MATERIAL

Todo el conjunto estará fabricado de polietileno extruido de alta densidad en color negro y presentará las siguientes características:

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|--|---|
| Densidad | $\geq 0,947 \text{ gr/cm}^3$ S/ASTM D 792 |
| Resistencia a la tracción | $\geq 200 \text{ Kg/cm}^2$ S/UNE 53.133 82 |
| Alargamiento a la rotura mínimo 350% | |
| Resistencia a la tracción después envejecimiento (48h/100°C) | 80 % s/original, Mn |
| Alargamiento a la rotura después envejecimiento (48h/100°C) | 80 % s/original, Mn. |
| Índice de fluidez | 0,16 a 0,17 gr/10'S/ASTM D 1236 condición E |
| Cracking | s/f a 48 h. mínimo S/ASTM D 1693 |
| Temp. VICAT (1 Kg) | 110 °C S/ASTM D 1525 |
| Contenido en negro de humo | 2% +0,5 S/ASTM D 1603 |
| Retracción | 3% máx. S/UNE 53 133 82 |
| Diámetro interior | 44 0+0,5 mm. |
| Anchura | 155 + 1 mm. |
| Espesor | 3 0+0,5 mm. |
| Peso | 1,45 Kg/m. |
| Longitud | 350 m. |

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|-------------------------------|---|
| Radio de curvatura horizontal | 4 m. |
| Radio de curvatura vertical | 1 m. |
| Estanqueidad | 3,6 Kg/cm ² , según UNE 53 133 durante 1 minuto. |

La deformación por compresión según el eje menor del tritubo no superará el 5% al aplicar una fuerza de 65 Kgf/dm sobre una probeta de 10 cm (velocidad de aplastamiento 0,5 mm/min).

3.3.3.- IDENTIFICACIÓN

Se hará en uno de los tubos laterales del tritubo, por mediación de pintura indeleble durante el proceso de fabricación, estampando lo siguiente:

- Nombre o marca del fabricante.
- Siglas del tipo de material, y designación del tubo de acuerdo con el apartado 2.1.2.: HDPE 3 (50 x 3).
- Mes y año de fabricación (dos últimas cifras del año).

Todas las marcas anteriores serán perfectamente legibles. Cada conjunto formado por las marcas a, b, c y d se repetirá cada 1,5 m a lo largo de todo el rollo.

3.3.4.- GARANTIA

El material debe estar garantizado contra todo defecto de fabricación durante 25 años.

Si en dicho plazo de tiempo se apreciaran deterioros por tal motivo, el material defectuoso será sustituido por otro con cargo al fabricante.

3.3.5.- MANGUITO PARA EMPALME

En polietileno roscado, se utilizará en caso de finalización de la bobina, o de reparación del tritubo por roturas o deformaciones del mismo.

3.3.6.- TAPONES DE OBTURACIÓN

Se utilizará para obturar los conductos en tanto permanecen vacíos. Dispondrá de un sistema de fijación hermético por presión en la pared interna del conducto.

Incorporará una anilla que servirá para atar al mismo una guía. Este sistema se puede sustituir por espuma de poliuretano

El tubo con cable se sellará siempre con espuma de poliuretano

4.- DOCUMENTACIÓN

4.1.- PLANOS

En todos los planos entregados se detallarán dos aspectos del trazado de fibras:

1) Las infraestructuras de canalización: tritubo enterrado, tubo metálico, galería, colector, arquetas, pozos etc. 2) El trazado del cable de fibra con sus empalmes y repartidores.

Las coordenadas de situación de las arquetas se medirán con gps diferencial, garantizando la precisión de dichas coordenadas.

Planos en Autocad y fichas para GIS del Canal Gestión

La digitalización del trazado de fibra en AutoCAD se realizará de manera que puedan ser importados al Sistema de Información Geográfica del Canal Gestión (GIS). Para ello se pide que se sigan el siguiente procedimiento:

- El Director de obra del Canal Gestión entregará al contratista un plano en autocad con el fondo urbano (dicho plano está referenciado al GIS del Canal Gestión y tiene un DATUM ED50)
- El contratista dibujará sobre dicho plano los siguientes elementos:
 - Arquetas
 - Cocas
 - IFO (infraestructura de fibra óptica): tritubo en zanja, tubos en galerías, colectores, fibra grapada por tubería etc.
 - Nudos: Estos pueden ser empalmes o bifurcación
 - Pozos
 - Repartidores
 - TFO (Tramos de fibra óptica): La propia fibra en si
- Cada elemento estará asociado a una capa distinta, el nombre de dicha capa coincidirá con el de una ficha en excel que contendrá las características del elemento.
- Por ejemplo: Si en un trazado hay 50 arquetas, 25 de 50x50cm y otras 25 de 80x80, el contratista creará dos capas de nombre Arqueta-50x50 y Arqueta-80x80 y asociará 25 arquetas a una capa y otras 25 a otra. Después creará dos fichas en Excel cuyos nombres coincidan con los de las capas y en dicha ficha especificará las características de cada arqueta. A continuación se indica un ejemplo de ficha.

ARQUETA

| | |
|----------------------|--|
| OBJETID | |
| IDENTIFICADOR | |
| FECHA DE INSTALACIÓN | |
| DIMENSIONES | |

| | |
|----------------|--|
| LOCALIZADOR | |
| TIPO DE TAPA | |
| TIPO ARQUETA | |
| ANGULO SIMBOLO | |
| SHAPE | |
| ENABLED | |

- De esta manera se crearán tantas fichas como elementos distintos haya, por tanto si solo se usa un cable de 64 fibras en un trazado de 70 kilómetros solamente se creará una ficha tipo TFO y todo el cable dibujado en Autocad será de la misma capa.

Planos en formato .kml (Google Earth)

El contratista también entregará el trazado de fibra en formato .kml donde se identifiquen los elementos del trazado: el cable de fibra óptica, cocas, empalmes, repartidores, infraestructuras (tritubo en zanja, galería, colector...), arquetas, pozos etc.

El contratista usará los símbolos de Google Earth que el Canal Gestión ha creado para cada elemento.

4.2.- CABLEADO

La información sobre el cableado se dará por medio de esquemas que indiquen la interconexión entre equipos. Se diferenciará el tipo de cable por el grosor, tipo de línea, color de la representación, o mediante una etiqueta en cada cable.

Se pondrá especial atención en el trazado y distinción de las canalizaciones principales (bandejas, tubos,...), así como en los puntos por los que se accede de una planta a otra (bajadas, calos, etc.)

Se incluirán planos de verticales con la nomenclatura de los enlaces y cualquier otro detalle necesario para el mantenimiento y explotación correcta de la instalación.

En los casos en que el cableado abarque varios edificios, se suministrará un esquema en el que se detalle las canalizaciones y cables que interconectan los distintos edificios.

Se detallarán:

- Fabricante y modelo del cable.
- Número de fibras.
- Protección externa (cubierta)

4.3.- REPARTIDOR

Se especificarán tipo y las dimensiones de los repartidores de cada centro. Se darán las dimensiones útiles.

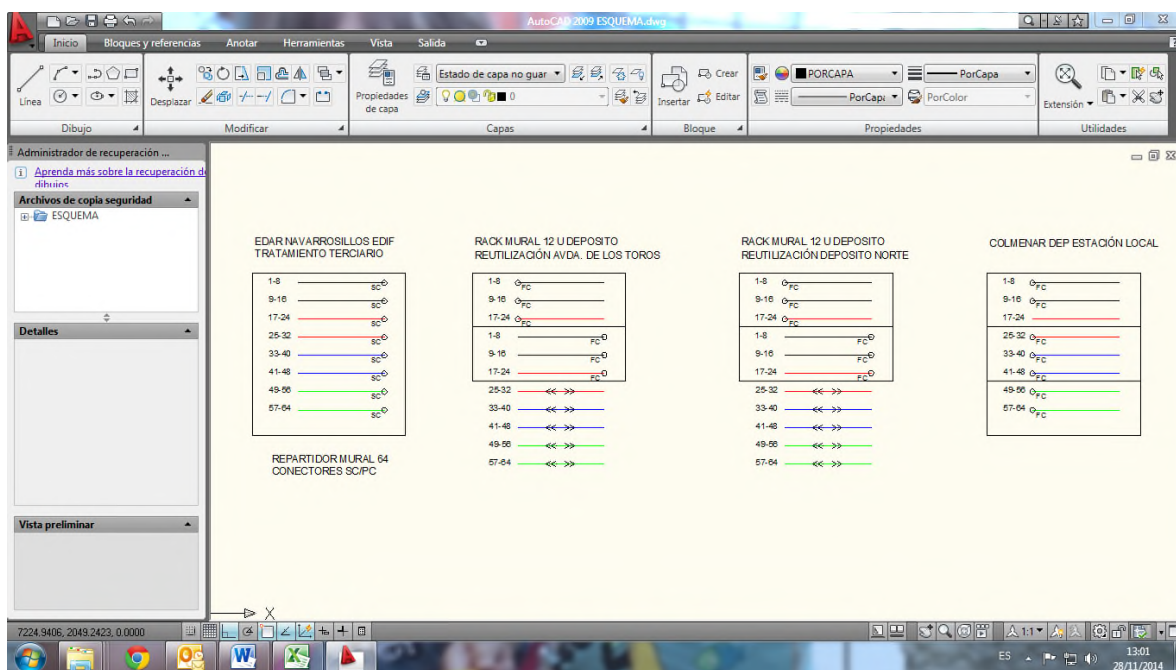
Se realizará para cada armario un esquema en el que se pueda ver la distribución dentro del rack a escala. De este esquema se ha de poder deducir las fibras en uso, de donde vienen, hacia donde van y las que quedan libres.

Se especificará el etiquetado de cada uno de ellos, de modo que se pueda saber que fibras están conectadas a cada uno de los repartidores. Esta información se puede suministrar mediante las correspondientes etiquetas o referencias sobre el esquema de equipamiento del rack.

4.5.- INTERCONEXIÓN DE CENTROS

Se suministrarán esquemas en AUTOCAD que detallen la unión entre centros de cableado indicando cada uno de los cables de enlace.

Se suministrará un esquema detallado de las conexiones de fibra. Se dibujarán los repartidores de fibra y se dibujarán las fibras que los unen.



4.6.- CANALIZACIONES

Se describirán las canalizaciones indicando:

- Tipo de canalización (zanja, bandeja, moldura, banco de tubos, galería accesible, galería visitable, etc.) con la sección de tubos correspondiente.
- Material de la canalización (PE, PVC, metálico, forroplast, etc.)
- Mediciones en metros de cada tramo de canalización, que deberán presentarse en el mapa en formato autocad de la canalización.

- Coordinadas GPS para cada arqueta. Para la canalización se tomará una medida GPS cada 50 metros de canalización, en cada punto singular de cambio de sentido o pendiente y sobre cada arqueta instalada.

Esta información podrá darse por medio de una descripción y sobre los planos de planta de los edificios. Se diferenciará el material o tipo de canalización por el grosor, tipo de línea, color de la representación de la canalización, o mediante una etiqueta en cada tramo de canalización.

4.7.- FOTOGRAFÍAS

Se incluirán fotografías en soporte electrónico de los puntos más relevantes de la instalación.

- Repartidores . Se debe apreciar conectorización, etiquetado y en caso, posición dentro del rack
- Empalmes
- Etiquetado de la ruta
- Punto de difícil acceso

4.8.- CERTIFICACION DE CABLES

Para el 100% de los enlaces de cable, se aportarán datos de su etiquetado y localización. Deberán incluirse las mediciones que certifiquen el cumplimiento de las normas que sean de aplicación, así como su desviación de la norma.

En general esto se entregará en una base de datos (tabla) en formato *xls, junto con los comprobantes de los datos medidos y los archivos de medidas realizadas con OTDR con extensión *.sor

**ESPECIFICACIONES SOBRE LA INSTALACIÓN
Y RECEPCIÓN DE TENDIDOS DE FIBRA ÓPTICA
PARA CANAL DE ISABEL II S.A.**

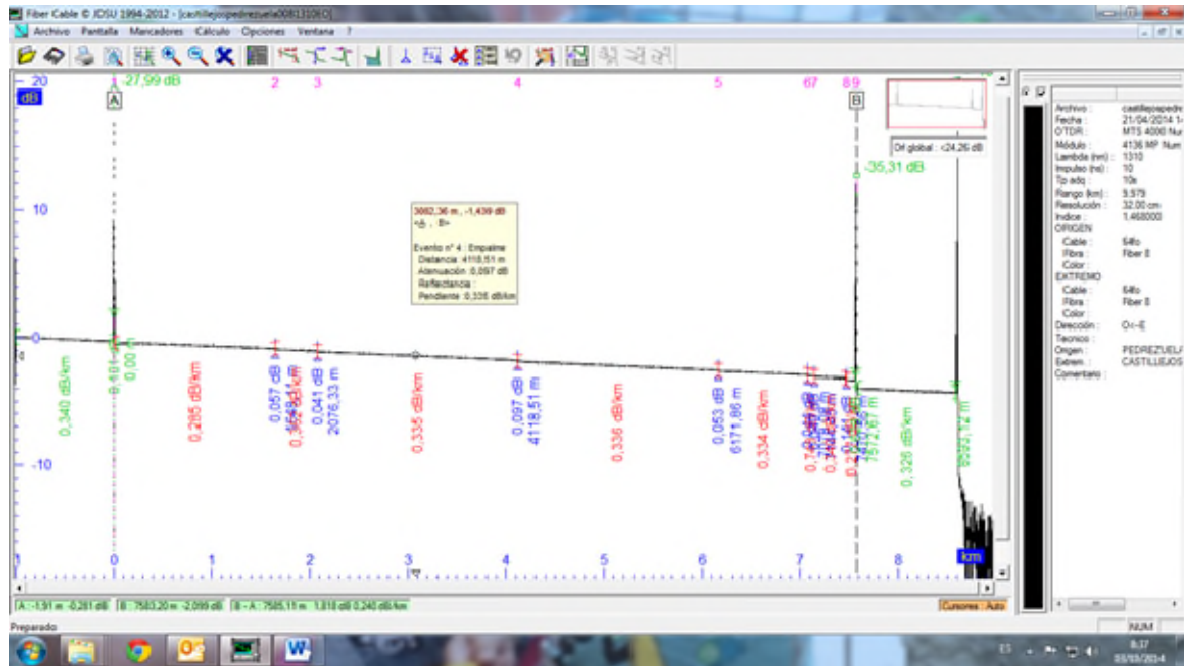


TABLA DE CONECTORES Y EMPALMES (dB)

Enlace: CERRO - VALDEBERNARDO Fecha: 12/05/2014

| Flora n°: | | CERRO | | | EMPALME SEGREGACION | | | VALDEBERNARDO | | | Posición Repartidor | Promedio Empalme |
|--------------|---------------|-------|-------|----------|---------------------|-------|----------|---------------|-------|----------|------------------------|---------------------|
| | | OE | EO | Promedio | OE | EO | Promedio | OE | EO | Promedio | | |
| | Distancia (m) | 0 | 3563 | | 910 | 2653 | | 3563 | 0 | | | |
| 1 | 2ª Ventana | 0,94 | 0,23 | 0,59 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,32 | 0,24 | 0,28 | 9 | 0,04 |
| | 3ª Ventana | 0,68 | 0,30 | 0,49 | 0,00 | 0,11 | 0,06 | 0,25 | 0,20 | 0,23 | | 0,06 |
| 2 | 2ª Ventana | 0,32 | 0,66 | 0,49 | 0,06 | 0,00 | 0,04 | 0,84 | -0,04 | 0,40 | 10 | 0,04 |
| | 3ª Ventana | 0,30 | -0,08 | 0,11 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,49 | 0,55 | 0,52 | | 0,04 |
| 3 | 2ª Ventana | 0,59 | 0,63 | 0,61 | 0,26 | -0,10 | 0,08 | 0,52 | 0,42 | 0,47 | 11 | 0,06 |
| | 3ª Ventana | 0,46 | 0,42 | 0,44 | 0,16 | -0,02 | 0,07 | 0,17 | 0,35 | 0,26 | | 0,07 |
| 4 | 2ª Ventana | 0,75 | 0,24 | 0,50 | 0,13 | 0,11 | 0,12 | 0,78 | 0,34 | 0,56 | 12 | 0,12 |
| | 3ª Ventana | 0,63 | 0,16 | 0,40 | 0,08 | 0,15 | 0,11 | 0,63 | 0,40 | 0,52 | | 0,11 |
| 5 | 2ª Ventana | 0,36 | 0,28 | 0,32 | 0,08 | 0,05 | 0,07 | 0,47 | 0,12 | 0,30 | 13 | 0,07 |
| | 3ª Ventana | 0,28 | 0,14 | 0,21 | -0,05 | 0,02 | -0,02 | 0,46 | 0,13 | 0,29 | | -0,02 |
| 6 | 2ª Ventana | 0,25 | -0,01 | 0,12 | 0,11 | 0,01 | 0,06 | 0,33 | 0,68 | 0,61 | 14 | 0,06 |
| | 3ª Ventana | 0,24 | -0,09 | 0,08 | 0,02 | 0,07 | 0,04 | 0,29 | 0,69 | 0,49 | | 0,04 |
| 7 | 2ª Ventana | 0,81 | 1,10 | 0,95 | 0,27 | -0,13 | 0,07 | 0,85 | 0,96 | 0,90 | 15 | 0,07 |
| | 3ª Ventana | 0,71 | 0,84 | 0,77 | 0,09 | -0,05 | 0,02 | 0,59 | 0,77 | 0,68 | | 0,02 |
| 8 | 2ª Ventana | 0,42 | 0,24 | 0,33 | 0,17 | -0,11 | 0,03 | 0,41 | 0,43 | 0,42 | 16 | 0,03 |
| | 3ª Ventana | 0,36 | 0,45 | 0,41 | 0,09 | 0,38 | 0,23 | 0,34 | 0,50 | 0,42 | | 0,23 |

Para verificar la calidad del cable óptico y de su instalación se realizarán las siguientes medidas que posteriormente deberán reflejarse el documento que se entregará el Canal, según se ha indicado en el párrafo anterior. Estas medidas son:

Cables monomodo:

- Medidas de reflectometría mediante equipo OTDR de cada una de las fibras en **ambos sentidos**, en 2ª y 3ª ventana (1310 nm y 1550 nm), **con bobina de lanzamiento de al menos 1 km en origen y final.**
- Los archivos de medidas seguirán la siguiente nomenclatura

Origen_Id – Fin_Id – N° Fibra – Longitud de Onda – Sentido de medida

LÍMITES DE RECEPCION DEL ENLACE

Los limites de aceptación de las medidas reflectométricas para fibra **monomodo** serán los siguientes:

1. Media de perdida de conector **FC/PC – 0.75 dB , SC/APC – 0.7 dB**
2. Reflectancia conector en 1550 < **-30 db** para conector FC/PC y <**-50 dB** en conector SC/APC
3. Pérdida media máxima para empalme **0.20 dB** en ambas ventanas
4. Pérdida máxima por empalme en un sentido **0.35 dB**. (Las perdidas < 0.35 db son válidas siempre y cuando la media en ambos sentidos sea < 0.20 dB))
5. Pérdida media de empalme de una ruta **0.15 dB** (aplicable a rutas con más de 3 empalmes)
5. Pendiente máxima de tramo en 1310 nm **0.36 db/km** y en 1550 nm **0.25 dB/km** (aplicable a distancia entre empalmes > a 500 m)

Los limites de aceptación de las medidas reflectométricas para fibra **multimododo OM2** serán los siguientes:

1. Media de perdida de conector SC o ST– **0.8 dB**

2. Reflectancia conector en **1300 < -50 db**

3. Pendiente máxima en 850 nm **3.5 db/km** y en 1300 nm **1.5 dB/km** medida desde enfrentador a enfrentador.

No se permite la realización de empalmes intermedios en el cable multimodo. Si por necesidad de la instalación hubiese que realizarlo siempre se respetarán los límites de pendientes

