

ANEJO N° 10

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	POSIBILIDADES DE FUNCIONAMIENTO DEL NUDO HIDRÁULICO DE LOS DEPÓSITOS DE AGUA DE TRES CANTOS	2
2.1.	OPERACIONES	2
2.2.	INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS.....	3
2.3.	POSIBILIDADES DE FUNCIONAMIENTO.....	19
3.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL.....	27
3.1.	EQUIPOS DE SALA DE CONTROL	27
3.2.	CONTROLADOR.....	28
3.3.	MÓDULOS DE E/S.....	30
3.3.1.	MÓDULOS DE ENTRADA DIGITAL.....	30
3.3.2.	MÓDULOS DE SALIDA DIGITAL.....	31
3.3.3.	MÓDULOS DE ENTRADA ANALÓGICA.....	31
3.3.4.	MÓDULOS DE SALIDA ANALÓGICA	32
3.3.5.	MÓDULO DE COMUNICACIONES ETHERNET INDUSTRIAL:.....	32
3.4.	INTERFAZ DE TELECONTROL:	33
3.5.	MÓDULO DE SEGURIDAD PARA ETHERNET INDUSTRIAL:.....	34
3.6.	ESTACIÓN DE VISUALIZACIÓN (HMI):.....	34
3.7.	TERMINAL OPERADOR E INTERFAZ HMI:	35
3.8.	ELECTRÓNICA DE RED:.....	35
3.9.	CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS:	36
3.10.	ARMARIO PARA ALOJAMIENTO	37
3.11.	DISPONIBILIDAD	37
3.12.	CAPACIDAD DE RESERVA	38
3.13.	REQUISITOS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS (INSTRUMENTOS) DE CAMPO	39
3.14.	UBICACIÓN DE EQUIPOS.....	40
3.15.	CABLEADO DE EQUIPOS	41
3.16.	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	42

3.16.1.	ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA	42
3.16.2.	ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA	43
3.16.3.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	43
4.	SOFTWARE	44
5.	FUNCIONES DEL SISTEMA	46
5.1.	GENERALIDADES	46
5.2.	GRÁFICOS INTERACTIVOS DE OPERACIÓN	48
5.3.	LAZOS DE CONTROL.....	48
5.4.	ALARMAS	49
5.5.	ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....	49
5.6.	PANTALLAS DE ESTADO.....	50
5.7.	INFORMES.....	50
6.	CONTROL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	51
7.	LISTADO DE SEÑALES A CONTROLAR	53
8.	REGLAMENTO, NORMAS Y RECOMENDACIONES	65
8.1.	INTRODUCCIÓN	65
8.2.	CARÁCTER GENERAL	65
8.3.	ESPECIFICACIONES DE CABLEADO	67
8.4.	ESPECIFICACIONES AMBIENTALES	67
9.	RELACIÓN DE EQUIPOS Y SERVICIOS.....	69

APÉNDICE 1. ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO

1. **INTRODUCCIÓN**

El objetivo prioritario de Sistema de Control (SC) es controlar y garantizar el funcionamiento del bombeo del nudo hidráulico de Tres Cantos, obteniendo en todo momento la máxima seguridad de funcionamiento para las personas y las instalaciones, con el máximo rendimiento. Este control, abarcará también la instalación eléctrica asociada, supervisando el estado de los dispositivos de los cuadros eléctricos y analizando el rendimiento y optimizando los consumos de energía.

El modo de operación normal de las instalaciones será remoto automático sin la actuación directa de operador, aunque también permitirá, ocasionalmente, la operación en modo manual bajo las acciones y decisiones del operador.

El sistema será autónomo y tendrá programadas todas las funciones necesarias. Se realizará el control automático de operación y ante alarmas críticas provenientes de los equipos o ante un fallo del sistema de control, la instalación estará diseñada de tal forma para que vaya a un estado seguro. Esto implica que la instalación de forma automática y ordenada, vaya al estado que no cause daño a personas.

Los criterios de funcionamiento buscarán siempre el máximo aprovechamiento de los recursos con el mínimo consumo energético.

El Sistema de Control (SC), estará basado en un sistema gráfico tipo SCADA, y permitirá entre otras, las siguientes funciones básicas:

- Adquisición de datos
- Tratamiento de las variables de proceso
- Regulación
- Protección
- Tratamiento de alarmas
- Visualización
- Almacenamiento de datos
- Realización de informes (históricos, estadísticos, tendencias, etc.)
- Registro
- Mando y Control

Todos los módulos que constituyen la interfase con los elementos del sistema, se alojarán en cabinas adecuadas al entorno, distribuidas por la instalación, a las que llegarán todas las señales de entradas y salidas del sistema.

El proceso de operación del bombeo, requerirá el establecimiento de enclavamientos entre dispositivos y/o elementos. Una vez definidos todos los elementos que componen la instalación, se creará el diagrama de decisiones y enclavamientos entre los elementos, que se basará en las Normas de Funcionamiento. El sistema de control estará preparado para ejecutar y controlar todas las órdenes de enclavamiento.

En los puntos siguientes, de esta documentación, se hace una descripción de la arquitectura y de las funciones del sistema.

2. POSIBILIDADES DE FUNCIONAMIENTO DEL NUDO HIDRÁULICO DE LOS DEPÓSITOS DE AGUA DE TRES CANTOS

La remodelación de la estación elevadora y depósito de Tres Cantos así como las interconexiones que se han proyectado dan lugar a un ahorro energético del bombeo y una mayor flexibilidad en la utilización de fuentes de suministro para la distribución de Tres Cantos con el consiguiente aumento de la garantía en el servicio.

Por tanto se puede afirmar que las actuaciones realizadas en el nudo hidráulico de Tres Cantos mejoran su funcionalidad.

2.1. OPERACIONES

El nudo de Tres Cantos permite realizar las siguientes operaciones:

Almacenar el agua procedente de forma gravitatoria del Canal Bajo de Lozoya, caudal comprendido entre 1,50 m³/s y 0,86 m³/s, en las dos cámaras del depósito de Tres Cantos de 74.967,3 m³ de capacidad total.

Almacenar el agua procedente de forma gravitatoria del Sifón de Colmenar, en las dos cámaras del depósito de Tres Cantos.

Interconectar el Canal Bajo de Lozoya y el Sifón de Colmenar a través de unos grupos de bombeo específicos de trasvase, caudal máximo a transportar desde el depósito de Tres Cantos comprendido entre $0,83 \text{ m}^3/\text{s}$ y $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$, y una conducción nueva de impulsión DN 800 mm hasta la chimenea de equilibrio situada junto al sifón de Colmenar.

Interconectar los depósitos El Pinar con el depósito elevado de Tres Cantos a través de unos grupos de bombeo específicos y la prolongación de la aducción de suministro a la red de distribución de Tres Cantos procedente del depósito El Pinar hasta la estación elevadora de Tres Cantos.

Bombear un caudal nominal máximo de $1,052 \text{ m}^3/\text{s}$, desde los depósitos de Tres Cantos hasta el Sifón de Colmenar. En caso de emergencia, los grupos de bombeo de trasvase permiten el suministro al depósito elevado de Tres Cantos.

Bombear un caudal nominal máximo de $0,188 \text{ m}^3/\text{s}$, desde el bombeo en línea instalado junto al bombeo de trasvase hasta la red de distribución y depósito elevado de Tres Cantos.

Bombear un caudal nominal máximo de $0,251 \text{ m}^3/\text{s}$, desde un grupo de bombeo de trasvase hasta la red de distribución y depósito elevado de Tres Cantos, en casos de emergencia por avería del sistema de bombeo en línea.

2.2. INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS

Para poder realizar las operaciones descritas con seguridad y evitar una falsa maniobra que podría repercutir en la calidad del servicio, se necesitan consignas, protecciones, enclavamientos y temporizaciones, actuando sobre válvulas de seccionamiento o regulación, grupos motorbomba, etc., mediante medidores de caudal, nivel, presión, indicadores de posición, etc., que a continuación se describen:

1) Medidores de caudal.

Los equipos de medida de caudal en la instalación son del tipo electromagnético de principio inductivo, para agua limpia a temperatura ambiente y versión con electrónica remota con 10 m de cable.

Mediante caudalímetros electromagnéticos, se dispondrá de la información en tiempo real de los caudales circulantes por la:

- Impulsión de trasvase, a la salida de la estación de bombeo (DN 800 mm): FTA01.
- Baipás para pruebas del bombeo de trasvase (DN 300 mm): FTA02.
- Impulsión a depósito elevado, en la obra de conexión con la red Canal de Isabel II a la salida de la estación de bombeo (DN 600 mm): FTA03.
- Baipás para pruebas del bombeo a depósito elevado (DN 200 mm): FTA04.

2) Medidores de nivel de depósito.

Mediante sensores de nivel se dispondrá de la información en tiempo real de los niveles en:

- Corredor este de alimentación de los grupos de bombeo de trasvase B01, B02 y B03 del depósito semienterrado de Tres Cantos.

Indicador de nivel analógico, LI01.

Transductor de nivel, LTA01.

Detector de nivel mínimo de explotación a cota 691,50 m.s.n.m., DTN01.

Detector de nivel máximo de prevertido a cota 695,90 m.s.n.m., DTN02.

Detector de nivel máximo de vertido a cota 696,15 m.s.n.m., DTN03.

Detector de nivel mínimo de arranque con carga de agua a cota 692,96 m.s.n.m., DTN04.

Detector de nivel mínimo de arranque con carga de agua a cota 692,96 m.s.n.m., DTN05.

- Corredor oeste de alimentación de los grupos de bombeo de trasvase B04 y B05 del depósito semienterrado de Tres Cantos.

Indicador de nivel analógico, LI02.

Transductor de nivel, LTA02.

Detector de nivel mínimo de explotación a cota 691,50 m.s.n.m., DTN06.

Detector de nivel máximo de prevertido a cota 695,90 m.s.n.m., DTN07.

Detector de nivel máximo de vertido a cota 696,15 m.s.n.m., DTN08.

Detector de nivel mínimo de arranque con carga de agua a cota 692,96 m.s.n.m., DTN09.

Detector de nivel mínimo de arranque con carga de agua a cota 692,96 m.s.n.m., DTN10.

- Depósito elevado de Tres Cantos.

Transductor de nivel, LTA03.

Detector de nivel mínimo a cota 772,30 m.s.n.m., DTN11.

Detector de nivel mínimo de arranque grupo con carga de agua a cota 780,30 m.s.n.m., DTN12.

Detector de nivel mínimo de arranque grupo con carga de agua a cota 780,30 m.s.n.m., DTN13.

Detector de nivel mínimo de arranque grupo con carga de agua a cota 780,60 m.s.n.m., DTN14.

Detector de nivel mínimo de arranque grupo con carga de agua a cota 780,60 m.s.n.m., DTN15.

Detector de nivel máximo de parada grupo con carga de agua a cota 784,70 m.s.n.m., DTN16.

Detector de nivel máximo de parada grupo con carga de agua a cota 784,70 m.s.n.m., DTN17.

Detector de nivel máximo de parada grupo con carga de agua a cota 785,00 m.s.n.m., DTN18.

Detector de nivel máximo de parada grupo con carga de agua a cota 785,00 m.s.n.m., DTN19.

Detector de nivel máximo de prevertido a cota 791,80 m.s.n.m., DTN20.

Detector de nivel máximo de vertido a cota 792,10 m.s.n.m., DTN21.

- Depósito de cebado (sistema de cebado bombeo de trasvase).

Detector de nivel mínimo a cota 692,96 m.s.n.m. de arranque grupo de bombeo de vacío, DTN22.

Detector de nivel máximo a cota 693,10 m.s.n.m. de arranque grupo de bombeo de trasvase, DTN23.

- Depósito agua de servicios (sistema de cebado bombeo de trasvase).

Detector de nivel mínimo para llenado depósito de servicios a cota 692,00 m.s.n.m., DTN24.

3) Medidores de nivel detección inundación sala de bombas.

La obra de conexión con red de Canal de Isabel II Gestión es un recinto con unas dimensiones en planta de 7,10x6,10 m, con una cota de solera a cota 691,349 m.s.n.m. y que está conectada a la sala de bombas a cota 691,82 m.s.n.m. a través de un hueco en el muro norte de 1,00x2,00 m rematado por arco de medio punto de 0,60 m de radio.

En la **obra de conexión** se dispone de un pozo de dimensiones de 1,00x1,00x1,00 m donde se instala una bomba sumergible para el achique del agua procedente del desmontaje de equipos y tuberías de la obra de conexión. En el pozo de achique se dispondrá cinco sondas de nivel:

Detector de nivel mínimo de parada de grupo de achique con carga de agua a cota 690,35 m.s.n.m., DTN25.

Detector de presencia de agua y aviso de la situación con carga de agua a cota 690,65 m.s.n.m., DTN26.

Detector de nivel máximo de arranque de grupo de achique con carga de agua a cota 691,00 m.s.n.m., DTN27.

Detector de nivel máximo de corte de secuencia con carga de agua a cota 691,15 m.s.n.m., DTN28.

Detector de nivel máximo de enclavamiento en CCM con carga de agua a cota 691,35 m.s.n.m., DTN29.

La **sala de bombas** dispone de tres pozos que recogen el desagüe de la tubería de impulsión actual así como las debidas al mantenimiento de los equipos y tuberías de la estación elevadora, que están conectados con tubería ϕ 800 mm instalada por debajo de la solera de la sala de bombas y que vierte por gravedad en el corredor de desagüe del depósito. En el corredor de desagüe se recogen además los caudales del aliviadero, desagüe y drenajes de la solera del depósito de Tres Cantos.

En el pozo de drenaje situado junto al muro sur de la sala de bombas se instalarán tres sondas de nivel:

Detector de presencia de agua y aviso de la situación con carga de agua a cota 688,90 m.s.n.m., DTN30.

Detector de nivel máximo de corte de secuencia con carga de agua a cota 691,52 m.s.n.m., DTN31.

Detector de nivel máximo de enclavamiento en CCM con carga de agua a cota 691,82 m.s.n.m., DTN32.

4) Medidores de presión.

Mediante transductores de presión se dispondrá de la presión en tiempo real del sistema. Los manómetros, presostatos y transductores de presión que se han instalado en aspiración e impulsión de los grupos de la sala de bombas son:

- Conducción de aspiración a los grupos motorbomba en línea B06, B07, B08 y B09 (Presostato de mínima, dos transmisores de presión y manómetro): PST01 (directa), PST02 (temporizada), PTA01 y PTA02.
- Conducción de impulsión de los grupos motorbomba en línea B06, B07, B08 y B09 (Presostato máxima, dos transmisores de presión y manómetro): PST03 (directa), PST04 (temporizada), PTA03 y PTA04.
- Conducción de impulsión de los grupos motorbomba en línea B06, B07, B08 y B09, aguas abajo de los seccionamientos motorizados (Presostato de mínima): PST05 (directa) y PST06 (temporizada).
- Conducción de impulsión de los grupos motorbomba de trasvase B01, B02 y B03 (Presostato de máxima, dos transmisores de presión y manómetro): PST07 (directa), PST08 (temporizada), PTA05 y PTA06.

- Conducción de impulsión de los grupos motorbomba de trasvase B04 y B05 (Presostato de máxima, dos transmisores de presión y manómetro): PST09 (directa), PST10 (temporizada), PTA07 y PTA08.
- Conducción de impulsión de los grupos motorbomba de trasvase B01, B02, B03, B04 y B05, aguas abajo de los seccionamientos motorizados (Presostato de mínima): PST11 (directa) y PST12 (temporizada).
- Conducción de impulsión bombeo en línea en escenario de bombeo de emergencia (Presostato de mínima): PST13 (directa) y PST14 (temporizada).

Además en las cadenas de aspiración e impulsión de los nueve grupos motor bomba de nueva instalación de la estación elevadora, aguas abajo del seccionamiento de la aspiración y aguas arriba de la válvula de retención se dispone de un manómetro y los siguientes presostatos.

- Cadena de impulsión B01 (Presostato de máxima y manómetro): PST15 (directa) y PST16 (temporizada).
- Cadena de impulsión B02 (Presostato de máxima y manómetro): PST17 (directa) y PST18 (temporizada).
- Cadena de impulsión B03 (Presostato de máxima y manómetro): PST19 (directa) y PST20 (temporizada).
- Cadena de impulsión B04 (Presostato de máxima y manómetro): PST21 (directa) y PST22 (temporizada).
- Cadena de impulsión B05 (Presostato de máxima y manómetro): PST23 (directa) y PST24 (temporizada).
- Cadena de aspiración B06 (Presostato de mínima y manómetro): PST25 (directa) y PST26 (temporizada).
- Cadena de impulsión B06 (Presostato de máxima y manómetro): PST27 (directa) y PST28 (temporizada).

- Cadena de aspiración G07 (Presostato de mínima y manómetro): PST29 (directa) y PST30 (temporizada).
- Cadena de impulsión B07 (Presostato de máxima y manómetro): PST31 (directa) y PST32 (temporizada).
- Cadena de aspiración B08 (Presostato de mínima y manómetro): PST33 (directa) y PST34 (temporizada).
- Cadena de impulsión B08 (Presostato de máxima y manómetro): PST35 (directa) y PST36 (temporizada).
- Cadena de aspiración B09 (Presostato de mínima y manómetro): PST37 (directa) y PST38 (temporizada).
- Cadena de impulsión B09 (Presostato de máxima y manómetro): PST39 (directa) y PST40 (temporizada).

El ajuste de transductores y presostatos debe hacer que primero actúe el transductor y si la presión sigue aumentando (o disminuyendo) por encima del umbral fijado, después actúa el presostato.

Si actúa el presostato de máxima o mínima (que genera según el caso paro o enclavamiento de la instalación) sin que haya actuado previamente el transductor, se considera que el transductor esta en fallo.

5) Señales individuales conjunto motor-bomba.

Además de las medidas de presión de los grupos motor bomba indicadas en el apartado anterior en los grupos de trasvase (B01, B02, B03, B04 y B05) se incluirán detectores de vibraciones y temperatura.

Detectores de vibración

En cada grupo se dispondrá de un detector radial, perpendicular al eje, y otro longitudinal.

- Grupo motor bomba B01 (Detector de vibraciones): VIB01 (radial) y VIB02 (longitudinal).
- Grupo motor bomba B02 (Detector de vibraciones): VIB03 (radial) y VIB04 (longitudinal).
- Grupo motor bomba B03 (Detector de vibraciones): VIB05 (radial) y VIB06 (longitudinal).
- Grupo motor bomba B04 (Detector de vibraciones): VIB07 (radial) y VIB08 (longitudinal).
- Grupo motor bomba B05 (Detector de vibraciones): VIB09 (radial) y VIB10 (longitudinal).

Detectores de temperatura

En cada grupo se dispondrán de siete detectores de temperatura PT100 con elementos de platino 100 ohm a 0°C, tres para los devanados del motor, dos para rodamientos del motor y dos para rodamientos de la bomba

- Grupo motor bomba B01 (Detector de temperatura): TE01 (devanado motor), TE02 (devanado motor), TE03 (devanado motor) , TE04 (rodamiento motor), TE05 (rodamiento motor), TE06 (rodamiento bomba) y TE07 (rodamiento bomba).
- Grupo motor bomba B02 (Detector de temperatura): TE08 (devanado motor), TE09 (devanado motor), TE10 (devanado motor) , TE11 (rodamiento motor), TE12 (rodamiento motor), TE13 (rodamiento bomba) y TE14 (rodamiento bomba).
- Grupo motor bomba B03 (Detector de temperatura): TE15 (devanado motor), TE16 (devanado motor), TE17 (devanado motor) , TE18 (rodamiento motor), TE19 (rodamiento motor), TE20 (rodamiento bomba) y TE21 (rodamiento bomba).
- Grupo motor bomba B04 (Detector de temperatura): TE22 (devanado motor), TE23 (devanado motor), TE24 (devanado motor) , TE25 (rodamiento motor),

TE26 (rodamiento motor), TE27 (rodamiento bomba) y TE28 (rodamiento bomba).

- Grupo motor bomba B05 (Detector de temperatura): TE29 (devanado motor), TE30 (devanado motor), TE31 (devanado motor), TE32 (rodamiento motor), TE33 (rodamiento motor), TE34 (rodamiento bomba) y TE35 (rodamiento bomba).

6) Niveles de calderín.

En los dos calderines de la instalación se dispondrá de medida analógica del nivel de agua y tres presostatos para paro de carga, carga y alarma. Los dos calderines tienen un volumen de 12 m³ y en condiciones de funcionamiento tendrán 6 m³ de agua a un nivel medio de la lámina situada a cota 699,172 m.s.n.m. lo que se conseguirá con el funcionamiento del compresor de aire asociado.

El calderín 1: CAL01 está conectado a la impulsión de trasvase de los grupos G01, G02 y G03 y tendrá las siguientes sondas de presión:

- Indicador de nivel analógico, LI03.
- Presostato de paro de carga (presostato de máxima): PST41.
- Presostato de carga (presostato de mínima): PST42.
- Presostato de alarma (presostato de mínima): PST43.

El calderín 2: CAL02 está conectado a la impulsión de trasvase de los grupos G04 y G05 y tendrá las siguientes sondas de presión:

- Indicador de nivel analógico, LI04.
- Presostato de paro de carga (presostato de máxima): PST44.
- Presostato de carga (presostato de mínima): PST45.
- Presostato de alarma (presostato de mínima): PST46.

7) Válvulas de seccionamiento.

Las siguientes válvulas motorizadas PN-16, con tiempos de cierre de 180 segundos para válvulas de DN<500 mm y 300 segundos para válvulas de DN ≥ 500 mm,

provistas de indicador continuo de posición y finales de carrera abierta/cerrada, permitirán aislar o comunicar diversos tramos o conjuntos de conducciones de interconexión, siendo su ubicación la siguiente:

- 2 válvulas de DN 700 mm de diámetro en las conducciones de impulsión de los grupos motorbomba de trasvase en la estación de bombeo de Tres Cantos, la válvula VAU07 para la impulsión de tres grupos (B01, B02 y B03) y la válvula VAU08 para la impulsión de dos grupos (B04 y B05) instaladas en la sala de bombas.
- 2 válvulas de DN 600 mm de diámetro en las conducciones de conexión del bombeo de trasvase con la impulsión al depósito elevado, la válvula VAU11 para la impulsión de tres grupos (B01, B02 y B03) y la válvula VAU10 para la impulsión de dos grupos (B04 y B05) instaladas en la sala de bombas.
- 1 válvula de DN 600 mm de diámetro en la conducción de alimentación al bombeo en línea en la estación de bombeo de Tres Cantos, la válvula VAU06 instalada en la sala de bombas.
- 1 válvula de DN 400 mm de diámetro en la conducción de impulsión del bombeo en línea en la estación de bombeo de Tres Cantos, la válvula VAU09 instalada en la sala de bombas.
- 1 válvula de DN 800 mm de diámetro, la válvula VAU36 instalada en la obra de conexión con la impulsión de trasvase existente junto a la chimenea de equilibrio.
- 1 válvula de DN 600 mm de diámetro, la válvula VAU37 instalada en la obra de conexión con la impulsión de trasvase existente junto a la chimenea de equilibrio.

8) Válvulas y compuertas murales de entrada a los depósitos y canales de toma de la estación elevadora de Tres Cantos.

El depósito de Tres Cantos se alimenta a través de dos conducciones:

1) Aducción de hormigón armado de DN 1000 mm procedente del canal Bajo de Lozoya que en la entrada al depósito dispone de una válvula de mariposa motorizada de 800 mm de diámetro.

1) Aducción de hormigón con camisa de chapa de DN 1000 mm procedente del sifón de Colmenar que en la entrada al depósito dispone de dos compuertas murales.

El sistema de alimentación del depósito y estación elevadora de Tres Cantos dispone de veintisiete (27) compuertas murales de las que se renovarán quince (15). Se tienen once (11) huecos de interconexión de las cámaras del depósito que tienen compuertas murales dobles en los dos alzados del muro, de las que solo se renovará una de las compuertas con estanqueidad en los dos sentidos y se eliminará la otra compuerta. A continuación se indican las funciones de las compuertas murales de la instalación que se renuevan:

- 1) La alimentación del **depósito de Tres cantos** de agua procedente del Sifón de Colmenar tiene un seccionamiento general formado por dos compuertas murales de las que se renovará una de ellas, CM15 que dispondrá de un accionamiento motorizado.
- 2) En la **galería de llenado** del depósito de Tres Cantos se dispone de dos compuertas murales CM10 y CM11 para el llenado de las dos cámaras del depósito y una compuerta mural CM12 para el llenado del canal de toma de la estación elevadora que se renovarán y dispondrán de un accionamiento motorizado.
- 3) El llenado del **canal de toma** de la estación elevadora se puede efectuar desde las dos cámaras del depósito mediante compuertas murales dobles CM4, CM4 bis, CM5 y CM5 bis de las que se renovarán las compuertas CM4 y CM5 que dispondrán de accionamiento motorizado.
- 4) El **canal de toma** puede distribuir a los corredores de toma este y oeste de la estación elevadora a través de dos compuertas murales dobles CM6, CM6 bis,

CM7 y CM7 bis de las que se renovarán las compuertas CM6 y CM7 que dispondrán de accionamiento motorizado.

- 5) El **corredor oeste** de alimentación de la estación elevadora se puede alimentar directamente desde una de las cámaras del depósito de Tres Cantos mediante compuertas murales dobles CM3, CM3 bis, CM4 y CM4 bis de las que se renovará la compuerta CM3 que dispondrá de accionamiento motorizado y se quitará la otra cerrando el hueco con muro de hormigón armado.
- 6) El **corredor este** de alimentación de la estación elevadora se puede alimentar directamente desde una de las cámaras del depósito de Tres Cantos mediante compuertas murales dobles CM1, CM1 bis, CM2 y CM2 bis de las que se renovarán las compuertas CM1 y CM2 que dispondrán de accionamiento motorizado.
- 7) Las **cámaras del depósito** disponen de compuertas murales dobles CM8, CM8 bis, CM9 y CM9 bis para su vaciado al **corredor de desagüe** de las que se renovarán las compuertas CM8 y CM9 que dispondrán de accionamiento motorizado.
- 8) El **Canal y corredores de toma** de la estación elevadora disponen de compuertas murales CM13 y CM14 para su vaciado al **corredor de desagüe** que se renovarán y dispondrán de un accionamiento manual.

El corredor este y oeste de alimentación de la estación elevadora están interconectados por una tubería de 1000 mm de diámetro con una válvula de mariposa de accionamiento manual que quedará fuera de servicio en la nueva instalación.

9) **Válvulas en las cadenas de aspiración e impulsión de los grupos motorbomba.**

Para poder efectuar las operaciones de mantenimiento y conservación de los grupos de bombeo sin necesidad de parar la estación elevadora así como el cierre de la estación de bombeo ante inundación, los grupos motorbomba van equipados con

válvulas motorizadas en las cadenas de aspiración e impulsión de los siguientes tamaños:

- 5 válvulas de compuerta de accionamiento motorizado de 400 mm de diámetro PN-16 en las cadenas de aspiración del bombeo de trasvase: VAU-01, VAU-02, VAU-03, VAU-04 y VAU-05.
- 5 válvulas de mariposa de accionamiento manual de 400 mm de diámetro PN-16 en las cadenas de impulsión del bombeo de trasvase: VAU12, VAU13, VAU14, VAU15 y VAU16.
- 4 válvulas de compuerta de accionamiento manual de 300 mm de diámetro PN-16 en las cadenas de aspiración del bombeo en línea: VAU17, VAU19, VAU21 y VAU23.
- 4 válvulas de compuerta de accionamiento manual de 200 mm de diámetro PN-16 en las cadenas de impulsión del bombeo en línea: VAU18, VAU20, VAU22 y VAU 24.

Los calderines de hidroneumáticos de aire comprimido se unen con las conducciones de impulsión a través de tubería y válvulas de seccionamiento de compuerta de DN400 mm, VAU33 y VAU34.

10) Válvulas reguladoras de caudal.

Para poder garantizar los caudales circulantes previstos, la instalación existente dispone de una válvula de regulación para los caudales gravitatorios procedentes del sifón de Colmenar.

11) Estación de bombeo de Tres Cantos.

La estación elevadora de Tres Cantos dispone de **cinco grupos motor-bomba (B01, B02, B03, B04 y B05)**, uno de ellos en reserva, con motor de 355 kW que se utilizarán de forma habitual para el trasvase de caudales entre el Canal Bajo de Lozoya y el Sifón de Colmenar con alimentación desde el depósito de Tres Cantos y **cuatro**

grupos motor-bomba (B06, B07, B08 y B09), dos de ellos en reserva, con motor de 22 kW que se utilizarán para la distribución de los sectores Norte y Sur de Tres Cantos con alimentación desde el depósito El Pinar.

Uno de los grupos motor-bomba del bombeo de trasvase se podrá utilizar para la distribución de Tres Cantos, en caso de fallo en el funcionamiento de la aducción del depósito El Pinar a la red de distribución Tres Cantos o del bombeo en línea.

El arranque de las bombas de trasvase se podrá realizar directamente con niveles de agua mayores de la cota 692,956 m, lo que garantiza que el rodete de la bomba esté sumergido, y para niveles de agua inferiores mediante un sistema de cebado con grupos de bombeo de vacío.

El sistema de cebado está formado por dos grupos de bombeo de vacío de anillo líquido, uno de ellos en reserva, y dos depósitos uno para cebado y otro para agua de servicios. El depósito de agua de servicios debe tener un protocolo de renovación del agua almacenada de forma que no supere las 72 horas.

Los **grupos motorbomba de trasvase** de la estación elevadora de Tres Cantos, girando a velocidades de 1490 r.p.m. aportan los caudales que se bombean al sifón de Colmenar y para cuatro grupos funcionando en paralelo varían entre 0,83 m³/s y 1,05 m³/s, con rendimientos comprendidos entre el 79,00% y 83,00% y con unas alturas manométricas comprendidas entre 90,86 m.c.a. y 73,24 m.c.a.

En el caso de fallo en el sistema de bombeo en línea a la red de distribución de Tres Cantos se utilizará un grupo de bombeo de trasvase para la distribución de Tres Cantos. El grupo motor-bomba arrancará y parará en función de un nivel de agua mínimo (780,60 m.s.n.m.) y máximo (785,00 m.s.n.m.) en el depósito elevado de Tres Cantos. La utilización de un grupo de bombeo de trasvase para la distribución de Tres Cantos desde el depósito elevado aporta un caudal variable entre 162,47 l/s y 251,75 l/s, con rendimientos comprendidos entre el 71,31 % y 80,51% y con unas alturas manométricas comprendidas entre 94,28 m.c.a. y 86,48 m.c.a.

Los **grupos del bombeo en línea** de la estación elevadora de Tres Cantos, girando a velocidades de 1460 r.p.m. aportan los caudales que se bombean a la red de

distribución de Tres Cantos y para dos grupos funcionando en paralelo varían entre 0,107 m³/s y 0,188 m³/s, con rendimientos comprendidos entre el 80,49% y 85,15% y con unas alturas manométricas comprendidas entre 17,72 m.c.a. y 12,74 m.c.a.

Los grupos motor-bomba en línea arrancarán y pararán en función de un nivel de agua mínimo (780,60/780,30 m.s.n.m.) y máximo (785,00/784,70 m.s.n.m.) en el depósito elevado de Tres Cantos

Además de las protecciones normales eléctricas, de temperaturas y de vibraciones los grupos motor-bomba tendrán que ser protegidos, mediante los enclavamientos necesarios, algunos temporizados, para evitar que funcionen fuera de su zona de trabajo y puedan efectuarse operaciones sin necesidad de parar la estación de bombeo.

El bombeo de trasvase tendrá un modo de funcionamiento en presión en el que se necesitan las siguientes consignas:

- Presión mínima admisible para cada grupo motor bomba.
- Presión máxima admisible para cada grupo motor bomba.
- Nº de bombas a mantener en marcha.
- Tiempo de espera antes de re arranque.
- Tiempo máximo de marcha del bombeo en presión.
- Tiempo para inhabilitación de transitorios de presión.
- Tiempo de espera entre arranques/paros de equipos.
- Botón de activación/desactivación de funcionamiento en modo de presión activo.

Los bombeos en línea y emergencia tendrán un funcionamiento por nivel de agua en el depósito elevado además de las consignas del funcionamiento por presión indicadas anteriormente. El funcionamiento por nivel requiere las siguientes consignas:

- Niveles de marcha y paro de los grupos motor bomba:

Bombeo en línea

Arranque grupo 1..... Nivel de agua 780,60 m.s.n.m.
Arranque grupo 2 Nivel de agua 780,30 m.s.n.m.
Parada grupo 1 Nivel de agua 785,00 m.s.n.m.
Parada grupo 2 Nivel de agua 784,70 m.s.n.m.

Bombeo de emergencia

Arranque grupo 1..... Nivel de agua 780,60 m.s.n.m.
Parada grupo 1 Nivel de agua 785,00 m.s.n.m.

- Botón de activación/desactivación de funcionamiento en modo nivel.

12) Baipás para pruebas de puesta en marcha.

Para los dos bombeos de la estación elevadora, bombeo de trasvase y bombeo en línea, se dispone de baipás de pruebas que recircula el agua al depósito.

El baipás para pruebas de los grupos de bombeo de trasvase es un circuito de DN300 mm con dos válvulas de compuerta de accionamiento manual VAU29 y VAU30 entre las que se intercala un caudalímetro electromagnético FTA02. Para las pruebas es necesario realizar el seccionamiento de la impulsión general en la obra de medición de caudal a través de las válvulas de accionamiento manual VAU25, VAU26 y VAU27.

El baipás para pruebas de los grupos de bombeo en línea es un circuito de DN200 mm con dos válvulas de compuerta de accionamiento manual VAU31 y VAU32 entre las que se intercala un caudalímetro electromagnético FTA04. Para las pruebas es necesario realizar el seccionamiento de la impulsión general a través de la válvula de accionamiento manual VAU28.

13) Enclavamiento genérico.

En el depósito de Tres Cantos existen dos cámaras en las que se puede almacenar el agua; en condiciones normales una estará llenándose/vaciándose y la otra en reserva, llena o vacía. Como enclavamiento general, cuando empiece a funcionar el bombeo, una tendrá que estar abierta; cuando dicha cámara se llene o vacíe, para no

parar el bombeo, mediante una consigna de nivel se procederá a la apertura de la compuerta mural de la otra cámara y, cuando esté abierta, cerrar la otra; un temporizador de 15 minutos anulará el enclavamiento general mientras dura la operación descrita. La operación anterior también sirve para la sustitución de un grupo motorbomba en marcha por el de reserva sin necesidad de parar la estación, aplicando el concepto de reserva activa, en el que todos los grupos en el tiempo, actúan como grupo de reserva.

Otra solución es que las dos cámaras funcionen en paralelo, interconectadas; en este caso no es necesario el enclavamiento, pero el sistema pierde flexibilidad.

2.3. POSIBILIDADES DE FUNCIONAMIENTO

En los esquemas incluidos en el apéndice 1 se representan coloreados las siguientes posibilidades de funcionamiento, que a continuación se describen:

A. Funcionamiento normal: Llenado depósito desde canal Bajo de Lozoya y funcionamiento bombeos de trasvase y en línea.

Para el **llenado del depósito de Tres Cantos** desde el Canal Bajo de Lozoya se tienen que producir las siguientes circunstancias:

Abierta. Obra de toma en el Canal Bajo de Lozoya.

Abierta. Válvula de 800 mm de diámetro de entrada al depósito de Tres Cantos.

Abiertas. Compuertas murales CM10 y CM11 de llenado de las dos cámaras del depósito de Tres Cantos.

Cerradas. Compuertas murales del canal de toma CM4, CM5, CM6, CM7 y CM12.

Cerradas. Compuertas murales de desagüe CM8, CM9, CM13 y CM14.

Nivel de agua. El nivel de agua en las dos cámaras tendrá que ser inferior al nivel máximo de explotación a cota 695,90 m.

Para funcionar el **bombeo de trasvase** y aportar un caudal de trasvase máximo desde el depósito de Tres Cantos hasta el sifón de Colmenar se tienen que dar las siguientes circunstancias:

Abiertas. Compuertas murales números CM1, CM2 y CM3 de los corredores de toma de los grupos de bombeo.

Abiertas. Válvulas de 400 mm de diámetro en las líneas de aspiración e impulsión de los grupos motor-bomba de trasvase: VAU01, VAU02, VAU03, VAU04, VAU05, VAU12, VAU13, VAU14, VAU15 y VAU16.

Abiertas. Dos válvulas de 700 mm de diámetro en las líneas de impulsión general del bombeo de trasvase: VAU07 y VAU08.

Cerradas. Dos válvulas de 600 mm de diámetro en las líneas de conexión con la impulsión al depósito elevado de Tres Cantos: VAU10 y VAU11

Abiertas. Dos válvulas de 800 mm de diámetro en la medición de caudal del bombeo de trasvase: VAU25 y VAU26.

Cerrada. Válvula de 800 mm de diámetro en el baipás de la medición de caudal del bombeo de trasvase: VAU27.

Abierta. Válvula de 800 mm de diámetro en la obra de conexión con la conducción de trasvase existente: VAU35.

Cerrada. Válvula de 600 mm de diámetro en la obra de conexión con la conducción de trasvase existente: VAU36.

Abierta. La conexión con la rama izquierda o derecha del Sifón de Colmenar.

Cerrada. La conexión con la rama derecha o izquierda del Sifón de Colmenar.

Presión. La presión en la conducción de impulsión tendrá que ser superior a un valor de consigna de 66 m.c.a. que coincide con el caudal máximo de bombeo de los grupos de trasvase: PST11 (directa) y PST12 (temporizada).

Para la **puesta en marcha el bombeo de trasvase** con un nivel de agua en los corredores de toma comprendido entre la cota 692,96 m.s.n.m. y 691,50 m.s.n.m. se necesita el cebado del circuito de trasvase entre la válvula de retención y la toma en el corredor de toma para lo que se tienen que dar las siguientes circunstancias:

- Nivel de agua en corredores de toma. Para niveles de agua en los corredores de toma inferiores a 692,96 m es necesario el cebado del circuito hidráulico entre la válvula de retención y la sección de toma de los grupos de bombeo: DTN04, DTN05, DTN09 y DTN10.
- Nivel 1 de agua en depósito cebado. Para niveles de agua en el depósito de cebado inferior a cota 692,96 m.s.n.m. así como válvulas de accionamiento

manual y válvula solenoide DN 40 mm asociada a uno de los grupos B01,B02,B03, B04 y B05 abierta se arrancará un grupo de bombeo de vacío: DTN22 (interruptor de mínima).

- Nivel 2 de agua en depósito cebado. Para niveles de agua en el depósito de cebado inferior a cota 693,10 m.s.n.m.se arrancará un grupo de bombeo de trasvase: DTN23 (interruptor de máxima).

Para funcionar los grupos del **bombeo en línea** B06, B07, B08 y B09, intercalados entre los depósitos El Pinar (Nivel de agua 773,00 m/ 770,50 m) y elevado de Tres Cantos (Nivel de agua 785,00m/780,00 m), se tienen que dar las siguientes circunstancias:

Abierta. La conducción de aducción de 800 mm de diámetro para la distribución de Tres Cantos desde el depósito El Pinar.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro que aísla la estación de bombeo de la aducción de alimentación: VAU06.

Abiertas. Válvulas de 300 mm de diámetro en las líneas de aspiración y válvulas de 200 mm de diámetro en las líneas de impulsión de los grupos del bombeo en línea: VAU17, VAU18, VAU19, VAU20, VAU21, VAU22, VAU23 y VAU24.

Abierta. Válvula de 400 mm de diámetro que aísla la impulsión general: VAU09.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro que aísla la impulsión general y permite la retirada del caudalímetro del bombeo en línea: VAU28.

Abierta. La conexión con el depósito elevado y red de distribución de Tres Cantos.

Presión. La presión diferencial entre aspiración e impulsión tendrá que ser superior a un valor de consigna de 9,50 m.c.a., PST01 (directa), PST02(temporizada), PST05(directa) y PST06(temporizada).

B. Funcionamiento excepcional (1): Llenado depósito desde Canal Bajo de Lozoya y funcionamiento bombeos de trasvase y emergencia.

Para el llenado del depósito de Tres Cantos desde el Canal Bajo de Lozoya se tienen que producir las siguientes circunstancias:

Abierta. Obra de toma en el Canal Bajo de Lozoya.

Abierta. Válvula de 800 mm de diámetro de acceso a la galería de llenado del depósito de Tres Cantos.

Abiertas. Compuertas murales CM10 y CM11 de llenado de las dos cámaras del depósito de Tres Cantos.

Cerradas. Compuertas murales del canal de toma CM4, CM5, CM6, CM7 y CM12.

Cerradas. Compuertas murales de desagüe CM8, CM9, CM13 y CM14.

Nivel de agua. El nivel de agua en las dos cámaras tendrá que ser inferior al nivel máximo de explotación a cota 695,90 m.

El funcionamiento simultáneo de los grupos de bombeo para el bombeo trasvase y bombeo de emergencia a la distribución de Tres Cantos requiere la utilización de los grupos de bombeo de la zona este y oeste de la estación elevadora para un bombeo determinado.

Para funcionar los **grupos de bombeo (G01, G02 y G03) para el trasvase** al sifón de Colmenar se tienen que dar las siguientes circunstancias:

Abiertas. Compuertas murales números CM1 y CM2 de los corredores de toma de los grupos de bombeo.

Nivel de agua. Para niveles de agua en los corredores de toma inferiores a 692,96 m es necesario el cebado del circuito hidráulico entre la válvula de retención y la sección de toma de los grupos de bombeo: DTN04 y DTN05.

Abiertas. Válvulas de 400 mm de diámetro en las líneas de aspiración e impulsión de los grupos motorbomba B01, B02 y B03: VAU01, VAU02, VAU03, VAU12, VAU13 y VAU14.

Abierta. Válvula de 700 mm de diámetro en la línea de impulsión general del bombeo de trasvase: VAU-07.

Cerrada. Una válvula de 600 mm de diámetro en la línea de conexión con la impulsión al depósito elevado de Tres Cantos: VAU11.

Abiertas. Dos válvulas de 800 mm de diámetro en la medición de caudal del bombeo: VAU25 y VAU26.

Cerrada. Válvula de 800 mm de diámetro en el baipás de la medición de caudal del bombeo: VAU27.

Abierta. Válvula de 800 mm de diámetro en la obra de conexión con la conducción de trasvase existente: VAU35.

Cerrada. Válvula de 600 mm de diámetro en la obra de conexión con la conducción de trasvase existente: VAU36.

Abierta. La conexión con la rama izquierda o derecha.

Cerrada. La conexión con la rama derecha o izquierda.

Presión. La presión en la conducción de impulsión tendrá que ser superior a un valor de consigna de 66 m.c.a. que coincide con el caudal máximo de bombeo de los grupos de trasvase: PST11 (directa) y PST12 (temporizada).

Para funcionar los **grupos de bombeo (B04 y B05) para el bombeo de emergencia a la distribución de Tres Cantos** se tienen que dar las siguientes circunstancias:

Abierta. Compuerta mural número CM3 de los corredores de toma de los grupos de bombeo.

Nivel de agua. Para niveles de agua en los corredores de toma inferiores a 692,96 m es necesario el cebado del circuito hidráulico entre la válvula de retención y la sección de toma de los grupos de bombeo: DTN09 y DTN10.

Abiertas. Válvulas de 400 mm de diámetro en las líneas de aspiración e impulsión de los grupos motorbomba B04 y B05: VAU4, VAU5, VAU15 y VAU16.

Cerrada. Válvula de 700 mm de diámetro en la línea de impulsión general del bombeo de trasvase: VAU08.

Cerrada. Válvula de 400 mm de diámetro en la línea de impulsión general del bombeo en línea: VAU09.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro en la línea de conexión con la impulsión al depósito elevado de Tres Cantos: VAU 10.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro que aísla la impulsión general y permite la retirada del caudalímetro de la impulsión al depósito elevado: VAU28.

Presión. La presión en la conducción de impulsión tendrá que ser superior a un valor de consigna de 66 m.c.a. que coincide con el caudal máximo de bombeo de los grupos de trasvase: PST13 (directa) y PST14 (temporizada).

Los grupos de trasvase B01, B02 y B03 se pueden utilizar para el bombeo de emergencia a la red de distribución de Tres Cantos, realizando el cierre de la válvula de

700 mm de la impulsión general (VAU07) y apertura de la válvula de 600 mm (VAU11) en la línea de conexión con la impulsión al depósito elevado.

Para la **puesta en marcha de los grupos de bombeo de trasvase** con un nivel de agua en los corredores de toma comprendido entre la cota 692,96 m.s.n.m. y 691,50 m.s.n.m. se necesita el cebado del circuito de trasvase entre la válvula de retención y la toma en el corredor de toma para lo que se tienen que dar las siguientes circunstancias:

- Nivel de agua en corredores de toma. Para niveles de agua en los corredores de toma inferiores a 692,96 m es necesario el cebado del circuito hidráulico entre la válvula de retención y la sección de toma de los grupos de bombeo: DTN04, DTN05, DTN09 y DTN10.
- Nivel 1 de agua en depósito cebado. Para niveles de agua en el depósito de cebado inferior a cota 692,96 m.s.n.m. así como válvulas de accionamiento manual y válvula solenoide DN 40 mm asociada a uno de los grupos B01, B02, B03, B04 y B05 abierta se arrancará un grupo de bombeo de vacío: DTN22 (interruptor de mínima).
- Nivel 2 de agua en depósito cebado. Para niveles de agua en el depósito de cebado inferior a cota 693,10 m.s.n.m. se arrancará un grupo de bombeo de trasvase: DTN23 (interruptor de máxima).

C. Funcionamiento excepcional (2): Llenado depósito desde Sifón de Colmenar y funcionamiento bombeo de emergencia

Para el **llenado del depósito de Tres Cantos** desde el Sifón de Colmenar se tienen que producir las siguientes circunstancias:

Abierta. Obra de conexión con la rama izquierda o derecha del Sifón de Colmenar.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro en la obra de conexión con la conducción de trasvase: VAU36.

Cerrada. Válvula de 800 mm de diámetro en la obra de conexión con la conducción de trasvase: VAU35.

Cerradas. Válvulas de 700 mm de diámetro en las impulsiones del bombeo de trasvase en la estación elevadora: VAU07 y VAU08.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro en la cámara de descarga de realimentación.

Abierta. Compuerta mural CM15 de acceso a la galería de llenado del depósito de Tres Cantos.

Abiertas. Compuertas murales CM10 y CM11 de llenado de las dos cámaras del depósito de Tres Cantos.

Cerradas. Compuertas murales del canal de toma CM4, CM5, CM6 y CM7.

Cerradas. Compuertas murales de desagüe CM8, CM9, CM13 y CM14.

Nivel de agua. El nivel de agua en las dos cámaras tendrá que ser inferior al nivel máximo de explotación a cota 695,90 m.

Para funcionar los **grupos de bombeo (B04 y B05) para el bombeo de emergencia a la distribución de Tres Cantos** se tienen que dar las siguientes circunstancias:

Abierta. Compuerta mural número CM3 de los corredores de toma de los grupos de bombeo.

Nivel de agua. Para niveles de agua en los corredores de toma inferiores a 692,96 m es necesario el cebado del circuito hidráulico entre la válvula de retención y la sección de toma de los grupos de bombeo: DTN09 y DTN10.

Abiertas. Válvulas de 400 mm de diámetro en las líneas de aspiración e impulsión de los grupos motorbomba B04 y B05: VAU4, VAU5, VAU15 y VAU16.

Cerrada. Válvula de 700 mm de diámetro en la línea de impulsión general del bombeo de trasvase: VAU08.

Cerrada. Válvula de 400 mm de diámetro en la línea de impulsión general del bombeo en línea: VAU09.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro en la línea de conexión con la impulsión al depósito elevado de Tres Cantos: VAU 10.

Abierta. Válvula de 600 mm de diámetro que aísla la impulsión general y permite la retirada del caudalímetro de la impulsión al depósito elevado: VAU28.

Presión. La presión en la conducción de impulsión tendrá que ser superior a un valor de consigna de 66 m.c.a. que coincide con el caudal máximo de bombeo de los grupos de trasvase: PST13 (directa) y PST14 (temporizada).

Los grupos de trasvase B01, B02 y B03 se pueden utilizar para el bombeo de emergencia a la red de distribución de Tres Cantos, realizando el cierre de la válvula de 700 mm de la impulsión general (VAU07) y apertura de la válvula de 600 mm (VAU11) en la línea de conexión con la impulsión al depósito elevado.

3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1. EQUIPOS DE SALA DE CONTROL

El Sistema de Control, estará basado en un sistema SCADA, deberá ser escalable, robusto, seguro y proporcionará una solución de hardware / software útil para las necesidades de la instalación y fácil de usar para los operadores y personal de mantenimiento del mismo.

En un nivel superior y de INTERFASE con los operadores, se encuentran los equipos de salas de control, que comprenden los servidores redundantes, la estación de operación, switches, impresora, etc.

El control del Depósito de Tres Cantos será integrado en el SCADA del Centro de Control de CYII mediante VLAN que utiliza un soporte físico (F.O.).

Las necesidades y mediciones que se indican en esta documentación, son, en ciertos casos, orientativas ya que el equipamiento definitivo puede presentar necesidades especiales o diferentes a las indicadas en estas especificaciones.

El sistema estará compuesto por productos estándar del mercado (hardware, software, firmware, etc.), los cuales estarán configurados de acuerdo a lo requerido. Se definen como productos estándar a aquellos que poseen número de catálogo, boletín informativo, especificaciones técnicas, documentación del usuario y se encuentran disponibles para su venta.

Todo el hardware, firmware y software del sistema deberá estar probado. Se define probado a tener instalaciones similares operativas en campo con 12 (doce) o más meses de antigüedad.

El sistema de control estará basado en microprocesadores. Este sistema permitirá la adquisición de datos y funciones de control. Los equipos estarán ubicados en localizaciones adecuadas, permitiendo controlar y monitorear el proceso desde uno o varios puestos de control.

El sistema deberá ser lo suficientemente escalable y flexible como para que pueda ser configurado según un amplio rango de requerimientos del sistema a nivel de lazos y componentes, añadiendo y sustituyendo módulos, sin necesidad de cambios estructurales del hardware.

El sistema de control deberá poseer una arquitectura basada en sistemas “abiertos”. Esto significa que deberá tener capacidad de integrar e intercambiar información con dispositivos de otras marcas y plataformas a través de protocolos estándar de comunicaciones industriales como, por ejemplo, Modbus, Profibus DP, CANopen, Foundation Fieldbus, OLE para Process Control (OPC) o Ethernet TCP/IP.

3.2. CONTROLADOR

El controlador (o procesador) es el elemento esencial del sistema de control, ya que contiene la CPU de control y los módulos de comunicaciones. Estará formado por un PLC.

Se ubicará en el frontal del Cuadro de Control y permitirá comandar los equipos desde “Local PLC”, la secuencia de la instalación y la supervisión de las alarmas, etc.

La CPU debe tener la memoria y velocidad de reloj necesaria para poder gestionar, un mínimo de 24 lazos de control complejo manteniendo los ciclos de actuación adecuados para el desarrollo del proceso. Deberá tener la posibilidad de incrementar su memoria añadiendo memorias extraíbles.

Un fallo en la fuente de alimentación no implicará la pérdida de datos, por lo que la CPU debe estar dotada de memoria no volátil, donde se almacenen el programa y los datos. Su operación no debe verse afectada por microcortes de duración inferior a 10 ms.

El controlador dispondrá del número de puertos necesarios de comunicación Ethernet TCP/IP.

En caso de avería del PLC, se generará el envío de mensajes SMS a móviles preestablecidos.

Los controladores deberán ser modulares, con tarjetas comunicadas a través de buses internos, etc. Deberán ser escalables, abiertos, fiables, flexibles, fáciles de conectar y con herramientas de programación simples.

Las CPUs de los controladores deberán ser dimensionadas de forma que el tiempo de operación no exceda de 250ms en ningún caso. Llevarán LEDs indicando su estado en todo momento (preparado, ejecutándose, batería baja, etc.).

Deberán de cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Cumplirá con Estándar IEC 61131 (-1, -2 y -3)
- Posibilidad de redundancia de CPU's
- Serán modulares.
- Contará con leds de estado y diagnóstico (ejecución, Stop, batería, comunicaciones activas, fallos en módulos de E/S, etc.) incorporados.
- Capacidad de controlar, al menos, hasta 512 Entradas / Salidas digitales.
- Capacidad de controlar, al menos, hasta 64 Entradas / Salidas analógicas.
- Memoria RAM de al menos de 128 KB, ampliable, al menos, hasta 1.024 KB
- Ha de existir en el mercado un driver de comunicación de dicho PLC con el sistema de control del Embalse
- Contará con los puertos necesarios para las comunicaciones requeridas (Ethernet, Modbus TCP, Modbus, Modbus Plus, Profibus, etc.).
- El sistema operativo del procesador (firmware), estará alojado en Flash EPROM, y se podrá actualizar por comunicación.
- Batería de mantenimiento de la memoria tanto de programa como de datos.
- Se podrá programar utilizando el puerto ethernet.
- Ha de admitir la programación en los cinco lenguajes de la norma IEC 1131-3 (Gráfico secuencial de funciones GRAFCET, Lista de instrucciones LDI o AWL, Texto estructurado, Diagrama de flujo, Diagrama de contactos).
- El juego de instrucciones que soporte debe ser lo suficientemente amplio como para afrontar aplicaciones de control (PID's, Diagnóstico avanzado de errores, etc)
- Se podrá transferir la aplicación (total o parcialmente) (programa y datos) y ampliar los módulos de datos sin necesidad de parar la CPU.
- Admitirá la comparación del programa rodando en CPU con el programa off-line.

- Aprobado por agencias internacionales (UL 508, CSA, CUL, CE).
- Comunicaciones ethernet II e IEEE 802.3.
- Con la marca CE.
- Temperatura de trabajo de 0 a 60°C.
- Humedad relativa de 0 a 96%.
- Protección mínima IP20.

3.3. MÓDULOS DE E/S

Existirán señales de entradas / salidas analógicas y digitales. Estas estarán conectadas al sistema a través de los módulos de entrada/salida que han de cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Conexión directa para dispositivos de campo sobre borneros desenchufables.
- Barra de conexión para tierra, mallas y potencia de dispositivos.
- Electrónica aislada de Entradas / salidas
- Indicadores de estatus y diagnóstico.
- Opción de montaje sobre carril DIN o panel.
- Direccionamiento por software.
- Sustitución en caliente
- Etiqueta frontal para identificación de cada uno de los pin del módulo.

Serán módulos de la marca Schneider (Telemecanique), modelo Advantys, o similar.

3.3.1. MÓDULOS DE ENTRADA DIGITAL

Los módulos de entrada digital han de cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Tensión de alimentación 24 VDC.
- Tipo de señal: lógica positiva.
- Tensión de estado "1": de 11 a 30 VDC.
- Tensión de estado "0": de -3 a 5 VDC.
- Número de puntos por tarjeta: 8, 16 o 32.

- Tensión de aislamiento entre entradas e interfase: Mínimo 1.500 V.
- Tiempos de respuesta: 2.2 ms OFF a ON, 3.3 ms ON a OFF.
- Conformidad IEC 1131-1.
- Emisiones: EN 50081-2.

3.3.2. MÓDULOS DE SALIDA DIGITAL

Los módulos de salida digital han de cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Tensión de alimentación: 24 VDC.
- Tipo de señal: lógica positiva.
- Tensión de estado "1": de 20 a 30 VDC.
- Tipo de salida: estado sólido.
- Número de puntos por tarjeta: 8, 16 o 32.
- Intensidad de salida: 0,5 por salida.
- Protección contra cortocircuito, sobrecarga y sobretensión.
- Tensión de aislamiento entre salidas e interfase: Mínimo 1.500 V.
- Tiempo de respuesta: 0.1 ms OFF a ON, 0.1 ms ON a OFF.
- Conformidad: IEC 1131.
- Emisiones: EN 50081-2.

3.3.3. MÓDULOS DE ENTRADA ANALÓGICA

Los módulos de entrada analógica han de cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Tensión de alimentación: 24 VDC.
- Tolerancia a tensión y corriente: +/-30 VDC, +/-25 mA.
- Rangos de entrada: +/-10V, +/-5V, 1...5V, +/-20mA, 4...20mA.
- Deriva de Temperatura a 60 °C: máx. 14 ppm fondo de escala / °C
- Error a 25 °C: máx. 0.32% del fondo de escala.
- Error a 60 °C: máx. 0.41% del fondo de escala.
- Rechazo en Modo Común: 250 VAC @ 47... 63 Hz o 100 VDC canal a tierra.
- Resolución de entrada: 15 bits.

- Han de admitir la posibilidad de selección del tipo de módulo de entrada: por tensión, por intensidad, termopar, etc.
- Protección: inversión de polaridad.
- Tiempo de repuesta (en ms): $1.33 + n \times 1.33$, n = número de canales declarados.
- Filtrado: filtro paso bajo con frecuencia de corte 18 kHz.
- Aislamiento entre canales: 200 VDC, 1 min.
- Aislamiento entre potencia base y tierra: 500 VDC, 1 min.
- Aislamiento entre canales y tierra: 500 VDC, 1 min.
- Conformidad: IEC 1131.
- Emisiones: EN 50081-2.

3.3.4. MÓDULOS DE SALIDA ANALÓGICA

Los módulos de salida analógica han de cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Tensión de alimentación: 24 VDC.
- Rangos: $\pm 10V$, 0 ... 20 mA.
- Deriva de Temperatura a 60 °C: max 30 ppm Fondo de escala / °C
- Error a 25 °C: máx. 0.3% del fondo de escala.
- Error a 60 °C: máx. 0.4% del fondo de escala.
- Rechazo en Modo Común: 250 VAC @ 47...63 Hz o 100 VDC canal a tierra.
- Resolución de salida mínima: 12 bits + signo.
- Protección: inversión de polaridad, cortocircuito.
- Tiempo de repuesta: < 2 ms.
- Aislamiento entre potencia base y tierra: 500 VDC, 1 min.
- Aislamiento entre canales y tierra: 500 VDC, 1 min.
- Impedancia de carga: 1 KOhm mínimo para $\pm 10 V$, 600 Ohm máximo para 0 ...20 mA.
- Carga capacitiva: < 1 micro F.
- Inmunidad: IEC 1131.
- Emisiones: EN 50081-2.

3.3.5. MÓDULO DE COMUNICACIONES ETHERNET INDUSTRIAL:

- Interfaz de conexión de tipo RJ45 según Industrial Ethernet.
- Dispondrá al menos de dos puertos que realizaran la función de switch.
- Soporte para protocolos: TCP/IP, UDP/IP, ISO-on-TCP (RFC1006), PROFINET-IO, PROFINET-CBA.
- Incluirá una interfaz Web para su diagnóstico y configuración.
- La herramienta software de configuración tiene que estar integrada en el entorno de desarrollo de la unidad de control.

3.4. INTERFAZ DE TELECONTROL:

- El entorno de configuración de toda la red de comunicaciones con el Centro de Control de Canal de Isabel II ha de ser automático. Debe poder permitir la configuración automática de los enlaces.
- La red de comunicaciones con el Centro de Control del Canal de Isabel II consistirá en un único sistema para las diferentes arquitecturas de red (GSM, radio, línea dedicada, GPRS, red troncal basada en IP).
- El sistema será capaz de prever y adaptarse a las distintas problemáticas de una red basada en IP (latencia, desconexiones esporádicas, etc.).
- El sistema permitirá la supervisión, configuración y diagnóstico de los enlaces y equipos.
- Ha de contar con las siguientes interfaces de comunicación:
 - 2 interfaces RJ45 según Industrial Ethernet.
 - 2 interfaces RS232/RS485 para interconexión módems (ISDN, Radio, GSM, GPRS...).
 - Contará con memoria de respaldo de configuración.
 - Contará con una pila back-up para remanecía de los datos de telecontrol.
 - Contará con la posibilidad de utilizar caminos redundantes hacia el centro de control de CYII.
- Tendrá capacidad para servir como interfaz de telecontrol para hasta 62 Unidades de Control.
- Tratamiento de los datos de telecontrol:
 - Discriminación entre alarmas y datos de proceso.

- Fechado y almacenamiento de datos de proceso (hasta 50.000 objetos).
 - Configuración especificada de cada dato enviado al centro de control: condiciones de disparo, fechado, almacenamiento...
 - Tratamiento específico de señales analógicas.
-
- Gestión inteligente de las interfaces de comunicación en función de la infraestructura de comunicaciones elegida.
 - Su configuración, gestión y diagnóstico ha de estar integrada en el sistema de desarrollo de las unidades de control.

3.5. MÓDULO DE SEGURIDAD PARA ETHERNET INDUSTRIAL:

- Debe disponer de un entorno de configuración y administración integrado, ser transparentes a la arquitectura de red implementada y adaptados a entornos Ethernet industrial, además de poder guardar su configuración en módulos de memoria extraíbles que permitan su ínter cambiabilidad.
- Debe evitar accesos indebidos, autenticar y cifrar los datos entre las estaciones de la red, incorporando protección contra espionaje y contra manipulación.
- El sistema permitirá implementar la protección de acceso para cualquier dispositivo de redes Ethernet.
- El sistema incorporará la posibilidad de utilizar direcciones IP privadas en la red gracias a la función NAT o NAPT.
- Posibilidad de lectura automática de archivos LOG con servidor Syslog.
- Los firewall de la red permitirán la agrupación de reglas de firewall válidas para varios equipos.
- El sistema será altamente flexible, permitiendo conmutar los switches industriales entre modo puente y función router.

3.6. ESTACIÓN DE VISUALIZACIÓN (HMI):

- La estación de supervisión, formada por un sistema de visualización del proceso sobre una plataforma de PC industrial o paneles HMI permitirá la monitorización y control del proceso, incluyendo el diagnóstico del mismo y de los elementos que forman el sistema del autómatas.

- Las características técnicas del PC Industrial o paneles HMI serán en función del proceso a monitorizar, siendo el sistema operativo Windows de Microsoft.
- La herramienta de configuración, gestión y desarrollo de la interfaz de usuario del entorno del PC Industrial o paneles HMI ha de estar integrada en el entorno de programación y desarrollo de las unidades de control.
- La comunicación entre autómatas programables y el sistema de visualización se realizara a través de la red de comunicaciones LAN, basada en Industrial Ethernet o profibus DP.
- La capacidad en cuanto número de señales a monitorizar se marcara según el tamaño de la instalación.
- Capacidad de importación de las variables y simbólicos creados sobre las unidades de control.
- Posibilidad de navegación remota sobre sus pantallas de visualización.

3.7. TERMINAL OPERADOR E INTERFAZ HMI:

- Pantalla TFT color de al menos 17" para PC industrial o paneles HMI de color 12" táctil.
- Puertos incluidos en el dispositivo HMI:
 - 1 x RS422.
 - 1 x RS485.
 - 2 x RJ45 Industrial Ethernet.
 - 1 x CF-Card-Slot.
 - 1 x Multi Media Card-Slot.
 - 12 Mbytes de memoria de usuario / 12 Mbytes memoria de opciones.
- Software Wincc flexible o similar.

3.8. ELECTRÓNICA DE RED:

- La red de comunicaciones LAN, utilizada por los distintos elementos del sistema de control de la instalación, estará basada en Industrial Ethernet.
- La arquitectura de red será en anillo de fibra óptica, a fin de evitar interrupciones de servicio por fallos de medio.

- El tráfico entre los autómatas locales y la estación central estará tunelizada por routers de seguridad.
- El sistema será capaz de permitir la integración del diagnóstico de todos los elementos de campo así como la electrónica de red utilizada dentro de la instalación incorporando la posibilidad de realizar Routing para permitir el diagnóstico, programación y operación de forma remota.

3.9. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS:

- La electrónica de red está compuesta por switches de tipo Industrial Ethernet.
- Los equipos a utilizar han de soportar los sistemas de redundancia rápida en un tiempo inferior a 300 mseg en caso de fallo en el medio.
- Todos los equipos serán compactos y con un grado de protección mínimo de IP30.
- Han de ser diagnosticables y permitir su gestión a través de SNMP y PROFINET, permitiendo la integración del diagnóstico dentro del sistema de control.
- Los conectores RJ45, para las conexiones en cobre han de ser metálicos y disponer del sistema de sujeción de collar para evitar la torsión o vibración del conector. Así mismo las bocas del switch han de implementar el mismo sistema.
- Todos los conectores se realizan según el sistema de montaje FastConnect, evitando errores de cableado o falsas conexiones. El cableado de FastEthernet, se realiza con tan solo 4 hilos, como marca el estándar Industrial Ethernet.
- La alimentación de los equipos ha de ser redundante y disponer de señal de contacto libre de potencial ante fallos.
- Toda la electrónica de red ha de ser diagnosticable desde la misma herramienta de gestión, configuración y diagnóstico de las unidades de control.
- Los equipos contarán al menos con:
 - o 2 puertos ópticos, de fibra óptica monomodo 9/125 μm o multimodo 62,5/125 μm , con conectores BFOC (ST).
 - o 4 puertos eléctricos, RJ45 Industrial Ethernet 10/100 Mbits/s.

3.10. ARMARIO PARA ALOJAMIENTO

Armario, con puerta transparente, para alojamiento de PLC`s formado por, al menos 2 módulos de 800 mm de ancho, 2.000 mm de alto y 400, de fondo, Grado de protección IP55, para conectar y contener en su interior los siguientes elementos:

- Autómata programable.
- Panel de operador en puerta (12,1 pulgadas).
- Instalación de módulos interfaces para separación galvánica de los módulos de entrada/salida del autómata.
- Ventilación.
- Iluminación.
- Relés necesarios para conexión de equipos por fallo de PLC.
- Relés para niveles y señales de campo.
- Transformador 220/220 V 1.250 – 1500 VA.
- Fuente de alimentación 24 VDC 10 A.
- Equipos configuración de red (transceivers y/o switches) industriales y permitir su gestión alimentados mediante fuente de alimentación independiente.
- Fuente de alimentación independiente para elementos de red.
- Interruptor automático general.
- Interruptor automático protección transformador 2,5 – 4 A.
- Interruptor automático protección fuente de alimentación 1.6 – 2,5 A.
- Interruptor automático protección maniobra.
- Interruptor automático protección por cada equipo de instrumentación.
- Interruptor automático protección fuente de alimentación PLC.
- Interruptor automático protección fuente de alimentación de red.
- Interruptor automático protección panel de operador.
- Interruptor automático protección módulo de conexión de F.O.
- Rotulación y marcado de aparatos, cables y borneros.
- SAI 24Vcc/24Vcc corriente de salida de 15 amperios con autonomía de 30 minutos.

3.11. DISPONIBILIDAD

El SC estará diseñado para garantizar la máxima disponibilidad con una operación continua de 24 horas/día y 365 días/año.

La disponibilidad / seguridad de funcionamiento estará basada en:

- Arquitectura modular con distribución lógica de funciones.
- Equipos electrónicos de probada calidad con pilotos indicadores de fallo. Controladores (CPU), con transferencia automática sin transiciones de las funciones de control.
- Redundancia de entradas/salidas de variables críticas.
- Autodiagnóstico del SC para detección de anomalías y puesta en servicio automática de elementos redundantes, con información en tiempo real al operador.
- Posibilidad de sustitución de tarjetas en los racks con los controladores en tensión, con objeto de poder subsanar averías de forma rápida y no disminuir la disponibilidad de las funciones del controlador.
- Alimentación desde fuente de tensión segura on-line (SAI), para el funcionamiento del propio SC. Incluyendo además los propios controladores baterías para un mínimo de 30 minutos de autonomía en caso de fallo de la alimentación de SAI, con generación y transmisión de alarmas al sistema de control y a través del envío de mensajes SMS a móviles.

3.12. CAPACIDAD DE RESERVA

Este Sistema de control, en el momento de su implantación, dispondrá de las siguientes capacidades mínimas de reserva en el momento de la recepción provisional:

- 10% de Entradas/Salidas (E/S) equipadas. Los bastidores dispondrán de una reserva adicional sin equipar del 20% de espacio, para ampliar el número de tarjetas de E/S, sin necesidad de añadir hardware adicional a las propias tarjetas de E/S.
- 20% de espacio libre sin equipar en las cabinas de control y en los armarios.
- 50% de Capacidad de Memoria.
- El sistema de comunicaciones deberá ser capaz de soportar las ampliaciones correspondientes a las capacidades de reserva mencionadas anteriormente sin

disminuir las prestaciones en cuanto a tiempos de respuesta y tiempos de acceso a variables.

- La arquitectura propuesta para el sistema debe permitir su integración en un control superior.

3.13. REQUISITOS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS (INSTRUMENTOS) DE CAMPO

Por estar integrado en un sistema de control, todos los elementos contarán con las correspondientes prestaciones y entradas y salidas de señales para su integración en el citado sistema de control. Serán compatibles con las características de los módulos de entrada / salida del sistema de control.

El concepto entrada / salida se considera visto desde el punto de vista del control. Por tanto:

- DI (o ED): ENTRADA DIGITAL AL SISTEMA DE CONTROL, procedente de elemento de campo
- DO (o SD): SALIDA DIGITAL DEL SISTEMA DE CONTROL, con destino a un elemento de campo
- AI (o EA): ENTRADA ANALÓGICA AL SISTEMA DE CONTROL, procedente de elemento de campo
- AO (o SA): SALIDA ANALÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL, con destino a elemento de campo

Como complemento a estas líneas de entradas / salidas se considerará ventajoso que los elementos de campo dispongan, además, de un canal serie de comunicación con el exterior (DIVICENET, PROFIBUS, MODBUS, etc.). Desde este canal, se podrán controlar todas las señales (estados, medidas, alarmas, etc.) y se podrán realizar todas las actuaciones sobre los dispositivos (parametrización, etc.).

Estos canales serie podrán simplificar el número de señales directamente cableadas a control, si bien en algunos casos se podrán utilizar ambas informaciones (canal serie y señal cableada) como redundancia para una mayor seguridad. En cada caso se considerarán las opciones disponibles y se propondrá la más ventajosa.

En resumen, la generación de órdenes y el acceso a la información de los elementos se realizará con los siguientes formatos:

Entradas / salidas Analógicas 4 – 20 mA.

Entradas / salidas digitales: Pulsos, Relés configurables, etc.

Canal comunicaciones (DIVICENET, PROFIBUS, MODBUS, etc.)

Todos los elementos susceptibles de actuación, contarán con el correspondiente actuador que contendrá su propio controlador electrónico local para el control de sus propias funciones.

Para una visualización y actuación directa, estos elementos susceptibles de actuaciones (bombas, compuertas, sondas y válvulas), incorporarán, en un punto accesible de su propia estructura, una interfase de actuación (display y teclado), desde las que se podrán parametrizar localmente y visualizar estados, medidas, alarmas, etc... Contarán con una botonera local que contendrán el dispositivo de selección local / remoto. En funcionamiento local, las órdenes de marcha / paro (abrir / cerrar), etc. se dan manualmente desde esta botonera. En este caso el sistema de control NO podrá actuar sobre el elemento. En funcionamiento remoto, las órdenes se dan desde el sistema de control. Siempre existirá, en un lugar fácilmente accesible, bien sea en la propia botonera o fuera de ella, un pulsador prioritario de paro de emergencia, que actuará sobre el elemento, independientemente que esté en local o remoto.

3.14. UBICACIÓN DE EQUIPOS

Todos los equipos pertenecientes al sistema de control, estarán alojados en armarios adecuados al emplazamiento, teniendo especial precaución en cuanto a las protecciones IP. Todos dispondrán de una protección mínima de estanqueidad de IP55 y donde sea necesario se alcanzará la protección IP65.

El PLC y los módulos de Entrada / salida, estarán ubicado, junto a la Sala de Control. Próximos a esta misma ubicación se encontrarán los armarios eléctricos.

Los equipos de campo e instrumentación se ubicarán en los emplazamiento que sean requeridos por su funcionalidad, debiendo ser su instalación de acuerdo con el buen hacer y las recomendaciones del fabricante.

3.15. CABLEADO DE EQUIPOS

Todos los equipos integrantes del sistema de control y todos los implicados en el control, estarán debidamente cableados, con el cable y conducto metálico requerido en cada caso.

Los equipos que requieren un control eléctrico (Bombas, válvulas y compuertas) estarán cableados hasta los correspondientes armarios o cuadros eléctricos, donde se encontrará el aparellaje eléctrico. Desde estos cuadros, con mangueras multipar, se derivarán a control las señales correspondientes. . El cableado de potencia pertenecerá a la instalación eléctrica y no es objeto de esta documentación.

En el caso de los equipos que tengan su propio panel de control local, el suministrador de control realizará el cableado que sea preciso hasta ese panel de control.

El resto de equipos, medidores, sondas, detectores, etc., se cablearán directamente a los módulos de entrada / salida de control.

Por el interior del edificio (sala de control, Cuadros eléctricos, sala de bombas, etc), existirá una bandeja de chapa perforada (con tapa) destinada específicamente al sistema de control e instalada por otros (instalador eléctrico).

Para el resto de zonas o tramos, el suministrador de control, deberá proporcionar los conductos adecuados para cada caso. Por ejemplo, el conducto desde las bandejas o canalizaciones existentes indicadas en el párrafo anterior, hasta los diferentes elementos a conectar, será suministro de control.

Todos los cables y conductos utilizados en control, cumplirán con los requerimientos generales de estos elementos definidos para el resto de instalaciones del bombeo (Ver especificaciones eléctricas de cables y conductos).

3.16. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

3.16.1. ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA

Para la alimentación del SC, así como para toda la instrumentación, se preverá la instalación de un armario de distribución de alimentaciones con las protecciones necesarias.

El SC, estará alimentado a través de SAI, con una autonomía, aproximada, de 30 minutos.

Un fallo en la tensión de alimentación al SAI, generará una alarma específica en el sistema. Esta alarma deberá ser recogida y enviada al sistema de control (y sistemas superiores).

Si se detecta una falta de capacidad en la autonomía del SAI o si transcurridos 20 minutos desde el fallo, este persiste, el SC dará la orden de paro, llevando al sistema al estado seguro, registrando y comunicando el evento.

Si el fallo persiste y el SAI se auto desconecta, o tiene algún problema que le impida proporcionar la tensión de salida, el SC volverá a generar una alarma específica en el sistema. Esta alarma deberá ser recogida y enviada al sistema de control (y sistemas superiores), por lo que este contará con los dispositivos adecuados (baterías de autonomía 30 minutos) para la transmisión.

El SC cumplirá con los requerimientos del estándar ANSI/IEEE 37.90 sobre Resistencia a Sobretensiones.

Las tensiones no seguras disponibles son 230 V c.a. a 50 Hz (monofásica) y 400 V c.a. a 50 Hz (3 fases + neutro), con una tolerancia de $\pm 10\%$.

3.16.2. ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA

Los controladores y los módulos de entradas / salidas, así como sus fuentes de alimentación (FA) (cuando aquellos lo requieran), estarán localizados en gabinetes distribuidos estratégicamente en la instalación.

La fuente de alimentación de los controladores estará específicamente diseñadas para permitir alimentar a los controladores y a los subsistemas de entradas / salidas y su operación no generará interferencias que puedan afectar a equipos electrónicos.

La salida de alimentación será estabilizada, y para equipos externos contará con salidas protegidas de 12 y 24 Vdc. Además, dispondrá de aquellas otras tensiones de salida para uso interno de los equipos.

Cada módulo de fuente de alimentación está diseñado para el 125% de la carga máxima esperada y se alimenta a 230 V de c.a., con unas baterías que proporcionen 30 minutos de autonomía.

3.16.3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo con el reglamento, todos los equipos y cabinas instalados estarán conectados a la red de tierras general. Los armarios de control y todos los instrumentos de campo se conectarán igualmente a la red de tierras.

4. **SOFTWARE**

El software y firmware del sistema será instalado en su más reciente versión disponible en el mercado en el comienzo de la FAT (*Factory Acceptance Test*, pruebas previas en fábrica).

Durante el periodo de garantía, serán actualizadas todas las nuevas versiones de software y firmware que aparezcan durante este periodo. Estas nuevas versiones serán compatibles con el resto existente en el sistema.

Cualquier software de terceras partes deberá ser entregado en la última versión disponible, lo cual es aplicable al hardware del sistema en el momento de efectuar la Orden de Compra.

Existirá un manual de procedimientos detallado, paso a paso, acompañando a todas las actualizaciones de software.

Los programas del controlador deberán cumplir con la norma IEC-61131-3 en su estructura de tareas y admitirá los cinco lenguajes indicados en esta documentación. Tendrá, por lo menos, OCHO tareas programables por el usuario.

El subsistema de supervisión lee y escribe datos en los controladores de campo, archiva datos históricos y ofrece informes y pantallas gráficas de forma que los operadores puedan rápida y fácilmente interpretar la información en tiempo real del sistema.

La seguridad estará garantizada en el sistema Scada para que sólo los usuarios con un nivel apropiado de seguridad puedan acceder a determinadas partes del sistema. Se establecerán niveles de acceso con sus respectivas claves, que estarán encriptadas en el servidor ya que deben ser ocultas tanto en los entornos de Desarrollo como en el de Ejecución, para asegurar que ninguna otra persona pueda acceder a otra cuenta.

El subsistema de supervisión se configurará como una sola base de datos global, independientemente del número de nodos del sistema. Con las correspondientes

protecciones, será posible efectuar cambios de configuración en la base de datos global, desde cualquier nodo del sistema de forma completamente transparente para el usuario.

El software no requerirá de ningún tipo de código personalizado para obtener funciones estándar, incluida la conmutación por redundancia, la recuperación y la incorporación de datos históricos. El software proporcionará un lenguaje de alto nivel integrado, específicamente diseñado para aplicaciones propias del subsistema de supervisión, y será multitarea y multihilos.

El software contendrá comandos Visual Basic (VB) totalmente integrados y multihilos. El lenguaje de comandos proporciona acceso a todas las etiquetas de campo, alarmas, visualizaciones de gráficos, bases de datos y archivos ASCII. Los lenguajes incluirán funciones con una sintaxis clara y precisa. Los lenguajes admitirán funciones escritas por el usuario y bibliotecas de funciones admitidas por el sistema operativo del equipo. El lenguaje tendrá la capacidad de exportar o importar datos de otras aplicaciones.

El lenguaje integrado en el subsistema de supervisión permitirá la creación de variables calculadas (inferidas) basándose en una fórmula que incluya constantes, variables medidas y otras variables calculadas. Todas las funciones disponibles para el registro, información, tendencia, supervisión, control, aviso de alarma y visualización de variables medidas estarán disponibles igualmente para las variables calculadas.

El lenguaje integrado en el subsistema de supervisión permitirá a los usuarios crear sus propias funciones e integrarlas en el lenguaje; las funciones se podrán reutilizar sin necesidad de cortar y pegar. Será posible llamar a la misma función varias veces desde ubicaciones distintas y con diferentes parámetros, de forma simultánea.

Con los correspondientes niveles de protección y claves de acceso, el sistema admitirá la utilización a través de Internet.

5. FUNCIONES DEL SISTEMA

5.1. GENERALIDADES

La unidad de control, tendrá capacidad para recibir, desde los módulos autónomos de control, así como desde los sensores del sistema y a través de las tarjetas de entradas/salidas apropiadas, información y señales analógicas, digitales y de pulsos. Con estos datos, será capaz de elaborar las secuencias y estrategias de control que le hayan sido previamente asignadas, proporcionando las señales analógicas y digitales requeridas para la regulación y control del sistema.

Tanto el acceso a la información del sistema, como el acceso a determinadas funciones de operación del mismo estarán protegidos mediante claves de acceso.

El PLC deberá proporcionar históricos que podrán ser exportados para la generación de informes y estadísticas.

La interfase hombre máquina estará presentada, tanto en pantalla como en impresión, a través de impresora, en Lengua Castellana.

El sistema se podrá operar desde el Control Local (CL), o bien, desde el Control Centralizado. Por tanto, todas las funciones que se describen serán aplicables para ambos puestos.

La operación SCADA del sistema estará estructurada en base a una serie de módulos o modos de operación, que se resumirán en:

Módulo de Operación
Módulo de Eventos
Módulo de Mantenimiento
Módulo de Ingeniería.

El módulo de Operación proporcionará los elementos necesarios para operar en forma segura en el sistema.

El módulo de Eventos tendrá la capacidad de capturar y almacenar eventos del sistema y actuaciones realizadas por los operadores con indicación de fecha y hora, como por ejemplo:

- Cambios de operador
- Actividad de alarmas (por ejemplo Activa, reconocida, etc.)
- Cambios de la configuración, carga de base de datos a los controladores y cambios de estado del sistema de control.

El módulo de Mantenimiento del Sistema de Control, deberá ser capaz de diagnosticar y capturar avería y almacenarlas on-line. Podrá planificar y supervisar los planes de mantenimiento preventivo de los equipos y confeccionar históricos y estadísticos de las actuaciones correctivas.

El módulo de software de ingeniería deberá proporcionar una presentación de la configuración de la base de datos global, para la totalidad del sistema de control. Este software de ingeniería deberá incluir una biblioteca pre-configurada, reusable y editable de módulos y piezas de estrategias de control. Se podrán crear bloques de función y frentes de operación definibles por el usuario.

El software de ingeniería deberá brindar un sistema de diagnósticos detallados y deberá contar con un chequeo verificado de errores.

Independientemente de otras informaciones que puedan monitorizar, en las consolas de los puestos de operador o en la pantalla HMI, deberán, como mínimo, permitirse la visualización de las siguientes pantallas:

- Visualización general o de conjunto
- Control de consignas
- Gráficos interactivos de operación
- Sumario de alarmas, actuales y almacenamiento de históricos de alarma (almacenamiento mínimo 250 alarmas)
- Puntos de cálculo.
- Registros históricos.
- Pantallas de manteniendo. Pantalla detalle de horas de funcionamiento.

En todas las pantallas existirá una barra de navegación en la que se encontrarán una serie de puntos activos de acceso directo a distintas funciones.

5.2. GRÁFICOS INTERACTIVOS DE OPERACIÓN

Con objeto de dar una idea lógica del proceso y orientar al operador, estos gráficos, en lo posible, mostrarán la distribución físico / lógica de los equipos. La representación de los equipos en los gráficos será de forma sinóptica e intuitiva. Los sinópticos serán claros y no mostrarán información excesiva o poco útil que pueda enmascarar el concepto funcional y orientativo del mismo. La utilización de los colores y aspectos será lógica e intuitiva, por ejemplo el color ROJO se reservará para alarmas o averías y el VERDE para estados normales de operación.

La ocurrencia de eventos determinados, por su importancia, provocarán la presentación automática, en la pantalla del operador, de sinópticos preestablecidos y la generación de una alarma acústica, para llamar la atención del operador.

5.3. LAZOS DE CONTROL

La visualización de lazos de control permitirá obtener una representación de forma individualizada de un lazo de control. Se dispondrá como mínimo de las siguientes informaciones gráficas o alfanuméricas de cada lazo:

- Unidades de Ingeniería.
- Puntos de consigna.
- Entrada variable de proceso o interna.
- Salida (interna o externa a válvula).
- Modo de control (automático, manual).
- Etc.

5.4. ALARMAS

El sistema permitirá la visualización simultánea de gráficos de operación y alarmas, por lo que existirán gráficos de operación y simultáneamente pantallas sumario de alarmas. El Sumario de alarmas es el registro de las últimas alarmas producidas.

En ningún caso deben perderse alarmas, en el Sumario de alarmas, que no han sido visualizadas y reconocidas previamente por el operador. Si hay acumulación de alarmas, se contará con un sistema de presentación simplificada, que podrá ser extendido a petición de operador.

El sistema permitirá una rápida identificación del nivel de prioridad de las alarmas, y un acceso rápido y cómodo a los gráficos de proceso, gráficos de grupo y al sumario de alarmas, para realizar su reconocimiento.

Los mensajes de alarma serán claros y únicos para cada lazo y mostrará el Tipo de alarma (valor alto o muy alto, valor bajo o muy bajo, desviación, fallo, etc.), Prioridad, Fecha y Hora en la que se ha producido, así como los Estados de las mismas: “fuera del valor normal”, “alarma reconocida” y “retorno a valor normal”. Cuando una alarma vaya a provocar una actuación automática preestablecida, quedará esta registrada y se informará al operador de dicha actuación.

Se realizará periódicamente una copia de seguridad o back-up de los datos históricos de alarmas, siendo el periodo de tiempo configurable desde la consola de ingeniería.

5.5. ANÁLISIS DE TENDENCIAS

El sistema proporcionará la definición de variables para el estudio de las tendencias históricas en periodos de muestreo configurables de estas variables y su representación en tablas o gráficas. Estas tendencias serán configurables según las necesidades de la explotación.

De forma estándar, todos los usuarios podrán ver sus propias páginas de tendencias personalizadas. Los usuarios podrán personalizar estas páginas mediante una sencilla operación.

Las tendencias se configurarán definiendo la variable, unidades de medida, el tiempo del muestreo, el periodo de tiempo de la muestra, el diseño de la tabla o del gráfico, colores, resolución, funciones de zoom, etc. Los datos utilizados en las tendencias definidas, se almacenarán en la base de datos y su presentación no necesitará recurrir a soportes de archivos históricos salvados.

Estas tendencias podrán ser presentadas en las pantallas o impresas en papel.

5.6. PANTALLAS DE ESTADO

Las consolas de operación visualizarán el estado actual del SC y sus comunicaciones. Se incluirá al menos la siguiente información:

- Estado de la red de datos y de los protocolos de comunicación.
- Toda la información relativa a configuración, asignación de datos y auto diagnóstico.
- Lista de sistemas periféricos o módulos unidos al sistema de control a través de la red, con su localización y estado.

Los fallos de estado del sistema tendrán su propio tipo de alarma. Por ser un sistema autónomo, no atendido localmente, por ejemplo las alarmas producidas por problemas en la alimentación eléctrica tendrán una prioridad máxima.

5.7. INFORMES

El sistema dispondrá de un procedimiento de extracción de registros históricos para la generación de archivos, para la realización de informes basados en la información del sistema.

El generador de informes debe permitir fijar las variables a incluir en el informe, así como la información de las mismas que se quiere registrar. Deberá permitir la realización de cálculos, así como el acceso a datos históricos pudiendo aplicarse funciones estadísticas.

6. CONTROL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Dentro del Control del Bombeo, y como una parte fundamental del mismo, se encontrará incluida la instalación eléctrica, actuando sobre equipos (conectando / desconectando, arrancando / parando), supervisando cuadros eléctricos, midiendo consumos, etc...

En los cuadros eléctricos, existirán equipos que, siendo un suministro del cuadrante eléctrico, pertenecen a control y estarán integrados en este. Estos equipos estarán formados por arrancadores, módulos de E/S, señales de “Estado de Interruptor”, “Disparo de interruptor”, sondas, Alarmas, etc.

En los cuadros eléctricos, a través de módulos de E/S remotos, se recogerán las señales de mando de los motores (válvulas, compuertas, bombas, etc.). Por tanto, se recogerán las señales de términos, confirmación de marcha y se darán las órdenes de marcha y paro a los arrancadores. El control de estos equipos, o parte de ellos, se podrá realizar también por un bus de campo, tipo Modbus, Profibus, Devicenet o similar, para la comunicación con los actuadores de los mismos.

El paro de emergencia de los equipos se traerá, sin embargo, directamente cableado desde el pie del propio motor.

Se controlarán, por ejemplo, los siguientes elementos:

- Interruptores de cabecera
- Protección general
- Interruptores de acometida a transformadores
- Interruptores de acometida a consumidores
- Medidas
- Etc.

El sistema de control almacenará medidas eléctricas del sistema (tensiones, potencias, factores de potencia, etc.). Estas medidas se podrán integrar en el sistema de control mediante cableado directo de señales analógicas o bien con Centrales de Medida. Estas centrales toman medidas de los diferentes parámetros y se transmiten a control, que podrán ser transmitidas por canal de comunicaciones serie (Tipo RS 485 o similar). A través de este canal, la central podrá enviar al sistema de control información relativa a tensión, corriente, potencias consumidas, etc., por lo que podrá sustituir a las señales de cableado directo.

7. LISTADO DE SEÑALES A CONTROLAR

De cada uno de los elementos integrantes del sistema, se controlarán las siguientes señales:

DESCRIPCIÓN		SEÑALES			
MEDIDORES DE CAUDAL		DI	DO	AI	AO
FTA01	4-20 mA y pulso	1		1	
FTA02	4-20 mA y pulso	1		1	
FTA03	4-20 mA y pulso	1		1	
FTA04	4-20 mA y pulso	1		1	

MEDIDORES DE NIVEL DE DEPÓSITO

Indicador de nivel analógico	LI01			1	
Transmisor de nivel	LIT01			1	
Interruptor de nivel mín	LS01	1			
Interruptor de nivel máx	LS02	1			
Interruptor de nivel máx	LS03	1			
Interruptor de nivel mín	LS04	1			
Interruptor de nivel mín	LS05	1			
Indicador de nivel analógico	LI02			1	
Transmisor de nivel	LIT02			1	
Interruptor de nivel mín	LS06	1			
Interruptor de nivel máx	LS07	1			
Interruptor de nivel máx	LS08	1			
Interruptor de nivel mín	LS09	1			
Interruptor de nivel mín	LS10	1			
Transmisor de nivel	LIT03			1	

Interruptor de nivel mínimo	LS11	1			
Interruptor de nivel mínimo	LS12	1			
Interruptor de nivel mínimo	LS13	1			
Interruptor de nivel mínimo	LS14	1			
Interruptor de nivel mínimo	LS15	1			
		DI	DO	AI	AO
Interruptor de nivel máximo	LS16	1			
Interruptor de nivel máximo	LS17	1			
Interruptor de nivel máximo	LS18	1			
Interruptor de nivel máximo	LS19	1			
Interruptor de nivel máximo	LS20	1			
Interruptor de nivel máximo	LS21	1			
Interruptor de nivel mín	LS22	1			
Interruptor de nivel máximo	LS23	1			
Interruptor de nivel mín	LS24	1			
Permiso nivel vaso 1		1			
Permiso nivel vaso 2		1			
Nivel mín vaso 1		1			
Nivel mín vaso 2		1			
Selección vaso 1		1			
Selección vaso 2		1			

MEDIDORES DE NIVEL DE DETECCIÓN DE INUNDACIÓN SALA DE BOMBAS

Interruptor de nivel mín	LS25	1			
Interruptor de detección de presencia de agua	LS26	1			
Interruptor de nivel máx	LS27	1			

Interruptor de nivel máx	LS28	1			
Interruptor de nivel máx	LS29	1			
Interruptor de detección de presencia de agua	LS30	1			
Interruptor de nivel máx	LS31	1			
Interruptor de nivel máx	LS32	1			
Alarma de inundación		1			
Nivel de achique marcha/paro grupo		1			
Nivel de aviso de inundación		1			
Alarma humedad grupo Achique		1			
Alarma temperatura de devanados		1			

MEDIDORES DE PRESIÓN

Presostato de mín	Directa	PST01	1			
	Temporizada	PST02	1			
Transmisor de presión		PTA01			1	
Transmisor de presión		PTA02			1	
Presostato de mín	Directa	PST03	1			
	Temporizada	PST04	1			
Transmisor de presión		PTA03			1	
Transmisor de presión		PTA04			1	
Presostato de mín	Directa	PST05	1			
	Temporizada	PST06	1			
Presostato de mín	Directa	PST07	1			
	Temporizada	PST08	1			
Transmisor de presión		PTA05			1	
Transmisor de presión		PTA06			1	
Presostato de mín	Directa	PST09	1			

	Temporizada	PST10	1			
Transmisor de presión		PTA07			1	
Transmisor de presión		PTA08			1	
Presostato de mín	Directa	PST11	1			
	Temporizada	PST12	1			
Presostato de mín	Directa	PST13	1			
	Temporizada	PST14	1			
Presostato de máx	Directa	PST15	1			
	Temporizada	PST16	1			
Presostato de máx	Directa	PST17	1			
	Temporizada	PST18	1			
Presostato de máx	Directa	PST19	1			
	Temporizada	PST20	1			
Presostato de máx	Directa	PST21	1			
	Temporizada	PST22	1			
Presostato de máx	Directa	PST23	1			
	Temporizada	PST24	1			
Presostato de máx	Directa	PST25	1			
	Temporizada	PST26	1			
Presostato de máx	Directa	PST27	1			
	Temporizada	PST28	1			
Presostato de máx	Directa	PST29	1			
	Temporizada	PST30	1			
Presostato de máx	Directa	PST31	1			
	Temporizada	PST32	1			
Presostato de máx	Directa	PST33	1			
	Temporizada	PST34	1			

Presostato de máx	Directa	PST35	1			
	Temporizada	PST36	1			
Presostato de máx	Directa	PST37	1			
	Temporizada	PST38	1			
Presostato de máx	Directa	PST39	1			
	Temporizada	PST40	1			

SEÑALES INDIVIDUALES CONJUNTO MOTOR-BOMBA

Detector de vibración	Radial	VIB01			1	
Detector de vibración	Longitudinal	VIB02			1	
Detector de vibración	Radial	VIB03			1	
Detector de vibración	Longitudinal	VIB04			1	
Detector de vibración	Radial	VIB05			1	
Detector de vibración	Longitudinal	VIB06			1	
Detector de vibración	Radial	VIB07			1	
Detector de vibración	Longitudinal	VIB08			1	
Detector de vibración	Radial	VIB09			1	
Detector de vibración	Longitudinal	VIB10			1	
Alarma de alta vibración			5			
Alarma de alta vibración temporizada			5			
Detector de temperatura PT100	TE01				1	
Detector de temperatura PT100	TE02				1	
Detector de temperatura PT100	TE03				1	
Detector de temperatura PT100	TE04				1	
Detector de temperatura PT100	TE05				1	
Detector de temperatura PT100	TE06				1	
Detector de temperatura PT100	TE07				1	

Detector de temperatura PT100	TE08			1	
Detector de temperatura PT100	TE09			1	
Detector de temperatura PT100	TE10			1	
Detector de temperatura PT100	TE11			1	
Detector de temperatura PT100	TE12			1	
Detector de temperatura PT100	TE13			1	
Detector de temperatura PT100	TE14			1	
Detector de temperatura PT100	TE15			1	
Detector de temperatura PT100	TE16			1	
Detector de temperatura PT100	TE17			1	
Detector de temperatura PT100	TE18			1	
Detector de temperatura PT100	TE19			1	
Detector de temperatura PT100	TE20			1	
Detector de temperatura PT100	TE21			1	
Detector de temperatura PT100	TE22			1	
Detector de temperatura PT100	TE23			1	
Detector de temperatura PT100	TE24			1	
Detector de temperatura PT100	TE25			1	
Detector de temperatura PT100	TE26			1	
Detector de temperatura PT100	TE27			1	
Detector de temperatura PT100	TE28			1	
Detector de temperatura PT100	TE29			1	
Detector de temperatura PT100	TE30			1	
Detector de temperatura PT100	TE31			1	
Detector de temperatura PT100	TE32			1	
Detector de temperatura PT100	TE33			1	
Detector de temperatura PT100	TE34			1	

Detector de temperatura PT100	TE35			1	
Alta temperatura de los devanados			5		
Alarma temperatura cojinetes			5		
Prealarma temperatura devanados			5		

NIVELES DE CALDERÍN

Indicador de nivel analógico	LI03			1	
Presostato de máxima	PST41	1			
Presostato de mínima	PST42	1			
Presostato de mínima	PST43	1			
Indicador de nivel analógico	LI04			1	
Presostato de máxima	PST44	1			
Presostato de mínima	PST45	1			
Presostato de mínima	PST46	1			

VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO

VAU07-1	Mot	6	3	1	
VAU08-1	Mot	6	3	1	
VAU10-1	Mot	6	3	1	
VAU11-1	Mot	6	3	1	
VAU06-1	Mot	6	3	1	
VAU09-1	Mot	6	3	1	
VAU36-1	Mot	6	3	1	
VAU37-1	Mot	6	3	1	

VÁLVULAS Y COMPUERTAS MURALES

CM16	Mot	6	3	1	
------	-----	---	---	---	--

CM11	Mot	6	3	1	
CM12	Mot	6	3	1	
CM13	Mot	6	3	1	
CM5	Mot	6	3	1	
CM5 bis	Mot	6	3	1	
CM6	Mot	6	3	1	
CM6 bis	Mot	6	3	1	
CM7	Mot	6	3	1	
CM7 bis	Mot	6	3	1	
CM8	Mot	6	3	1	
CM8 bis	Mot	6	3	1	
CM1	Mot	6	3	1	
CM1 bis	Mot	6	3	1	
CM3	Mot	6	3	1	
CM3 bis	Mot	6	3	1	
CM2	Mot	6	3	1	
CM2 bis	Mot	6	3	1	
CM4	Mot	6	3	1	
CM4 bis	Mot	6	3	1	
CM9	Mot	6	3	1	
CM9 bis	Mot	6	3	1	
CM10	Mot	6	3	1	
CM10 bis	Mot	6	3	1	
CM14	Manual	2			
CM15	Manual	2			
Válvula mariposa manual	VAU33	Manual	2		

VÁLVULAS EN LAS CADENAS DE ASPIRACIÓN E IMPULSIÓN DE LOS GRUPOS MOTORBOMBA

Válvula de compuerta motorizada	VAU01	Mot	2	3	1	
Válvula de compuerta motorizada	VAU02	Mot	2	3	1	
Válvula de compuerta motorizada	VAU03	Mot	2	3	1	
Válvula de compuerta motorizada	VAU04	Mot	2	3	1	
Válvula de compuerta motorizada	VAU05	Mot	2	3	1	
Válvula de mariposa manual	VAU12	Manual	2			
Válvula de mariposa manual	VAU13	Manual	2			
Válvula de mariposa manual	VAU14	Manual	2			
Válvula de mariposa manual	VAU15	Manual	2			
Válvula de mariposa manual	VAU16	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU17	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU19	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU21	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU23	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU18	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU20	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU22	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU24	Manual	2			
Válvula de seccionamiento de compuerta	VAU34		2			
Válvula de seccionamiento de compuerta	VAU35		2			

VÁLVULAS SOLENOIDE	18			
---------------------------	----	--	--	--

BYPÁS PARA PRUEBAS EN MARCHA

Válvula de compuerta manual	VAU29	Manual	2			
Válvula de compuerta manual	VAU30	Manual	2			
Caudalímetro electromagnético	FTA02	4-20 mA y pulso	1		1	
Válvula manual	VAU25	Manual	2			
Válvula manual	VAU26	Manual	2			
Válvula manual	VAU27	Manual	2			
Válvula manual	VAU31	Manual	2			
Válvula manual	VAU32	Manual	2			
Caudalímetro electromagnético	FTA04	4-20 mA y pulso	1		1	
Válvula manual	VAU28	Manual	2			

DE COLUMNAS DE ACOMETIDA DE CCM

Acometida T1	Protección sobretensiones	1			
	Analizador de redes				
	Disparo int acometida	1			
	Posición abierto/cerrado int acometida	1			
	Posición abierto/cerrado int maniobra	1			
Acometida T2	Protección sobretensiones	1			
	Analizador de redes				
	Disparo int acometida	1			
	Posición abierto/cerrado int acometida	1			
	Posición abierto/cerrado int maniobra	1			
Defecto de protección tensión mando 24 VAC		1			
Defecto de protección tensión maniobra 230 VAC		1			
Defecto Protecciones Tensión Segura 230 Vac					

Defecto de proteccion señalización		1			
Servicios aux					
	Defec relé prot dif cada salida auxiliar	1			
	Defec prot circ calefactor por columna	2			
	Defec prot circ extractores por columna	2			
	Defec prot cir ilumin interior armario	1			
Pulsador borrado de defectos de sistema		1			
Pilotos señalización de sistema (enclavamientos)			6		
Modo carga de tubería		9			
Defecto fallo de fase		1			

DE CUBÍCULOS CCM

Disparo diferencial	9			
Emergencia Seta	9			
Disparo Magnético	9			
Disparo Térmico	9			
Disparo protección resistencia de caldeo	8			
Disparo protección tensión de maniobra	9			
Posición remoto (PLC)	9			
Confirmación Marcha	9			
Defecto Eléctrico/seta	9			
Defecto Hidráulico/Mecánico/Temperatura	9			
Disparo protección mando	9			
Pulsador borrado de defectos individual	9			

A CUBÍCULOS CCM

Reset defecto Individual desde PLC		9		
Marcha/Paro (desde HMI)		9		
Marcha/Paro (en remoto desde CPC)		9		
Permiso marcha R. caldeo		9		
Reset desde PLC		1		

A COLUMNA DE ACOMETIDA DE CCM

Borrado de defecto de Sistema	1			
-------------------------------	---	--	--	--

SISTEMA ELÉCTRICO

Analizador de redes de acometidas a cuadro de BT	4		8	
Defecto de acometida				
Posición abierto/cerrado int acometida	4			
Defecto de tensión de mando	1			
Protección sobretensiones	2			
Posición abierto/cerrado celda protección general	1			
Disparo (defecto) int PG celda Prot.General	1			
Posición abierto/cerrado celda MT protección trafo	5			
Disparo (defecto) defecto celda MT protección trafo	5			
Alarma temperatura	5			
Disparo temperatura	5			
Disparo sobretensión	5			
Disparo nivel de aceite	5			
Posición abierto/cerrado int. BT del trafo	5			
Disparo int BT del trafo	5			

Acemtida al cuadro general de alumbrado	3		4	
Encendido/apagado circuitos alumbrado	5			

8. REGLAMENTO, NORMAS Y RECOMENDACIONES

8.1. INTRODUCCIÓN

El diseño, fabricación, programación y pruebas del Sistema de Control, deberá cumplir con la última edición de los códigos y secciones más relevantes de los estándares y regulaciones nacionales e internacionales aplicables.

La omisión de cualquier norma o código en esta especificación no exime al suministrador de la obligación de aplicarla, y obtener todos los permisos necesarios y licencias requeridas por legislaciones locales o autonómicas aunque no se mencionen en la misma.

Cuando exista un conflicto entre documentos, estándares y la legislación vigente será obligación del suministrador comunicárselo a la Ingeniería.

8.2. CARÁCTER GENERAL

En general serán de aplicación los códigos y estándares de los siguientes organismos internacionales:

• UNE	Norma Española
• DIN	Deutsche Industrie Normen
• ISA	Instrument Society of America
• ISO	International Organisation for Standardisation
• IEC	International Electrotechnical Commission
• IEEE	Institute of Electrical and Electronics

	Engineers
• API	American Petroleum Institute

En particular serán de aplicación los siguientes códigos específicos:

• API RP 14 F	Prácticas recomendadas para diseño e instalación
• IEC 529	Clasificación de grados de protección proporcionados por envolventes
• IEC 605	Pruebas de seguridad de instrumentos
• IEC 1508	PLC para utilización en Sistemas de Seguridad
• IEC 848	Preparación de gráficos de funciones para Sistema de Control
• IEC 61131-1	Principios básicos de la arquitectura de los PLC
• IEC 61131-2	Requisitos de inmunidad, emisión electromagnéticas, test, verificación y protecciones.
• IEC 61131-3	Programación de PLC
• IEC SC 65A	Estándares genéricos para sistemas eléctricos, electrónicos o electrónicos programables
• ISA S 5-1	Simbología e Identificación de Instrumentos
• ISA S 5-2	Diagramas lógico binarios para operación de procesos
• ISA S 5-3	Diagramas de lazo de instrumentos
• ISA S 5-4	Símbolos gráficos para pantallas
• ISA S 18-1	Secuencia de alarmas
• ISA S 51-1	Terminología para control automático
• ISA S 84.01	Aplicaciones de sistemas instrumentados de seguridad para industrias de proceso
• ISO 31	Tamaños, unidades, símbolos, factores de conversión y tablas de conversión
• ISO 6567	Intercambio de datos, seguridad, criterios generales
• VDE V 0801	Estándar genérico para definir los requisitos de sistemas electrónicos programables por clase de requerimiento

8.3. ESPECIFICACIONES DE CABLEADO

En relación con el cableado y especialmente con la conexión que debe hacerse a la red general, se tendrán en cuenta, en aquello que aplique, las normas que se indican a continuación.

UNE-EN 50173	Requisitos de cableado genérico
ISO/IEC11801	Premisas para la realización de cableado genérico
EIA/TIA-568	Estándar de cableado para edificios comerciales
EIA/TIA-569	Categorías de cable para edificios comerciales y diseño de canalizaciones
UNE-EN 50174	Guía de instalación de un proyecto precableado
ISO/IEC 14763	Normativa de planificación de sistemas de cableado
ANSI/EIA/TIA-606	Administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales
ANSI/EIA/TIA-607	Conexión a tierra y aparejo del cableado de equipos de telecomunicación de edificios comerciales
EIA/TIA pn-3012	Cableado de instalaciones con fibra óptica
UNE-EN 61537	Normativa sobre bandejas porta cables

8.4. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

El Sistema de Control solicitado debe, al menos, cumplir con las siguientes especificaciones ambientales:

Bus del Sistema		
	Función	IEEE 802.3
	Medio Ambiente	IEC 68 e IEC 721
	Seguridad	IEC 1010, CSA 22.2
	Compatibilidad Electromagnética	IEC801 grado 7 nivel 3, EN55022 Clase B, EN50082,
	Certificaciones	CSA y en lista de UL, o CSA/NRTL

Estaciones de Trabajo		
	Medio Ambiente	IEC 68 y IEC 721
	Seguridad	IEC 1010, CSA 22.2
	Compatibilidad Electromagnética (para estaciones industriales solamente)	IEC801 grado / nivel 3, EN55022 Clase B, EN50082,
	Certificaciones	CSA y en lista de UL
	Temperatura de Operación	40° a 95° F (5°C a 35°C)
	Humedad Relativa	= 75% (promedio anual), no-condensado
Controladores, Fuentes y Módulos de Entradas/Salidas		
	Medio Ambiente	IEC 68 e IEC 721
	Seguridad	IEC 1010, CSA 22.2
	Compatibilidad Electromagnética	IEC801 grado 7 nivel 3, IEC1131-2 grado / nivel ESD-3, EN61131-2, EN55011 Clase A, EN55022 Clase B, EN 50081-2, EN50082,
	Compatibilidad Cargas electrostáticas, Radiaciones, Transitorios, Sobretensiones, RF	EN61000-4-1, EN61000-4-2, EN61000-4-3, EN61000-4-4, EN61000-4-5, EN61000-4-6, EN61000-4-11
	Certificaciones	CSA y en lista de UL (opcional CSA/NRTL), European CE mark por EMC directiva 89/336 EEC
	Temperatura de Operación	32 a 122° F (0° a 50° C) ambiente 32 a 158° F (0° a 70° C) en gabinete
	Temperatura de Almacenamiento	-77 a 158° F (-25° a 70° C)
	Humedad Relativa	= 75% (promedio anual), no-condensado = 95% sobre 30 días por año = 85% en todos los demás días
	Vibración	1 g / 0.075 mm / 5...150 Hz, 3 x 2 ciclos
	Grado de Protección	IP 20

9. RELACIÓN DE EQUIPOS Y SERVICIOS

18 UDs. Módulo de entradas digitales, ControlLogix, DC Digital, 32 Point, 10-31VDC, Current Sinking, Input and Communication Status and Module Health Display

5 UDs. Módulo de salidas digitales, ControlLogix, DC Digital, 32 Point, 10-31VDC, 0.35 A Sourcing Outputs

7 UDs. Módulo de entradas digitales, ControlLogix, Analog, 16 Point, 16 Single-Ended Inputs, 8 Differential Inputs or 4 High Speed Differential Inputs, Current and Voltage

1 UD. Controlador, ControlLogix, 2 MB User Memory, 0.98MKB I/O Memory, USB Port, 500 Controller Connections, 4 Character Alpha/Numeric Display, 5ma @ 1.2VDC, 800ma @ 5.1VDC

2 UDs. Módulo Interface EtherNet 10-100M (supports 128 TCP/IP connections)

1 UD. Módulo de comunicación PROFIBUS Master DPV1 in-rack para 1756.

2 UDs. Fuente de alimentación, ControlLogix, AC, 85-265V AC Input, 5V at 10 A Output

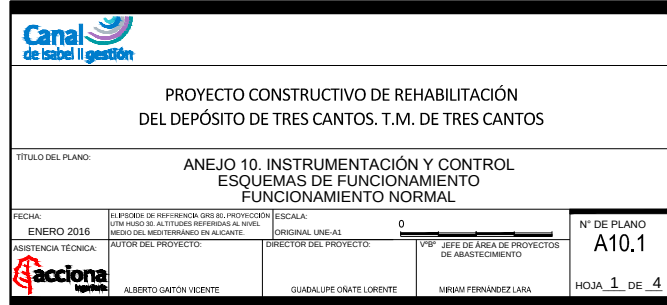
2 UDs. Chasis, 17 Slot

30 UDs. Bloque Terminal, ControlLogix, Screw, 36 Pin, with Low Profile Housing

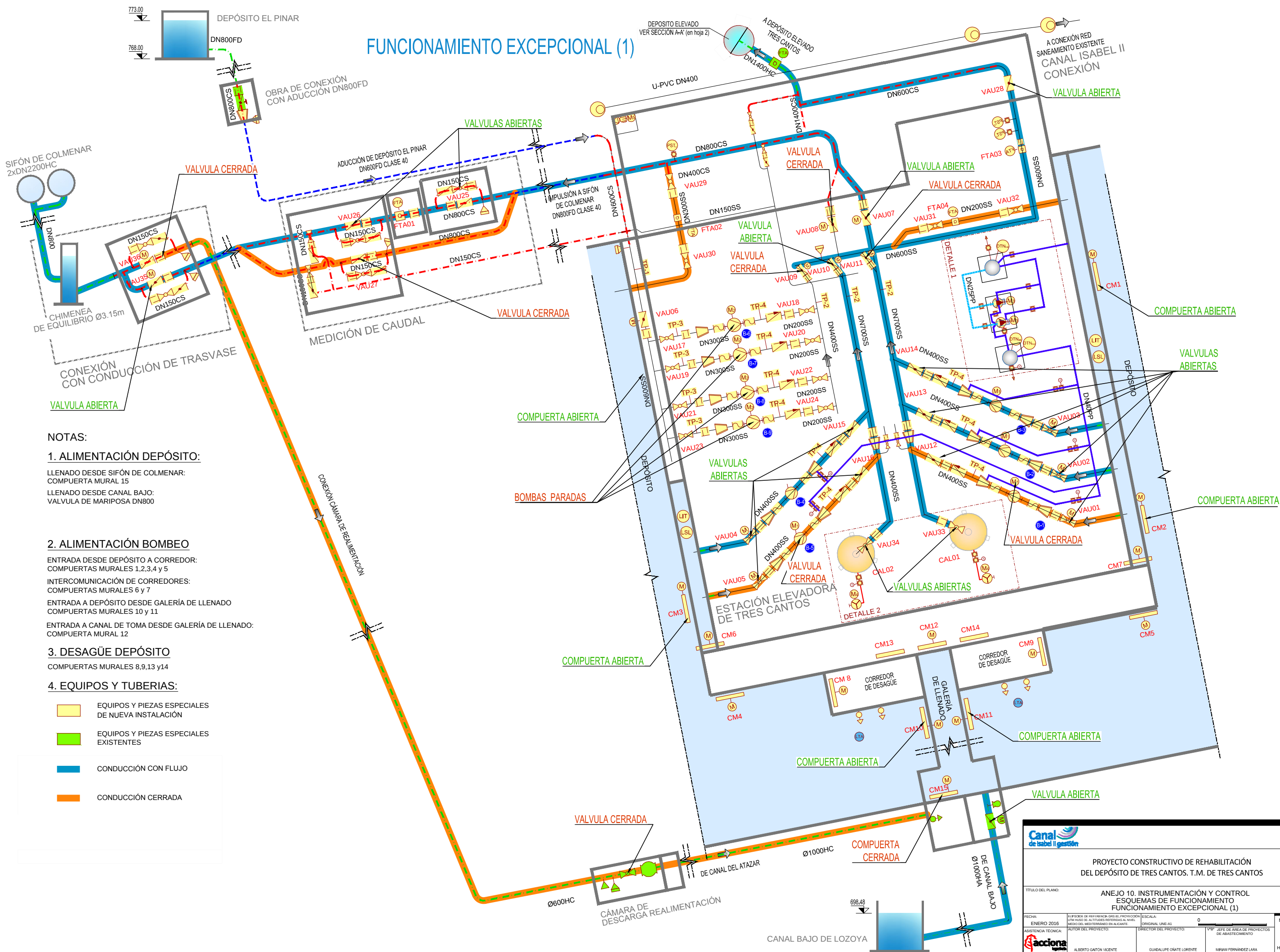
1 UD. Panel de Operador

1 UD. SAI

APÉNDICE 1. ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO



FUNCIONAMIENTO EXCEPCIONAL (1)



NOTAS:

1. ALIMENTACIÓN DEPÓSITO:

LLENADO DESDE SIFÓN DE COLMENAR:
COMPUERTA MURAL 15
LLENADO DESDE CANAL BAJO:
VALVULA DE MARIPOSA DN800

2. ALIMENTACIÓN BOMBEO

ENTRADA DESDE DEPÓSITO A CORREDOR:
COMPUERTAS MURALES 1,2,3,4 y 5
INTERCOMUNICACIÓN DE CORREDORES:
COMPUERTAS MURALES 6 y 7
ENTRADA A DEPÓSITO DESDE GALERÍA DE LLENADO
COMPUERTAS MURALES 10 y 11
ENTRADA A CANAL DE TOMA DESDE GALERÍA DE LLENADO:
COMPUERTA MURAL 12

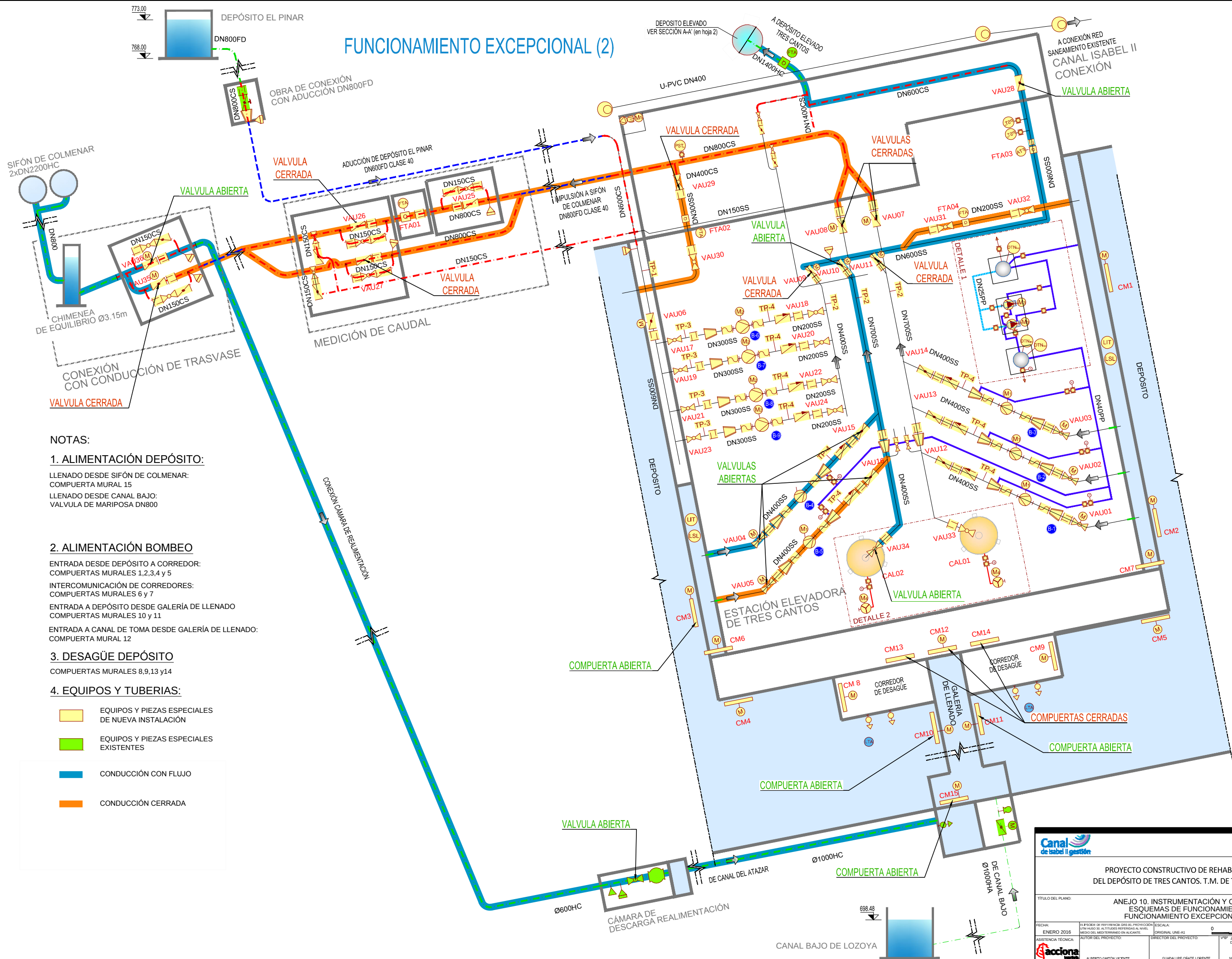
3. DESAGÜE DEPÓSITO

COMPUERTAS MURALES 8,9,13 y 14

4. EQUIPOS Y TUBERÍAS:

- EQUIPOS Y PIEZAS ESPECIALES DE NUEVA INSTALACIÓN
- EQUIPOS Y PIEZAS ESPECIALES EXISTENTES
- CONDUCCIÓN CON FLUJO
- CONDUCCIÓN CERRADA

Canal de Isabel II Gestión			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REHABILITACIÓN DEL DEPÓSITO DE TRES CANTOS. T.M. DE TRES CANTOS			
TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 10. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO FUNCIONAMIENTO EXCEPCIONAL (1)			
FECHA: ENERO 2016	EL PROYECTO DE REFERENCIA ES EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL DEPÓSITO DE TRES CANTOS. T.M. DE TRES CANTOS. VÍDEO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE.	ESCALA: ORIGINAL LINEA A3	Nº DE PLANO: A10.1
AUTORIZACIÓN TÉCNICA: ACCIONA	AUTORIZACIÓN TÉCNICA: ACCIONA	DIRECTOR DEL PROYECTO: GUADALUPE ONATE LORENTE	HOJA 2 DE 4
ALBERTO GARCÍA VICENTE			



LEYENDA:

VALVULAS Y ACCESORIOS	
	-COMPUERTA DOBLE
	-COMPUERTA SIMPLE
	-VÁLVULA DE MARIPOSA
	-VÁLVULA DE COMPUERTA
	-VÁLVULA DE RETENCIÓN
	-CALDERÍN
	-CONO DE REDUCCIÓN
	-CARRETE DE DESMONTAJE
	-BOMBA CENTRÍFUGA DE CAMARA PARTIDA
	-BOMBA DE VACIO DE ANILLO LÍQUIDO
	-CARRETE
	-JUNTA DE EXPANSIÓN
	-CONO DE AMPLIACIÓN
	-VÁLVULA DE CHORRO HUECO
	-VENTOSA
	-DESAGÜE
	-MUESTREO FIJO
	-PUNTO DE MUESTREO
	-DESAGÜE
	-VÁLVULA DE BOLA
	-VÁLVULA DE SOLENOIDE
	-VÁLVULA FLOTADOR
	-POZO DE REGISTRO

MATERIALES DE TUBERÍAS:	
FG	-FUNDICIÓN GRIS
FD	-FUNDICIÓN DUCTIL
HA	-HORMIGÓN ARMADO
HC	-HORMIGÓN ARMADO CAMISA DE CHAPA
CS	-ACERO AL CARBONO
SS	-ACERO INOXIDABLE
PP	-POLIPROPILENO
U-PVC	-CORRUGADO DE PVC

INSTRUMENTACIÓN	
	-CAUDALÍMETRO
	-INDICADOR DE NIVEL
	-TRANSDUCTOR DE NIVEL
	-DETECTOR DE NIVEL
	-TRANSDUCTOR DE CAUDAL
	-MANÓMETRO
	-TRANSDUCTOR DE PRESIÓN
	-PRESOSTATO POR MÍNIMA
	-PRESOSTATO POR MÁXIMA
	-TOMA DE PRESIÓN ASPIRACIÓN
	-TOMA DE PRESIÓN IMPULSIÓN
	-TOMA DE PRESIÓN EN CADENAS DE ASPIRACIÓN
	-TOMA DE PRESIÓN EN CADENAS DE IMPULSIÓN

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS	
	-MOTOR ELÉCTRICO
	-BOMBEO DE TRASVASE (5uds.: 4+1R) Caudal: 300l/s Presión: 82 m.c.a. P. Unitaria:355 kW
	-BOMBEO EN LINEA A RED DE DISTRIBUCIÓN (4uds.: 2+2R) Caudal: 60l/s Presión: 17 m.c.a. P. Unitaria: 22 kW
	-BOMBEO DE VACIO DE ANILLO LIQUIDO (2uds.: 1+1R) Caudal: 20.83l/s Presión absoluta: 400 mbar P. Unitaria:2.40 kW
	-COMPRESOR DE PISTÓN 2 ETAPAS SOBRE DEPÓSITO (2uds.: 1+1R) Caudal: 15l/s Presión: 9 bar P. Unitaria:5.50 kW Depósito: 500 l
	-BOMBA SUMERGIBLE (1ud) Caudal: 9.9l/s Presión: 6.7 m.c.a. P. Unitaria:1.1 kW
	-CALDERÍN HIDRONEUMÁTICO DE AIRE COMPRIMIDO

