

## ANEJO Nº 10.- INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. INSTRUMENTACIÓN</b>	<b>6</b>
2.1 Caudalímetros	6
2.2 Transductor de presión	7
2.3 Medidor de nivel ultrasónico	7
2.4 Detector de nivel	8
2.5 Cloración	8
2.6 PLC (autómata programable)	9
2.7 SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida)	10
<b>3. CONTROL</b>	<b>11</b>
<b>4. COMUNICACIONES</b>	<b>14</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL BOMBEO A RED.</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO I. FUNCIONAL ELEVADORAS BOMBEO A RED</b>	<b>17</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

Se describe en este anejo la instrumentación y el sistema de control que se implementará en el “Proyecto de mejora de abastecimiento a Pezuela de las Torres”.

## 2. INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación que se prevé instalar en el presente proyecto es la siguiente:

- Caudalímetros electromagnéticos FD DN250mm PN16 y FD DN150mm PN16
- Transductores de presión
- Medidor de nivel ultrasónico
- Detector de nivel
- Sensores anti-inundación
- Sensores anti-intrusión
- Válvulas telemandadas
- Analizador de cloro

Las principales características de la instrumentación son las siguientes:

### 2.1 Caudalímetros

Se dispondrán caudalímetros electromagnéticos según ET-4204 para medida de velocidad, caudal y volumen en la conducción de agua con sección circular de DN 125 mm completamente llena y flujo tanto positivo como negativo.

Un líquido eléctricamente conductivo fluye a través de un tubo, eléctricamente aislado, a través de un campo magnético. El campo magnético es generado por una corriente que fluye a través de un par de bobinas magnéticas.

Dentro del líquido se genera una tensión U:

$$U = v * k * B * D$$

Siendo:

v = velocidad media del caudal

k = factor de corrección de la geometría

B = fuerza del campo magnético

D = diámetro interno del caudalímetro

La tensión de señal U es recogida por los electrodos y es proporcional a la velocidad media de caudal v y, por consiguiente, a la velocidad de caudal q. Por último, se utiliza un convertidor de señal para amplificar la tensión de señal, filtrarla y convertirla en señales para la totalización, el registro y el procesamiento de la salida.

La parametrización y puesta en marcha de los equipos será siempre realizada por el Área de Automatización.

Se instalarán siempre con carrete de desmontaje, respetando siempre los tramos de tranquilización. Para un correcto funcionamiento de estos caudalímetros y con el fin de obtener las precisiones indicadas por los fabricantes, deberán instalarse de tal manera que se respeten los tramos de tranquilización que a continuación se presentan:

"REQUISITOS DE TRAMOS DE TRANQUILIZACIÓN"		
TIPO DE PERTURBACIÓN	AGUAS ARRIBA DEL CAUDALIMETRO	AGUAS ABAJO DEL CAUDALIMETRO
<ul style="list-style-type: none"> <li>*Reducción de la sección</li> <li>*Ampliación de la sección</li> <li>*Válvula de mariposa totalmente abierta</li> <li>*Válvula de mariposa parcialmente abierta</li> <li>*Válvula de compuerta parcialmente abierta</li> <li>*Válvula de compuerta totalmente abierta</li> <li>*Curva simple en el mismo plano</li> <li>*2 curvas en el mismo plano</li> <li>*Válvula de retención</li> <li>*2 curvas en diferente plano</li> <li>*Pieza en T con desviación de caudal</li> <li>*Pieza en T como aportación</li> <li>*Bomba</li> </ul>	5 x D	3 x D

## 2.2 Transductor de presión

La medida de presión en la tubería se realizará mediante un sensor con membrana enrasada.

Se instalarán transductores de presión según ET-4207

El transmisor de presión es un instrumento basado en el equilibrio de fuerzas y que convierte una presión de entrada en una señal proporcional a aquella. La presión de entrada puede ser relativa, absoluta o diferencial.

La conversión directa de la presión interna en señal eléctrica es ejercida por una mínima deflexión del sensor, los cambios en la presión causan el correspondiente cambio en la salida del traductor y son proporcionales a las variaciones de presión.

## 2.3 Medidor de nivel ultrasónico

Se instalarán medidores de nivel ultrasónico según las siguientes especificaciones técnicas:

Electrónica	Microprocesador.
Montaje	Pared.
Material caja	ABS o policarbonato.
Protección	IP 65.

Temperatura máxima	-20 °C a +60 °C.
Tensión alimentación	24Vcc.
Entrada	Galvánicamente separada.
Contactos de alarma	Mínimo 2.
Alarma de funcionamiento	1 relé con un contacto libre de potencial.
Precisión	± 0,25% del valor medido o mejor.
Indicación	LCD y LED.

## 2.4 Detector de nivel

En cada vaso se instalará un nivel de boya como medida de nivel de reserva. Cumplirá las especificaciones técnicas ET 4201.

## 2.5 Cloración

Se instalará un panel analizador y controlador de cloro del agua almacenada en el depósito, de chapa de acero de espesor 2,5 mm y dimensiones 1500 x 1500 mm, formado por dos canales.

Dentro del panel de cloro se incluyen dos células de media y un controlador.

### Características

Células de medida:

Temperatura ambiente permitida: 0-40° C

Humedad aire permitida: máx 90 % de humedad relativa

Caudal agua de medida mín/máx : 20/60 l/h

Tensión en la red: 230/240 V (50/60Hz)

Consumo 10 W

Intervalos de medición Cloro

Cl <sub>2</sub> (mg/l)
0.00 – 0.50
0.00 – 1.00
0.00 – 2.00
0.00 – 5.00
0.00 – 10.00
0.00 – 20.00



Sensibilidad de la medición ----- <10 ppb  
Precisión de la medición ----- <  $\pm 5$  % desde el extremo del intervalo de medición  
Reproducibilidad ----- <  $\pm 3$  %  
Montado en una placa base y cableado para la conexión  
Con juego de cables preparados  
Con compensación de temperatura  
Célula presurizada con motor de limpieza  
Tensión de red del motor de limpieza ----- 230/240 v (50/60 Hz)  
Peso (con motor de limpieza) ----- 2 Kg

#### Controlador

- Parámetros de medición y control ----- Cloro
- Material de carcasa ----- ABS
- Peso ----- 1,5 Kg

- Tensión de la red ----- 230/240 V (50/60 Hz)  
- Consumo de potencia ----- 15 VA  
- Electrónica ----- Microprocesador de 16 bits  
- Pantalla ----- Alta resolución, HMI 15"  
- Salidas de relé ----- 1 alarma y 2 controladores  
Entrada de señales ----- Parada del regulador; sensor de agua  
Función de calibración de adaptación automática  
Función de diario de navegación  
Temperatura admisible (funcionamiento) 0-50 °C  
Humedad relativa admisible----- 90 % a 40 °C

## 2.6 PLC (autómata programable)

El PLC a instalar en la caseta prefabricada se realizará según ET-4001.  
Formado por al menos un bastidor central para conexión de módulos.  
Puerto de programación RS-485, utilizable como interfaz con dispositivos HMI. Interfaz Web para su diagnóstico sencillo.  
Puerto de comunicaciones PROFIBUS-DP, para comunicación con estaciones de periferia en caso de ser solicitada. Utilizable como interfaz con dispositivos HMI y puerto de programación.  
Puerto de comunicaciones Ethernet /PROFINET-IO, para comunicación con estaciones de periferia en caso de ser solicitada. Utilizable como interfaz con dispositivos HMI y puerto de programación.  
Tensión de entrada nominal: 120 V AC ó 230V AC ó 24 V DC.  
Interfaz de conexión de tipo RJ45 según Industrial Ethernet.  
Dispondrá al menos de dos puertos que realicen la función de switch.  
El contratista adoptará los nombres de los *tags* facilitados por la Dirección de Obra para la programación de los PLC.

## 2.7 SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida)

El SAI conectado a la red y al PLC deberá cumplir la ET-4011.

Tensión de entrada monofásica 230 Vca

Tensiones de salida monofásica 230 Vca y 24 Vcc

Potencia de 2250 W y autonomía de 2 horas.

Protección de corriente alterna de 230 V de entrada mediante interruptor general automático magnetotérmico y diferencial.

### 3. CONTROL

El sistema de control se instalará en la sala eléctrica perteneciente a la caseta de válvulas anexa al nuevo depósito proyectado al norte de la urbanización Los Caminos.

Para la conexión de las señales procedentes de la instrumentación, así como para el envío de las órdenes de marcha/paro de los grupos de bombeo, se requerirá de un equipo de control basado en autómatas programables de control que realizará las siguientes funciones:

- Adquisición, tratamiento, supervisión y maniobra de la señalización procedente de la instrumentación y equipos a controlar que componen la estación remota, a través de módulos de entrada/salida digitales y analógicos
- Comunicación vía GPRS con el Centro de Control
- Comunicación vía Profibus DP con los diferentes elementos que componen la instrumentación, procesador de comunicaciones y módem GPRS.

El sistema de control incluirá SAI.

En cada uno de los vasos del depósito se instalará un medidor ultrasónico y detectores de nivel. Tanto el medidor ultrasónico como los detectores de nivel tendrán salidas analógicas.

A continuación se adjunta un cuadro con los tipos de señales.

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES	Total señales a PLC					
		DISEÑO					
		Inst.	Res.	E/D	S/D	E/A	S/A
DESIGNACIÓN EQUIPO		Ud.	Ud.				Profi bus
<b>BOMBA 1</b> -Confirmación marcha bomba 1 -Defecto bomba 1 -Orden marcha bomba 1 -Selector bomba 1 en automático -Selector bomba 1 en manual		1		4	1		5
<b>BOMBA 2</b> -Confirmación marcha bomba 2 -Defecto bomba 2 -Orden marcha bomba 2 -Selector bomba 2 en automático -Selector bomba 2 en manual		1		4	1		5
<b>BOMBA 3</b> -Confirmación marcha bomba 3 -Defecto bomba 3 -Orden marcha bomba 3 -Selector bomba 3 en automático -Selector bomba 3 en manual		1		4	1		5

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES		Total señales a PLC				
DESIGNACIÓN EQUIPO							
	DISEÑO		DISEÑO				
	Inst.	Res.	E/D	S/D	E/A	S/A	Profi
	Ud.	Ud.					bus
BOMBA 4 -Confirmación marcha bomba 4 -Defecto bomba 4 -Orden marcha bomba 4 -Selector bomba 4 en automático -Selector bomba 4 en manual	1		4	1			5
BOMBA 5 -Confirmación marcha bomba 5 -Defecto bomba 5 -Orden marcha bomba 5 -Selector bomba 5 en automático -Selector bomba 5 en manual	1		4	1			5
BOMBA 6 -Confirmación marcha bomba 6 -Defecto bomba 6 -Orden marcha bomba 6 -Selector bomba 6 en automático -Selector bomba 6 en manual	1		4	1			5
BOMBA 7 -Confirmación marcha bomba 7 -Defecto bomba 7 -Orden marcha bomba 7 -Selector bomba 7 en automático -Selector bomba 7 en manual	1		4	1			5
CENTRALITA ANTI-INUNDACIÓN -Nivel paro -Nivel aviso -Alarma inundación	1		3				3
CENTRALITA ANTI-INTRUSIÓN	1				1	1	3
VÁLVULAS TELEMANDADAS -Defecto -Disparo magnético -Disparo protección maniobra -Disparo protección mando -Defecto válvula -Válvula abierta -Válvula cerrada	2		4	3			14
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 80 -Caudal totalizado -Caudal instantáneo	2		1		1		2
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN	2				1		2
MEDIDOR DE NIVEL ULTRASÓNICO	2				1		2

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES		Total señales a PLC				
	DISEÑO		DISEÑO				
	Inst.	Res.	E/D	S/D	E/A	S/A	Profi
	Ud.	Ud.					bus
<b>DETECTOR DE NIVEL</b> -Selector Vaso 1 -Nivel mínimo Vaso 1 -Permiso nivel Vaso 1 -Selector Vaso 2 -Nivel mínimo Vaso 2 -Permiso nivel Vaso 2	1		5	1			6
<b>ARMARIO</b> -Selector funcionamiento PLC -Selector funcionamiento CCM -Seta emergencia -Disparo disyuntor general -Posición disyuntor general -Disparo común protecciones servicios auxiliares -Disparo común protecciones señalización armario -Disparo protecciones condensadores de baterías reactivas -Defecto protección sobretensiones -Defecto tensión de mando 24V -Defecto tensión de mando 230V -Fallo fuentes -Fallo tensión 230Vac SAI armario control -Fallo 230Vac red -Selector HMI - Selector Web21 -PLC caído -Temperatura interna armario	1		18	1	1		
<b>ANALIZADOR DE RED</b>	1			2		2	4
<b>TOTAL REQUERIDO E/S</b>			59	14	5	3	
<b>RESERVA E/S (20%)</b>			11,8	2,8	1	0,6	
<b>TOTAL E/S PLC</b>			71	17	6	4	

Las E/S digitales irán aisladas mediante relés u optoacopladores mientras que las E/S analógicas irán aisladas mediante aisladores galvánicos, activos o pasivos, y protegidas contra sobretensiones. Se preverá pantalla HMI de 12" en la puerta del cuadro de control.

Las tarjetas a instalar en el cuadro de control tendrán un número tanto de entradas como de salidas analógicas y digitales de 6. Siguiendo el cuadro anterior, se deberán colocar en el cuadro el siguiente número de tarjetas:

Entradas digitales: 12  
 Salidas digitales: 3  
 Entradas analógicas: 1  
 Salidas analógicas: 1

#### 4. COMUNICACIONES

La solución de comunicaciones propuesta está basada en la utilización del protocolo profibus DP a través de interfaz RS485 para conectar los diferentes elementos que forman parte del control.

La unión de los diferentes elementos se realiza a través de cable apantallado de 2 hilos según protocolo Profibus DP.

El autómatas se comunicará con el terminal táctil (HMI) mediante interfaz RS485.

El procesador de comunicaciones y el módem GPRS irán comunicados con el PLC mediante interfaz RS485.

La comunicación por tanto con el Centro de Control se realizará mediante el módem GPRS.

Los variadores de frecuencia, detectores de nivel, medidor de nivel ultrasónico, transductor de presión, caudalímetros, analizador de redes y válvulas telemandadas estarán conectados al PLC mediante protocolo Profibus DP

## 5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL BOMBEO A RED.

El adjudicatario deberá realizar una descripción funcional específica para el proyecto. En el Anexo I se recoge descripción funcional tipo para bombeo a red.





## ANEXO I. FUNCIONAL ELEVADORAS BOMBEO A RED



**FUNCIONAL ELEVADORAS**  
**BOMBEO A RED**  
**VERSIÓN 1**

Área: Grupo de Trabajo de Elevadoras

Fecha: Mayo 2018

## ÍNDICE

1	Consideraciones generales.....	3
1.1	Definiciones .....	3
1.2	Codificación de equipos según el modelo estándar .....	5
1.3	Niveles de acceso de los usuarios.....	11
1.4	Enclavamiento de secuencia independiente de “Marcha/Paro” General de la elevadora .....	11
1.5	Modificación parcial de secuencia.....	11
2	Equipos de la elevadora y cortes y enclavamientos asociados.....	12
3	Secuencia principal del bombeo .....	13
3.1	Disponibilidad de la elevadora .....	13
3.2	Numero maximo de bombas en funcionamiento.....	14
3.3	Funcionamiento general de la elevadora: parametros y consignas que lo definen .....	14
3.3.1	Duplicación de consignas por hora valle / hora punta .....	15
3.4	Funcionamiento controlado por PLC.....	16
3.4.1	Generalidades .....	16
3.4.2	Funcionamiento por gravedad (baipás) .....	17
3.4.3	Arranques: Secuencia para una red presurizada.....	18
3.4.3.1	Arranque del primer grupo (pequeño o grande):.....	18
3.4.3.2	Arranque del segundo grupo.....	19
3.4.3.3	Todas las bombas arrancadas: Parada por presión mínima en impulsión para instalaciones de agua regenerada .....	25
3.4.4	Paradas por ausencia de consumo en la red.....	26
3.4.4.1	Parada cuando sólo hay un grupo en régimen (pequeño o grande):.....	26
3.4.4.2	Parada de un grupo estando dos grupos en régimen .....	28
3.5	Funcionamiento de emergencia .....	37
3.6	Cortes y enclavamientos de la secuencia .....	38
3.6.1	Espera entre maniobras. ....	38
3.6.2	Interrupción de maniobras.....	38
3.6.3	Fallo de válvula con bombeo en marcha:.....	39
3.6.4	Falta de potencia disponible .....	39
3.6.5	Fallo de la protección antiarriete .....	40
3.6.6	Inexistencia de nivel adecuado de agua en depósito de aspiración .....	40
3.6.7	Falta de presión en aspiración .....	41
3.6.8	Temperatura y vibraciones .....	41
3.6.9	Inundación.....	42

3.6.10	Bomba de achique.....	42
3.7	Bombas con valvulas individuales motorizadas .....	43
3.7.1	Fallo de válvula individual en arranque de bomba (aspiración e impulsión).....	43
3.7.2	Fallo de válvula individual en paro de bomba.....	44
3.7.3	Fallo de válvula individual con bombeo en marcha: .....	44
3.8	Modo de Carga de la Tubería de Impulsión.....	44
3.9	Rotación de equipos motobomba .....	45
3.10	Selección de instrumentación analógica redundante activa.....	47
3.11	Oscilación de señales, frentes bruscos etc. ....	48
4	Incongruencia de señales.....	48
4.1	Transductores e Incongruencia presostatos.....	48
4.2	Entre boyas de mínimo en depósito de aspiración y su corte por CCM.....	49
4.3	Entre presostatos y sus temporizados .....	49
4.3.1	Presostatos generales de aspiración o de máxima en impulsión con sus señales temporizadas. ...	49
4.3.2	Presostato general de mínima en impulsión con su señal temporizada.....	49
5	Secuencia de transformadores .....	50
6	Vigilancia de tensión .....	50
7	Otras secuencias del bombeo .....	51
7.1	Vigilancia de caudales.....	51
7.2	Ventilación por temperatura de la sala .....	51
7.3	Climatización de la sala.....	51
8	Señales y alarmas a CDC.....	53
9	Tabla resumen de consignas y parametros.....	55
10	Tabla resumen de alarmas y eventos.....	57
11	Anexo I. LISTADO DE EQUIPOS, CONSIGNAS, PARÁMETROS, EVENTOS Y ALARMAS.....	61

## 1 CONSIDERACIONES GENERALES

El objetivo de este documento es definir el funcionamiento de las elevadoras de agua potable y regenerada que, aspirando de un depósito o de una conducción en presión, impulsan el agua para presurizar una red de distribución, por lo que el caudal impulsado es variable en cada momento y depende de la demanda de las acometidas existentes en la citada red. Así pues, en este tipo de elevadoras es necesaria la posibilidad de bombear caudales variables, por lo que se emplean variadores de velocidad y se puede regular caudal. Junto con el documento Hidráulico, define el equipamiento a instalar no solo en la elevadora sino también en los depósitos origen y centros de transformación asociados en las instalaciones de nueva construcción o remodelación de instalaciones existentes, siempre que en estas últimas por las características de las mismas sea posible.

### 1.1 DEFINICIONES

Para la correcta comprensión del documento se ha de tener en cuenta que se considera:

**Lazo de regulación:** Consiste en variar las r.p.m. de un grupo en función de una consigna de presión establecida.

**Modo arranque:** Situación transitoria de aceleración de un grupo para llegar a régimen

**Modo régimen:** Situación estable de un grupo una vez alcanzada la consigna de funcionamiento indicada

**Corte:** Bloqueos de la posibilidad de orden de marcha que se resuelven solos sin intervención humana adicional. Los tipos de corte serán los siguientes:

- Corte de instalación: Se intercepta la secuencia programada parando la instalación adecuadamente, volviendo a estar disponible para la secuencia cuando se recupera la condición que ha generado el corte. Actúa en los equipos que estén funcionando en remoto automático R(A), remoto manual R(M), pero no en local L.
- Corte de equipo: Paro no definitivo del funcionamiento de un equipo motobomba, es decir, el equipo arranca de nuevo cuando se recupera la condición que ha generado el corte y la secuencia lo requiere. Actúa en equipos que estén funcionando en R(M) y R(A), pero no en L.
- Corte por CCM; Paro no definitivo del funcionamiento de un equipo motobomba. Se interrumpe eléctricamente la posibilidad de orden de marcha, el equipo arranca de nuevo cuando se recupera la condición que ha generado el corte. Actúa en equipos en R(A), R(M) o en L indistintamente.

**Enclavamiento:** Bloqueos de la posibilidad de orden de marcha que necesitan intervención humana adicional para su resolución. Los tipos de enclavamiento serán los siguientes:

- Enclavamiento de instalación: Se intercepta la secuencia programada parando la instalación adecuadamente, requiriendo intervención del operario para rearme. Actúa en los equipos que estén funcionando en R(A), y R(M), pero no en L.
- Enclavamiento de equipo: Paro indefinido del funcionamiento de un equipo motobomba, motivado por la activación de una condición de protección del equipo. El equipo no puede arrancar de nuevo hasta que un operario ha verificado que las condiciones que han generado el enclavamiento han desaparecido y ha reseteado el equipo. Actúa en equipos que estén funcionando en R(M) y R(A), pero no en L.
- Enclavamiento por CCM: Paro indefinido del funcionamiento que genera un bloqueo eléctrico y necesita la intervención del operario para su resolución. Actúan en equipos en R(A), R(M) o L indistintamente. Los enclavamientos por CCM requieren de un “relé”, circuito eléctrico o interruptor auxiliar que se queda “disparado”, en tanto no se rearme por un operario.

**Evento:** es una notificación de una situación en de la elevadora, quedarán registrados en la pantalla “histórico de eventos”

Ej.: Bombeo en espera con funcionamiento en modo presión.

**Alarma:** es un tipo de evento de especial relevancia definido por Operaciones, que quedarán registradas en la pantalla “histórico de alarmas” y en la pantalla “histórico de eventos” y se dividen en dos tipos:

- Alarma con reconocimiento automático: es una notificación de una situación que cambia el funcionamiento de la elevadora. Las alarmas se visualizan en la pantalla general y desaparecen cuando cesa el motivo que las generaron.
  - Ej.: Nivel del vaso nº1 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)
- Alarma sin reconocimiento automático: es una notificación de una situación que cambia el funcionamiento de la elevadora. Las alarmas se visualizan en la pantalla general y no desaparecen cuando cesa el motivo que las generaron, sino que es necesario que la reconozca un operario para que desaparezca de la pantalla general.
  - Ej.: Fallo apertura/cierre de la válvula motorizada colector de aspiración

**Tipos de señales:**

- Señal directa: Señal generada directamente por los distintos instrumentos en campo al cambiar de estado el instrumento.
- Señal temporizada: señal generada transcurrido un tiempo desde que se ha activado la directa..

**Consigna:** Valores que definen el funcionamiento de la instalación y que se pueden modificar en las pantallas del PLC

Ej.: Nivel de parada 1 grupo

**Parámetro:** Valores que definen el funcionamiento de la instalación y que se pueden modificar en las pantallas del PLC con un nivel de acceso adecuado, superior al de modificación de consignas, por ser valores que vienen de un cálculo o de la definición durante el periodo de pruebas.

Ej.: Posicionamiento en arranque

**Orden:** Situación o estado deseado en la instalación a definir entre varias alternativas prefijadas en el PLC, ya sea mediante desplegable con opciones o mediante alternativa de botón

Ej.: Botón de marcha/paro de la elevadora  
 Botón de modo de funcionamiento: presión/ nivel  
 Desplegable de prioridad en el arranque de grupos: arranques/ horas/ horas- arranques  
 Selección de vaso activo: vaso 1/ vaso 2

**Información de proceso:** son datos que el programa ofrece sobre el estado y funcionamiento de la elevadora.

Ej.: Siguiendo grupo ON (nos informa del número del siguiente grupo que entrara en marcha si la secuencia lo requiere)

## 1.2 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS SEGÚN EL MODELO ESTÁNDAR

A efectos de ligar este documento con el modelo estándar de programación, se ha intentado efectuar una denominación de equipos según el patrón establecido por él tanto en los equipos en sí como en la zonificación de la elevadora.

La codificación del modelo es:

NNNEEEZZXX Ejemplo. 349NDEDP01

NNN – Número de tres cifras que identifica la instalación. Por ejemplo los bombeos de Valmayor a Reunión y San Juan son 349. (En el croquis y en lo que sigue se elimina de este “prefijo” por razones obvias).

EEE – Tres letras que identifican el tipo de elemento controlado por el automatismo. Ejemplo: un medidor analógico de nivel es LTA

ZZ – Código de dos letras según la zona de la instalación (hay unas cuantas definidas) dentro de las del modelo.

XX – Nº consecutivo para ir dándole a los diversos elementos que estén en una misma zona.

La siguiente tabla resume los tipos de equipos codificados:

LISTADO DE EQUIPOS	SIMBOLICO
Agitador	AGT
Aire Acondicionado	AAC
Alarma	ALM
Alarma Intrusion	AIR
Alarma Luminosa	ALL
Alarma mínimo nivel	AMN
Alarma Presión	ADP
Alarma presión tubería	APT
Alarma Sonora	ALS
Alarma Vertido	AVE
Bomba	BSB
Bomba Achique	BSA
Bomba Achique Cont Arranques	BMA
Bomba Cont Arranques	BMB
Bomba Variador	BSV



Bomba Variador Cont Arranques	BMV
Boya	BND
Cabina Entrada	CEN
Cabina Ruptofusible	CRP
Cabina Salida	CSA
Celda de AT Interruptor automático	CAT
Celda de MT Interruptor automático	CMT
Compresor	COM
Contactador 1 salida	KO1
Contactador 2 salida	KO2
Control modo emergencia	ECM
Desodorizador	DES
Detector Flujo/Caudal	FET
Detector inductivo	DIN
Detector nivel digital	DTN
Electroválvula biestable NA	EBA
Electroválvula biestable NC	EBC
Electroválvula NA	ESA
Electroválvula NC	ESC
Emergencia	EMG
Equipo genérico In	EQP
Equipo genérico Out	EQO
Equipo Ultravioleta 1 salidas	EU1
Equipo Ultravioleta 2 salidas	EU2
Extractor	EXT
Final Carrera Activado	FCA

Final Carrera Close-Cerrado	FCC
Final Carrera Desactivado	FCD
Final Carrera Open-Abierto	FCO
Grupo Electrógeno	GEL
Interruptor ON	ION
Motor	MOT
Motor Estrella Triangulo	MET
Orden de Rearme	REA
Permisivo Arranque	PER
Polipasto	PPT
PresostatoDiferencial	PSD
PresostatoDigital	PST
Pulsos Caudal	FTP
Pulsos Energia	FTE
Pulsos Potencia Activa	FPA
Pulsos Potencia Reactiva	FPR
Rasqueta	RAS
Referencia Caudal	REC
Referencia Consigna	REF
Referencia Presion	REP
Reja	REJ
SAI	SAI
Salida Analogica de frecuencia Hercios	HSZ
Sensor Analogico FLOAT	MER
Sensor de Amonio	NH3
Sensor de Carbono Organico Disuelto	COD

Sensor de Carbono Organico Total	COT
Sensor de Caudal	FTA
Sensor de Caudal Tomamuestras	QTQ
Sensor de Cloro	CLR
Sensor de Conductividad	CND
Sensor de Frecuencia Hercios	HRZ
Sensor de Humedad	HUM
Sensor de Intensidad-Consumo ana	INT
Sensor de Metano	PCH
Sensor de Nitratos	NO3
Sensor de Nitritos	NO2
Sensor de Nivel	LTA
Sensor de Nivel canal	NCA
Sensor de Nivel depósito	NDE
Sensor de Nivel embalse	NEM
Sensor de Nivel embalse altura	NHE
Sensor de Nivel en camara	NCM
Sensor de Oxigeno	POD
Sensor de pH	PHD
Sensor de Posición Valvula Compuerta	MCC
Sensor de Posición Valvula Regulacion	MVR
Sensor de Presión	PTA
Sensor de Presión en tubería	NTU
Sensor de Proteccion Catodica	SPC
Sensor de Solidos	SDS
Sensor de Sulfuro de Hidrogeno	PHS

Sensor de Temperatura	TTA
Sensor de Temperatura PT-100	SPT
Sensor de Turbidez	TUA
Sensor de Velocidad	VEL
Sensor de Vibraciones	VBR
Sonda Potencia Activa Analogica	PAC
Sonda Potencia Reactiva Analogica	PRE
Sonda Tension analogica	TEN
Soplante 1 velocidad	SOP
Soplante 2 velocidades	SO2
Tacometro RPM	RPM
Tamiz	TMZ
Termostato Digital	TST
Tornillo	TRN
Trafo Nivel aceite Disparo	TND
Trafo Presion Disparo	TDP
Trafo Temperatura Alarma	TAT
Trafo Temperatura Disparo	TDT
Triturador	TTD
Valvula 2 salidas sin Final Carrera	VAS
Válvula Aumatic POS	VSP
Válvula Aumatic SAR	VSR
Valvula Control Analogico	VCA
Valvula Motorizada NORM	CMP
Valvula motorizada posicion	VMP
Válvula NA	VMA

Válvula NC	VMC
Válvula Reguladora	VLR
Valvula sin Confirmacion Km	CNK
Variable de proceso	MEP
Ventiladores	VNT

Nota: en azul se indican los equipos con consecuencia física y en amarillo sensores.

Además hay que tener en cuenta que el modelo tiene bloques de entrada y bloques de salida.

- **Los bloques de entrada** son captación de datos desde PLC y se corresponden realmente con instrumentación dispuesta en el bombeo.

Aunque existen multitud de bloques distintos, en realidad su lógica interna es siempre la misma porque realmente solo existen dos posibles tipos de datos:

- Entradas digitales. Es decir, ON/OFF, abierto/cerrado, 0 o 1.
- Entradas analógicas. Es decir, entrada de un “valor” en general codificado escalarmen- te en una medida 4-20 mA. (Es decir 0 es 4 mA y el fondo de escala que se seleccione, digamos 25 kg/cm<sup>2</sup> pues 20 mA).

Es decir que al final es una cuestión de nomenclatura, un bloque LTA (nivel analógico), un bloque PTA (transduc- tor) y un bloque TTA (sensor de temperatura) tienen el mismo comportamiento.

La diferencia entre bloques por tanto solo se refiere a textos y a potenciales funcionalidades añadidas o no en algunos (por ejemplo posibilidad de “simular” señales o no independientemente de su valor real de campo).

- **Los bloques de salida** son los bloques de “ordenes” desde el PLC a los equipos físicos que existan bien digitales (orden de marcha paro), bien analógicas (por ejemplo referencia de velocidad en una bomba con variador).

Los bloques de salida representan equipos “complejos” y aunque su función principal es gestionar la orden que el PLC le dará a dicho motor a través del CCM y/o comunicaciones, **ADEMÁS de dichas salidas** pueden gestionar entradas intrínsecamente asociadas.

Por ejemplo todos los bloques de válvula llevan intrínsecamente asociados las señales digitales de finales de carrera y la analógica de posicionador en su caso. No es necesario dar de alta bloques de entrada adicionales al de la propia válvula para gestionar dichas entradas de “instrumentación” de campo.

### 1.3 NIVELES DE ACCESO DE LOS USUARIOS

El modelo estándar de programación ofrece la posibilidad de establecer control de usuarios con registro en el sistema y “deslogado” automático temporizado. Si no se ha efectuado registro/ “log-in”, se está con nivel de usuario 0. Cuando se efectúa dicho registro, y según la identificación del usuario que lo haga, este tiene asociado mayor o menor nivel.

En general los FacePlates provistos por el modelo estándar ya tienen un determinado comportamiento, con ciertas partes accesibles o simplemente visibles según dicho nivel de acceso, pero en todo el resto del programa hay que vincular su comportamiento, (visibilidad y acceso), según se requiera.

Los criterios de niveles de usuario se definirán para cada instalación, si bien se propone como criterio general los siguientes:

- Todo el interfaz<sup>1</sup> será visible para cualquier usuario<sup>2</sup>. Es decir incluso con nivel 0 (sin “log-in” /registro).
- Las consignas y ordenes serán accesibles/operables para usuarios de nivel 1 (o superior).
  - Ej.: todos los botones de gestión de alarmas o los de “Marcha / Paro General” del bombeo son de este nivel.
- Los parámetros serán accesibles para usuarios de nivel 2 (o superior).
- A priori, no es necesario establecer más niveles superiores.

### 1.4 ENCLAVAMIENTO DE SECUENCIA INDEPENDIENTE DE “MARCHA/PARO” GENERAL DE LA ELEVADORA

Cuando se produce un Enclavamiento de la instalación, es decir, una situación grave que para definitivamente la elevadora en su conjunto y que ha de recuperarse manualmente por un operador, aún cabe un grado de decisión más: si se elimina o no adicionalmente la orden de Marcha General de la elevadora.

Con criterio general **se va a adoptar que NO se elimina dicha orden de marcha**, es decir que esta se deja “mantenida”, aunque bloqueada y anulada por el Enclavamiento que fuere, es decir que no se pulsa el “Paro General”.

### 1.5 MODIFICACIÓN PARCIAL DE SECUENCIA

En caso de que haya modificación de la de secuencia se indicará si se considera adecuado o no que se genere la alarma o evento correspondiente o si realmente es una cuestión operativa que no necesita que exista registro de la misma.

Ejemplo: **Bombeo arrancado con funcionamiento en modo nivel.**

Como criterio general en la gran mayoría de las operaciones que modifican la secuencia siempre se generará evento.

<sup>1</sup> Salvo pantallas gestionadas por el modelo en sí que se comportarán como se comporten según el propio modelo.

<sup>2</sup> Es decir, que TODOS los botones de navegación entre pantallas son visibles y están activos para cualquier nivel de usuario.

## 2 EQUIPOS DE LA ELEVADORA Y CORTES Y ENCLAVAMIENTOS ASOCIADOS

En el documento Hidráulico se define el equipamiento de la elevadora, y bajo esos criterios es recogido en el proyecto constructivo, y en las primeras columnas del cuadro del Anexo I se define la interacción básica de los equipos con el funcionamiento del bombeo, es decir, se indica su comportamiento básico respecto a Cortes/Enclavamientos, ya sea de la instalación completa, de un equipo individual o por CCM.

En lo que sigue, las consideraciones cortes/enclavamientos de la posibilidad de orden de marcha se refieren siempre a las bombas y al bombeo general.

### 3 SECUENCIA PRINCIPAL DEL BOMBEO

#### 3.1 DISPONIBILIDAD DE LA ELEVADORA

Informa de la disponibilidad de la elevadora y del nº de grupos disponibles para entrar en funcionamiento automático, es decir, los grupos que están en R(A) (los que estén en R(M) o en L no cuentan, aunque estén operativos).

La disponibilidad de la elevadora depende de que:

- El bombeo este arrancado
- Tenga motobombas disponibles
- VALSB01. Válvula general de aspiración.
- VALSB02. Válvula general de impulsión.
- VSPCP01 O VSPDP01 Válvula de baipás según tipo de instalación.

La disponibilidad de un grupo motobomba depende de él mismo y de:

VALSBxx. es la válvula particular de aspiración e impulsión del grupo (si esta motorizada)

Las válvulas generales se consideran que están OK:

- Si está en R(A) y no está con enclavamiento o corte (da igual que la válvula esté cerrada, la secuencia la puede abrir a voluntad)
- Si está en R(M) o en L, esté o no esté en fallo, y tiene Final de Carrera Abierto activado o Apertura > 90%

La válvula de baipás se considera que está OK:

- Si está en R(A), R(M) o en L, esté o no esté en fallo, y tiene Final de Carrera Cerrado activado.

Hay puntos comunes en la secuencia más allá de que el control del funcionamiento sea “Controlado por PLC” o “de Emergencia”:

La función principal de la secuencia del bombeo es que la presión de la impulsión se mantenga en los valores deseados. Si la presión se sale de dicho régimen por presión muy alta en impulsión el bombeo se para de manera temporal (por presión muy alta en impulsión). En caso de presión muy baja en la impulsión se produce una alarma para las instalaciones de abastecimiento y enclavamiento para las instalaciones de agua regenerada.

#### - El procedimiento de arranque en automático de la elevadora es el siguiente:

Pulsar el botón de “Estado de la elevadora: Marcha” en el PLC- con esta operación el autómata chequea la instalación, es decir, chequea el estado de las válvulas, las bombas, los depósitos de origen, la red de destino, etc. y la instalación entra “en secuencia”, entonces el PLC decide si es necesaria la puesta en funcionamiento de la elevadora o por el contrario las presiones son suficientes para el funcionamiento por gravedad. En cualquier caso, elevadora o gravedad, se genera la apertura de las válvulas que aíslan la elevadora (válvula general de aspiración y válvula general de impulsión). Si es necesaria la puesta en funcionamiento de la elevadora, se cerrará la válvula de baipás.



En caso de que haya habido una conmutación automática ante el fallo del PLC, el control pasará al variador, haciendo el mismo proceso:

Si tiene al menos un grupo disponible, si el depósito de aspiración tiene nivel de agua suficiente y la presión en la impulsión es inferior a la Presión de consigna, arranca la primera bomba. Si tiene una segunda bomba disponible y la secuencia lo demanda, pasado el tiempo definido como tiempo de arranque entre maniobras, arranca la segunda bomba.

- **El procedimiento de paro en automático (manteniendo la secuencia) de la elevadora es el siguiente:**

Cuando en la secuencia se genere un paro ordenado de la instalación y se mande la señal de parar el último grupo motobomba en marcha (ej. porque no hay consumo en la red y la presión se mantiene por encima de la consigna) se para el grupo y la elevadora queda en espera hasta que se recupere la condición que generó el paro (ej. La presión de la red vuelve a estar baja)

- **El procedimiento de paro (en automático o no) saliendo de la secuencia de la elevadora es el siguiente:**

Hay que recordar que en automático, se sale de la secuencia cuando se haya producido un evento que enclave la instalación (ver Anexo I).

Otra forma de parar la secuencia es pulsando el botón “Estado elevadora: Paro” en el PLC, pero esto no es automático, necesitas pulsar un botón.

En ambos casos, se genera un paro ordenado de los equipos en marcha, se cierran las válvulas que aíslan la elevadora (válvula general de aspiración ,válvula general de impulsión y válvula de baipás) y la instalación queda fuera de servicio hasta que se pulse de nuevo el botón de “Estado de la elevadora: Marcha”

### 3.2 NUMERO MAXIMO DE BOMBAS EN FUNCIONAMIENTO

Por diseño hidráulico no se permite el funcionamiento de  $n+1$  bombas. Si en caso de estar  $n$  bombas en automático se da marcha a la  $+1$  en manual local, el PLC parará la bomba de automático, en caso de tratar de dar marcha a la  $+1$  en manual remoto, el PLC no permitirá el arranque. Al respecto se define el parámetro **N.º máximo grupos en marcha en la instalación**.

En caso de necesidad de poner  $n+1$  bombas se hará con todas ellas en L.

### 3.3 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA ELEVADORA: PARAMETROS Y CONSIGNAS QUE LO DEFINEN

Para establecer el funcionamiento de la elevadora son necesarios una serie de parámetros y consignas. Sin entrar en el modo de funcionamiento, siempre han de aparecer las siguientes:

Arrancará según demanda del lazo de regulación y con el tope del nº de bombas que se prefijen.

#### Consignas

- Presión de consigna
- Presión de arranque (por debajo de la presión de consigna)
- Tiempo de arranque de un grupo
- Tiempo a rpm máximas
- Tiempo a rpm mínimas (= al tiempo de rpm máx en el arranque)
- Velocidad de arranque de grupo
- Velocidad de parada de grupo
- N.º máximo de grupos en marcha
- Temporizador de consumo nulo
- Tiempo de sobrepresión

- Presión mínima en colector de impulsión
- Tiempo presión mínima
- Presión máxima admisible
- Tiempo presión máxima
  
- Constante proporcional PI en régimen
- Constante integral PI en régimen
- Constante proporcional PI en arranque
- Constante integral PI en arranque
- Puntos de transición (matrices rpm, Hm)

#### Parámetros

- Tolerancia de la consigna de presión
- Histéresis respecto al arranque
- Histéresis respecto a la parada
- Histéresis al isorendimiento
- % superior a presión de consigna (previo a forzar parada)

#### 3.3.1 Duplicación de consignas por hora valle / hora punta

En general, los bombeos depósito a depósito suelen contar con el volumen de regulación del depósito objetivo se define la duplicación de consignas para intentar ajustar su funcionamiento a las horas de menor coste energético según tarifa eléctrica, siempre que dicho objetivo sea compatible con las necesidades del abastecimiento en sí mismo.

Este proceso puede hacerse tan complicado como se quiera, hasta de hecho establecer un sistema de cálculo que replique la tarifa en vigor. Para cada tarifa, habría que establecer qué parámetros de funcionamiento del bombeo se alteran (nº de bombas en marcha, niveles a controlar etc.), es decir, habría que multiplicar el número de las consignas principales en tantas zonificaciones de funcionamiento horario como se hubieran establecido. En resumen, el sistema se puede hacer extremadamente complejo tanto en determinación del número de escenarios como en qué parámetros de funcionamiento se alteran dentro de cada escenario.

No obstante, se valora suficiente efectuar las siguientes consideraciones:

- Establecer dos escenarios **diarios** “punta” y “valle”, que se replicarán todos los días del año, (sin distinción de mes o fin de semana o cualquier otra consideración).
- Dichos escenarios “punta” y “valle” no tendrán una ventana horaria predefinida sino que dependerán de dos consignas:
  - **Inicio consignas punta.** Horas y minutos del inicio del periodo punta,
  - **Inicio consignas valle.** Horas y minutos del inicio del periodo valle, que marcarán su duración correspondiente.
- Dado que existen por tanto dos escenarios, ciertas consignas estarán por tanto duplicadas. Automáticamente se modificará su valor activo con el paso de uno a otro periodo.
- Las etiquetas “punta” y “valle” son eso, meras etiquetas, que en nada implican que los periodos realmente definidos se correspondan o no con periodos punta o valle de la tarificación eléctrica, ni que sus parámetros de funcionamiento sean o no “coherentes” con mayor o menor consumo energético<sup>3</sup>. Esto permitirá establecer fácilmente criterios de funcionamiento noche/día, general/refuerzo a media noche, etc. en función de las necesidades concretas de la explotación del bombeo, sean o no coincidentes con el criterio de ahorro de costes energéticos.

<sup>3</sup>Es decir, que puede que el bombeo sea más agresivo y con mayor consumo energético en periodo “punta”.

- Si el bombeo solo requiriera de un modo de funcionamiento en continuo a lo largo del tiempo, se consigue de dos formas:
  - Replicando los valores de las consignas introducidas en “punta” y “valle”.
  - Replicando sus horas de inicio. En este caso, por mera convención, se va a fijar que el periodo vigente sea el “punta” <sup>(4)</sup>.
- **Nota:** Hay que prestar atención a los temporizadores activos en el momento del cambio de periodo por si hay un cambio en su umbral de referencia. No es admisible en ningún caso que ocurra ninguno de los siguientes efectos:
  - Se resetee el conteo de tiempo del temporizador<sup>5</sup>.
  - Que el umbral de referencia se quede fijo en el valor antiguo<sup>6</sup>.

Estos mismos comentarios son extensibles al hecho de cambio de la consigna del valor de referencia de un temporizador. Es decir, si un usuario cambia valores de tiempo, inmediatamente pueden y deben desencadenarse los eventos asociados a temporizadores que de golpe se encuentren “agotados”.

Este modo de explotación horaria esta implementado con una librería del estándar que gestiona un calendario semanal simple con dos rangos horarios.

### 3.4 FUNCIONAMIENTO CONTROLADO POR PLC

#### 3.4.1 Generalidades

El control de la elevadora se hará mediante autómatas programables, que gestionará el funcionamiento de los grupos de presión controlando la velocidad a los variadores, arrancando y parando los grupos necesarios para satisfacer la demanda de la red manteniendo la presión de consigna de impulsión constante.

La consigna de presión será configurable, por ejemplo, entre 10 y 40m.c.a. (este rango depende de las cotas de cada proyecto en concreto) en previsión de que por la noche se pueda bajar para consumir menos energía (consignas diferentes en hora punta y hora valle)

El autómata tendrá en cuenta las curvas de las bombas para:

- programar la secuencia de arranque y parada, para cualquier presión de consigna, optimizando el rendimiento en cualquier situación.

<sup>4</sup> Importante: Este tema pone de manifiesto una cuestión que ha programarse con suficiente robustez: el solape, orden y comienzo de los periodos. Es decir, si se pone que la hora de inicio del periodo punta es 8:00 y la de periodo valle es 22:00, el periodo punta iría de 8:00 a 22:00 y el valle de 22:00 hasta las 8:00 del día siguiente. Pero nada impide haberlos colocado justo al revés. Es decir, punta en 22:00 y valle en 8:00. No se debe asumir, (ni siquiera implícitamente por programación poco robusta), que la hora valle es mayor que la punta (o viceversa) sino que la determinación de punta o valle ha de ser flexible a cualquier introducción de datos.

El único punto “indefinido” se produciría cuando ambas horas coincidieran y por eso se establece que convencionalmente se va seleccionar que en ese caso se esté siempre en “punta”.

<sup>5</sup> Es decir, que un temporizador que llevara contando 35 minutos, de repente, por el mero hecho del cambio, vuelva a comenzar desde 0 minutos.

<sup>6</sup> Es decir, que un temporizador que active/bloquee/haga lo que sea si se superan 30 minutos (en versión antigua) y 10 minutos (en versión nueva), se quede fijado en los 30 minutos. Es decir, si en el momento del cambio de periodo el temporizador llevara contabilizados 23 minutos, **inmediatamente** se debería considerar que los 10 minutos han sido superados y por tanto desencadenar el proceso que fuere.

- limitar el funcionamiento dentro de curva H-Q, evitando tanto la zona de sobrecarga como la de caudales mínimos.
- programar el funcionamiento teniendo en cuenta la curva de NPSH.

En este documento partimos de una instalación con dos tipos de bombas: pequeñas (P) y grandes (G), queriendo decir esto que para la misma presión de impulsión (altura de la bomba), la grande impulsa un caudal mayor que la pequeña (por tanto, para la misma presión de impulsión, la grande también consume una potencia superior a la pequeña).

Se han incluido tablas y curvas de ejemplos concretos para la ilustración de los arranques y paradas de los diferentes tipos de bombas.

### 3.4.2 Funcionamiento por gravedad (baipás)

Este funcionamiento será el habitual cuando se produzcan estas situaciones:

- La instalación es capaz de suministrar por gravedad el caudal demandado por la red.
- O cuando no se disponga de bombas lo suficientemente pequeñas en el bombeo y el caudal mínimo aportado por la bomba instalada sea superior al demandado.

Este funcionamiento implica la parada de las bombas y apertura de la válvula motorizada cuando llega el agua con presión suficiente para atender la demanda.

Este modo se activará de forma automática cuando se cumplan estas dos condiciones:

- El transmisor de presión a la entrada de la elevadora indique que se ha alcanzado alguna de las consignas (en función de la explotación de la instalación) para el funcionamiento por gravedad. Nueva consigna: [Presión de funcionamiento por gravedad](#).
- El final de carrera de la válvula motorizada del baipás esté activo y disponible.

El autómata abre la válvula de baipás, y recibe las señales digitales de los finales de carrera de la misma. Si la presión baja por debajo de la consigna "[Presión de funcionamiento por gravedad](#)" la válvula cierra y se arrancan el número de grupos que demande la secuencia de funcionamiento.

### 3.4.3 Arranques: Secuencia para una red presurizada

#### 3.4.3.1 Arranque del primer grupo (pequeño o grande):

El Lazo de regulación de presión, en función de la consigna "**Presión de arranque**", determinará la necesidad de arranque de un primer grupo, priorizando los grupos de pequeña potencia (en caso de haber equipos de distintas potencias), y regulará la frecuencia (y con ello la velocidad) de funcionamiento del mismo, para mantener el valor de presión de consigna deseado.

Cuando la presión se mantiene durante un tiempo en un valor inferior a la consigna se genera la orden de arranque del primer grupo.

El sistema de control determinará qué grupo arrancar y acelerar con la **rampa del variador** de velocidad (hardware de VF) buscando el valor final de rpm necesarias para comenzar a elevar caudal según las tablas determinadas en proyecto o puesta en marcha. (Fase previa a la apertura de la retención). Para determinar la velocidad hasta la cual se debe utilizar esta rampa rápida, véase como ejemplo la siguiente matriz:

Matriz velocidad mín (rampa rápida)	
Hm(m)	Rpm's de cambio
130	1480
125	1450
95	1250
50	1000
38,0	750
16,0	500

La transición a la siguiente fase la determinará el PLC. Superadas estas rpm de final de rampa el grupo seguirá acelerando manteniendo una **segunda rampa** de aceleración que será más lenta, conforme vaya disminuyendo la diferencia entre la presión consignada y la presión real  $k=P_c-P_r$ .

Seguirá acelerando el grupo hasta un punto próximo a la consigna del sistema (80 % aprox.) a partir del cual entrará a **regular el PI** con las constantes del modo régimen. El sistema mantendrá en modo régimen para mantener la presión dentro de la tolerancia permitida al valor fijado en la consigna de presión. Por ejemplo  $\pm 5\%$  de la presión de consigna. En caso de mantenerse fuera de dicha tolerancia, durante un tiempo (nueva consigna: **Tiempo a rpm máximas**), el PLC dará las correspondientes órdenes de marcha o paro.

En caso de no llegar a ese 80%, se mantendrá en las r.p.m. de transición hasta que se dé orden de arranque al segundo grupo.

### 3.4.3.2 Arranque del segundo grupo

(pequeño o grande, cambio de P a 2P, o de P a G, o de G a 2G, y excepcionalmente de G a GyP) To

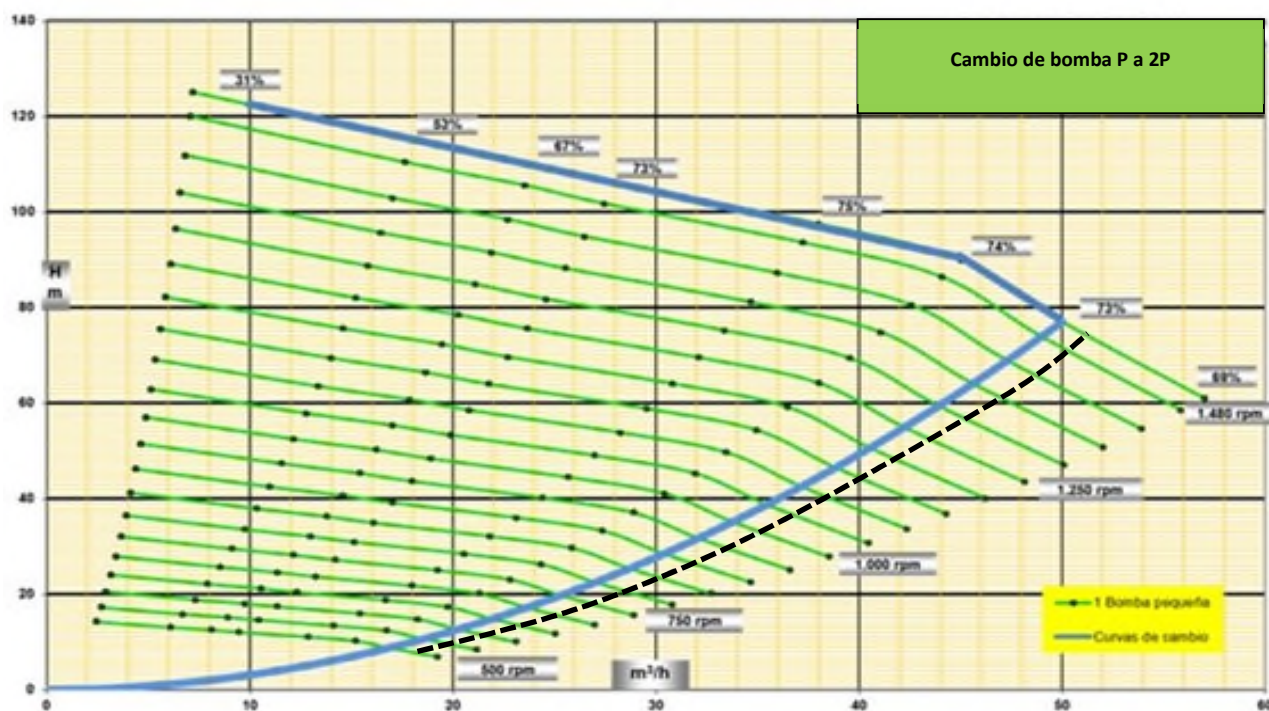
Los arranques de segundo grupo se podrán realizar por dos criterios, caudal máximo o rendimiento, a seleccionar por operador en la pantalla del PLC.

Si estando el primer grupo funcionando se genera uno de los siguientes casos, se activará nuevamente el permiso de arranque de un segundo grupo:

- 1<sup>er</sup> Caso (funcionamiento por caudal máximo, no superior al caudal máximo definido por el fabricante): Cuando se alcancen las rpm's máximas (consigna de velocidad de arranque de grupo) durante el Tiempo a rpm máximas (Nueva Consigna) y el valor de presión (Pimpulsión – Paspiración) sea inferior a la tolerancia de la consigna. Además, se establecerá una histéresis respecto al arranque, de forma que, para rpm's de cambio inferiores a las nominales, el arranque se produzca en un punto situado ligeramente a la derecha de lo indicado en la matriz de cambio (línea punteada de las gráficas). En caso de que las rpm's de cambio sean las rpm's nominales, el valor de esta histéresis será cero (ver valores grisáceos en la tabla adjunta) por imposibilidad de aumentar revoluciones. Este valor de histéresis se definirá en la puesta en marcha.

Para el cambio de una bomba pequeña a dos bombas pequeñas se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

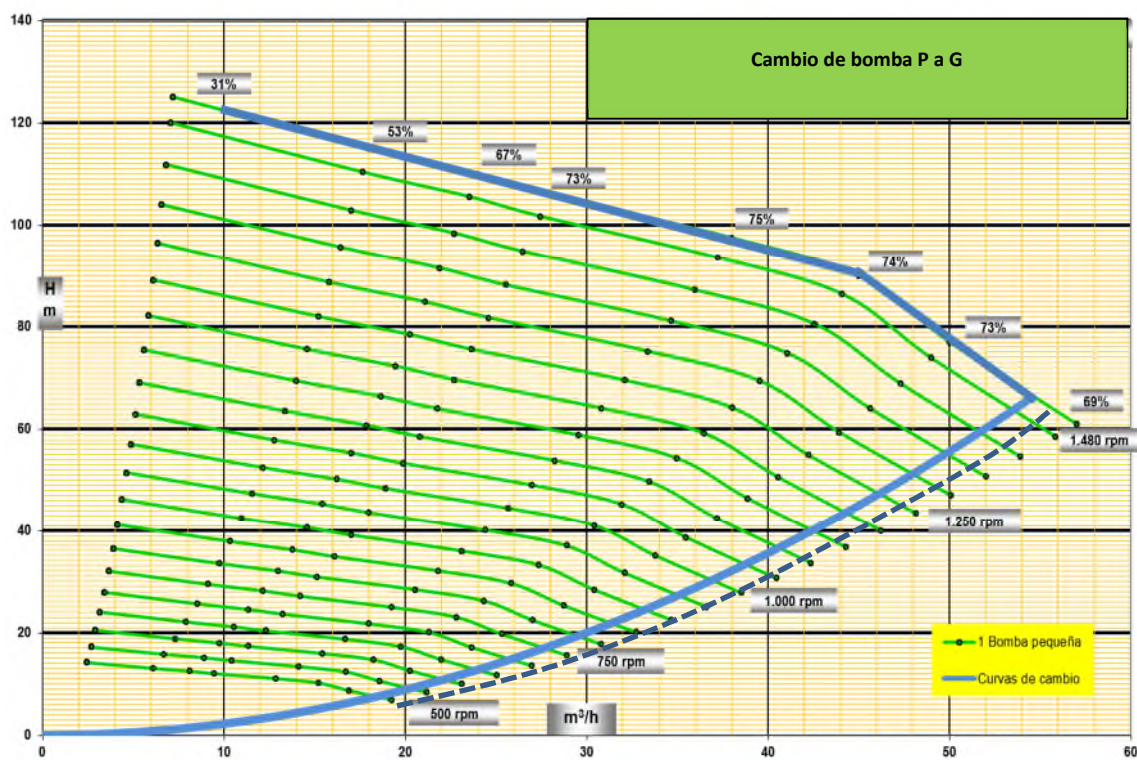
Arranques	Matriz cambio de P a 2P	
	Hm (m)	Rpm's de cambio
	120	1480
	106	1480
	97	1480
	80	1480
	66,0	1480
	59,1	1400
	50,9	1300
	43,4	1200
	36,5	1100
	30,1	1000
	24,4	900
	19,3	800
	14,8	700
	10,8	600



Para el cambio de una bomba pequeña a una grande se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

	Matriz cambio de P a G	
	Hm (m)	Rpm's de cambio
Arranques	120	1480
	106	1480
	97	1480
	80	1480
	66,0	1480
	59,1	1400
	50,9	1300
	43,4	1200
	36,5	1100
	30,1	1000
	24,4	900
	19,3	800
	14,8	700
	10,8	600

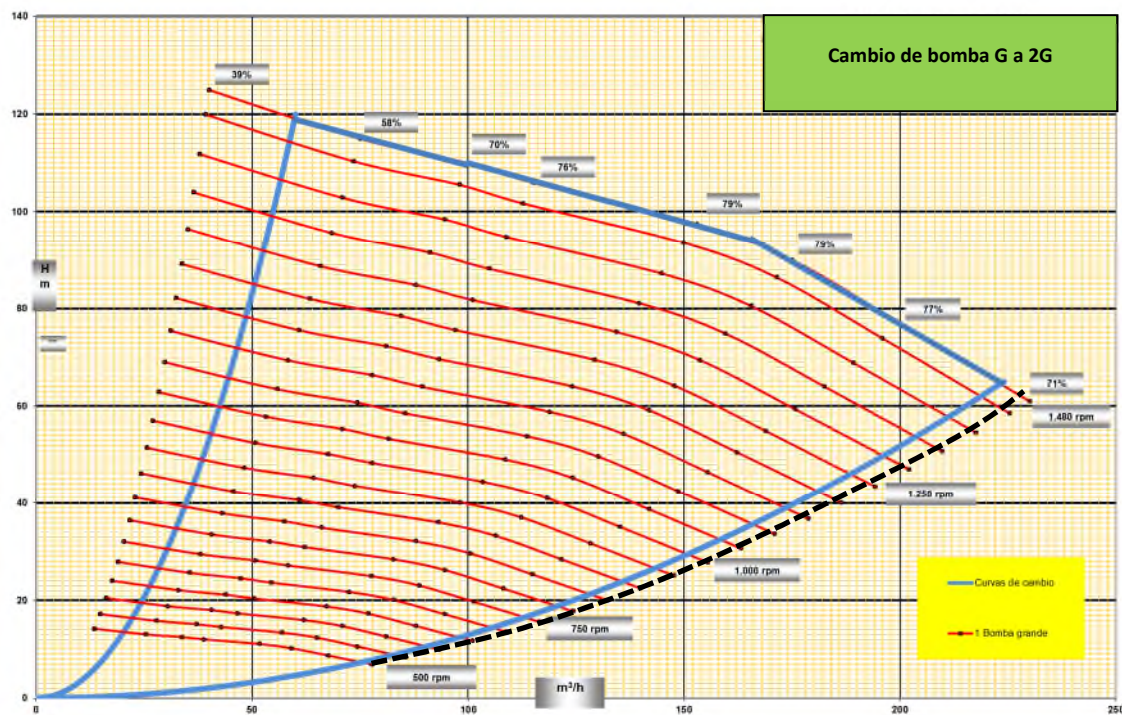




Para el cambio de una bomba grande a dos bombas grandes se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

Arranques	Matriz cambio de G a 2G	
	Hm(m)	Rpm's de cambio
	120	1480
	106	1480
	97	1480
	80	1480
	65,0	1480
	58,2	1400
	50,2	1300
	42,7	1200
	35,9	1100
	29,7	1000
	24,0	900
	19,0	800
	14,5	700
	10,7	600

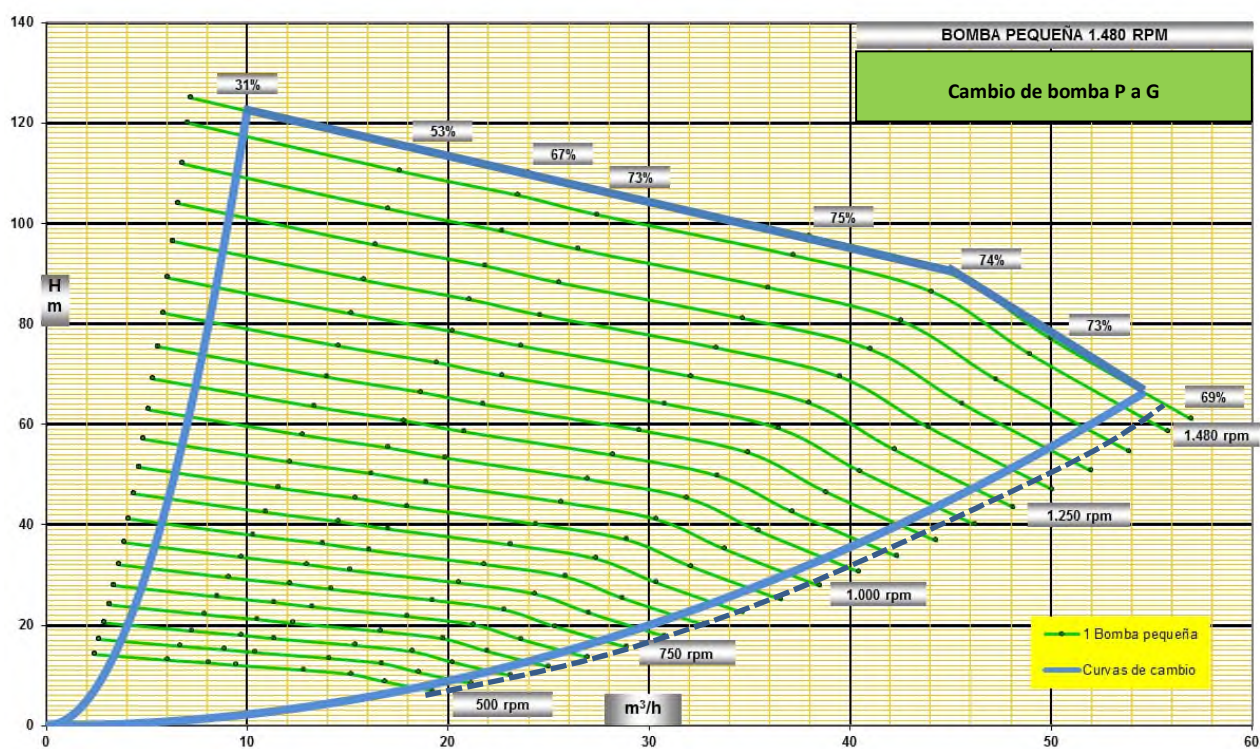




- 2º Caso (funcionamiento por rendimiento): Cuando se detecte el punto de transición de 1 a 2 y el valor de presión sea inferior a la tolerancia (la misma que en el arranque del primer grupo) de la consigna de presión. Estos puntos de transición serán distintos en función del equipo que esté arrancado y el que vaya a arrancar, tal y como se refleja en la matriz de cambio, y corresponden a la curva de isorendimientos construida a partir de un punto ligeramente más a la derecha (en la gráfica) del rendimiento máximo. Los puntos de esta curva serán un parámetro de funcionamiento. De la misma forma que en el caso 1, se establecerá una histéresis respecto al arranque, de forma que, para rpm's de cambio inferiores a las nominales, el arranque se produzca en un punto situado ligeramente a la derecha de lo indicado en la matriz de cambio (línea punteada de las gráficas). En caso de que las rpm's de cambio sean las rpm's nominales, el valor de esta histéresis será cero (ver valores grisáceos en la tabla adjunta) por imposibilidad de aumentar revoluciones. Este valor de histéresis se definirá en la puesta en marcha. (Histéresis al Isorendimiento).

Para el cambio de una bomba pequeña a una bomba grande se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

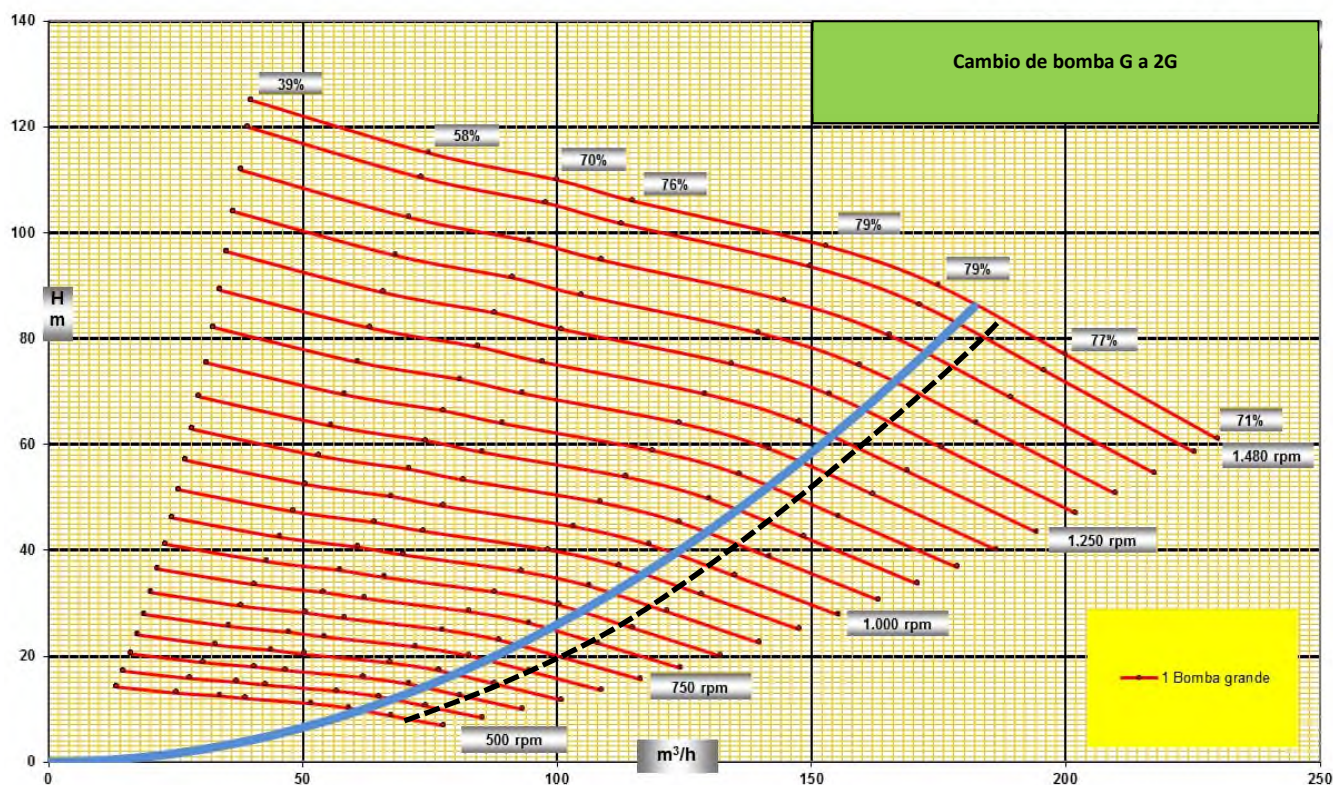
Arranques	Matriz cambio de P a G	
	Hm (m)	Rpm's de cambio
	120	1480
	106	1480
	97	1480
	80	1480
	66,0	1480
	59,1	1400
	50,9	1300
	43,4	1200
	36,5	1100
	30,1	1000
	24,4	900
	19,3	800
	14,8	700
	10,8	600





Para el cambio de una bomba grande a dos bombas grandes se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

Arranques	Matriz cambio de G a 2G	
	Hm(m)	Rpm's de cambio
	120	1480
	106	1480
	97	1480
	90	1480
	77,0	1480
	68,9	1400
	59,4	1300
	50,6	1200
	42,5	1100
	35,2	1000
	28,5	900
	22,5	800
	17,2	700
	12,7	600



Los puntos de transición se calculan con una tolerancia sobre la curva definida anteriormente, que será una consigna que vendrá determinada por el porcentaje de rpm de cambio (las de la tabla). Esta zona de transición se representa en la gráfica adjunta, junto con las curvas que definen los dos casos expuestos.

El sistema de control determinará qué segundo grupo arrancar y acelerar con la rampa del variador de velocidad (hardware de VF) buscando el valor final de rpm necesarias para comenzar a elevar caudal según las tablas determinadas en proyecto o puesta en marcha. (Fase previa a la apertura de la retención). La transición a la siguiente fase la determinará el PLC.

Superadas estas rpm de final de rampa el grupo seguirá acelerando con una rampa más lenta que varíe su pendiente en función de la diferencia entre las rpm del grupo arrancado y las rpm del grupo en régimen hasta que esta sea menor a un valor configurado.

Posteriormente pasarán las dos bombas a estar en enlazadas al PI.

En el caso de que la primera bomba (la que está arrancada) no esté en régimen y se cumpla alguno de los casos expuestos anteriormente para el arranque de la segunda bomba, sucederá lo siguiente:

- Reseteo de PI
- La bomba que está arrancada pasa a estar enlazada al PI (limitando los rpm).
- La segunda bomba arranca en la primera fase (rampa rápida definida en el propio VF).
- La segunda bomba pasa a la segunda fase del arranque (rampa lenta dinámica) hasta que esta sea menor a un valor configurado (la primera bomba también bajará sus rpm).
- Cuando ambas bombas se igualen en vueltas quedan controlados por el PI en modo régimen.

Si la respuesta del PI que controla el grupo en régimen no es rápida (a definir en la puesta en marcha) el PI cambiará del modo régimen al ajuste del modo arranque de forma que irá compensando las variaciones introducidas por el grupo que está arrancado.

Esta secuencia se repetirá para los arranques de los sucesivos grupos, teniendo en cuenta la disponibilidad de los mismos y la limitación del nº máximo de grupos en marcha, determinada por la consigna "*Nº máximo de Grupos en marcha*".

Como aclaración, la velocidad de funcionamiento necesaria en cada instante, determinada por el lazo de regulación de presión, se asignará como referencia de velocidad de funcionamiento a todos los grupos que estén en marcha, por lo que todos los grupos deberán funcionar a la misma de velocidad, es decir, en el sistema sólo existirá un único PI.

### 3.4.3.3 Todas las bombas arrancadas: Parada por presión mínima en impulsión para instalaciones de agua regenerada

Si con todas las bombas funcionando no se consigue la presión de consigna y de hecho la presión de impulsión disminuye en lugar de subir:

- Se supone que la tubería se ha roto
- Se procede al paro secuencial completo e irreversible del bombeo (Enclavamiento de instalación)
  - Alarma. Presión Muy baja impulsión, transductor nº1 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)

- Con el bombeo parado, esta alarma puede saltar solo si la válvula de impulsión VALSB02 está **abierta**, si está cerrada cualquier pérdida de agua por las retenciones podría generar despresurización de la línea y dar falsos positivos.

Los equipos en R(M) o en L pueden no aportar caudal en las mismas condiciones que los R(A), que tendrán siempre sus válvulas completamente abiertas. Por tanto puede ser que se generen presiones anómalamente más bajas de lo esperado según conteo simple de equipos en marcha, pudiendo llegar a producirse falsas alarmas de rotura de impulsión.

#### 3.4.4 Paradas por ausencia de consumo en la red

##### 3.4.4.1 Parada cuando sólo hay un grupo en régimen (pequeño o grande):

El sistema se mantendrá en modo régimen para mantener la presión dentro de la tolerancia fijada a la consigna, pero si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones durante el tiempo consignado en el **Tiempo de consumo nulo** (Nueva consigna), entonces se activa el permiso de parada del grupo:

- Un grupo en marcha.
- Presión de red igual o superior a la consigna "**Presión de consigna**".
- Las r.p.m. sean inferiores a las r.p.m. mínimas (Nueva Consigna: **Velocidad de parada de grupo**), es decir, velocidad necesaria determinada por el lazo de regulación de presión, por debajo del valor de la consigna de "**Velocidad de parada de grupo**".

Entonces la parada se realizará del siguiente modo:

El PLC realizará un aumento de velocidad del grupo que está en marcha para detectar que la red está realmente presurizada, es decir, hasta conseguir una presión un X% superior a la "**Presión de consigna**", y superado un valor de presión durante un tiempo (Nueva Consigna: **Tiempo de Sobrepresión**), iniciará el proceso de parada con una rampa configurada sobre el variador. Nuevo Parámetro: **X% superior a Presión de Consigna previo a forzar parada**

Esta secuencia tiene como objeto aumentar el volumen almacenado en el acumulador de presión (en caso de que exista) y, en consecuencia, aumentar el tiempo que tarda en vaciarse reduciendo el nº de arranques de los grupos ante posibles consumos bajos.

Siempre que el bombeo esté en disponible pero parado y esté en espera a arrancar se mostrará:

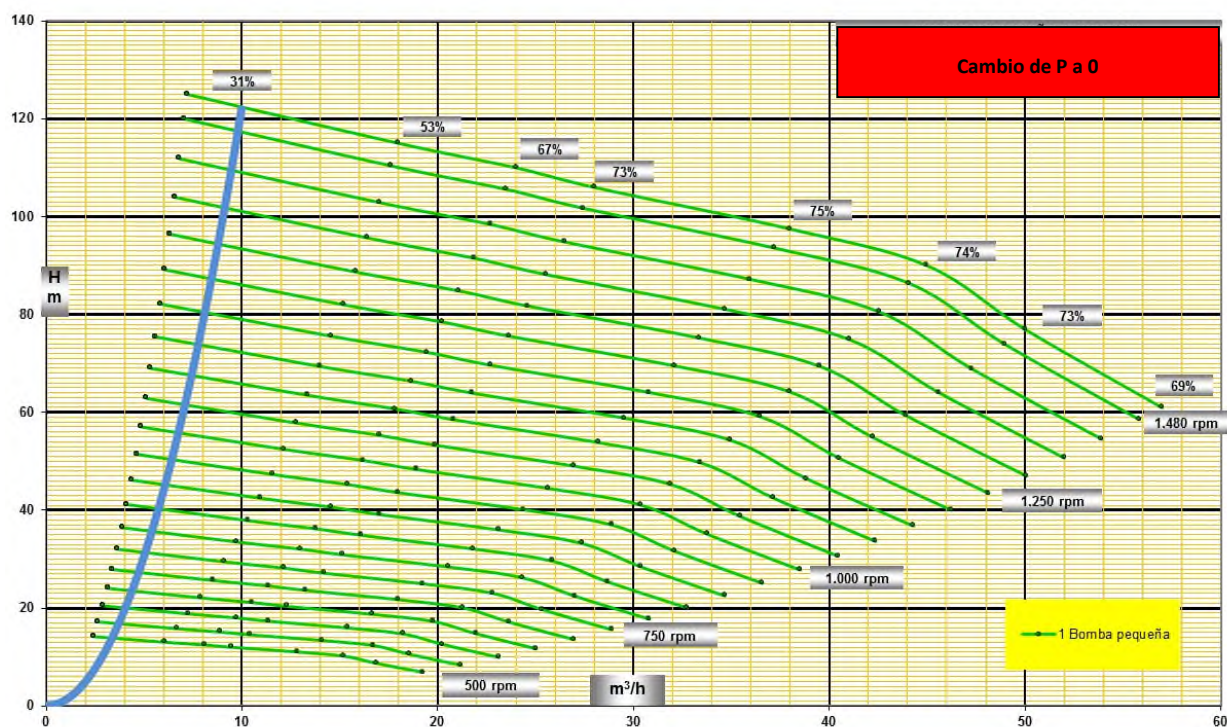
- **Evento. Bombeo en espera con funcionamiento control PLC.**

Este evento siempre estará activo mientras el bombeo esté parado, y el evento se lanza cuando el bombeo efectivamente ha parado, es decir, con el decalaje temporal asociado a la duración total del proceso de paro.



Para el paro total del bombeo con un solo grupo en régimen se ha supuesto el caso de que solo está una bomba funcionando y se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

Matriz cambio de P a 0	
Hm(m)	Rpm's de cambio
120	1480
122,0	1480
109,2	1400
94,1	1300
80,2	1200
67,4	1100
55,7	1000
45,1	900
35,6	800
27,3	700
20,1	600



### 3.4.4.2 Parada de un grupo estando dos grupos en régimen

(Cambio de 2P a P, o de 2G a G o de PG a P o de PG a G)

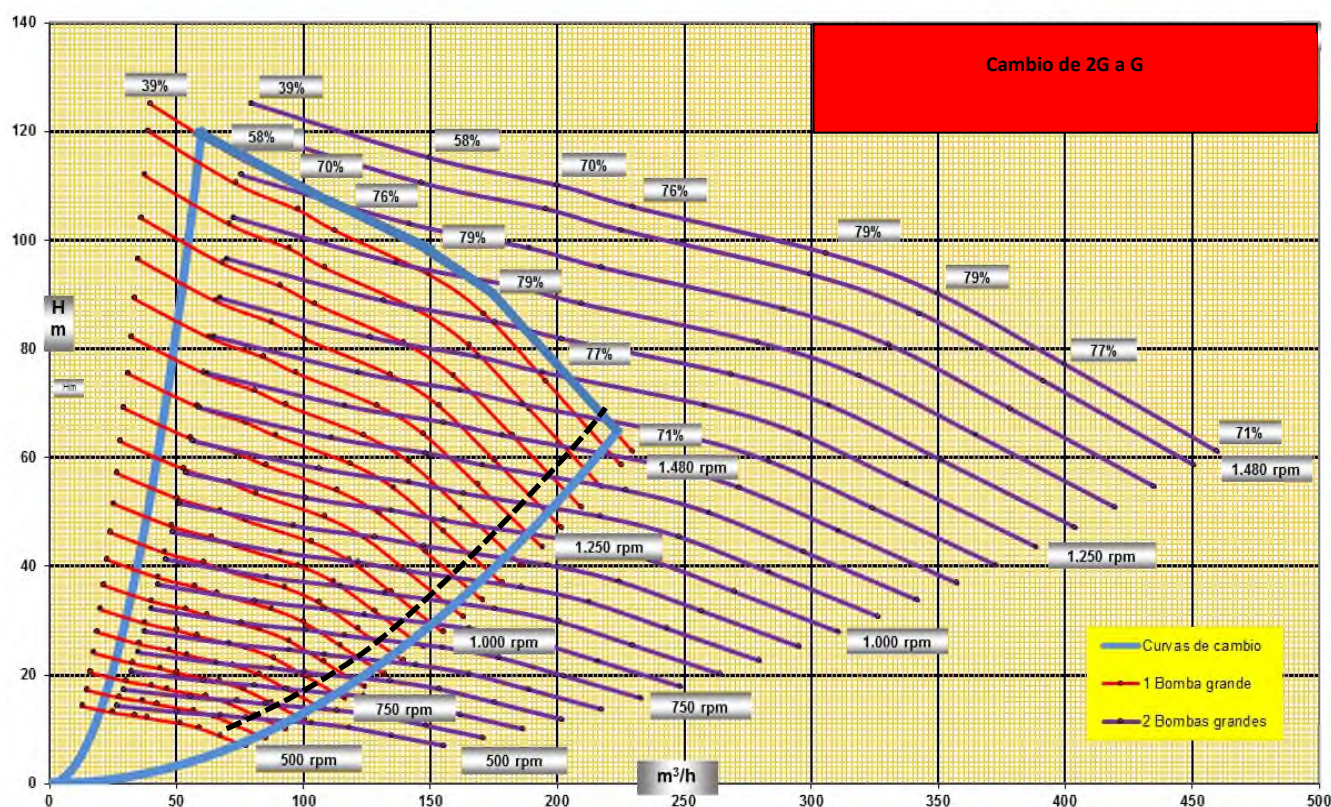
En caso de que hubiera dos grupos en marcha y fuera necesaria la parada de uno de ellos, el sistema se mantendrá en modo régimen para mantener la presión dentro de la tolerancia fijada a la consigna. Cuando las rpm sean inferiores a la a las rpm del punto de transición de 2 a 1 y la presión esté en el valor fijado para este punto se activará el permiso de parada de grupo transcurrido un tiempo configurable que asegure una transición de 2 a 1 sin retorno inmediato a dos grupos nuevamente.

De la misma forma que para el arranque, podemos tener dos casos diferentes que nos habiliten este permiso de parada:

1<sup>er</sup> caso (funcionamiento por caudal máximo): Cuando se alcancen las rpm mínimas (consigna de [Velocidad de parada de grupo](#)) durante el [Tiempo a rpm mínimas](#) (Nueva Consigna). Se establecerá una histéresis respecto a la parada, de forma que ésta se produzca en un punto situado ligeramente a la izquierda de lo indicado en la matriz de cambio (línea punteada de las gráficas). Este valor de histéresis se definirá en la puesta en marcha. Cuando lleguemos a la velocidad de cambio de dos bombas a una, existirá una temporización que empezará a contar a partir del momento de haber alcanzado dicha velocidad. El hecho de que hayamos llegado a revoluciones de cambio no impedirá que el sistema siga tratando de regular la presión bajando la velocidad. Una vez transcurrido el tiempo de esta temporización, siempre que durante todo el intervalo de tiempo nos hayamos encontrado a unas rpm iguales o menores a las rpm de cambio, se producirá la parada de una de las bombas. Si durante esta temporización volvemos a tener un aumento de revoluciones respecto a las de cambio, en ese instante el contador de reseteará a cero y abortaremos la maniobra de parada hasta volver a encontrarnos nuevamente a unas rpm iguales o inferiores a las de cambio.

Para el cambio de dos bombas grandes a una grande se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

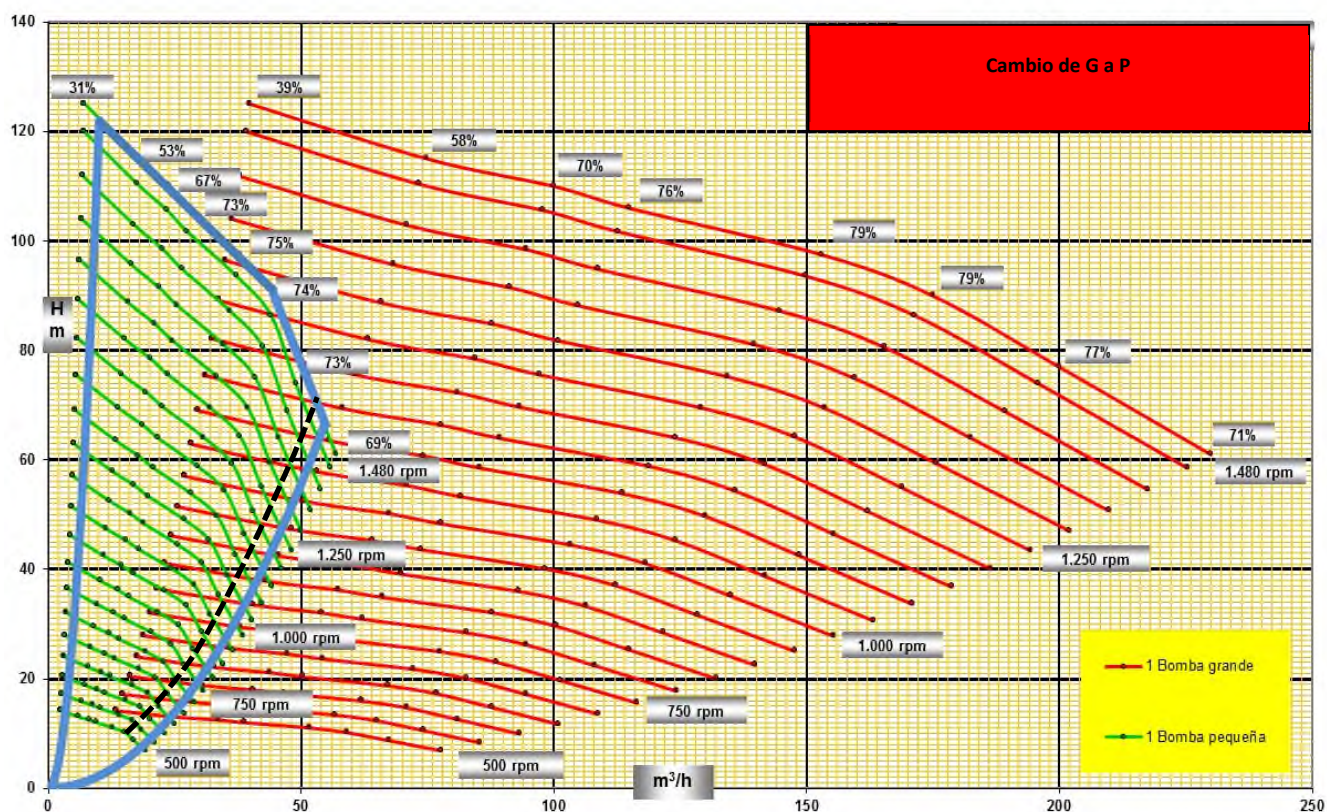
Paros	Matriz cambio de 2G a G	
	Hm(m)	Rpm's de cambio
	120	N/A
	106,0	1400
	97,0	1370
	90,0	1350
	66,0	1250
	59,1	1182
	50,9	1098
	43,4	1014
	36,5	929
	30,1	845
	24,4	760
	19,3	676
	14,8	591
	10,8	507





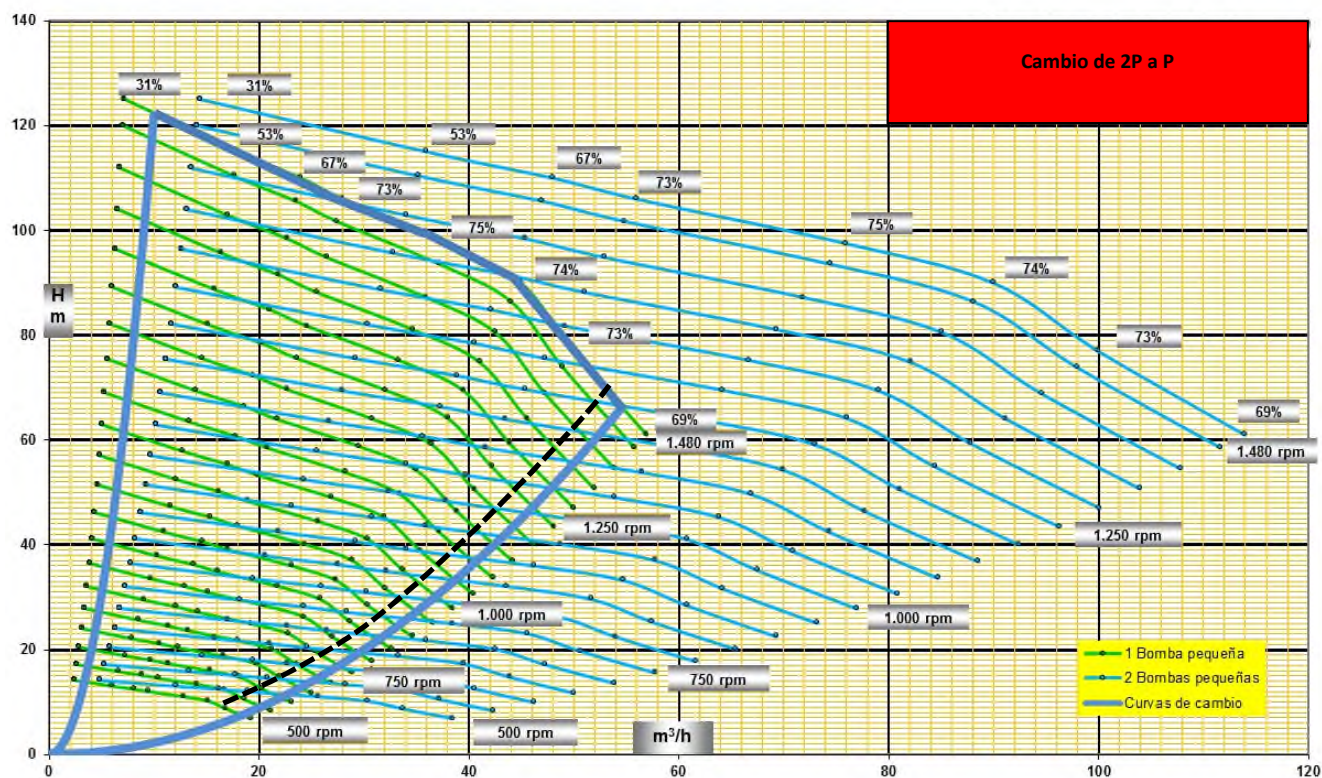
Para el cambio de una bomba grande a una bomba pequeña se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

Paros	Matriz cambio de G a P	
	Hm(m)	Rpm's de cambio
	120	N/A
	106,0	1400
	97,0	1370
	85,0	1225
	77,0	1200
	67,0	1119
	59,4	1054
	50,6	973
	42,5	892
	35,2	811
	28,5	730
	22,5	649
	17,2	568
	12,7	486



Para el cambio de dos bombas pequeñas a una pequeña se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

Paros	Matriz cambio de 2P a P	
	Hm(m)	Rpm's de cambio
	120	N/A
	106,0	1400
	97,0	1370
	90,0	1350
	106,0	1400
	97,0	1370
	90,0	1350
	66,0	1200
	60,0	1144
	59,4	1139
	50,6	1051
	42,5	963
	35,2	876
	28,5	788

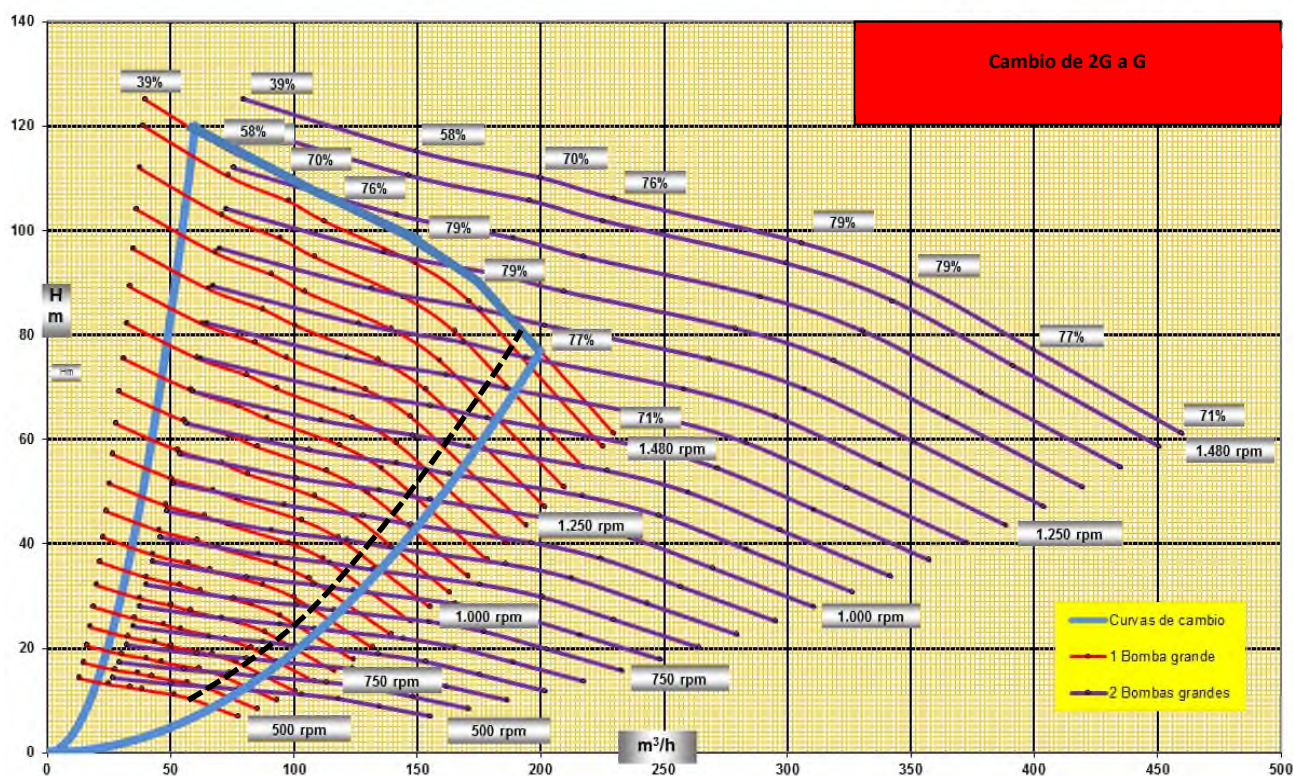




- 2º Caso (funcionamiento por rendimiento): cuando se alcancen las rpm mínimas definidas por la curva de isorendimiento de la que ya se ha hablado para el arranque (consigna de velocidad de parada de grupo) durante el **Tiempo a rpm mínimas**. Se establecerá una histéresis respecto a la parada, de forma que ésta se produzca en un punto situado ligeramente a la izquierda de lo indicado en la matriz de cambio (línea punteada de las gráficas). Este valor de histéresis se definirá en la puesta en marcha. Cuando lleguemos a la velocidad de cambio de dos bombas a una, existirá una temporización que empezará a contar a partir del momento de haber alcanzado dicha velocidad. El hecho de que hayamos llegado a revoluciones de cambio no impedirá que el sistema siga tratando de regular la presión bajando la velocidad. Una vez transcurrido el tiempo de esta temporización, siempre que durante todo el intervalo de tiempo nos hayamos encontrado a unas rpm iguales o menores a las rpm de cambio, se producirá la parada de una de las bombas. Si durante esta temporización volvemos a tener un aumento de revoluciones respecto a las de cambio, en ese instante el contador de reseteará a cero y abortaríamos la maniobra de parada hasta volver a encontrarnos nuevamente a unas rpm iguales o inferiores a las de cambio.

Para el cambio de dos bombas grandes a una grande se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

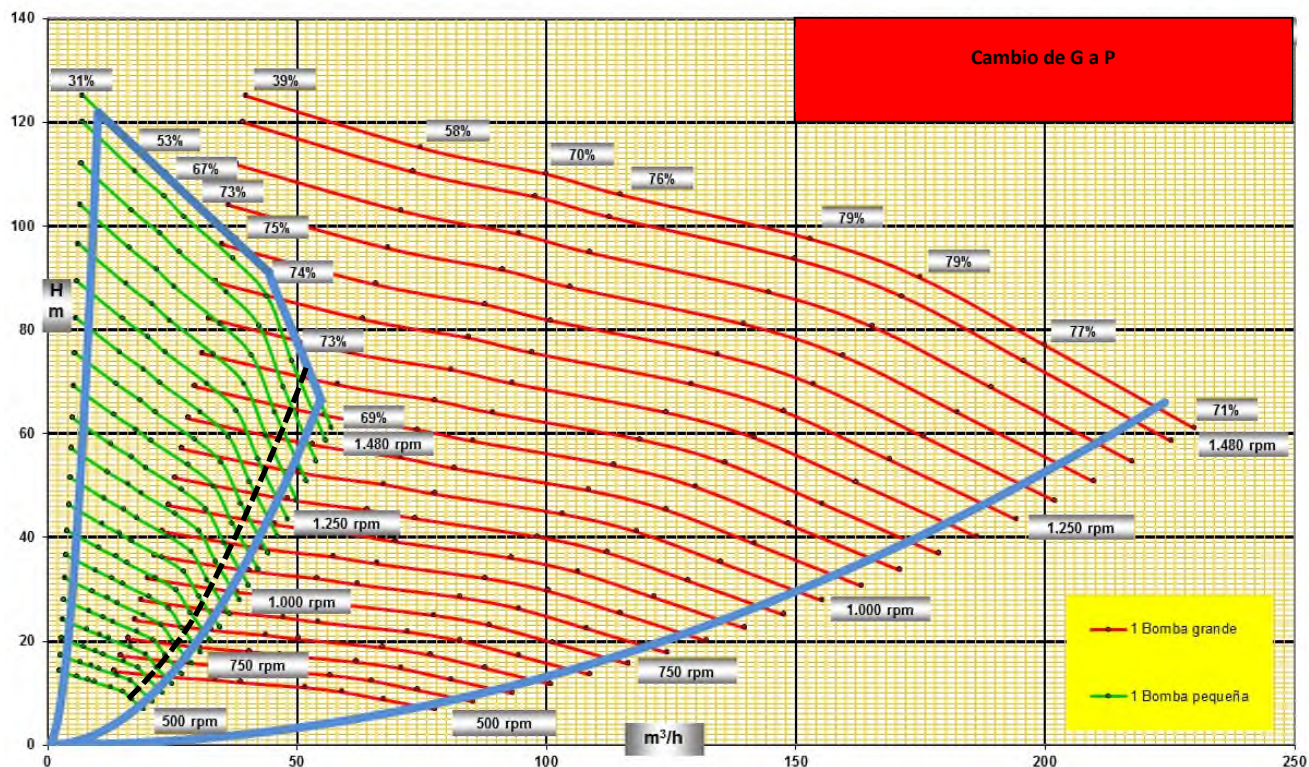
Paros	Matriz cambio de 2G a G	
	Hm (m)	Rpm's de cambio
	120	N/A
	106,0	1400
	97,0	1380
	90,0	1330
	77,0	1270
	68,9	1201
	59,4	1116
	50,6	1030
	42,5	944
	35,2	858
	28,5	772
	22,5	686
	17,2	601
	12,7	515



Para el cambio de una bomba grande a una pequeña se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

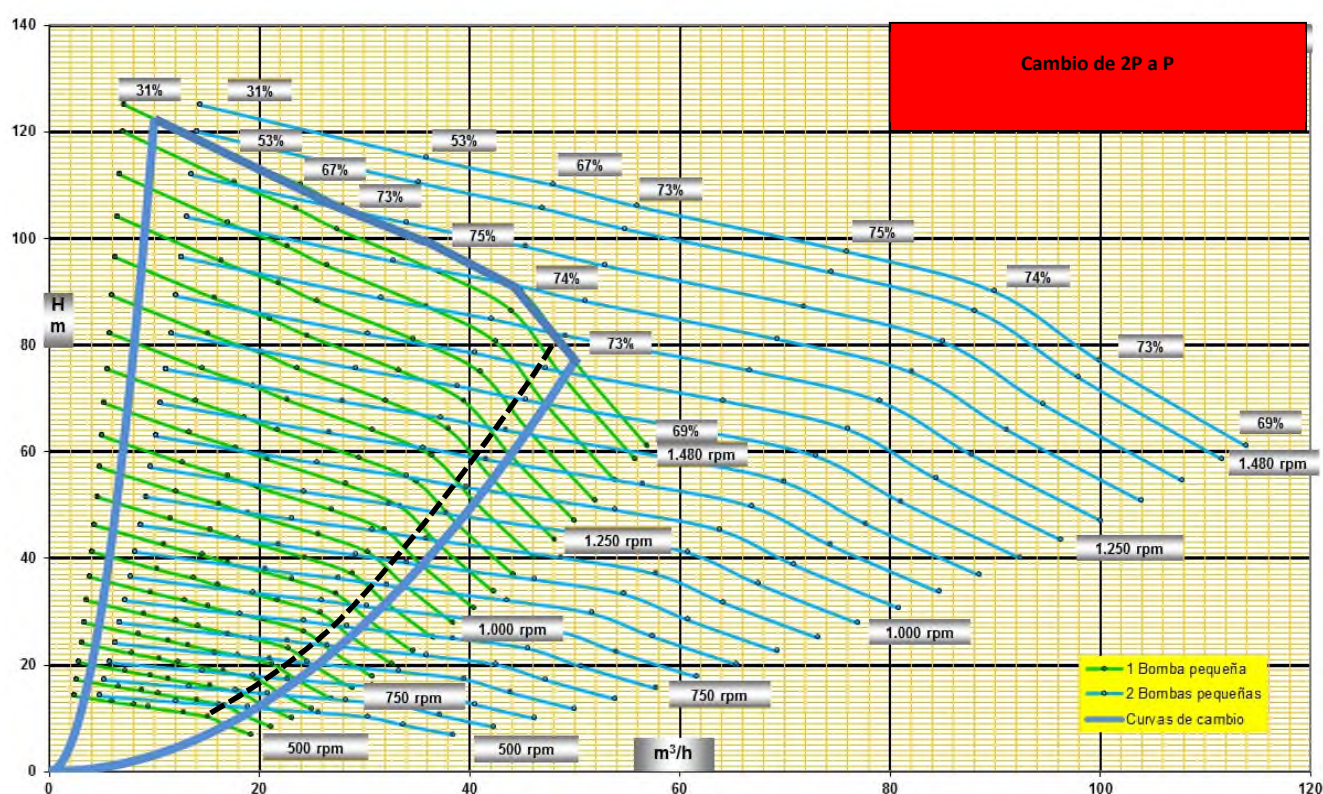
Paros	Matriz cambio de G a P	
	Hm(m)	Rpm's de cambio
	120	N/A
	106,0	1400
	97,0	1370
	90,0	1350
	66,0	1140
	62,0	1105
	59,4	1082
	50,6	998
	42,5	915
	35,2	832
	28,5	749
	22,5	666
	17,2	582
	12,7	499





Para el cambio de dos bombas pequeñas a una pequeña se utilizará una matriz semejante a esta (los valores y las curvas incluidas en este documento son un ejemplo):

Matriz cambio de 2P a P	
Hm (m)	Rpm's de cambio
120	N/A
106	1400
97	1370
90	1350
77,0	1240
68,9	1173
59,4	1089
50,6	1005
42,5	922
35,2	838
28,5	754
22,5	670
17,2	586
12,7	503



En ambos casos el sistema de control determinará la bomba a parar retirando su gobierno al regulador PI de régimen. Además, durante el proceso de parada, la bomba que se mantendrá en marcha estará controlada por el regulador PI de régimen y la bomba a parar seguirá una rampa de deceleración lenta (calculada por el autó-mata), tanto como sea necesario para que el otro grupo en régimen lo vaya compensando, hasta el punto de parada (punto en el que la bomba a parar deja de elevar caudal) a partir del cual seguirá la rampa de deceleración rápida del variador. Para determinar la velocidad en el punto de parada, véase como ejemplo la siguiente matriz:

Matriz velocidad mín (rampa rápida)	
Hm(m)	Rpm's de cambio
130	1480
125	1450
95	1250
50	1000
38,0	750
16,0	500

Si tenemos más de dos grupos en marcha la secuencia de parada será la misma descrita anteriormente.

En cualquiera de los casos la válvula motorizada de la impulsión general permanecerá abierta.



### 3.5 FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA

Existen dos formas de que el bombeo pase a funcionar en Modo de Emergencia:

- Seleccionando la posición “E” en el selector
- Conmutación automática ante fallo del autómat

En ambos casos, se activará una señal digital que inicia en el variador un modo que sigue otro PI configurado en el variador, a partir de 1 sensor de presión dedicado y cableado a todos los variadores (y que la señal se envía a NOVATA). El autómat evaluará la desviación entre el transductor de emergencia y los que gobiernan el modo automático, generando una alarma en el HMI en caso de desviación (Nueva Alarma: **Incoherencia entre transductores redundantes y transductor de emergencia**).

Este modo arrancará en secuencia y regulando la velocidad de todas las bombas disponibles necesarias para mantener la presión de consigna configurada en los variadores.

Se trata por tanto de un control multimaestro en el que uno de los variadores se convierte en maestro y controla tanto el arranque como el paro y velocidades del resto de variadores, que copian la de este.

El sistema debe constar de protecciones por alta y baja presión, siendo además posible la configuración de hasta 4 consignas de presión preestablecidas.

Los datos necesarios para parametrizar el variador, y que funcione como este Doc. Funcional presenta, estarán listados en la especificación técnica correspondiente del variador de frecuencia.

El fallo de variador maestro tiene lugar cuando por alguna situación el equipo que debería entrar a actuar como maestro no lo hace. En este caso, el sistema hace que otro variador entre como maestro en base a la prioridad nominativa fijada, es decir, si falla el variador n como maestro, tras tiempo configurable, toma el testigo el variador n+1.



### 3.6 CORTES Y ENCLAVAMIENTOS DE LA SECUENCIA

#### 3.6.1 Espera entre maniobras.

Cuando se produce un arranque o paro, incluso el paro completo secuencial, el siguiente paro o arranque ha de tener un tiempo de espera para que:

- No se arranquen/paren bombas simultáneamente.
- Los golpes de ariete generados sean más reducidos.

Por tanto aparece la consigna:

- **Tiempo de espera entre arranque/paro equipos**

Este tiempo de espera se respetará incluso aunque haya arranque/paros manuales involucrados. Es decir, si se detecta un arranque/paro manual (R(M) o L) y aun así aún fuera necesaria otra bomba extra, el siguiente equipo R(A) en arrancar esperaría el tiempo consignado desde dicho arranque manual. Los tiempos de espera afectarán también al modo R(M).

#### 3.6.2 Interrupción de maniobras

Si durante el procedimiento de arranque de una bomba se produce la necesidad de la operación contraria (mientras que se está arrancando se pulsa "Paro General", o se activa inundación, o coincide con el cambio de consigna valle-punta a un valor de bombas necesarias más reducido), el procedimiento será:

- Si la bomba que estaba arrancando ya había recibido orden de marcha, se sigue y mantiene el procedimiento de arranque. La siguiente bomba a parar, (que podrá ser esa misma o no), respetará el tiempo de espera entre maniobras tras finalizar dicho arranque.

Debido a que aún no había habido arranque efectivo, sin necesidad de tiempo de espera, se puede incluso proceder a parar grupos adicionales si fuera necesario.

- Si el nuevo evento es de los que requieren paro inmediato entonces se retirará inmediatamente orden de marcha.

Si se estuviera parando una bomba y el número de equipos requeridos en marcha se elevará, el procedimiento se simplifica dado que solo se puede estar en la fase inicial de cierre de válvula o en su espera semicerrada. En este caso lo que se haría sería simplemente deshacer esa maniobra inmediatamente, es decir, proceder a entrar en el último punto del procedimiento de apertura de la válvula hasta el 100%. A partir de ese momento se tendría que volver a respetar el tiempo entre maniobras en caso de que hubiera que continuar arrancando equipos (o incluso si hubiera que continuar parando equipos adicionales).

### 3.6.3 Fallo de válvula con bombeo en marcha:

En funcionamiento en secuencia las válvulas no se mueven, por lo que si falla la válvula, estaremos con las válvulas abiertas.

En caso de fallo de válvula general (impulsión o aspiración) con el bombeo en marcha, dado que estas válvulas están en serie con todas las bombas, todos los equipos dejarían de estar disponibles, y el bombeo efectuará una parada progresiva de los equipos involucrados respetando la espera entre maniobras.

Con la elevadora en secuencia el fallo de comunicación o cambio de estado de la válvula general (aspiración o impulsión) será

- **Alarma: Fallo de comunicación con cabezal de control de la válvula aspiración general/ impulsión general.**

#### **Pérdida de disponibilidad de equipos por fallos en válvulas**

Sacar las válvulas de R(A) a R(M) o L puede ser causa suficiente para que la válvula no esté adecuadamente posicionada y afecte a la disponibilidad de los equipos en serie con ella, sin que por tanto exista ningún “fallo real” intrínseco en la válvula.

Lo normal es que los fallos sobrevenidos en válvulas se produzcan cuando operan, es decir, durante los procesos de arranque y paro.

- **Alarma: Fallo apertura/ cierre de la válvula motorizada colector aspiración/ impulsión**
- **Alarma: Salto protecciones eléctricas válvula motorizada colector de aspiración/ impulsión**

### 3.6.4 Falta de potencia disponible

En caso de que la potencia disponible sea insuficiente para dominar todas las bombas (fallo eléctrico completo) o parte de la instalación (restricciones en número de transformadores activos), la secuencia se corta total o parcialmente (en función de la disponibilidad de potencia y el número de grupos) parando escalonadamente los equipos sobrantes.

El fallo de un transformador se determinará con el Estado de Interruptor de alta, Estado del Interruptor de baja y el vigilante de tensión en barras.

Se definirá el parámetro:

#### **Número de grupos por transformador**

Una vez producido este hecho aparece un nuevo parámetro involucrado:

- **Tiempo de espera tras falta de potencia** (caídas de tensión/transformador)

Este parámetro marca el tiempo que ha de transcurrir para que, una vez que se recupere en sí la situación (vuelva el suministro eléctrico o se reconecte el transformador afectado o su reserva), el bombeo la considere efectivamente resuelta y se permita que se vuelvan a arrancar los equipos afectados.

Dado que las causas de falta de potencia pueden ser variadas se propone generar las siguientes alarmas de corte de instalación que serán las que centralicen este hecho:

- **Alarma: Bombeo parado por falta de potencia**
- **Alarma: Bombeo limitado a XXX grupos por falta de potencia**

Nota: atención a la regulación del transformador por sobrecarga durante las paradas escalonadas de los grupos.

### 3.6.5 Fallo de la protección antiarriete

En caso de que se detecte fallo en la protección del sistema antiarriete bien por:

- Membrana: detección de la desviación de las presiones de parada respecto a los parámetros de presión de parada y tiempos definidos en la puesta en marcha. Serán necesarios:

Parámetro: presión normal de parada

Parámetro: tiempo admisible de valor anómalo de presión de parada

Parámetro: Número de veces con presión anómala de parada

- Compresor: falta de nivel de aire continuada,

El sistema generará **alarma: Desviación de las presiones de parada** sin reconocimiento automático, en el caso de sistema de protección con membrana cuando se sobrepasen los tres parámetros, pero no impedirá el re arranque de equipos del bombeo. Tampoco se considera la parada por considerarse mejor no someter a transitorios a la instalación.

### 3.6.6 Inexistencia de nivel adecuado de agua en depósito de aspiración

Tan como se indica en el “Documento Hidráulico”, el bombeo a red puede aspirar de un depósito de aspiración o de una tubería en carga. Si el depósito no está siendo alimentado, el bombeo solo se podrá mantener activo un tiempo determinado. La forma de asegurar que el depósito no está siendo alimentado es:

- la lectura del caudalímetro de entrada es 0

Si se produce esta lectura, se genera un evento:

- **Evento: Depósito no alimentado**

En caso de que los instrumentos LTA DP xx detecten un valor por debajo del preestablecido como umbral límite, se producirá un paro programado de la elevadora. Este hecho hace que aparezca una consigna a incluir en el sistema:

- **Nivel muy bajo para funcionamiento automático**

En el caso de que el depósito de aspiración no esté siendo alimentado una vez que se ha activado el LTA DP xx, se genera una alarma:

- **Alarma: Depósito no alimentado y nivel en depósito muy bajo**

Si el nivel siguiese bajando o se activasen por otro motivo las señales de los elementos BND DP se produciría un paro eléctrico de todos los equipos de la elevadora.

Ante estas situaciones, se establecerá un valor mínimo de agua en el depósito para poder volver a arrancar la elevadora. Este hecho hace que aparezca una consigna a incluir en el sistema:

- **Nivel de recuperación para re arranque**

### 3.6.7 Falta de presión en aspiración

En caso de que los instrumentos PTA SB detectasen que la presión cae por debajo de un determinado umbral designado se para ordenadamente el bombeo. Este hecho hace que aparezca una consigna a incluir en el sistema:

- **Presión muy baja para funcionamiento automático**

Si la presión siguiese bajando porque aún se mantiene equipos en funcionamiento y se llegasen a activar la señal del PST SB 01, una vez filtrada por el PLC, se produciría un paro completo de la elevadora de todos los equipos.

Si la presión siguiese bajando o se activasen por otro motivo las señales de los elementos PST SB 02 se produciría un paro eléctrico de todos los equipos de la elevadora.

Ante estas situaciones, se establecerá un valor de presión mínima en aspiración para poder volver a arrancar la elevadora. Este hecho hace que aparezca una consigna a incluir en el sistema:

- **Presión de recuperación para re arranque**

### 3.6.8 Temperatura y vibraciones

Respecto a lo que se refiere al tratamiento de las protecciones de temperatura y vibraciones de los grupos moto bomba, se indica a continuación como afectan las siguientes señales a dichos equipos:

- Sondas analógicas de temperaturas PT100 en devanados y rodamientos: En caso de que las distintas sondas detecten un valor "ALTO" el equipo quedará enclavado (en R(A) y R(M)). Dicha alarma será reconocida de manera automática una vez eliminado el evento. Si el valor de la señal analógica fuera "MUY ALTO" el equipo igualmente se enclava pero necesita que la alarma sea reconocida por el operario. Los valores que limitan las temperaturas se consignaran en la pantalla de la sonda analógica.
- Digitalización de superación de umbral alto de alguna de las PT100 de bomba y motor: El equipo queda enclavado eléctricamente por CCM (R(A), R(M) y L) y necesita que sea reconocida por el operario para volver a tener disponible dicho equipo.
- Sonda digital de temperatura PTC: El equipo queda enclavado eléctricamente por CCM (R(A), R(M) y L) y necesita que sea reconocida por el operario para volver a tener disponible dicho equipo.
- Sondas analógicas de vibraciones: En caso de que las distintas sondas detecten un valor "ALTO" el equipo quedará enclavado (en R(A) y R(M)). Dicha alarma será reconocida de manera automática una vez eliminado el evento. Si el valor de la señal analógica fuera "MUY ALTO" el equipo igualmente se enclava pero necesita que la alarma sea reconocida por el operario quedando el grupo fuera de servicio hasta que no sea reconocida la alarma. Los valores que limitan las vibraciones se consignaran en la pantalla de la sonda analógica.
- Digitalización de superación de umbral de disparo de las sondas de vibraciones (señal directa): El equipo quedará enclavado (R(A) y R(M)) y la alarma deberá ser reconocida por el operario quedando el grupo fuera de servicio hasta que no sea reconocida la alarma.
- Digitalización de superación de umbral por disparo de las sondas de vibraciones (señal temporizada): El equipo queda enclavado eléctricamente por CCM (R(A), R(M) y L) y necesita que sea reconocida por el

operario quedando el grupo fuera de servicio hasta que no sea reconocida la alarma. Solo se activa pasado un tiempo de haberse activado la señal directa y en caso de que ésta no haya actuado.

### 3.6.9 Inundación

- a) En caso de presencia de agua en el sistema de drenaje, será detectado en primera instancia por el sensor DTN SB 03 pero el sistema continuará la operación. Se indicará el evento:

#### Nivel inferior en inundación

Nivelada con esta señal se dispondrá el nivel de arranque del sistema de drenaje de la elevadora.

- b) Si el nivel de agua aumentase y se activase DTNSB02 se desencadenará un corte de instalación y se genera la alarma

#### Nivel alto en inundación.

La liberación de esta señal se temporizará mediante la consigna:

#### Tiempo de espera tras nivel alto inundación

Una vez haya pasado este tiempo la elevadora volverá a estar disponible para funcionamiento.

- c) En caso de aumentar aún más el nivel de agua en la sala, y al menos dos de los siguientes instrumentos DTN SB 01 A, B o C se activasen por presencia de agua debe ocurrir lo siguiente:

1. Paro de todas las bombas tanto eléctrica como por PLC.
2. Enclavamiento de la instalación y alarma

#### Nivel superior en inundación

3. Cierre de las válvulas VSP SB 01 y VSP SB 02 mediante cableado eléctrico y a la vez por órdenes desde el PLC. El sistema eléctrico será el prioritario pero para ello deberá ser necesario que los actuadores se encuentren disponibles en la posición R(A), R(M). En caso de que alguna de estas válvulas se encontrasen en L se genera el evento:

#### Sistema de anti inundación no operativo.

Como particularidad y debido a las características de estos bombeos, que abastecen directamente a los clientes, se estudiará en casos de alta criticidad la instalación de motores con grado de protección IP lo suficientemente alto para poder funcionar sumergidos. Por otro lado, se deberá tener en cuenta a la hora de fijar los niveles de alarma que estas instalaciones abastecen directamente a los clientes. En el caso de que en un momento dado se desee anular el sistema de antinundación por CCM se dejará las válvulas en 0 y se levantarán las cuchillas de las sondas de nivel, o de la bobina de maniobra, en el cuadro.

### 3.6.10 Bomba de achique

La bomba de achique funcionará cuando se active la señal dedicada a esta bomba y dispondrá en esquema eléctrico de un sistema redundante en caso de caída de PLC.

### 3.7 BOMBAS CON VALVULAS INDIVIDUALES MOTORIZADAS

Los equipos en que haya sido necesario instalar válvulas individuales en impulsión y/o aspiración por necesidad de arrancarlos a válvula semicerrada para minimizar el golpe de ariete generado en arranque (o con DN>500 según se ha establecido en el documento Hidráulico) tienen un procedimiento específico, ya que entran en juego estas válvulas individuales:

El procedimiento de arranque de líneas requiere de las siguientes consignas para la válvula de impulsión:

- *Posicionamiento en arranque*
- *Tiempo de espera tras arranque*

El procedimiento será el siguiente:

- Siempre que la válvula individual de la impulsión se encuentre en R(A) y disponible, se moverá hasta la posición marcada por la consigna.
- En ese momento se efectuará el arranque del grupo.
- Transcurrido el tiempo de espera, la válvula se abrirá hasta el 100%.
- Llegado al 100% el proceso se considera finalizado<sup>7</sup>.

El procedimiento de paro requiere de las siguientes consignas:

- *Posicionamiento en paro*
- *Tiempo de espera antes de paro*

Y la lógica sería la siguiente:

- Siempre que la válvula esté en R(A) y disponible, una vez recibida la orden de paro de la bomba, la válvula se moverá hasta la posición marcada por la consigna.
- Tras llegar a esa posición, se esperará el tiempo indicado por la consigna secundaria
- Transcurrida esa espera, se parará la bomba.
- Inmediatamente se continúa cerrando la válvula, pero a todos los efectos el proceso de paro del equipo se considera finalizado independientemente de que la válvula no haya acabado de cerrar o de que incluso se produzca un fallo durante dicho cierre final.

#### 3.7.1 Fallo de válvula individual en arranque de bomba (aspiración e impulsión)

En los fallos durante el arranque existen dos posibilidades:

- Que el fallo se produzca ANTES de que a la bomba se le haya enviado orden de marcha, es decir, durante la primera fase de posicionamiento del proceso de arranque.

En este caso dado que la bomba no ha arrancado, simplemente deja de estar disponible, y sin necesidad de esperar al tiempo entre maniobras se puede comenzar el arranque de la siguiente bomba.

<sup>7</sup>Lógicamente, si la válvula no está en R(A), la válvula no se puede mover, pero debería estar abierta para que el grupo esté disponible.

- Que el fallo se produzca una vez lanzada la orden de marcha a dicha bomba. En este caso, por seguridad, se va a optar por retirarle inmediatamente la orden de marcha a dicha bomba puesto que no se podría saber si la apertura alcanzada en la válvula es suficiente para no ocasionar problemas.

En este caso sí que hay que respetar el tiempo de espera entre maniobras para cualquier otra maniobra posterior.

### 3.7.2 Fallo de válvula individual en paro de bomba

En este caso existen 3 posibilidades:

- Que el fallo se produzca durante el proceso inicial de cerrado de la válvula.

En este caso se considerará como finalizado dicho primer paso del proceso en el instante de fallo y se seguirá el proceso de paro con la espera del segundo paso según se expone en el procedimiento de arranque y paro.

- Que el fallo se produzca durante dicho proceso de espera una vez alcanzada su posición intermedia.

En este caso simplemente se mantiene el conteo del tiempo de espera y la bomba se parará cuando se agote dicho tiempo.

- Que el fallo se produzca en el proceso final de cierre tras el paro de la bomba. Entonces es irrelevante puesto que dicho equipo ya se considera parado.

Lógicamente en todos los casos se produce una maniobra, por lo que para efectuar cualquier otro arranque o paro posterior hay que respetar el correspondiente tiempo de espera definido

### 3.7.3 Fallo de válvula individual con bombeo en marcha:

En funcionamiento en secuencia las válvulas no se mueven, por lo que si falla la válvula, estaremos con las válvulas abiertas.

Fallo de válvula individual con bomba en marcha:

- Si el tiempo entre maniobras está superado, se ordena el paro de dicha bomba que habría dejado de estar disponible. Tras este paro lógicamente se reiniciaría un nuevo periodo de espera entre maniobras a todos los efectos oportunos.
- Si el tiempo entre maniobras no estuviera superado, entonces incluso para parar la bomba afectada ha de esperarse el tiempo correspondiente

## 3.8 MODO DE CARGA DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN

La carga de la tubería se hará de manera manual sin intervenir el PLC, es decir, las bombas estarán en L o en R(M). Una vez finalizado el proceso de carga de tubería, el poner la posición del selector en 0 no implica el paro de los equipos que continúan funcionando en L o R(M). En un futuro, como mejora, se podrá implementar esta carga en el programa para poder automatizarla.

### 3.9 ROTACIÓN DE EQUIPOS MOTOBOMBA

La rotación de equipos para compensar el tiempo de funcionamiento y/o arranques entre ellos, tendrá en consideración para coordinar su funcionamiento los siguientes criterios:

1. **Prioridad.** Los equipos se podrán agrupar en 3 grupos de prioridad siendo P1 la máxima y P3 la mínima, esta asignación se realizará en la pantalla de consignas de forma individual asignando uno de los niveles de prioridad o grupo.
  - Los P1 o primarios son los equipos que entrarán en funcionamiento con prioridad sobre los demás grupos de prioridad, siempre y cuando estén disponibles y exista una petición de arranque de un grupo motor-bomba.
  - Los P2 o secundarios o “reservas activas” son aquellos equipos disponibles que arrancaran si no existen disponibles equipos primarios.
  - Los P3 o reservas pasivas son aquellos equipos asignados a prioridad 3 y solamente pasarán a funcionar si no existen disponibles equipos primarios ni secundarios.

Nota: A considerar si pudiera ser un modo forzado cuando desde la pantalla de control del equipo fuese seleccionado para el bloqueo.

2. **Numero de arranques.** Todos los equipos disponen de un totalizador que almacena el número de arranques parciales y es intrínseco al módulo de librería del estándar. Servirá para determinar un orden de prioridad para arrancar entre los equipos disponibles dentro de un grupo o nivel de prioridad. De manera general a menor número de arranques mayor prioridad para arrancar.
3. **Horas de funcionamiento.** Todos los equipos disponen de un totalizador parcial que almacena el número de horas de funcionamiento y es intrínseco al módulo de librería del estándar. Servirá para determinar un orden de prioridad para arrancar entre los equipos disponibles dentro de un grupo o nivel de prioridad. De manera general a menor número de horas mayor prioridad para arrancar.
4. **Tiempo máximo de funcionamiento continuo de un equipo (horas).** Es un tiempo consignable que aplica a todos los equipos Motor-Bomba asignados al grupo de prioridad 1, transcurrido este tiempo se generara la orden de paro del mismo y detendrá el equipo siempre y cuando haya arrancado otro grupo disponible del mismo nivel de prioridad.
5. **Tiempo por rotación forzada.** Consigna descriptiva de una secuencia, que servirá para forzar un arranque de todos los equipos primarios y secundarios que no estén enclavados por tiempo mínimo entre arranques. El objeto de éste es no dejar equipos estáticos demasiado tiempo. Se mostrará en la pantalla de consignas del proceso.

Nota: Cualquier equipo asignado a un grupo que tuviera gestión de tiempo entre arranques quedaría no disponible hasta que su tiempo de enfriamiento o de espera transcurriese.

Los criterios 1, 2,3 están implementados por módulos de librería adaptados al número de equipos a coordinar.

En la pantalla de consignas se implementará una tabla y en ella se podrá asignar a cada equipo:

- Su nivel de prioridad de forma individual
- El tipo de gestión por arranques, por horas o por una media ponderada (60% arranques y 40% tiempo) que afectaran de forma conjunta a todos los grupos de prioridad.
- Tiempo máximo de funcionamiento continuo de un equipo.
- Tiempo por rotación forzada y/ o botón de forzado.



Definidos los criterios y expuesto el ajuste de los mismos, estos determinaran tres formas de coordinación que afectaran al funcionamiento de estos:

#### **Prioridades en las rotaciones de los equipos**

Asignadas las consignas que determinan su comportamiento, primero arrancaran los equipos primarios disponibles, en caso de no haber más equipos disponibles de los necesarios, se pasará a comprobar disponibilidad de equipos del grupo de los secundarios y por último de los disponibles de prioridad de nivel 3.

En el caso de agotamiento de equipos disponibles en los grupos de prioridad P1, P2 y P3, y fuera necesario otro equipo, de los que no estuvieran disponibles debido a una espera por enfriamiento, se arrancaría aquél al que le quedará menos tiempo para alcanzar su tiempo de espera de enfriamiento.

#### **Desactivación de un equipo por tiempo máximo de funcionamiento.**

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

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

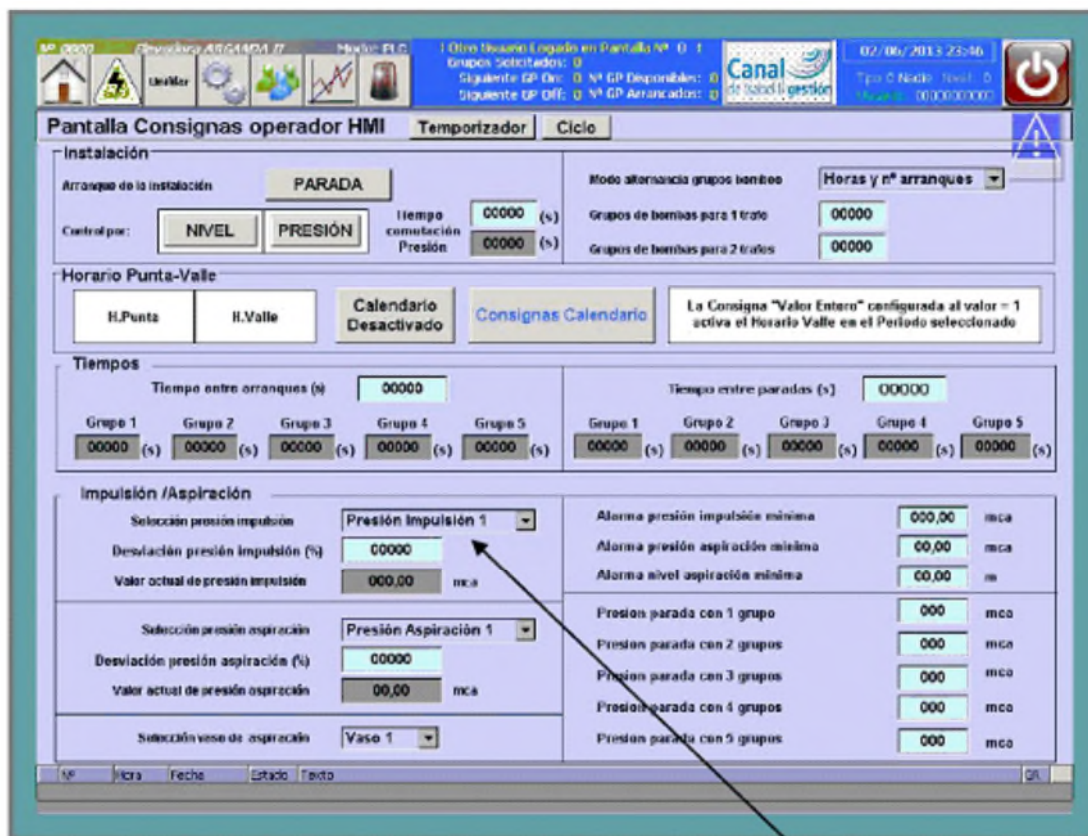
Transcurrido el tiempo de rotación forzada se rotarán los equipos disponibles sin importar su carácter de primarios y secundarios. Los arranques y paradas se harán cuando así lo demande el proceso. Si llegado a este tiempo ya existiesen equipos funcionando, se tratarán como si ya hubiesen cumplido esta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

Como algo a tener en cuenta, es interesante indicar que cuando esté funcionando el modo de emergencia, no se consigue de forma muy eficiente la rotación de equipos teniendo en cuenta el número de horas de funcionamiento. Hacen un conteo parcial, el maestro sabe el tiempo que ha estado cada grupo arrancado y cuando hay un cambio de maestro esa información empieza de cero, por lo que no conocemos el número de horas totales.

### 3.10 SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN ANALÓGICA REDUNDANTE ACTIVA

La validez de los transmisores se evalúa con los diagnósticos de canal de la tarjeta, de los umbrales tecnológicos y del control sobre el valor de escalado.

Por defecto esta seleccionado el transmisor que se referencia como 1 y el transmisor 2 queda en reserva.



El usuario podrá cambiar la selección del transmisor sobre botones de selección en la pantalla hidráulica o en la pantalla de consignas.

Indicación típica en esquema hidráulico general.



La lógica de control vigila que el valor absoluto de la diferencia entre el valor del transmisor de reserva y el valor del transmisor seleccionado como activo sea inferior al valor ajustado en el parámetro desviación en la pantalla de consignas, habilitando un permiso de conmutación cuando se cumple esta condición.

Cuando el transmisor seleccionado entra en fallo y el permiso de conmutación está habilitado se cambia la selección al transmisor de reserva si este no está en fallo o viceversa si el activo fuera el de reserva.

### 3.11 OSCILACIÓN DE SEÑALES, FRENTES BRUSCOS ETC.

Los umbrales de presión deben ser detectados mediante señales digitales e interpretadas con módulos de librería del estándar que tengan la capacidad de temporizar su activación o desactivación.

Las variables físicas continuas interpretadas mediante una señal analógica y convertidas en un tipo de dato numérico mediante un valor de ingeniería tendrán filtros PT1 y una detección de gradiente.

Este gradiente debe ser detectado en un tiempo configurable para considerar la medida correcta y el filtro PT1 ayudara a eliminar picos que puedan disparar las alarmas configuradas sobre ellas.

Como aclaración, esta detección tiene como objetivo detectar situaciones en las que el cierre de una llave de corte de un transductor de presión deja aislado el transmisor de la conducción, manteniendo su valor congelado.

Lo expuesto anteriormente será obligado sobre presiones y niveles.

Los datos recibidos por comunicaciones tendrán detección de gradientes.

## 4 INCONGRUENCIA DE SEÑALES

### 4.1 TRANSDUCTORES E INCONGRUENCIA PRESOSTATOS

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 hay una incoherencia que generará una alarma, pero el transductor no se inhibe.

El evento que aparece por este motivo sería:

**Incongruencia del transductor XXX con los presostatos en la impulsión.**

En el chequeo de la incoherencia hay que tener en cuenta que:

- Es un chequeo instantáneo, es decir no está vinculado al filtro de transitorios, porque si hay presión alta o baja, la hay para todos los aparatos.
- No obstante lo anterior, conviene establecer una pequeña ventana de tiempo permitido a la discrepancia porque por diferente rapidez de respuesta de equipos o incluso por picos extraños, en momentos puntuales un chequeo instantáneo puede dar falsos positivos. De hecho esta consideración es extensible a todos los chequeos de coherencia de señales “redundantes” que el PLC recibe

Para regular estas ventanas de periodo muy corto (a lo sumo 2 o 3 s) se empleará el parámetro adicional:

- *Tiempo permitido a la incoherencia de señales.*

## 4.2 ENTRE BOYAS DE MÍNIMO EN DEPÓSITO DE ASPIRACIÓN Y SU CORTE POR CCM

En consonancia con los esquemas eléctricos, en cada vaso existirá una boya de mínimo (BDNDP01 y BDNDP03 respectivamente) que tiene incorporada una histéresis

Estos equipos actúan a nivel eléctrico como protección por CCM (corte) en función de la posición del selector de vaso activo, cuyo funcionamiento detallado es:

- Señal digital activa del vaso seleccionado, que se lleva al PLC para que este conozca el estado de cada uno por separado.
- Esta señal filtra el valor de BNDDP01 y 03 generando dos boyas “virtuales” (02 y 04 respectivamente) que son las que en realidad realizan al corte por CCM, ya que:
  - o Sólo la boya “virtual” (02 o 04) correspondiente al vaso activo traslada directamente la señal desde su boya “real” (01 o 03).
  - o En las otras boyas directamente se fuerza su señalización como SIN AGUA.
  - o No obstante lo anterior, estas boyas virtuales que son Corte por CCM, lo son en paralelo: deben estar todas “sin agua” para que efectivamente este Corte por CCM se produzca. Por tanto, mientras que la señal “virtual” (y por tanto la “real”) del vaso seleccionado siga indicando presencia de agua no se producirá dicho Corte por CCM.

## 4.3 ENTRE PRESOSTATOS Y SUS TEMPORIZADOS

### 4.3.1 Presostatos generales de aspiración o de máxima en impulsión con sus señales temporizadas.

Todos los presostatos de la instalación disponen de una señal doblada correspondientes a su temporizado. Y son estas señales temporizadas las que de hecho son efectivamente el Corte por CCM de las bombas.

Evidentemente si las señales temporizadas actúan, pero no lo hacen las directas, algo muy extraño está pasando bien por configuración errónea de temporizadores, bien por daños en cableado.

En este caso se lanza un corte completo con las alarmas que se recogen a continuación según corresponda:

- **Alarma. Bombeo parado por incongruencia con señal temporizada del presostato de mínima en aspiración. Revisar instalación.**
- **Alarma. Bombeo parado por incongruencia con señal temporizada del presostato de máxima en impulsión. Revisar instalación.**

### 4.3.2 Presostato general de mínima en impulsión con su señal temporizada

En el caso del presostato de mínima en impulsión, es necesario modificar ligeramente la valoración y chequeo inicial del apartado anterior dado que este aparato es Enclavamiento (no Corte), por CCM.

Por tanto es viable que si la situación de baja presión se ha resuelto, la señal directa del presostato no esté activa pero sí la recibida del temporizado puesto que esta última estará “memorizada” eléctricamente.

En este caso, el chequeo de incongruencia ha de realizarse mediante detección de flanco, es decir, la alarma se genera si estando las señales de presión mínima directa y temporizada ambas en OK, se detecta que se recibe un no-OK de la señal temporizada pero no de la directa<sup>8</sup>.

Análogamente a los otros presostatos, la alarma a generar en este caso sería:

- **Alarma. Bombeo enclavado por incongruencia con señal temporizada del presostato de mínima en impulsión. Revisar instalación.**

Complementariamente a lo anterior, el potencial reset de la alarma solo se habilitará cuando ambas señales (directa y temporizada) sean coincidentes.

Debido a su detección por flanco, en esta alarma de incongruencia no tiene sentido establecer ventana temporal de permisividad.

## 5 SECUENCIA DE TRANSFORMADORES

No será necesaria la automatización de los transformadores de potencia para realizar secuencia entre ellos. Los cambios de transformadores serán realizados por el personal.

## 6 VIGILANCIA DE TENSIÓN

Se realizará una vigilancia de los parámetros de tensión en la elevadora mediante un Relé de fallo de fase instalado aguas abajo de los transformadores en el embarrado general del CCM. Dicho relé, mandará una alarma de fallo de tensión ante la detección de cualquier problema en la misma (desequilibrio de fases, asimetría, fallo de una fase...). Dicha Alarma generada sería:

- **Alarma. Anomalía de Tensión.**

Los distintos equipos SENTRON instalados en la elevadora solo tendrán carácter informativo de cara a la gestión energética de la instalación. En ningún caso generarán paros o eventos en la elevadora.

---

<sup>8</sup> Es decir que tras la recuperación de presión pero con Enclavamiento activo, no se generaría la situación porque la situación de partida es ambas no-OK, en vez de la preceptiva de OK.

## 7 OTRAS SECUENCIAS DEL BOMBEO

### 7.1 VIGILANCIA DE CAUDALES

Dado que en este tipo de bombeos se impulsa en base a una demanda variable, existe un amplio abanico de caudales. Sin embargo, se considera importante la vigilancia del caudal mínimo nocturno (promedio de los caudales entre las 2 h y las 4 h de la madrugada). La vigilancia de caudales en este caso genera Evento **Caudal registrado superior al caudal mínimo nocturno esperado** en el caso en que el caudal registrado por el caudalímetro de salida sea superior al **caudal mínimo nocturno esperado** (información de proceso a lo largo de la época del año).

### 7.2 VENTILACIÓN POR TEMPERATURA DE LA SALA

En aquellas salas donde sea necesario la ventilación de la misma se dispondrá de al menos un termostato, con histéresis entre la activación y desactivación, informando al sistema de control.

El sistema de control tendrá dos funcionamientos corriendo en paralelo. El primer funcionamiento que indique que procede la activación del sistema, activará el funcionamiento y no parará si alguno de los dos modos de funcionamiento mantiene la activación.

- Modo de funcionamiento por temperatura. Cuando la temperatura de la sala alcance el umbral de activación, el PLC arrancará los extractores de la sala hasta que el termostato alcance el umbral de desactivación.
- Modo de funcionamiento por tiempo. Se establecerán una matriz en la que una de las dimensiones serán los días de la semana y la otra las horas del día. En cada uno de los elementos de la matriz, 3x24, se indicará 1 ó 0, siendo 1 orden de que la instalación funcione durante esa hora del día y 0 lo contrario.

En caso de que fuesen precisos varios escalones de de temperatura, se dispondrían de un termostato más.

En este caso, el modo de funcionamiento por temperatura tendría dos matrices, en la primera de ellas se activarían la mitad de los extractores en aquellos momentos en los que se indique "1" y en la segunda matriz se arrancarían la totalidad de los mismos.

En caso de funcionamiento por temperatura, primero arrancarían la mitad de los extractores contra el primer umbral de temperatura y si llegase a activarse el segundo se arrancarían la totalidad de los extractores.

En caso de que el sistema de refrigeración esté activado no deberá arrancar el sistema de ventilación en ninguno de sus funcionamientos.

### 7.3 CLIMATIZACIÓN DE LA SALA

En aquellas salas que precisen de un sistema de refrigeración por no ser suficiente con la ventilación de la sala se deberá activar el sistema de refrigeración.

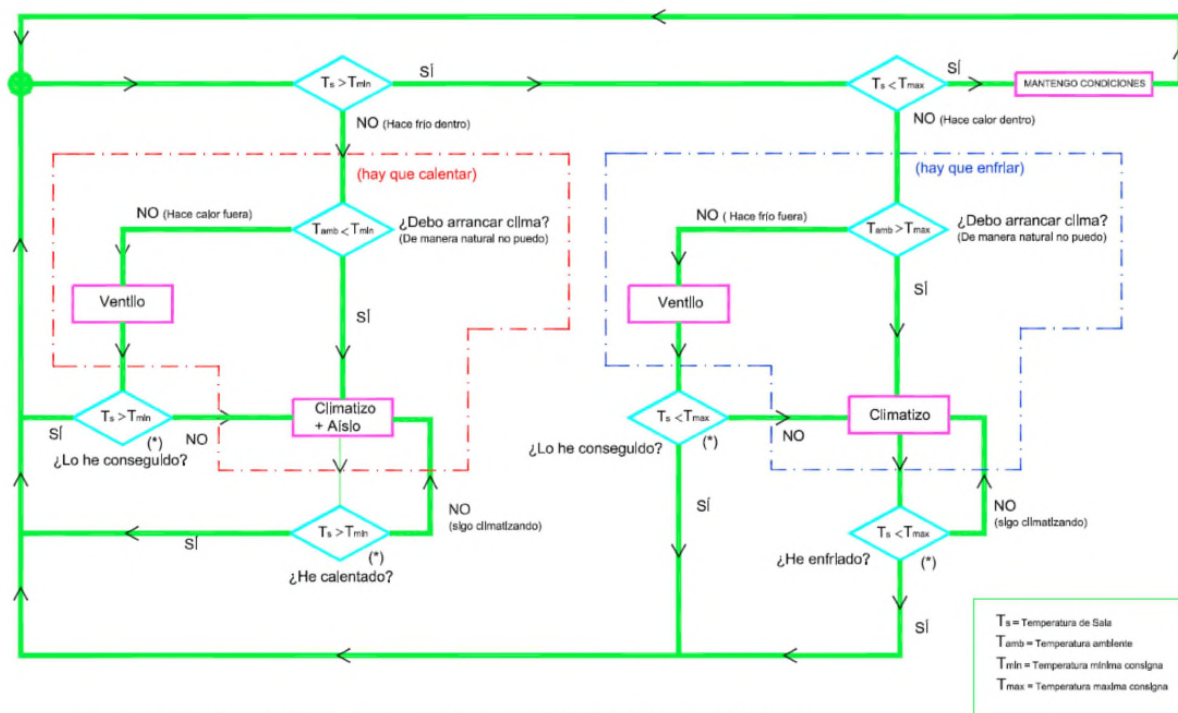
Para ello, el sistema de control contará con los termostatos de ventilación anteriormente descritos, denominados termostatos de máxima, más un termostato situado en el exterior de la sala y otro más situado en el interior de la misma que se denominará termostato de mínima.

Es decir, habrá las siguientes consignas determinadas por la regulación de los termostatos:

- Temperatura máxima de sala (Tmax). Activada cuando la temperatura de sala sea mayor que el umbral activación, y desactivada cuando baje del umbral de desactivación.
- Temperatura mínima de sala (Tmin). Activada cuando la temperatura de sala sea menor que el umbral activación y desactivada cuando suba del umbral de desactivación.

Opcionalmente contará con sistemas de aislamiento de las rendijas de ventilación.

A continuación se muestra el sistema de flujo que deberá seguir la misma, en la que se intenta seguir el sistema free cooling intentando siempre atemperar la temperatura de la sala con la temperatura ambiente.



(\*) Serán necesarios tiempos de espera para que el sistema sea estable. Serían convenientes histéresis.

Si la temperatura de sala,  $T_s$ , se encuentra entre los umbrales máximo y mínimo no procederá activación del sistema.

### Enfriamiento de sala

En caso de necesitarse enfriar la sala, si se pudiese atemperar mediante ventilación, por ser la temperatura ambiente menor que la de la sala, se priorizaría este sistema hasta que se desactive el termostato de máxima. En caso de no bajar esa temperatura en un tiempo configurable, tiempo máximo de ventilación, se procederá al arranque de la climatización.

De igual manera se activaría el sistema de climatización en caso de no poderse utilizar el free cooling.

El sistema de refrigeración podrá operar:

- a mantener una temperatura de sala configurada en el propio equipo, entre los valores de  $T_{max}$  y  $T_{min}$ , o bien,
- simplemente arrancando hasta alcanzar la  $T_{min}$ .

En ambos casos, el sistema de climatización parará una vez haya superado el tiempo máximo de climatización diario.

### Calentamiento de sala

Aunque infrecuente, en caso de que se quisiese calentar una sala, se seguiría un procedimiento análogo al de enfriamiento activándose con la  $T_{min}$  y deteniéndose por  $T_{max}$  y/o tiempo máximo de climatización diario.



Como aspecto a destacar en este punto, indicar que en el Documento de Criterios Eléctricos se ha incluido una descripción detallada para el dimensionamiento en el caso de Bombeo a red.

## 8 SEÑALES Y ALARMAS A CDC

Según se puede ver en el Anexo I, a continuación se detallan las alarmas digitales más relevantes que deberán llegar a CDC y generar incidencia. *Estas alarmas seguirán generándose aunque la Elevadora esté funcionando por CCM, siempre que el bit de vida del PLC esté activo*

No todas las elevadoras tendrán que tener todas las alarmas CDC, dependerá de las necesidades de cada instalación.

Cada una de estas alarmas engloba distintas señales o condiciones, las cuales son consignables y dependerán de la elevadora en cuestión, y en caso de que alguna de ellas se cumpla activará dicha alarma:

- **Alarma CDC Presión:** Esta alarma se genera en el PLC cuando se cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Cuando se active la alarma de presión muy baja en impulsión, bien por el transductor 1 o por el transductor 2. En caso necesario se podría temporizar en la pantalla del propio equipo para que se active pasado un tiempo. Por defecto se generará nada más activarse la alarma.
- Cuando se active la alarma de presión muy baja en aspiración mantenida bien por sea detectada por el transductor 1 o por el transductor 2 y el transductor en cuestión no esté en fallo. Esta alarma se generará transcurrido un tiempo (consignable: Tiempo máximo de recuperación del depósito) desde que se genere la alarma de presión muy baja en aspiración
- Cuando se active la alarma de presión muy alta en impulsión bien sea detectada por el transductor 1 o por el transductor 2.
- Fallo de los dos transductores de presión en aspiración.
- Fallo de los dos transductores de presión en impulsión

- **Alarma CDC Fallo eléctrico:** Esta alarma se genera en el PLC cuando se cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Ausencia de tensión 230 V
- Anomalía de tensión 400 V transcurrido un tiempo (consignable: tiempo máximo de ausencia de tensión 400 V)
- Cuando se genere la alarma: Bombeo limitado a XXX grupos por falta de potencia transcurrido un tiempo (consignable: Tiempo de espera tras falta de potencia). **Detectado por el estado de Interruptor de alta/estado del Interruptor de baja/vigilante de tensión en barras**
- Seta de emergencia general activada

- **Alarma CDC Inundación:** Se generará cuando se dé una de las siguientes condiciones:

- **Nivel alto en inundación.** transcurrido un tiempo (consignable): Tiempo de espera tras nivel alto inundación
- Válvula general aspiración en L/O: Válvula general motorizada en la aspiración común se encuentra en fallo, manual o cero (ya que está abierta pero en caso de que fuera necesario no realizaría el cierre).



- Válvula general impulsión en L/0: Válvula general motorizada en la impulsión común en fallo, manual o cero (ya que está abierta pero en caso de que fuera necesario su cierre no lo realizaría).

- **Alarma CDC Depósito no alimentado:** Se generará cuando se den las siguientes condiciones:

- Nivel bajo de depósito.
- Caudalímetro de entrada a depósito con lectura 0

Nota: existen alarmas CDC de depósito no asociadas al funcional de la elevadora:

- Alarma rebose: Pre-vertido y vertido (nivel HH depósito). Esta alarma ya la genera el CDC, sólo hay que indicarle el nivel.
- Depósito vacío Pre-nivel bajo y nivel bajo (nivel LL depósito). Esta alarma ya la genera el CDC, sólo hay que indicarle el nivel.

## 9 TABLA RESUMEN DE CONSIGNAS Y PARAMETROS

PANTALLA DE CONSIGNAS	TIPO	APLICA EN MODO	FUNCIONAL
Presión muy alta (1 grupo)	Parámetro	Siempre	3,4,1
Presión muy alta (N grupos)	Parámetro	Siempre	3,4,1
Presión muy baja (1 grupo)	Parámetro	Siempre	3,4,1
Presión muy baja (N grupos)	Parámetro	Siempre	3,4,1
Tiempo para el filtro de transitorios de presión	Parámetro	Siempre	3,4,1
Posicionamiento en arranque	Parámetro	Siempre	3,7
Posicionamiento en paro	Parámetro	Siempre	3,7
Tiempo de espera tras arranque	Parámetro	Siempre	3,7
Tiempo de espera antes paro	Parámetro	Siempre	3,7
Tª alarma devanados	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª alarma cojinete LA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª alarma cojinete LOA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª alarma cojinete LA M	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª alarma cojinete LOA M	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª alarma circuito aire motor	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª disparo devanados	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª disparo cojinete LA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª disparo cojinete LOA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª disparo cojinete LA M	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª disparo cojinete LOA M	Parámetro	Siempre	3,6,8
Tª disparo circuito aire motor	Parámetro	Siempre	3,6,8
Vibración alarma LA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Vibración alarma LOA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Vibración alarma motor	Parámetro	Siempre	3,6,8
Vibración disparo LA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Vibración disparo LOA B	Parámetro	Siempre	3,6,8
Vibración disparo motor	Parámetro	Siempre	3,6,8
Número de grupos por transformador	Parámetro	Siempre	3,6,4
Tiempo de espera tras falta de potencia	Parámetro	Siempre	3,6,4
Nº máximo grupos en marcha en la instalación	Parámetro	Siempre	3,2
Nº grupos en marcha en modo presión (valle)	Parámetro	Presión	3,4,1
Nº grupos en marcha en modo presión (punta)	Parámetro	Presión	3,4,1
			4,1
Tiempo permitido a la incongruencia de señales	Parámetro	Siempre	
Presión normal de parada	Parámetro	Siempre	3,6,5
Tiempo admisible de valor anómalo de presión de parada	Parámetro	Siempre	3,6,5
Número de veces con presión anómala de parada	Parámetro	Siempre	3,6,5

PANTALLA DE CONSIGNAS	TIPO	APLICA EN MODO	FUNCIONAL
Nivel muy bajo para funcionamiento automático	Consigna	Siempre	3,6,6
Nivel de recuperación para re arranque	Consigna	Siempre	3,6,6
Tiempo de espera tras nivel alto inundación	Consigna	Siempre	3,6,9
Presión muy baja para funcionamiento automático	Consigna	Siempre	3,6,7
Presión de recuperación para re arranque	Consigna	Siempre	3,6,7
Tiempo máximo de recuperación de depósito	Consigna	Siempre	8
Tiempo máximo de marcha del bombeo (valle)	Consigna	Presión	3,4,2
Tiempo máximo de marcha del bombeo (punta)	Consigna	Presión	3,4,2
Tiempo de espera antes de re arranque (valle)	Consigna	Presión	3,4,1
Tiempo de espera antes de re arranque (punta)	Consigna	Presión	3,4,1
Tiempo de espera entre arranque/paro equipos	Consigna	Siempre	3,6,1
Inicio consignas punta	Consigna	Siempre	3,3,1
Inicio consignas valle	Consigna	Siempre	3,3,1
Tiempo max. Funcionamiento en continuo	Consigna	Siempre	3,9
Tiempo max. Rotacion forzada	Consigna	Siempre	3,9
Tiempo de espera por enfriamiento	Consigna	Siempre	3,9

## 10 TABLA RESUMEN DE ALARMAS Y EVENTOS

Evento
<p>Depósito no alimentado</p> <p>Nivel alto vaso nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)</p> <p>Nivel alto vaso nº2 (valor "ALTO" de la señal analógica)</p> <p>Nivel muy alto vaso nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)</p> <p>Nivel muy alto vaso nº2 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)</p> <p>Nivel del vaso nº1 por debajo del nivel mínimo (sonda digital)</p> <p>Nivel del vaso nº2 por debajo del nivel mínimo (sonda digital)</p> <p>Nivel de vaso nº1 por encima del nivel máximo (sonda digital)</p> <p>Nivel del vaso nº2 por encima del nivel máximo (sonda digital)</p> <p>Sistema de anti inundación no operativo</p> <p>Sistema de anti inundación no operativo</p> <p>Nivel inferior en inundación</p> <p>Caudal registrado superior al caudal mínimo nocturno esperado</p> <p>Fallo transductor presión aspiración 1</p> <p>Fallo transductor presión aspiración 2</p> <p>Seleccionado transductor de presión nº XX para la secuencia</p> <p>Fallo transductor presión impulsión 1</p> <p>Fallo transductor presión impulsión 2</p> <p>Seleccionado transductor de presión nº XX para la secuencia</p> <p>Fallo de la válvula motorizada aspiración grupo nº1</p> <p>Fallo apertura /cierre de la válvula motorizada aspiración grupo nº1</p> <p>Disparo protecciones eléctricas válvula motorizada aspiración grupo nº1</p> <p>Fallo de la válvula motorizada impulsión grupo nº1</p> <p>Fallo apertura /cierre de la válvula motorizada impulsión grupo nº1</p> <p>Disparo protecciones eléctricas válvula motorizada impulsión grupo nº1</p> <p>Modo de carga tubería activado</p> <p>Nivel mínimo del calderín nº1</p> <p>Disparo Protecciones del compresor nº1</p> <p>CdC habilitado</p> <p>Confirmación de marcha Grupo achique</p> <p>Bombeo arrancado con funcionamiento en modo presión</p> <p>Incongruencia de transductor nº XX con los presostatos en la impulsión.</p> <p>Superada presión normal de parada</p> <p>Superado el tiempo admisible de valor anómalo de presión de parada</p> <p>Superado el número de veces con presión anómala de parada</p>

### Alarma con reconocimiento automático

Depósito no alimentado y nivel en depósito muy bajo  
 Nivel muy bajo en el vaso nº1 del depósito (Valor "MUY BAJO" de la señal analógica)  
 Nivel muy bajo en el vaso nº2 del depósito (Valor "MUY BAJO" de la señal analógica)  
 Nivel bajo vaso nº1 (valor "BAJO" de la señal analógica)  
 Nivel bajo vaso nº2 (valor "BAJO" de la señal analógica)  
 Nivel del vaso nº1 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)  
 Nivel del vaso nº2 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)  
 Nivel del vaso nº1 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)  
 Nivel del vaso nº2 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)  
 Nivel alto en inundación  
 Activación del Presostato de mínima en aspiración general (señal directa)  
 Activación del Presostato de mínima en aspiración general (señales temporizadas)  
 Bombeo parado por incongruencia con señal temporizada del presostato de mínima en aspiración. Revisar instalación  
 Presión muy baja aspiración, transductor nº 1 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)  
 Presión muy baja aspiración, transductor nº 2 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)  
 Presión baja aspiración, transductor nº 1 (valor "BAJO" de la señal analógica)  
 Presión baja aspiración, transductor nº 2 (valor "BAJO" de la señal analógica)  
 Fallo dos transductores de presión aspiración  
 Presión muy baja aspiración mantenida, transductor nº 1: problema en la aducción  
 Presión muy baja aspiración mantenida, transductor nº 2: problema en la aducción  
 Presión Muy baja impulsión, transductor nº1 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)  
 Presión Muy baja impulsión, transductor nº2 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)  
 Presión Muy alta impulsión, transductor nº1 (valor "MUY ALTA" de la señal analógica)  
 Presión Muy alta impulsión, transductor nº2 (valor "MUY ALTA" de la señal analógica)  
 Presión muy alta alcanzada para 1 grupo en modo presión. Paro del bombeo iniciado  
 Presión muy alta alcanzada para 2 grupos en modo presión. Paro del bombeo iniciado  
 Fallo dos transductores de presión impulsión  
 Activación del Presostato de máxima en impulsión general (señal directa)  
 Activación del Presostato de máxima en impulsión general (señal temporizada)  
 Bombeo parado por incongruencia con señal temporizada del presostato de máxima en impulsión. Revisar instalación  
 Activación del Presostato de mínima en impulsión general (señal directa)  
 Activación del Presostato de mínima en impulsión general (señal directa)  
 Activación del Presostato de mínima en impulsión general (señal temporizada)  
 Activación del Presostato de mínima en impulsión general (señal temporizada)  
 Bombeo enclavado por incongruencia con señal temporizada del presostato de mínima en impulsión. Revisar instalación.  
 Activación del Presostato de mínima en aspiración individual grupo nº1 (señal directa)  
 Activación del Presostato de mínima en aspiración individual grupo nº1 (señal temporizada)  
 Activación del Presostato de máxima en impulsión individual grupo nº1 (señal directa)  
 Activación del Presostato de máxima en impulsión individual grupo nº1 (señal temporizada)  
 Alarma PT100 Fase L1 motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma PT100 Fase L2 motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma PT100 Fase L3 motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma PT100 circuito aire caliente motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma PT100 cojinete lado acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma PT100 cojinete lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma PT100 Cojinete lado acoplamiento motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma PT100 Cojinete lado opuesto acoplamiento motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma sensor de vibración lado acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma sensor de vibración lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Alarma del sensor de vibración motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)  
 Fallo confirmación de marcha Grupo nº1  
 Grupo nº 1 en L/O/R(M)

Fallo arrancador grupo nº 1  
Fallo comunicación arrancador 1  
Fallo confirmación de marcha Grupo achique  
Grupo achique en L/O/R(M)  
Alarma General extractor nº1 sala de bombas  
Disparo protecciones eléctricas extractor nº1 sala de bombas  
Fallo confirmación de marcha extractor nº1 sala de bombas  
Alarma General extractor nº1 sala CCM  
Disparo protecciones eléctricas extractor nº1 sala CCM  
Fallo confirmación de marcha extractor nº1 sala CCM  
Alarma General extractor nº1 sala CT  
Disparo protecciones eléctricas extractor nº1 sala CT  
Fallo confirmación de marcha extractor nº1 sala CT  
Anomalía en SAI  
Fallo Batería de condensadores  
Fallo tensión de mando 24 V  
Anomalía de tensión 400 V  
Anomalía de tensión 400 V mantenida  
Ausencia tensión 230 V  
Presencia tensión 400 V  
Presencia tensión 230 V  
  
Bombeo parado por falta de potencia.  
Bombeo limitado a XXX grupos por falta de potencia  
Menos grupos disponibles que los requeridos por la secuencia.

### Alarma sin reconocimiento automático

Fallo apertura/cierre de la válvula motorizada colector de aspiración  
 Salto protecciones eléctricas válvula motorizada colector de aspiración  
 Fallo de comunicación con cabezal de control de la válvula de aspiración general  
 Válvula general aspiración 1 en L/O/R(M)  
 Fallo apertura/cierre de la válvula motorizada colector de impulsión  
 Salto protecciones eléctricas válvula motorizada colector de impulsión  
 Fallo de comunicación con cabezal de control de la válvula de impulsión general  
 Válvula general impulsión 1 en L/O/R(M)  
 Nivel superior en inundación  
 Disparo PT100 Fase L1 motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo PT100 Fase L2 motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo PT100 Fase L3 motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo PT100 Cojinete lado opuesto acoplamiento motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo PT100 circuito aire caliente motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo PT100 cojinete lado acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo PT100 cojinete lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo PT100 Cojinete lado acoplamiento motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo de la Digitalización de superación de umbral alto de alguna de las PT100 de bomba y motor  
 Disparo de la Sonda digital de temperaturas PTC  
 Disparo sensor de vibración motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo sensor de vibración lado acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo sensor de vibración lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)  
 Disparo de la Digitalización de superación de umbral de disparo de las sondas de vibraciones (señal directa)  
 Disparo de la Digitalización de superación de umbral de disparo de las sondas de vibraciones (señal temporizada)  
 Seta de emergencia Grupo nº 1  
 Disparo protecciones eléctricas Grupo nº1 (Diferencial)  
 Disparo protecciones eléctricas Grupo nº1 (Magnético)  
 Disparo protecciones eléctricas Grupo nº1 (Térmico)  
 Seta de emergencia Grupo achique  
 Disparo protecciones eléctricas Grupo achique (Diferencial)  
 Disparo protecciones eléctricas Grupo achique (Magnético)  
 Disparo protecciones eléctricas Grupo achique (Térmico)  
 Disparo sensor de humedad grupo achique  
 Disparo temperatura devanados grupo achique  
 Disparo protecciones eléctricas (Diferencial)  
 Disparo protecciones eléctricas (Magnético)  
 Disparo protecciones eléctricas (Térmico)  
 Seta de emergencia general activada

## 11 ANEXO I. LISTADO DE EQUIPOS, CONSIGNAS, PARÁMETROS, EVENTOS Y ALARMAS.



ANEXO I: LISTADO DE EQUIPOS/ CONSIGNAS/ PARAMETROS/ EVENTOS/ ALARMAS

		Instalación		Equipo indiv.		CCM	
		R(A) y R(M)		R(A) y R(M)		R(A), R(M) y L	
Código	ELEMENTO	Enclv.	Corte	Enclv.	Corte	Enclv.	Corte
2	FTASBXX	Caudalímetro (en la entrada del depósito)					
3							
4	LTADP01 y 02	Niveles analógicos depósito de aspiración (ultrasonico)					
5		Si					
6							
7							
8							
9							
10							
11	DTNDP01 a 06	Sondas (niveles digitales) en depósito de aspiración : min. y prevertido al CPC					
12							
13							
14							
15							
16	BNDDP01 y 03	Boyas de mínimo en el depósito de aspiración					
17							
18	BNDDP02 y 04	Boyas de mínimo en depósito de aspiración (en vaso activo según selector)					
19		Si					
20	VSPSB01	Válvula (final de carrera/posición) general de aspiración					
21		Si					
22							
23							
24	VSPSB02	Válvula (final de carrera/posición) general de impulsión					
25		Si					
26							
27							
28	DTNSB01	Nivel superior en sistema anti inundación					
29	DTBSB02	Nivel alto en sistema anti inundación					
30	DTNSB03	Nivel inferior en sistema anti inundación					
31	FTASB01	Caudalímetro					
32							
33	PSTSB01	Presostato de mínima en aspiración general (señales directas)					
34	PSTSB02	Presostato de mínima en aspiración general (señales temporizadas)					
35		Si					
36							
37	PTASB01 y 02	Transductores de presión en aspiración general					
38		Si					
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45	PTASB03 y 04	Transductores de presión en impulsión general					
46		Si					
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58	PSTSB03	Presostato de máxima en impulsión general (señal directa)					
59	PSTSB04	Presostato de máxima en impulsión general (señal temporizada)					
60		Si					
61	PSTSB05	Presostato de mínima en impulsión general (señal directa)					
62	PSTSB06	Presostato de mínima en impulsión general (señal temporizada)					
63		Si					
64	LTASB01 y 02	Niveles en depósito de llegada					
65		Si					
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73	VSPSB03, 05, ...	Válvula (final de carrera/posición) individual de aspiración (diámetro mayor o igual 500mm)					
74		Si					
75							
76							
77	VSPSB04, 06, ...	Válvula (final de carrera/posición) individual de impulsión (D>= 500mm)					
78		Si					
79							
80							
81	PSTSB07, 11, ...	Presostato de mínima en aspiración individual grupo nº1 (señal directa)					
82	PSTSB08, 12, ...	Presostato de mínima en aspiración individual grupo nº1 (señal temporizada)					
83	PSTSB09, 13, ...	Presostato de máxima en impulsión individual grupo nº1 (señal directa)					
84	PSTSB10, 14, ...	Presostato de máxima en impulsión individual grupo nº1 (señal temporizada)					
85	TTASB01...	Sondas analógicas de temperaturas PT100 en devanados y rodamientos					
86		Si					
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							
101	ALTSB01, 02, ...	Digitalización de superación de umbral alto de alguna de las PT100 de bomba y motor					
102	PTCSB01, 02, ...	Sonda digital de temperaturas PTC					
103	VBRB01...	Sondas analógicas de vibraciones					
104		Si					
105							
106							
107							
108							
109	ALVSB01,03...	Digitalización de superación de umbral de disparo de las sondas de vibraciones (señal directa)					
		Si					

TEXTO HMI			
Evento	Alarma con reconocimiento automático	Alarma sin reconocimiento automático	Alarma de Señales combinadas
Depósito no alimentado			
	Depósito no alimentado y nivel en depósito muy bajo		Alarma CDC Depósito no alimentado
	Nivel muy bajo en el vaso nº1 del depósito (Valor "MUY BAJO" de la señal analógica)		
	Nivel muy bajo en el vaso nº2 del depósito (Valor "MUY BAJO" de la señal analógica)		
Nivel bajo vaso nº1 (valor "BAJO" de la señal analógica)			
Nivel bajo vaso nº2 (valor "BAJO" de la señal analógica)			
Nivel alto vaso nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)			
Nivel alto vaso nº2 (valor "ALTO" de la señal analógica)			
Nivel muy alto vaso nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)			
Nivel muy alto vaso nº2 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)			
Nivel del vaso nº1 por debajo del nivel mínimo (sonda digital)			
Nivel del vaso nº2 por debajo del nivel mínimo (sonda digital)			
Nivel de vaso nº1 por encima del nivel máximo (sonda digital)			
Nivel del vaso nº2 por encima del nivel máximo (sonda digital)			
Nivel del vaso nº1 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)			
Nivel del vaso nº2 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)			
Nivel del vaso nº1 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)			
Nivel del vaso nº2 por debajo del nivel mínimo (boya de mínimo)			
Fallo apertura/cierre de la válvula motorizada colector de aspiración			
Salto protecciones eléctricas válvula motorizada colector de aspiración			
Fallo de comunicación con cabezal de control de la válvula de aspiración general			
Sistema de anti inundación no operativo		Válvula general aspiración 1 en L/O/R(M)	Alarma CDC Inundación
		Fallo apertura/cierre de la válvula motorizada colector de impulsión	
		Salto protecciones eléctricas válvula motorizada colector de impulsión	
		Fallo de comunicación con cabezal de control de la válvula de impulsión general	
Sistema de anti inundación no operativo		Válvula general impulsión 1 en L/O/R(M)	Alarma CDC Inundación
		Nivel superior en inundación	
	Nivel alto en inundación		Alarma CDC Inundación
Nivel inferior en inundación			
Caudal registrado diferente al caudal esperado			
Activación del Presostato de mínima en aspiración general (señal directa)			
Activación del Presostato de mínima en aspiración general (señales temporizadas)			
Bombeo parado por incongruencia con señal temporizada del presostato de mínima en aspiración. Revisar instalación			
Presión muy baja aspiración, transductor nº 1 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)			
Presión muy baja aspiración, transductor nº 2 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)			
Presión baja aspiración, transductor nº 1 (valor "BAJO" de la señal analógica)			
Presión baja aspiración, transductor nº 2 (valor "BAJO" de la señal analógica)			
Fallo transductor presión aspiración 1			
Fallo transductor presión aspiración 2			
	Fallo dos transductores de presión aspiración		Alarma CDC Presión
Seleccionado transductor de presión nº XX para la secuencia			
	Presión muy baja aspiración mantenida, transductor nº 1: problema en la aducción		Alarma CDC Presión
	Presión muy baja aspiración mantenida, transductor nº 2: problema en la aducción		Alarma CDC Presión
	Presión Muy baja impulsión, transductor nº1 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)		Alarma CDC Presión
	Presión Muy baja impulsión, transductor nº2 (Valor "MUY BAJO" de señal analógica)		Alarma CDC Presión
	Presión Muy alta impulsión, transductor nº1 (valor "MUY ALTA" de la señal analógica)		Alarma CDC Presión
	Presión Muy alta impulsión, transductor nº2 (valor "MUY ALTA" de la señal analógica)		Alarma CDC Presión
	Presión muy alta alcanzada para 1 grupo en modo presión. Paro del bombeo iniciado		
	Presión muy alta alcanzada para 2 grupos en modo presión. Paro del bombeo iniciado		
Fallo transductor presión impulsión 1			
Fallo transductor presión impulsión 2			
	Fallo dos transductores de presión impulsión		Alarma CDC Presión
Seleccionado transductor de presión nº XX para la secuencia			
Bombeo en espera con funcionamiento en modo presión			
Tiempo máximo de funcionamiento alcanzado en modo presión. Paro del bombeo iniciado.			
Incongruencia entre niveles y presiones. Se impide funcionamiento por nivel.			
Activación del Presostato de máxima en impulsión general (señal directa)			
Activación del Presostato de máxima en impulsión general (señal temporizada)			
Bombeo parado por incongruencia con señal temporizada del presostato de máxima en impulsión. Revisar instalación			
Activación del Presostato de mínima en impulsión general (señal directa)			
Activación del Presostato de mínima en impulsión general (señal temporizada)			
Bombeo enclavado por incongruencia con señal temporizada del presostato de mínima en impulsión. Revisar instalación.			
Fallo de comunicaciones depósito destino			
Commutación de modo nivel a modo presión por fallo comunicaciones			
Commutación de modo nivel a modo presión por fallo en sensor de nivel del dep. destino			
Fallo de la válvula motorizada aspiración grupo nº1			
Fallo apertura /cierre de la válvula motorizada aspiración grupo nº1			
Disparo protecciones eléctricas válvula motorizada aspiración grupo nº1			
Fallo de la válvula motorizada impulsión grupo nº1			
Fallo apertura /cierre de la válvula motorizada impulsión grupo nº1			
Disparo protecciones eléctricas válvula motorizada impulsión grupo nº1			
	Activación del Presostato de mínima en aspiración individual grupo nº1 (señal directa)		Fallo grupo 1
	Activación del Presostato de mínima en aspiración individual grupo nº1 (señal temporizada)		Fallo grupo 1
	Activación del Presostato de máxima en impulsión individual grupo nº1 (señal directa)		Fallo grupo 1
	Activación del Presostato de máxima en impulsión individual grupo nº1 (señal temporizada)		Fallo grupo 1
	Alarma PT100 Fase L1 motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma PT100 Fase L2 motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma PT100 Fase L3 motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma PT100 circuito aire caliente motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma PT100 cojinete lado acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma PT100 cojinete lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma PT100 Cojinete lado acoplamiento motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma PT100 Cojinete lado opuesto acoplamiento motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 Fase L1 motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 Fase L2 motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 Fase L3 motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 Cojinete lado opuesto acoplamiento motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 circuito aire caliente motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 cojinete lado acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 cojinete lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
	Disparo PT100 Cojinete lado acoplamiento motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)		
		Disparo de la Digitalización de superación de umbral alto de alguna de las PT100 de bomba y motor	
		Disparo de la Sonda digital de temperaturas PTC	
	Alarma sensor de vibración lado acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma sensor de vibración lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
	Alarma del sensor de vibración motor bomba nº1 (valor "ALTO" de la señal analógica)		
		Disparo sensor de vibración motor bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)	Fallo grupo 1
		Disparo sensor de vibración lado acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)	Fallo grupo 1
		Disparo sensor de vibración lado opuesto acoplamiento bomba nº1 (valor "MUY ALTO" de la señal analógica)	Fallo grupo 1
		Disparo de la Digitalización de superación de umbral de disparo de las sondas de vibraciones (señal directa)	Fallo grupo 1

