



ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA DE CONTROL DE PROCESOS DE UNA PLANTA QUÍMICA



Identificador: TFGEQ_1915
Miembros del equipo: Luis Alberto Céspedes Paredes
Gerard Gutiérrez Monteverde
Clara Weber Torres
Tutor CEPSA: Diego Nácher Mestre
Tutor ETSEQ: J. Diego Cazorla Martín
Fecha de entrega: 12 de junio de 2019

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Rovira i Virgili. Autorització pel lliurament i defensa del TFG del grau d'Enginyeria Química	
TÍTOL DEL TFGEQ: ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UNA PLANTA QUÍMICA	
AUTOR: Gerard Gutierrez, Clara Weber, Luís Alberto Cespedes	
CURS ACADÈMIC: 2018/2019	
VIST I PLAU DEL TUTOR ACADÈMIC	
En/Na DIEGO CAZORLA MARTÍN , en la seva capacitat de tutor acadèmic fa constar que considera el TFGEQ	
<input checked="" type="checkbox"/> APTE, i en conseqüència dona el seu vist i plau per a la defensa	
<input type="checkbox"/> NO APTE per a ser defensat pels motius exposats a continuació	
Signatura: 	Data: 12/06/2019
DECLARACIÓ D'ABSÈNCIA DE CONFLICTES DE CONFIDENCIALITAT	
En/Na DIEGO CAZORLA MARTÍN , en la seva capacitat de supervisor extern ^(*) del treball fa constar que ha revisat el contingut del TFGEQ i que no conté cap informació que pugui ser considerada com confidencial per part de l'empresa CEPSA COMERCIAL PETRÓLEO, S.A.U.	
(*) Cas que el TFGEQ no sigui extern serà el professor tutor qui emplenarà aquesta secció	
Signatura: 	Data: 12/06/2019

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Información del proyecto	1
1.2. Fecha y localización	1
1.3. Agradecimientos.....	2
2. Etapa preliminar	3
2.1. Descripción del proyecto y objetivos	3
2.2. Planificación	4
3. Descripción de la planta	5
3.1. Planta de betunes modificados	6
3.2. Fabricación de emulsiones (FAE)	6
3.3. Fabricación de productos especiales.....	7
3.3.1. Fabricación de masillas	7
3.3.2. Fabricación de pinturas asfálticas.....	8
4. <i>Distributed control system</i> (DCS): Lógicas de control	9
4.1. Introducción.....	9
4.2. Ventajas del DCS frente al otro sistema de control generalizado, el PLC	10
4.3. Composición del sistema de transferencia de información al DCS.....	11
4.4. Documentación de la lógica de control en el DCS.....	15
4.4.1. Estudio de alternativas.....	15
4.4.2. Tanque T-01	19
5. Matriz causa-efecto.....	23
6. Mejora de <i>Display</i> del DCS.....	31
6.1. Software de diseño gráfico	31
6.2. Listado de archivos gráficos	32
6.3. Guía de cambios de <i>Display</i>	33
6.3.1. Diseño de <i>Display</i>	34
6.4. Introducir lógica en el <i>Display</i>	39
6.4.1. Vincular <i>Control Builder</i> al <i>Display</i>	40
6.4.2. <i>Parameters</i> más utilizados en el <i>Display</i>	41

6.4.3. Propiedad <i>ScriptData</i>	43
6.4.4. Animación	45
6.5. Creación de nuevos <i>Display</i>	50
6.5.1. <i>Display</i> : Intercambiador	50
6.5.2. <i>Display</i> : Brazos de carga	52
6.5.3. <i>Display</i> : Rack betún	55
6.6. Mejoras de <i>Display</i> realizadas	56
7. Mejoras de proceso y de seguridad.....	57
7.1. Mejora en la carga de cisternas.....	57
7.2. Automatización de válvulas: Tanques de betún T-61, T-62 y T-63	58
7.3. Mejora de la lógica de betún modificado	60
7.3.1. Paro del agitador del reactor R-01 por bajo nivel.....	60
7.3.2. Marcha automática del agitador en el reactor R-01.....	61
7.3.3. Marcha automática de agitadores en los tanques de betún modificado.....	62
7.4. Enfriador de emulsiones	64
7.5. Ajuste de la lógica de control del transmisor de presión PT-04.....	65
7.6. Aplicación de protecciones adicionales a las líneas de <i>Petrosol</i>	67
7.7. Propuesta de recategorización de alarmas	70
8. Protocolo de cambios: <i>charts</i>	72
9. Estudio económico	73
10. Conclusiones.....	75
11. Bibliografía y webgrafía.....	76
ANEXOS	77
A.1. Betunes modificados.....	77
A.1.1. Tanque T-01	77
A.1.2. Tanque T-02	78
A.1.3. Tanque T-03	80
A.1.4. Tanque T-04	81
A.1.5. Tanques T-61, T-62 y T-63	82
A.1.6. Tanque T-07	85
A.1.7. Tanque T-08	87

A.1.8. Tanque T-12	89
A.1.9. Tanque T-13	91
A.1.10. Tanque T-14	92
A.1.11. Rack de betún	94
A.1.12. Carga al reactor.....	100
A.2. Fabricación de emulsiones.....	103
A.2.1. Preparación del emulgente.....	103
A.2.2. Fabricación de emulsión.....	107
A.2.3. Enfriador de la fábrica de emulsiones	110
A.2.4. Tanques de Petrosol.....	112
A.3. Fabricación de productos especiales.....	115
A.3.1. Tanques de envasado	116
A.3.2. Pinturas asfálticas	117
A.3.3. Masillas.....	117
A.4. Red de servicios de la planta	120
A.5. Balsas de agua	125
A.6. Brazos de carga.....	127
B.1. <i>Display</i> tanques betún	132
C.1. Listado de válvulas críticas	138
D.1. Válvulas manuales con tag ZSL	145
D.2. Válvulas manuales con tag ZSH.....	146

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge el estudio de la arquitectura de control de procesos de la planta de asfaltos de Cepsa Comercial Petróleo (referenciado posteriormente con el nombre de CCP) ubicada en el Polígono Industrial Francolí de Tarragona.

El trabajo consta de dos partes diferenciadas que son: la documentación de la lógica de control implementada en el DCS y la posterior realización de propuestas de mejora referentes al DCS.

Este proyecto aborda generalmente ámbitos como el control de procesos, programación e interpretación de las lógicas de control, seguridad industrial y optimización de procesos.

1.1. Información del proyecto

En la tabla 1.1 se observan los datos principales respectivos al proyecto desarrollado.

Tabla 1.1. Datos del proyecto.

Título	Estudio de la arquitectura de control de procesos de una planta química.
Número de identificación	TFGEQ-1915
Miembros del equipo	Luis Alberto Céspedes Paredes (Color rojo) Gerard Gutierrez Monteverde (Color azul) Clara Weber Torres (Color verde)
Tutor del proyecto	J. Diego Cazorla Martín

1.2. Fecha y localización

El proyecto realizado empezó el 4 de febrero del 2019 y terminó el 31 de mayo del 2019. Este proyecto ha sido realizado en la factoría de Cepsa Comercial Petróleo, PROAS, situada en el *Polígono Industrial Francolí* de Tarragona tal y como se puede apreciar en la figura 1.1.

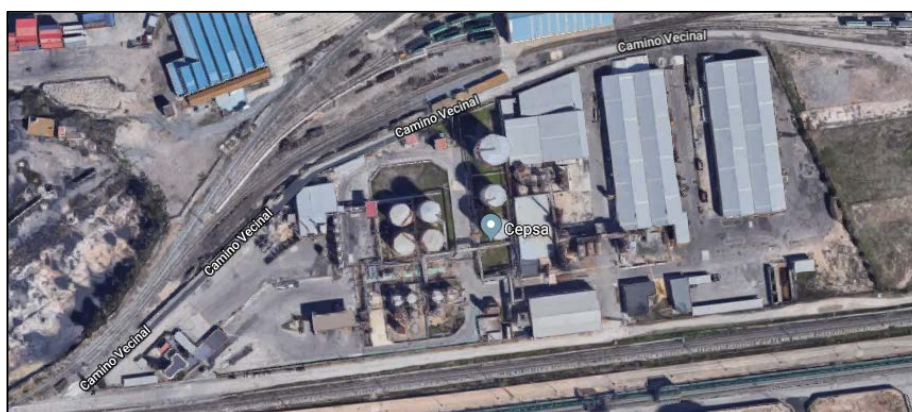


Figura 1.1. Localización de la factoría.

1.3. Agradecimientos

En este apartado nos gustaría agradecer la colaboración de todas las personas que no han ayudado en la realización de este proyecto.

- **Raúl García**, operador panelista, por aportarnos información, documentación y aclaraciones sobre los equipos y procesos.
- **Martín González**, encargado factoría de Tarragona, por aclararnos dudas sobre los procesos que se realizan.
- **Salvador Fortuny**, responsable de mantenimiento, por facilitarnos información y documentación sobre los equipos.
- **Diego Nácher**, responsable de eficiencia y planificación, por guiarnos en la planificación del proyecto.
- **Equipo CCP**, por ayudarnos y explicarnos el funcionamiento de la planta durante los primeros días en esta y durante todo el proyecto.
- **Equipo de mantenimiento**, por ayudarnos en la identificación de los equipos de la planta.
- **Addixa Control¹**, a David Gallardo, por resolver nuestras dudas y guiarnos en este proyecto.

¹ Empresa consultora de sistemas de control.

2. ETAPA PRELIMINAR

2.1. Descripción del proyecto y objetivos

Debido a la cantidad de controladores y lógicas de control que la planta tiene implantadas y la ausencia de documentación de la acción de cada una de ellas, se ha decidido realizar este proyecto respaldado por la mentalidad de la empresa de avance continuo, ya que gracias a esta documentación se facilita el desarrollo de propuestas de mejora.

Inicialmente se realizó un estudio de la lógica dividiendo este entre las plantas que configuran la factoría, usando para esto el manual de *Honeywell* proporcionado por la propia planta y el apoyo de *Addixa* (empresa contratada por la planta) además de tener en cuenta los comentarios y apoyo de los operarios de planta.

Para llegar al formato definitivo que se ha usado, se han probado otros tipos diferentes de configuración, los cuales se descartaron debido a que la relación valor aportado-tiempo (el valor que la propia empresa le daba en función del tiempo que se tenía que invertir) no era lo suficientemente elevado (Ver apartado 4.4.1). Cuando se finalizó la documentación de la lógica, se empezó la parte de optimización de las pantallas y las mejoras en procesos que se realizan en la planta. Posteriormente se añadirían otras tareas como un estudio económico relacionado directamente con la optimización de la instalación de posicionadores conectados al DCS en válvulas manuales para evitar así la contaminación cruzada de productos, la realización de la matriz causa-efecto de la factoría la cual se decidió dividir por plantas, simplificando en parte el trabajo y que el resultado final fuera más entendible debido a su extensión.

Finalmente, se optó por realizar una propuesta de categorización de alarmas ya que al realizar la documentación de la lógica se encontró cantidad considerable de alarmas que no tenían la prioridad adecuada. Siguiendo la estrategia de categorización de alarmas proporcionada por la propia empresa, se ha propuesto una recategorización de las alarmas de toda la planta para poder asegurar un funcionamiento adecuado de esta.

De esta manera, se dispone a continuación un listado de los objetivos principales del proyecto:

- Documentación de la lógica del DCS. Elaborar las matrices causa-efecto.
- Establecer un protocolo de cambios
- Mejoras en los gráficos de los *displays* del DCS.
- Mejoras en la instrumentación y lógica de proceso. Realizar un estudio económico de una de ellas.
- Recategorización de alarmas.

2.2. Planificación

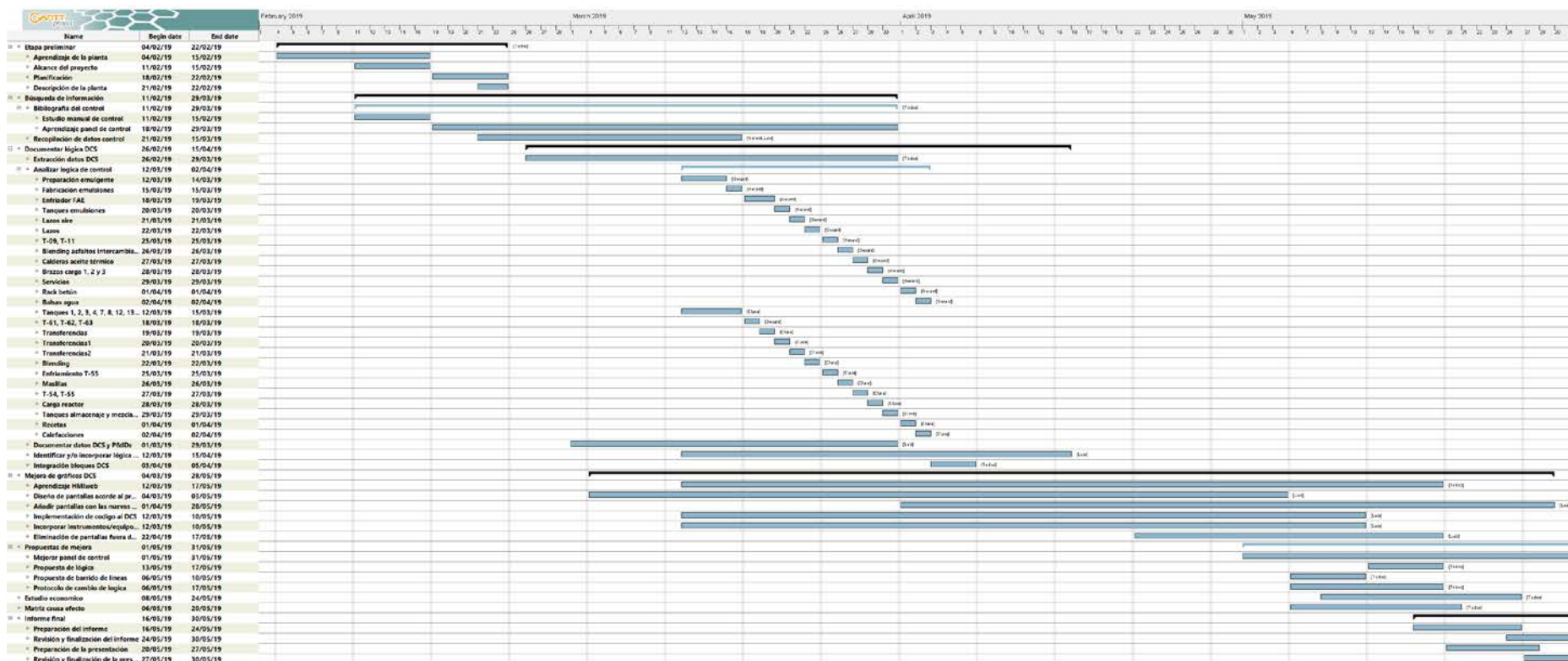


Figura 2.2. Diagrama Gantt.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

CCP Asfaltos Tarragona (Figura 3.1) es una empresa filial de CEPSA dedicada a la producción y distribución de betún, además de otros productos de origen asfáltico tales como emulsiones, pinturas, masillas asfálticas, betún modificado y productos especiales. La división de asfaltos de CEPSA cuenta con cuatro factorías más en España.



Figura 3.1. Fotografía de la planta de Asfaltos CCP Tarragona actual.

La factoría de CCP Asfaltos Tarragona fue inaugurada en 1965 como distribuidora del betún producido por ASESА y como una planta de emulsiones asfálticas. En 1994, se adquirió la fábrica adyacente de betún oxidado (actualmente desmantelada) y pinturas asfálticas duplicando su extensión. En el año 2006 se inició el proceso de producción de betún modificado.

Cada año son distribuidas alrededor de 200.000 toneladas, de las cuales el 70% son cargas en cisternas del betún proveniente de ASESА y el 30% restante son de fabricaciones propias.

La factoría recibe y fabrica varios tipos de betún, betunes modificados y otros derivados asfálticos tal y como se ha indicado anteriormente. Estos se pueden dividir en dos grupos:

- **Construcción de carreteras:** en este grupo se encuentran principalmente los betunes asfálticos, así como distintos tipos de emulsiones y betunes modificados con características similares. Estos se caracterizan por su dureza y punto de reblandecimiento, y se utilizan para unir los áridos y aumentar la flexibilidad en las capas de las carreteras.
- **Industria general:** este grupo consta de gamas de betunes con características muy distintas entre ellas debido a usos muy diversos. Algunas de sus aplicaciones son la impermeabilización, la insonorización, la creación de capas de protección, pavimentación, sellados, etc.

El betún almacenado por ASESА se recibe por tubería y se transfiere a uno de los 14 tanques de los que dispone la planta con distintas capacidades, desde 100 a 5.000 Tm. Desde estos se distribuye el betún entre lo que se deba expedir y lo que se deba procesar en la factoría como producción propia.

Se dispone de una instalación de carga para camiones cisterna, formada por cuatro brazos de carga y seis bombas que pueden impulsar los 25 tipos de productos posibles a través de cinco líneas independientes. Además, cabe la posibilidad de utilizar dos intercambiadores de calor para aumentar la temperatura del producto de carga. También se dispone de una estación de aditivos y la posibilidad de realizar mezclas en la misma línea (*blending*), utilizada para obtener betunes con características distintas combinando betunes con distintos grados de penetración².

3.1. Planta de betunes modificados

La factoría de Tarragona produce betunes modificados de dos maneras distintas, adicionando a los betunes convencionales polímero o caucho. Estos betunes adquieren unas propiedades específicas gracias a esta reacción de polimerización que los diferencian de los betunes convencionales. La planta consta de un reactor donde se produce la modificación y todo el sistema mecánico para producir la mezcla.

3.2. Fabricación de emulsiones (FAE)

Una emulsión es un sistema compuesto por dos líquidos inmiscibles los cuales están formados por una fase orgánica (fase dispersa) y una fase acuosa (fase continua). En cada una de las fases se le añaden una serie de aditivos para así poder estabilizar la emulsión resultante entre el ligante y el emulgente.

Dependiendo de la receta producida y los aditivos añadidos la emulsión resultante tendrá una velocidad de ruptura entre el betún y el agua que afectan directamente a las propiedades físicas de la emulsión resultante.

Tanto el ligante, formado básicamente por betún más los aditivos que se le aplican, como el emulgente, agua más los aditivos, son producidos por separado para así poder juntarlos junto a un producto intermedio en un molino coloidal y posteriormente unos tanques de almacenaje junto con unos tanques de materias primas. En la figura 3.2 se dispone una fotografía de la planta de fabricación de emulsiones.

² La penetración es una propiedad determinada mediante una prueba basada en la distancia que llega a penetrar una aguja con un peso determinado que se deja caer sobre una cantidad fija de betún mantenida a 25°C.



Figura 3.2. Planta de fabricación de emulsiones.

3.3. Fabricación de productos especiales

La fabricación de productos especiales está formada básicamente por la fabricación de productos como las pinturas y las masillas asfálticas. Estos productos son envasados en diferentes formatos para su posterior distribución: *big-bags*, bidones, sacos y cajas.

3.3.1. Fabricación de masillas

Por lo que hace a la producción de masillas, esta está basada en la mezcla de betún modificado con elastómero, aditivos y cargas minerales.

Las masillas son utilizadas como sello para juntas aplicadas en caliente que permite el sellado de grietas tanto en pavimentos bituminosos como en pavimentos de hormigón impidiendo así la entrada de agua u otras sustancias. En la figura 3.3 se dispone una fotografía de la planta de fabricación de masillas.



Figura 3.3. Planta de producción de masillas.

3.3.2. Fabricación de pinturas asfálticas

Las pinturas asfálticas están constituidas por betunes modificados, aditivos y disolventes aromáticos. Una vez aplicada, esta pintura deja una película de betún que protege la superficie tratada frente a la oxidación de agentes externos.

- La fabricación consiste en la adición de un disolvente a un betún modificado enviado desde la planta de betunes modificados.
- Posteriormente se añade el disolvente aromático y se analizan muestras durante la fabricación.
- Cuando el producto tiene las especificaciones deseadas se envía a la zona de envasado donde se llenan bidones de 200kg, cajas de 20.5kg o latas de 3.6kg que son paletizados para su posterior transporte.

4. DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS): LÓGICAS DE CONTROL

4.1. Introducción

El DCS es un tipo de sistema de control automatizado que consiste en repartir distintos puntos de control en diferentes localizaciones de la planta para que así el control de esta no dependa única y exclusivamente de la fiabilidad de un solo elemento.

Cada uno de los elementos que conforman el DCS tiene un propósito único, como la adquisición de datos, el almacenamiento de datos, el control de procesos y la visualización gráfica. Estos elementos individuales están a su vez unidos en campo con una serie de sensores (transmisores, microposicionador) y actuadores que aseguran y favorecen que la toma de datos y las acciones sobre elementos finales sean las correctas. Estos se comunican con el servidor principal centralizado a través de la red de área local de la planta, formada por una serie de armarios con tarjetas donde se transmite la información conformando así la red de control. De esta manera, la información de toda la planta aparece en cada uno de los diferentes paneles de control existentes de manera continuada tal y como se puede apreciar en la figura 4.1.

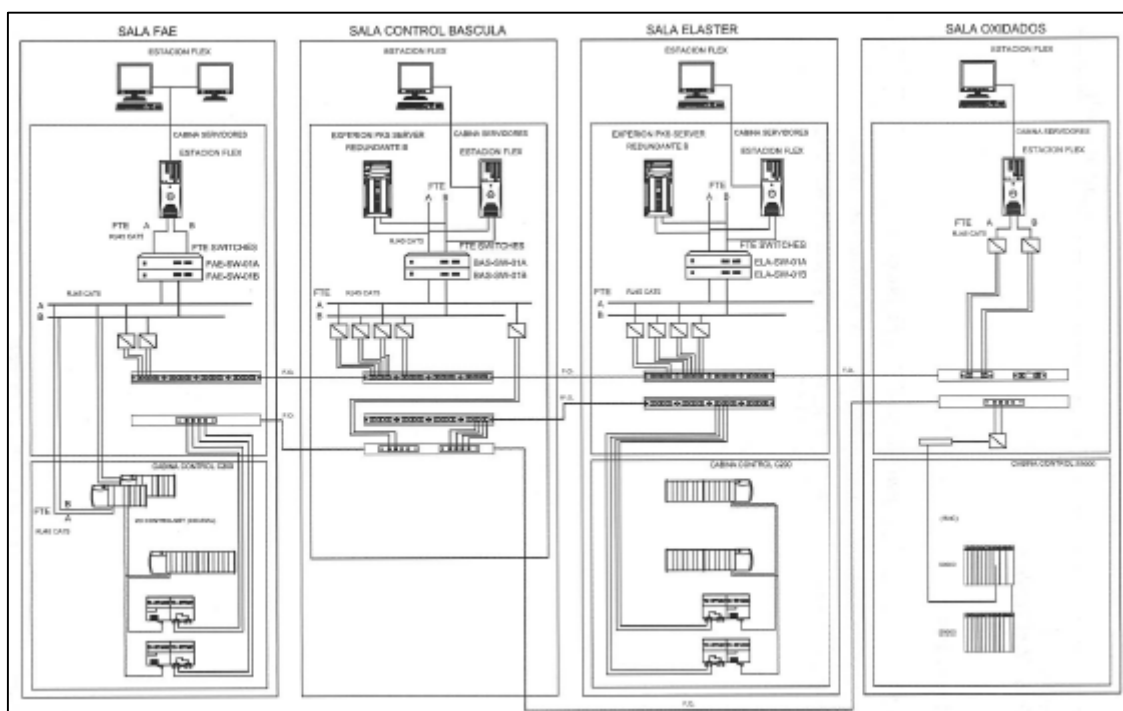


Figura 4.1. Esquema operativo del sistema DCS de la planta CCP.

El servidor principal toma decisiones automatizadas basadas en las tendencias de producción ya que monitoriza en tiempo real toda la planta. Estas decisiones van en función de la capa de prioridad que se le programa al sistema para poder realizar un control y una recolecta de datos adecuados, y en caso de fallo poder mitigar o evitar problemas de seguridad.

Las capas principales que generalmente se les programa a los sistemas distribuidos son las siguientes:

- *BPCS (Basic Process Control System)*: esta es la capa más básica y su función es la regulación y obtención de datos de proceso para poder mantener la planta en un estado de seguridad para evitar situaciones que puedan perjudicar a los operarios o a los equipos de la planta.
- Alarmas: esta capa tiene la función de avisar de forma sonora y/o visual al panelista, o en caso de que sea local al operario, que alguna de las variables de proceso dentro de la planta está entrando en un estado que supone unas condiciones no seguras en el proceso. Eso permite que tanto el operario como el panelista puedan recobrar el estado seguro o arreglar el problema para que este no derive en algo mucho más peligroso y difícil de controlar posteriormente.
- *SIS (Safety Instrumented System)*: esta capa es la primera capa automática de protección que tiene como objetivo actuar de forma inmediata, antes de un fallo o emergencia, para poder restablecer el sistema a un estado de normalidad. En este caso, se hace de una forma más drástica como puede ser la parada de equipos de la planta, cerrando válvulas o en caso muy extremo activando el ESD (*Emergency Shut Down*) para evitar la posible emergencia.
- Sistema de Mitigación: este es el último sistema de seguridad que está al abasto de la propia empresa y que repercute directamente sobre ella para minimizar las consecuencias que un accidente o un fallo de proceso haya provocado. En este caso, estaría formado básicamente por el sistema contra incendios o el sistema de detección de gas y llama en las posibles calderas de aceite y vapor ya que su objetivo es evitar que se agrave el accidente ya existente.

Los sistemas de seguridad restantes implican a los servicios de emergencia o el resto de las empresas del *site* para evitar que los problemas deriven a otras plantas y empeoren la situación.

4.2. Ventajas del DCS frente al otro sistema de control generalizado, el PLC

Este sistema DCS tiene una serie de ventajas comparado con los otros tipos de sistemas de control automatizado como el control centralizado:

- La primera ventaja es que, al dividir las funciones principales en diferentes subsistemas, se permite mejorar en gran medida la operatividad y la adquisición, el control y supervisión de procesos, etc. siendo mucho más efectiva. Mientras que otros tipos de sistemas de

control podrían ajustar por ejemplo una operación de una sola unidad, el DCS puede hacer ajustes a cada una de las muchas operaciones de unidades interactivas de una planta.

- Permite un nivel de automatización más elevado debido a la implementación de una serie de estrategias de control y la organización de estas como si este fuera un único sistema y no un conjunto de subsistemas.
- Diseño de sistemas simplificado, los procesos que tienen como arquitectura de control un DCS tienen la ventaja de que generalmente solo un software es requerido, ya que los DCS solo tienen una base de datos para todos los servidores y subsistemas de la planta.
- Facilidades en la resolución de problemas: El DCS tiene a disposición del operador de forma completa la lógica de control y vincula las alarmas que puedan aparecer en panel con el *chart* responsable de hacer saltar tal alarma. Esto reduce el tiempo de identificación de problemas para poder ser resueltos.
- La modificación de la lógica es más rápida y simple, ya que se pueden usar plantillas en primera instancia para poder implementarla. Además, en el momento del cambio este es propagado por todo el sistema modificando los *charts* que están relacionados con el que se ha cambiado de forma automática, evitando así errores humanos por parte del encargado de la modificación. [Ref. 1]

El sistema DCS, aunque presenta un coste por una inversión inicial mayor que el del PLC, presenta una mayor rentabilidad a largo plazo gracias a las ventajas y facilidades que presta para poder mantener el sistema actualizado de forma sencilla y rápida. Además, da la opción de una resolución de problemas más entendible para los operarios y ayuda al programador durante la implementación de la lógica gracias a posibles plantillas que se pueden adaptar a la forma de lógica que se quiera aplicar.

4.3. Composición del sistema de transferencia de información al DCS

Para poder enviar información de cualquier instrumento de la planta al programa, hay una arquitectura de transferencia donde se envía desde el instrumento, pasando por las bornas de las tarjetas para finalmente llegar al DCS y enviar una señal de respuesta dependiendo de la lógica que tiene programada [Ref. 2].

En la siguiente figura 4.2 se muestra una imagen del armario de Honeywell y el plano que indica las partes de este.

- Módulos: dentro de los armarios hay una serie de módulos que tienen una función en concreto a desempeñar dentro del control de la planta, y que generalmente, están unidos directamente al servidor principal (C200).

En la siguiente figura 4.3 se muestra una imagen del armario de *Honeywell*, con los módulos numerados y descritos a continuación.



Figura 4.3. Módulos del armario de *Honeywell*.

1. Automáticos de protección: estos son los automáticos que protegen al armario y todos los chasis en caso de sobretensión en la alimentación eléctrica del armario evitando que tanto las tarjetas como las fuentes de alimentación de los módulos se quemen por sobretensión.
2. Fuente de alimentación del armario: estas son dos fuentes de alimentación conectadas en paralelo por el tercer bloque que está conectado en la fila, haciendo que en caso de que una de estas falle el armario no se quede sin tensión.
3. Conectores: estos conectores cogen las señales que vienen de campo para poder enviarlas al *uplink module*. Estos conectores tienen una termorresistencia incorporada en caso de seguridad para el flujo de información para no perjudicar al armario entero.
4. Fuente de alimentación del chasis: esta es la fuente de alimentación que alimenta los módulos del chasis haciendo que puedan funcionar al voltaje adecuado, 24V.

5. *Uplink module*: este módulo tiene la función de relacionar y conectar los módulos siguientes, el *control processor* y el *downlink module*, para enviar la información procedente de los instrumentos de campo.
6. *Control processor* y *downlink module*: el *control processor* es el encargado de recibir la información proveniente de planta y aplicar la lógica programada en los servidores y así asegurar un funcionamiento automático y seguro de la planta. Por el otro lado, el *downlink module* es el encargado de enviar las acciones consecuentes de las lógicas de control a campo para que los equipos relacionados con esas lógicas actúen.
7. El *control processor* y el *downlink module* tienen unos módulos redundantes en el mismo chasis para que en caso de que alguno de estos falle la planta no quede sin un control automático de las válvulas neumáticas o electromecánicas.

Referente al armario de control, este contiene un chasis entero auxiliar para poder complementar la lógica de control que el primer chasis no abarca; ambos actúan como un único chasis que hace la función de recolección de datos y aplicación de la lógica en la planta.

En la figura 4.4 se puede apreciar la conexión entre todos los módulos de control de la planta que están repartidos en los 2 armarios que actualmente contiene. Los racks 3 y 4 son las entradas y salidas (digitales y analógicas) condensadas en una serie de módulos que envían la información al C200. ELA-C1F-LI y FAE-C1F-LI son los que les dan voltaje a estos módulos.

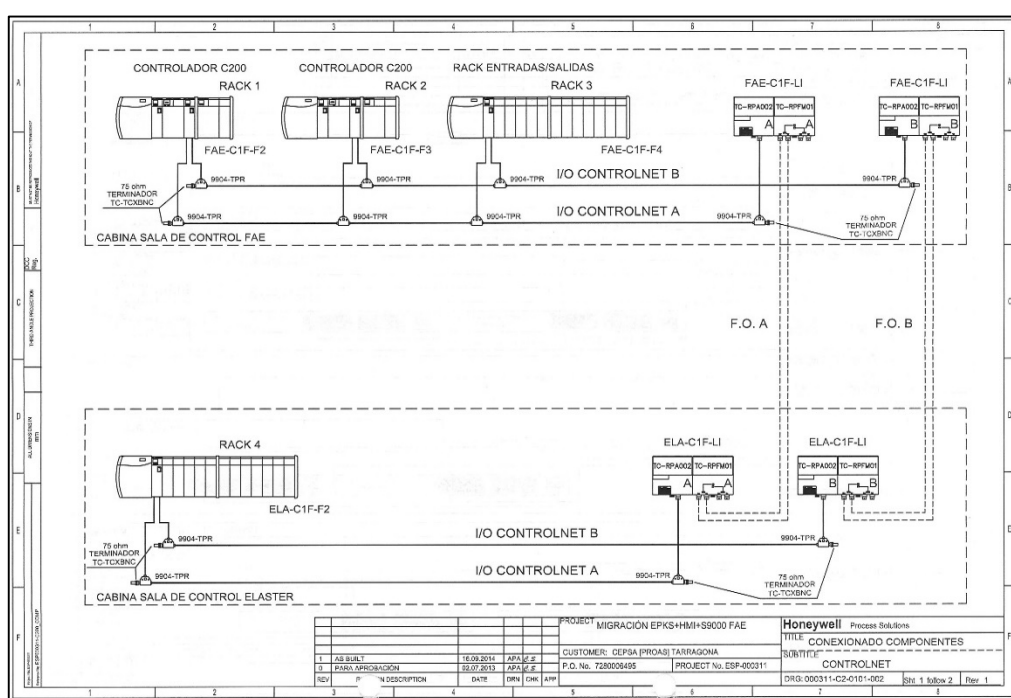


Figura 4.4. Esquema de la conexión entre los módulos.

4.4. Documentación de la lógica de control en el DCS

Debido a la extensión y monotonía de las descripciones de lógicas de control de toda la planta, se ha decidido facilitarlas en los anexos del presente documento. A continuación, se mostrará primeramente el estudio de alternativas de formato que se han planteado durante el inicio del proyecto y la correspondiente decisión de formato definitivo mediante una matriz de priorización. En segundo lugar, se muestra la descripción de la lógica de control correspondiente a los instrumentos del tanque T-01 de almacenamiento de betún convencional como ejemplo. La documentación íntegra de las lógicas de control de la factoría que se ha realizado se encuentra en el apartado A de los anexos del presente documento para su posible consulta.

4.4.1. Estudio de alternativas

A continuación, se muestran las tres alternativas planteadas durante el inicio del proyecto en cuanto al formato de la descripción de las lógicas de control.

En la figura 4.5 se dispone la primera alternativa planteada para el proyecto. Esta requería el uso de *software* específico (*Visio*®) para la realización de los diagramas, y posteriormente se planteó la elaboración de estos mediante *Excel* debido a su mayor compatibilidad con los dispositivos corporativos. En el diagrama, se esquematizan las condiciones que contiene la lógica de control teniendo como entrada los instrumentos de medida (sondas, sensores...) y como salida los dispositivos que proporcionan la alarma que procede. Además, se añade una narrativa conceptual de la lógica de control. El modelo que se tomó como referencia para realizarlos fue proporcionado por la empresa *Addixa Control*.

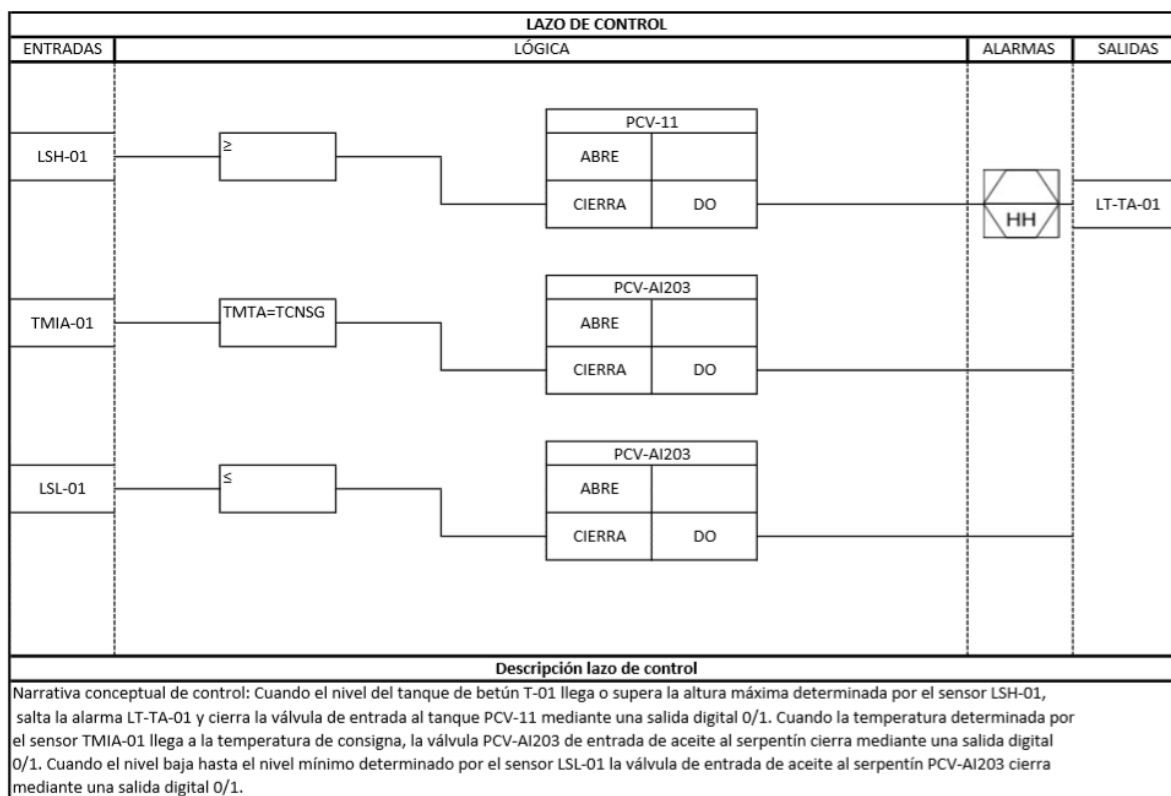


Figura 4.5. Primera propuesta de formato para la documentación.

Debido al tiempo que requería realizar todos los diagramas a partir de la lógica de control contenida en el sistema DCS, se planteó una segunda alternativa donde estos se sustituían por el propio *chart* de cada una de las lógicas. Se mantuvo la pauta anterior con respecto a indicar los equipos que proporcionan señales de entrada y de salida, las alarmas y la descripción de la lógica. Además, se añadió el tipo de señal para todos los instrumentos (analógicas o digitales) y la ubicación de estas proporcionando el respectivo *rack* y *slot*. En la figura 4.6 se muestra un ejemplo realizado mediante este segundo formato propuesto.



LAZO DE CONTROL									
Equipo/Inst.	ENTRADAS		PCS cabina		PCS cabina		ALARMAS	SALIDAS	
	Señal	A	Rack	Slot	Rack	Slot		Señal	A
LSH-07	DI	LAHH-07	04	05	04	05		Do	LT-TA-63
LÓGICA									
									
Descripción lazo de control									
<p>El interruptor de nivel máximo del tanque 7 LAHH_T7, mediante una señal de entrada digital con ubicación en el Rack 04 y Slot 05 se realiza la función lógica mostrada, mandando después una señal de salida digital desde la ubicación Rack 04 y Slot 08, activando así la alarma de alto nivel XX y actuando sobre la válvula automática de entrada al tanque PCV-20 que quedará cerrada (enclavamiento).</p>									

Figura 4.6. Segunda propuesta de formato para la documentación.

Finalmente, debido al tiempo consumido en realizar cada uno de los documentos para los lazos de control y la intención de invertir gran parte del periodo del proyecto en otros objetivos planteados de mejora, se planteó una tercera alternativa que redujese esta inversión significativamente sin reducir el valor añadido que proporcionan las descripciones de dichas lógicas.

Esta alternativa consiste en facilitar la descripción de cada lazo de control dentro de sus *charts* mediante un bloque de texto, tal y como se puede observar en el ejemplo facilitado en la figura 4.7.

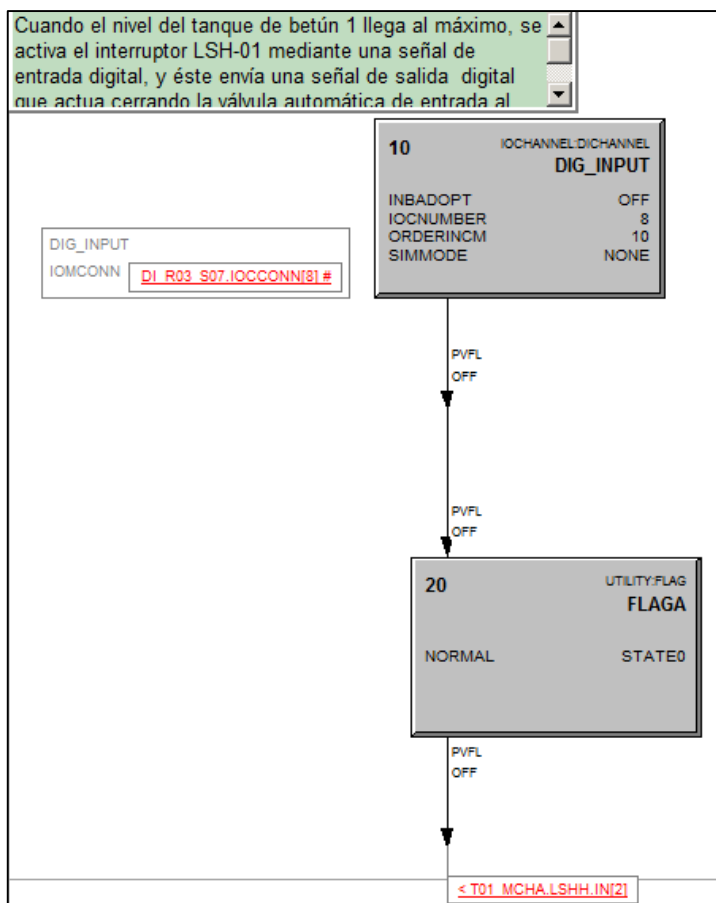


Figura 4.7. Tercera propuesta de formato para la documentación.

Dadas las alternativas que se han propuesto para la documentación de la lógica, se ha decidido el formato definitivo a utilizar mediante una matriz basada en criterios priorizados de forma analítica. Los criterios que se han considerado inicialmente son cuatro: el tiempo invertido (a minimizar), la esquematización de la lógica de control, la flexibilidad (referente a la facilidad de seguir el mismo formato para cambios o implantaciones) y la digitalización (clave para disponer de la descripción de la lógica en cualquier oficina o panel de la factoría).

En la primera matriz, donde se comparan los criterios entre sí, se ha descartado la esquematización con un 1,52% de prioridad. De esta manera, los criterios resultantes a evaluar para cada alternativa son el tiempo invertido (62% de prioridad), la flexibilidad (19% de prioridad) y la digitalización (19% de prioridad).

La matriz resultante se obtiene al haber comparado cada una de las alternativas con cada criterio con un tanto por uno resultante, que por último se pondera con los porcentajes de prioridad de cada uno de los criterios tal. La matriz resultante se muestra en la siguiente tabla 4.1.

Tabla 4.1. Matriz de priorización.

	Tiempo invertido (0,62)	Flexibilidad (0,19)	Digitalización (0,19)	Total (%)
Alternativa 1	0,007	0,003	0,018	2,87
Alternativa 2	0,124	0,048	0,018	19,13
Alternativa 3	0,486	0,140	0,154	78,00

De esta forma, se obtiene que la tercera alternativa de formato que debería emplearse con un 78% de preferencia. Tal y como se ha mostrado en la figura 4.7, esta alternativa consiste en elaborar la descripción de una determinada lógica de control a partir del chart contenido en el sistema DCS para posteriormente incluirlo en la propia ventana del diagrama mediante un bloque de texto. Para el presente documento las descripciones de las lógicas se recogen en tablas para su posible consulta en el apartado A de los anexos, además de los ejemplos mostrados en el siguiente apartado 4.4.2.

4.4.2. Tanque T-01

Tal y como se ha descrito anteriormente, este tanque corresponde a uno de betún convencional. A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control (figura 4.8), para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

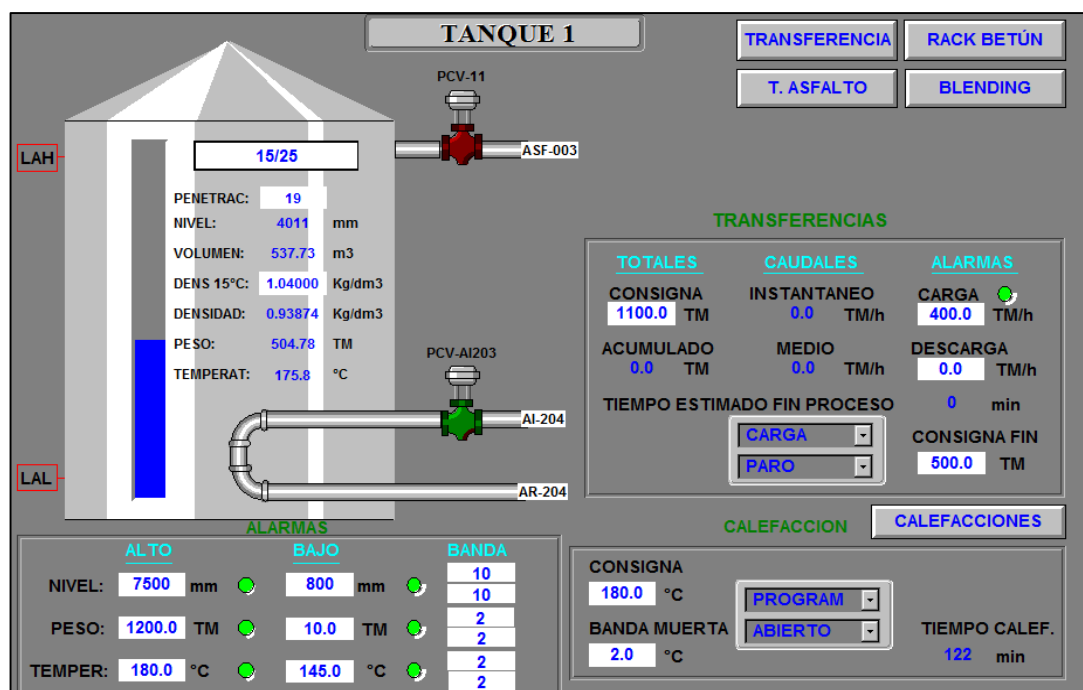


Figura 4.8. Display en el DCS del tanque de betón T-01.

A continuación, se muestran los *charts* de las lógicas de control que contiene el sistema DCS a partir de los cuales se debe elaborar la descripción de éstas.

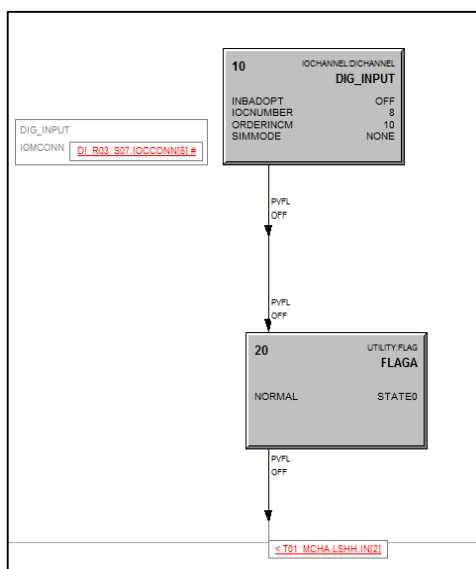


Figura 4.9. Chart: sobrellenado del tanque T-01.

- LSHH_T1 (Figura 4.9): La lógica del sobrellenado del tanque T-01 se compone de una señal entrada digital al tratarse de una sonda que detecta nivel en un solo punto de la altura del tanque. Éste entra en un bloque correspondiente a un enclavamiento de seguridad donde

el estado 1 corresponde a la activación del sobrellenado y por lo tanto del enclavamiento de seguridad que cierra la válvula automática de entrada al tanque PCV-11, proporcionando también una alarma de muy alto nivel.

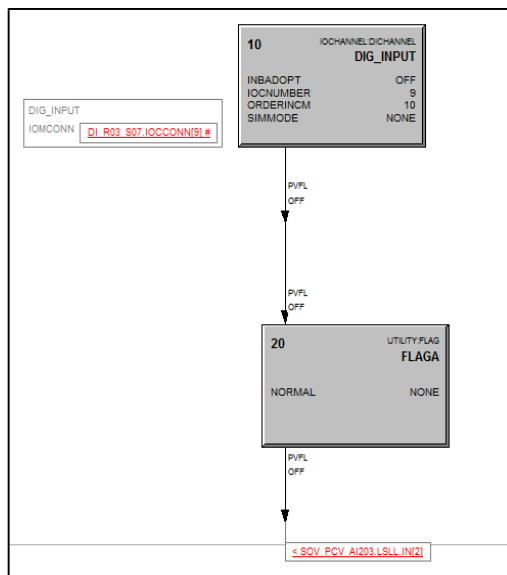


Figura 4.10. Chart: bajo nivel del tanque T-01.

- LSSL_T1 (Figura 4.10): La secuencia de lógica del nivel bajo del tanque 1 se compone de una señal entrada digital al tratarse de un instrumento que detecta nivel en un solo punto de la altura del tanque. Éste se dirige a un bloque correspondiente a un enclavamiento de seguridad donde el estado 1 corresponde a la activación de este cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI203 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.

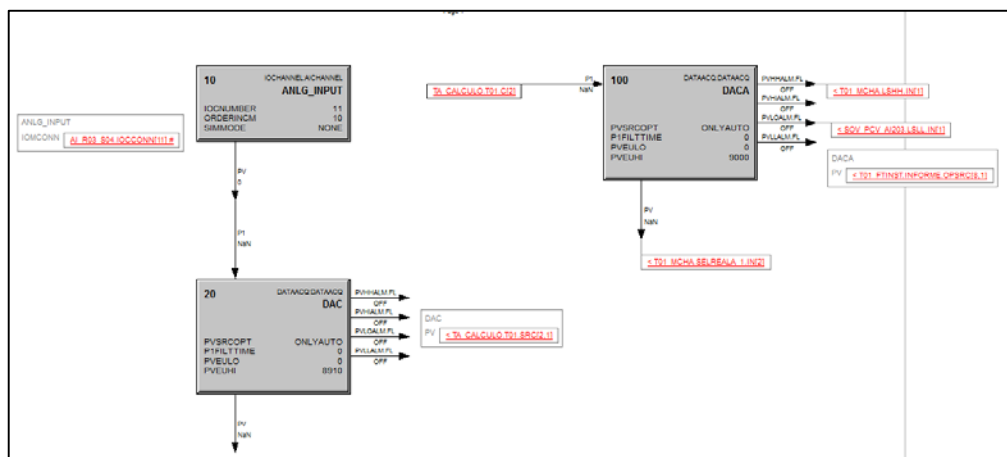


Figura 4.11. Chart: sensor de nivel del tanque T-01.

- LT_TA_01 (Figura 4.11): La secuencia de lógica del sensor de nivel del tanque 1 se compone de una señal entrada analógica al tratarse de un instrumento que detecta el nivel del tanque de forma continua. Éste se dirige a un bloque correspondiente al almacenamiento de datos que realiza los cálculos de la densidad, el volumen y el peso del tanque además del nivel. Los valores calculados se utilizan posteriormente como entrada a otro bloque de almacenamiento de datos donde se configuran alarmas. Actualmente hay configuradas las alarmas de alto y bajo nivel, que se activan según si los datos recibidos por el bloque coinciden con los puntos de consigna de estas. Además, si el nivel coincide con el punto de consigna que se tiene como bajo nivel se activará el enclavamiento configurado en la sonda de bajo nivel (LSLL_T1) cerrando así la válvula de aceite PCV-AI203.

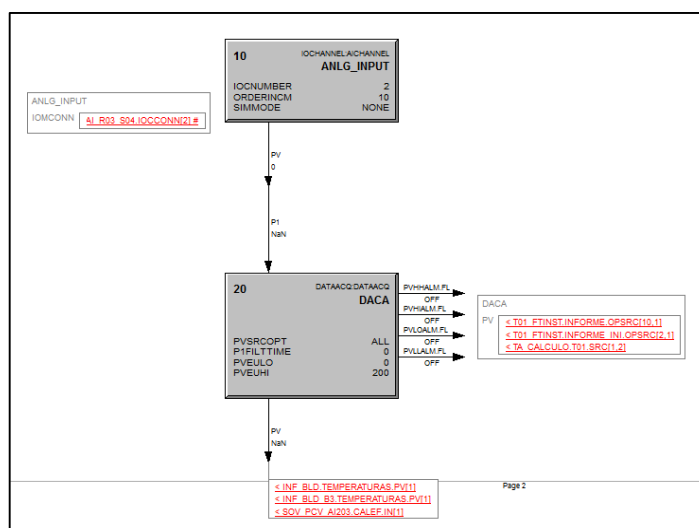


Figura 4.12. Chart: sensor de temperatura del tanque T-01.

- TM_TA_01 (Figura 4.12): La lógica del sensor de temperatura del tanque T-01 dispone de una entrada analógica al tratarse de un instrumento que detecta la temperatura del contenido del tanque de forma continua. Posteriormente los datos son almacenados y procesados, proporcionando como salidas informes que se mostrarán en el panel de control para facilitar la operatividad de la planta para operaciones como el *blending*, donde la temperatura de los tanques de betún es un factor a tener en cuenta. Por otro lado, proporciona también una salida correspondiente al cierre de la válvula de aceite PCV-AI203 cuando la temperatura detectada llega a la de consigna.

5. MATRIZ CAUSA-EFECTO

Posterior a la documentación de las lógicas de control, se ha decidido realizar además unas matrices causa-efecto que recogen la parte correspondiente a enclavamientos de manera que esta información esté sintetizada en un documento de fácil consulta.

La matriz causa-efecto es una herramienta que recoge todas las acciones automatizadas presentes, relacionando de forma breve y sencilla de qué manera afectan unos elementos sobre otros de la misma planta, incluyendo los enclavamientos representados por *interlocks* que disponen de una lógica de control que envía señales discretas. Una señal discreta es una señal digital que solo puede tener dos estados (1 o 0), definiendo a qué corresponde cada uno de ellos.

Se consideran *interlocks* los elementos que dispongan del parámetro con extensión “.PVFL” y “.FL”, ya que las letras FL indican un enclavamiento.

En la siguiente figura 5.1 se representa un *interlock* de la sonda de sobrellenado del tanque T-40, que una vez activa tiene la función de cerrar la electroválvula de entrada de agua de proceso.

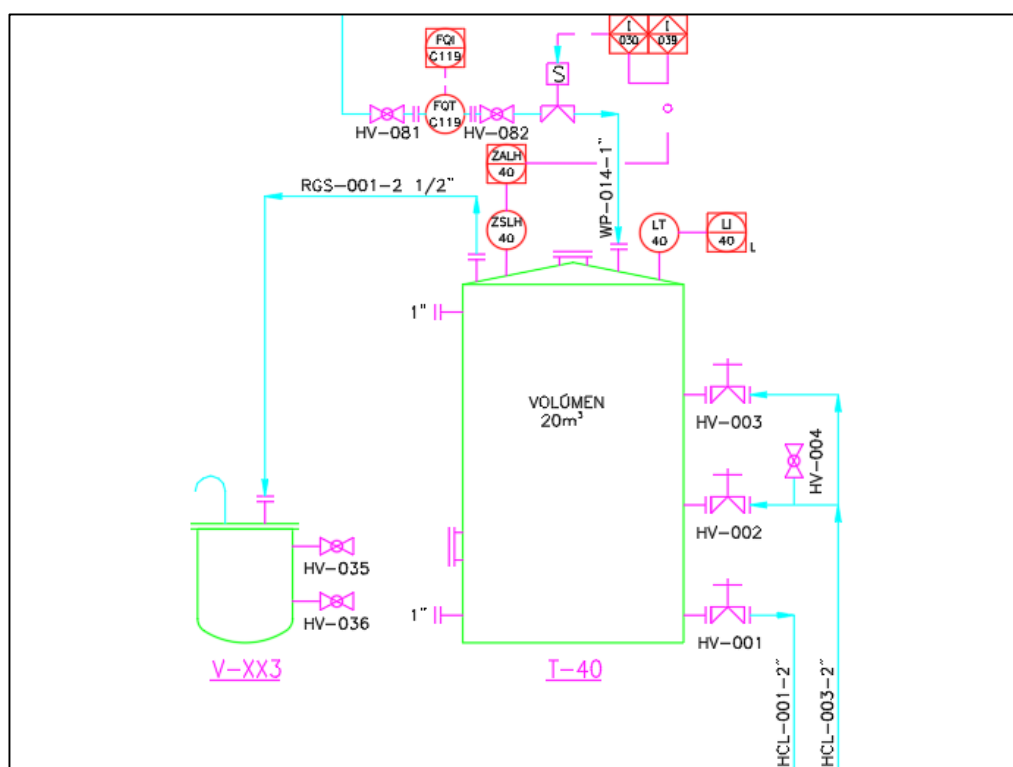


Figura 5.1. Interlock de ZSLH.

A continuación, se mostrarán las matrices causa-efecto realizadas en cada una de las plantas/secciones de la factoría.

DESCRIPCIÓN:							EFFECTOS																																				
P: Paro M: Marcha CP: Cambio de posición A: Abrir C: Cerrar X: Sin acción							TAG DE SALIDA	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SALIDA	P&ID																																		
							SV-XX1	CIERRA ELECTROVALVULA DE ENTRADA DE AGUA	XX6																																		
							PCV-001	CIERRA LA PCV-001	XX6																																		
							PCV-002	CIERRA LA PCV-002	XX6																																		
							PCVAR-601	CIERRA LA PCVAR-601 DE CALEFACCIÓN	XX6																																		
							P-17	PARA LA BOMBA P-17	XX6																																		
							PCVAI-601	CIERRA LA PCVAI-601	XX6																																		
							P-24	PARA LA BOMBA P-24	XX6																																		
							P-16	PARA LA BOMBA P-16	XX6																																		
							P-17	PARA LA BOMBA P-17	XX6																																		
							P-18	PARA LA BOMBA P-18	XX6																																		
							PCV-06	CIERRA LA VÁLVULA PCV-06	XX6																																		
							P-04	PARA LA BOMBA P-04	XX4																																		
							P-05	PARA LA BOMBA P-05	XX4																																		
							P-09	PARA LA BOMBA P-09	XX4																																		
							PCV3V-03	LA VÁLVULA SE PONE A RECIRCULAR	XX7																																		
							PCV3V-04	LA VÁLVULA SE PONE A RECIRCULAR	XX7																																		
							P-19	PARA LA BOMBA P-19	XX7																																		
							PCV-08	CIERRA LA VÁLVULA PCV-08	XX7																																		
							P-07	PARA LA BOMBA P-07	X13																																		
							MOL-01	PARA EL MOLINO 01	XX7																																		
							PCV-25	CIERRA LA PCV-25	XX7																																		
							PCV-28	CIERRA VÁLVULA PCV-28	XX6																																		
							PCV-29	CIERRA VÁLVULA PCV-29	XX6																																		
							PCV-16	CIERRA LA PCV-16	X13																																		
							PCV-17	CIERRA LA PCV-17	X13																																		
CAUSAS																				SIN ACCIÓN		I																					
REV.	PLANTA	INICIADOR	DESCRIPCIÓN	ALARMA	P&ID	SIN ACCIÓN	I																																				
0	FAE	LR-40	SONDA NIVEL T-40	H	XX5	X	038																																				
0	FAE	LSHH-T40	SOBRELLENADO DEL T-40	HH	XX6		039	C																																			
0	FAE	LR-41	RADAR DEL T-41	HH/H/L/LL	XX6		-		C																																		
0	FAE	LR-42	RADAR DEL T-42	HH/H/L/LL	XX6		-			C																																	
0	FAE	TMTS-42	SENSOR DE TEMPERATURA T-42	H/L	XX6		-			C																																	
0	FAE	LSHH-43	SOBRELLENADO DEL T-43	HH	XX6		006				P																																
0	FAE	TMTS-43	SENSOR DE TEMPERATURA T-43	H/L	XX6		007				C																																
0	FAE	LSHH-20	SENSOR DE NIVEL ALTO DEL T-20	H	XX7		010				P	P	P	P	C																												
0	FAE	LSHH2-20	SENSOR DE MÁXIMA DEL T-20	HH	XX7		011				P	P	P	P																													
0	FAE	TMTD-44	SONDA TEMPERATURA T-20	H	XX8	X	012				P	P	P	P																													
0	FAE	TMTD-45	SONDA TEMPERATURA T-21	H	XX9	X	013				P	P	P	P																													
0	FAE	LSHH-21	SENSOR DE MÁXIMA DEL T-21	HH	XX6		012								P	P	P																										
0	FAE	TMTD-48	SONDA TEMPERATURA T-48	H	XX9	X	013				P	P	P	P																													
0	FAE	LSHH-48	SENSOR DE MÁXIMA DEL T-48	HH	XX6		013				P	P	P	P																													
0	FAE	LSSL-48	SENSOR DE MÍNIMA DEL T-48	L	XX6	X	014				P	P	P	P																													
0	FAE	C-104	CAUDALÍMETRO DE HCL		XX6		014					M/P																															
0	FAE	C-107	CAUDAÍMETRO DE ASFIER117		XX6		015					M/P																															
0	FAE	C-103	CAUDALÍMETRO DE EMULGENTE		XX7		016						CP																														
0	FAE	C-105	CAUDALÍMETRO DE LIGANTE		XX7		017							CP	M/P																												
0	FAE	C-106	CAUDALÍMETRO DE CORTE2A		X13		018								C	P																											
0	FAE	PT-01	PRESOSTATO DEL MOLINO	H	XX7		019									P																											
0	FAE	MOL-01	MOLINO DE FABRICACIÓN		XX7		020									C																											
0	T. CORTE	LSHH-09	SENSOR DE MÁXIMA DEL T-09	H	X13		021											C																									
0	T. CORTE	LSHH-11	SENSOR DE MÁXIMA DEL T-11	H	X13		022													C																							

Figura 5.6. Matriz causa-efecto fabricación de emulsiones asfálticas (FAE).

CAUSAS							EFECTOS															
REV.	PLANTA	INICIADOR	DESCRIPCIÓN	ALARMA	P&ID	SIN ACCIÓN	I															
0	ENVASADO	LR-T54	RADAR DE NIVEL DEL T-54	H/L	X10	X																
0	ENVASADO	LSHH-T54	SONDA DE SOBRELLENADO DEL T-54	HH	X10			P	P	C	C											
0	ENVASADO	TMTA-54	SENSOR DE TEMPERATURA DEL T-54	-	X10	X																
0	ENVASADO	LR-T55	RADAR DE NIVEL DEL T-55	H/L	X10	X																
0	ENVASADO	LSHH-T55	SONDA DE SOBRELLENADO DEL T-55	HH	X10			P	P		C	C										
0	ENVASADO	TMTA-55	SENSOR DE TEMPERATURA DEL T-55	-	X10	X																
0	MASILLAS	LSH-R4	SONDA DE SOBRELLENADO DE R-04	HH	X12								P	P	C	C						
0	MASILLAS	LT-R4	SENSOR DE NIVEL DEL R-04	HH/H/L	X12								P	P	C	C						
0	MASILLAS	TT-04	SENSOR DE TEMPERATURA DE R-04	-	X12																C	
0	PINTURAS	LSHH-R5	SONDA DE SOBRELLENADO DE R5	HH	X11		01															C
0	PINTURAS	LTTA-P11	SENSOR DE NIVEL DE R5	-	X11	X																
0	PINTURAS	TT-05	SENSOR DE TEMPERATURA DE R5	-	X11	X																

Figura 5.7. Matriz causa-efecto de pinturas, masillas y envasado.

DESCRIPCIÓN: P: Paro M: Marcha CP: Cambio de posición A: Abrir C: Cerrar X: Sin acción						EFFECTOS		P&ID		X22	X22	X19	X21						
								DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SALIDA		PARA LA BOMBA P-60		PARA LA BOMBA P-50		CIERRA LA PCV-AI401		CIERRA LA PCV-AR303		PARA EL CAUDALÍMETRO C-131	
								TAG DE SALIDA		P-60		P-50		PCV-AI401		PCV-AR303		C-131	
								CAUSAS											
REV.	PLANTA	INICIADOR	DESCRIPCIÓN	ALARMA	P&ID	SIN ACCIÓN	I												
0	SERVICIO	LT-BAL1	SENSOR DE NIVEL BALSA BAL1	HH/H/L/LL	X22			P											
0	SERVICIO	LT-BAL2	SENSOR DE NIVEL BALSA BAL2	HH/H/L/LL	X22				P										
0	SERVICIO	TT-A7	SENSOR DE TEMPERATURA	-	X17					C									
0	SERVICIO	TT-X41	SENSOR DE TEMPERATURA	-	X21						C								
0	SERVICIO		SENSOR DE PRESIÓN VAPOR	L								P							

Figura 5.8. Matriz causa-efecto servicios.

6. MEJORA DE *DISPLAY* DEL DCS

El siguiente objetivo es la mejora de las pantallas *Display* del sistema de control distribuido de *Honeywell*. Para poder desarrollar este objetivo se han analizado las diferentes pantallas guardadas en el servidor; esta documentación de pantallas permite clasificarlas en diferentes categorías, como pantallas fuera de servicio y pantallas activas. Dentro de esta última categoría podemos encontrar las pantallas pendientes de actualización y las pendientes de mejora.

Con este punto de partida, se procede a analizar todas las mejoras posibles para optimizar la información disponible en las pantallas del panel de control.

Las propuestas de mejora que se analizan son:

- Migrar pantallas diseñadas con *Display Builder* a pantallas diseñadas con *HMIweb Display Builder*.
- Incorporar instrumentación con sus respectivos tags.
- Incorporar tags concordados a los P&IDs.
- Mejora de elementos gráficos.
- Uniformidad en el estilo de pantallas.
- Iluminación de los recorridos.
- Animación de equipos / objetos móviles.
- Organizar las pantallas activas y las pantallas fuera de servicio.
- Diseñar una pantalla relacionada con el proceso de los dos intercambiadores disponibles.
- Diseñar una pantalla que unifique los brazos de carga de cisterna con los principales equipos y elementos que intervienen.
- Diseñar una pantalla como el rack de betún en planta.

6.1. Software de diseño gráfico

Honeywell dispone de un *software* de diseño de pantallas, compatible y adaptado para trabajar con el sistema *Experion PKS*. Dentro de este *software* encontramos el programa *Display Builder*, pero este se encuentra obsoleto para *Honeywell*; por este motivo las pantallas creadas con este *software* necesitan de una actualización al nuevo programa *HMIweb Display Builder*, permitiendo mejorar el rendimiento y optimizar los recursos del sistema *Experion PKS*.

En la siguiente figura 6.1 se puede observar la diferencia entre los dos programas, que a simple vista es notable. De la pantalla de *Display Builder* a la pantalla de *HMIweb Display Builder*, se puede observar un aumento de herramientas que facilitan la interacción y mejoran la interfaz de usuario.

HMIweb Display Builder permite mejorar los recursos ofrecidos de *Experion PKS* y a la vez permite enlazar mejor los datos provenientes del *System Configuration*.

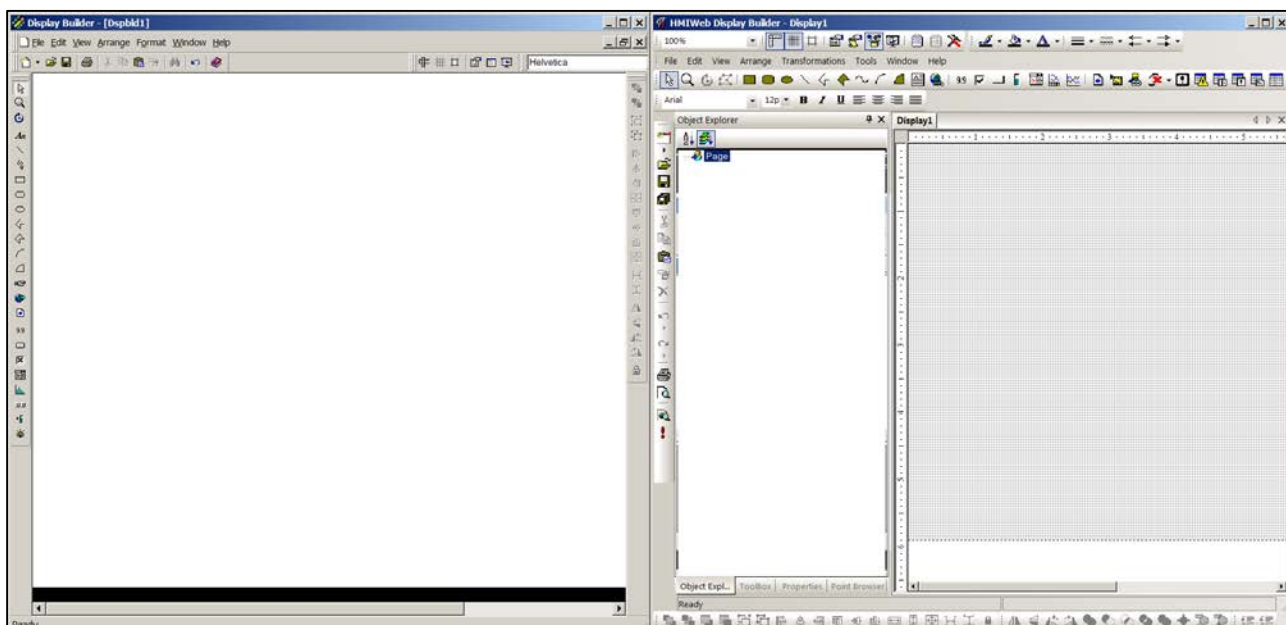


Figura 6.1. Interfaz *Display Builder* (Izquierda) e Interfaz *HMIweb Display Builder* (Derecha).

6.2. Listado de archivos gráficos

Una vez se ha interactuado con los dos programas, se analizan y documentan todos los archivos gráficos disponibles en el servidor, permitiendo categorizarlos y organizarlos según los siguientes criterios: pantallas fuera de servicio y pantallas activas. Dentro de esta última categoría podemos encontrar las pantallas pendientes de actualización, que corresponden a las pantallas creadas con *Display Builder* (identificadas con la extensión .DSP) y las pendientes de mejora.

Por otra parte, con una correcta organización y depuración de archivos que se encuentran fuera de servicio, se consigue una reducción de ruido dentro del sistema.

Con este análisis, se determinó que las principales pantallas a actualizar el formato son las pantallas de los tanques de betún convencional (T-01, T-02, T-03, T-04, T-61, T-62, T-63) y los tanques de betún modificado (T-07, T-08, T-12, T-13, T-14).

En las siguientes figuras 6.2 y 6.3, se puede observar el estado anterior y el estado actual de las correspondientes pantallas. Además, con la actualización de las pantallas de los tanques, se han incorporado algunas de las propuestas de mejora como por ejemplo la identificación de los instrumentos y equipos que constan en los P&IDs, permitiendo unificar todos los tags empleados en la planta.

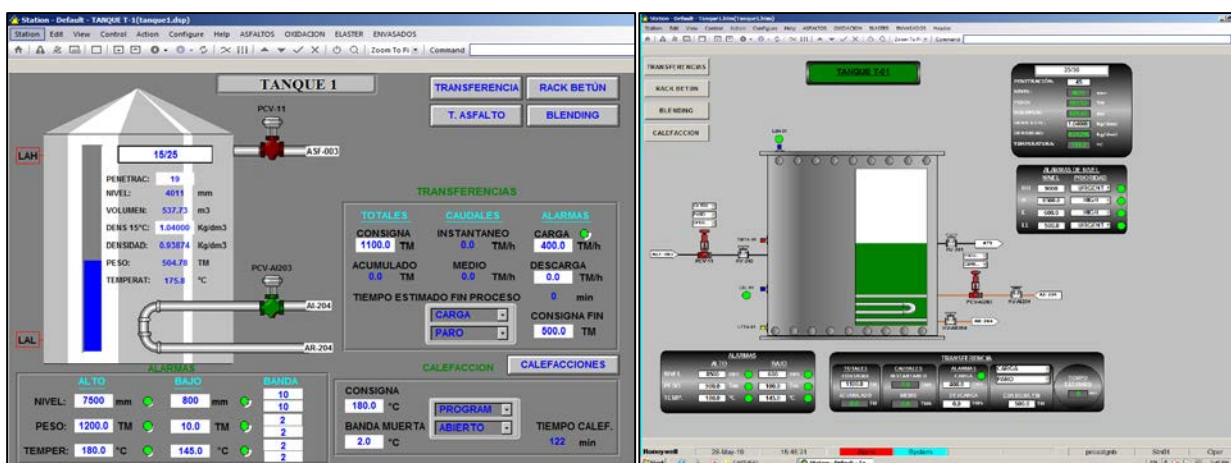


Figura 6.2. Pantalla tanque T-01 con *Display* (Izquierda) y tanque T-01 con *HMIweb* (Derecha).

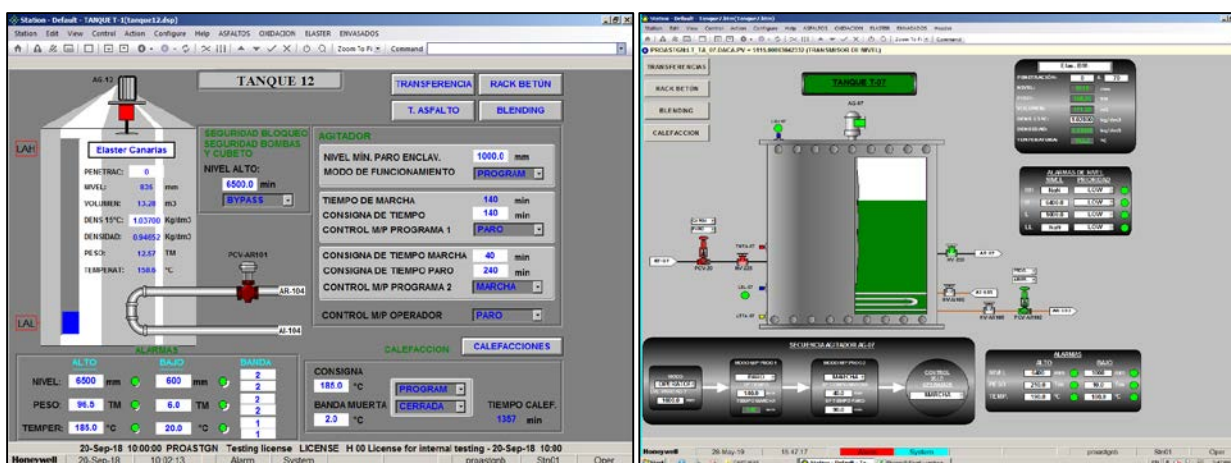


Figura 6.3. Pantalla tanque T-07 con *Display* (Izquierda) y tanque T-07 con *HMIweb* (Derecha).

6.3. Guía de cambios de *Display*

Para incorporar las propuestas de mejora a las pantallas pendientes de actualización y a las nuevas pantallas, se diseña una pequeña guía para unificar los criterios de diseño.

La guía consta de una pantalla con función de galería (figura 6.4), en la cual podremos encontrar los equipos y las instrumentaciones utilizadas en las nuevas pantallas.

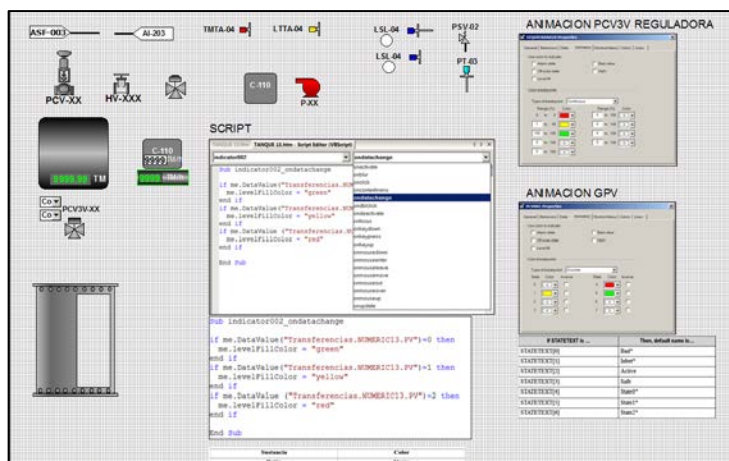


Figura 6.4. Display galería.

6.3.1. Diseño de *Display*

Se crea una pantalla como guía y se adapta a las dimensiones del lienzo, obteniendo una mejor resolución de pantalla, aprovechando más la capacidad de la tarjeta gráfica y la capacidad del monitor.

La configuración de las dimensiones del lienzo es de 1920 / 1080, pero se propone aumentar las dimensiones de manera que se consiga incrementar el espacio de trabajo. Este incremento de espacio permite incorporar más información para el panelista e incluso minimizar la utilización de pantallas, ya que como se explicará más adelante (en el apartado 6.5.2 se consigue juntar las 3 pantallas (*Blending*, brazos de cargas 02 y brazos de carga 03) en una sola pantalla (Brazos de carga)).

Seguidamente, se detallan en la tabla 6.1 los colores corporativos a emplear en los *Displays*.

Tabla 6.1. Colores corporativos *CEPSA*.

Sustancia	Color
Betún	Negro
Agua	Verde
Agua contra incendios	Rojo
Gas natural	Amarillo
Aceite	Sepia
Vapor	Rojo
Aire	Azul
Ácido clorhídrico	Naranja
Amina	Violeta
Petrosol	Sepia
Emulsión	Marrón

Como se puede observar en la figura 6.4 *Display* galería, se han creado los objetos que representarían los instrumentos de transmisor de temperatura, transmisor de nivel, sondas de alto y bajo nivel, y también se ha incluido el agitador y su respectivo motor. Por otra parte, se han incluido los objetos creados como las válvulas manuales, automáticas y las válvulas de 3 vías.

6.3.1.1. Válvulas manuales

La descripción del objeto es “Valv”, permite encontrarlo dentro del listado de objetos que aparecen en el *Display*. La pestaña de incorporación de lógica se encuentra en “None”. Dejando el parámetro en este estado, se evita que al incorporar la válvula en una nueva pantalla y subirla al servidor muestre un estado erróneo de la válvula. Al no tener lógica asociada, no existe una conexión desde el servidor hacia esa válvula, haciendo que este interprete que no le llegue información sobre la posición de la válvula, aunque esté dibujada en la pantalla. En la siguiente figura 6.5 se puede observar la importancia de especificar el estado.

La válvula HV-251 no tiene lógica asociada y por lo tanto muestra su color de diseño original, en cambio la válvula HV-252 y HV-254 se encuentran en la posición de cerrada y las válvulas HV-257 y HV-255 se encuentran en la posición de abierta o parcialmente abierta. Para poder observar el estado de confirmación de la válvula es necesario saber cómo se ha conectado el microposicionador, ya que en algunos casos nos interesa especificar la confirmación de cerrada o abierta según el estado crítico de la válvula.

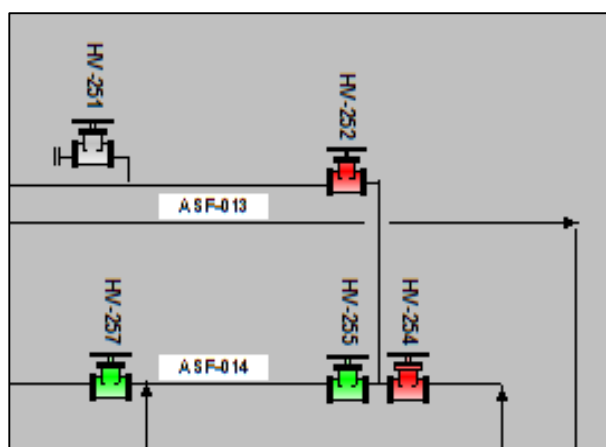


Figura 6.5. Estado de válvulas.

6.3.1.2. Válvulas automáticas

La planta dispone de válvulas reguladoras y todo-nada automatizadas, identificadas con el nombre de PCV. Por otro lado, también se encuentran válvulas de 3 vías las cuales pueden ser reguladoras y todo-nada, identificadas como PCV3V. En la siguiente figura 6.6 se puede observar la representación de estas válvulas en el *display*.

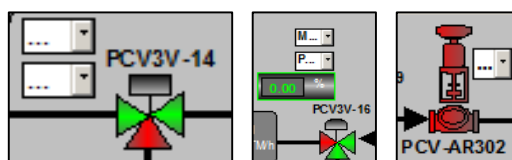


Figura 6.6. De izquierda a derecha (3 vías todo o nada, 3 vías reguladora y reguladora).

6.3.1.3. Objeto de alarma

El objeto escogido para representar las alarmas es un círculo, tal como se observa en la siguiente figura 6.7. Este objeto representa las alarmas de nivel y los estados de emergencia de los equipos (como los motores de las bombas). El color que representa el estado de emergencia es el rojo y el estado correcto es el color verde.

6.3.1.4. Indicador de nivel

El indicador de nivel es un objeto dinámico que permite visualizar en una escala de 0 a 100 % el nivel del fluido a indicar. En la planta podemos encontrar que la lógica vinculada a este objeto, proviene de los transmisores de nivel, de tipo radar y de presión diferencial. En el caso del radar se tiene que especificar el rango de altura, se añaden más datos para extrapolar los resultados y así obtener parámetros derivados del nivel, como las toneladas de betún disponibles en el tanque.

En cambio, al equipo de presión diferencial se le deben añadir más datos como la densidad del betún y el volumen del tanque para poder obtener el nivel del tanque. El inconveniente de este resultado es que si falla el transmisor de temperatura también falla el transmisor de nivel, al dar un cálculo de nivel errónea.

En la siguiente figura 6.7 se muestra un ejemplo de tanque e indicador de nivel.

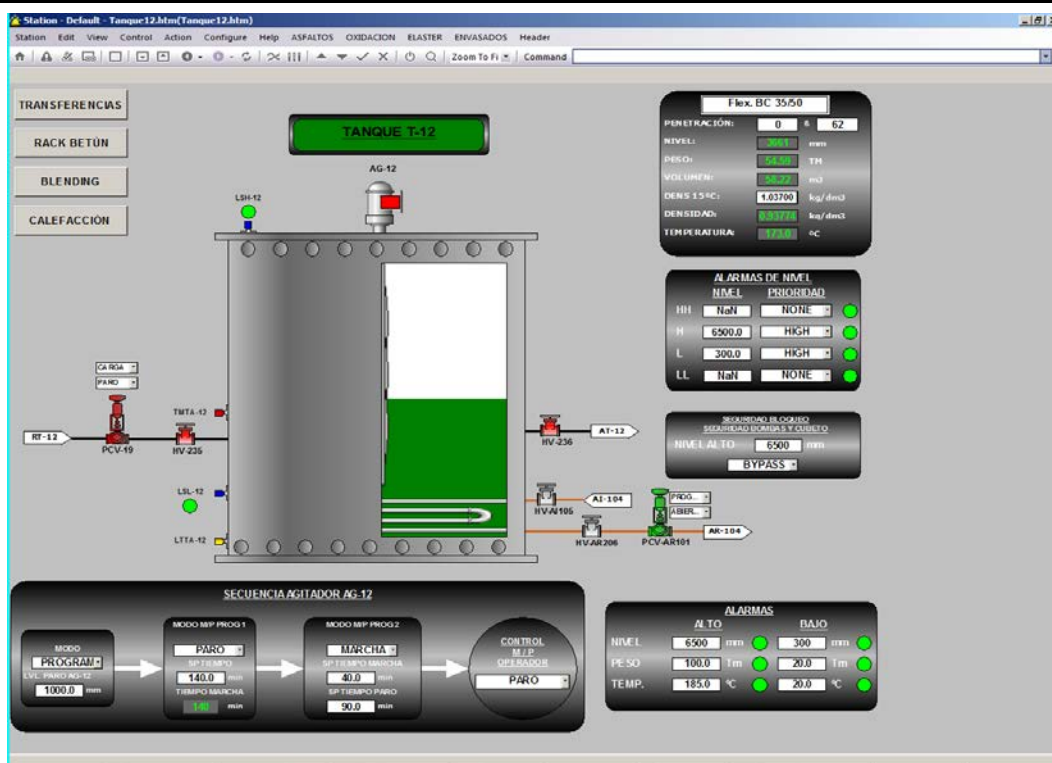


Figura 6.7. Ejemplo de tanque e indicador de nivel.

6.3.1.5. Combobox

Este objeto pertenece al propio programa (figura 6.8). Permite seleccionar un parámetro dentro de un listado de parámetros disponible, preprogramados en el *Control Builder*. Se ha decidido que tengan unas dimensiones reducidas, ya que lo importante es poder seleccionar el parámetro y posteriormente observar el cambio de animación en el objeto.

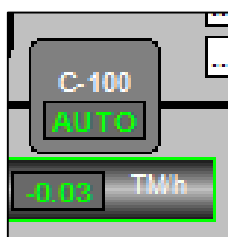


Figura 6.8. Ejemplo de *combobox*.

6.3.1.6. Alphanumeric

Otro objeto de las herramientas de *HMIweb*, en este caso el *alphanumeric*, permite mostrar e incorporar información en forma de datos numéricos y alfabéticos, tal como su nombre indica. En la siguiente figura 6.9 se puede observar dos de las variables más utilizadas, en formato texto y en formato numérico. Por otra parte, es necesario recalcar que se ha definido el estilo cuando el objeto

muestra datos y cuando el objeto permite introducir datos, de este modo se facilita la interpretación de todos los datos disponibles en el *Display*.

En el caso de usar esta herramienta como introducción de datos, es importante decidir si se requiere limitar la cantidad de dígitos o letras introducidas, evitando así introducir valores superiores a los disponibles. Por ejemplo, esta limitación de dígitos puede evitar errores en la carga/descarga de productos a cisternas o tanques, y también evitar errores en la programación de alarmas o avisos.

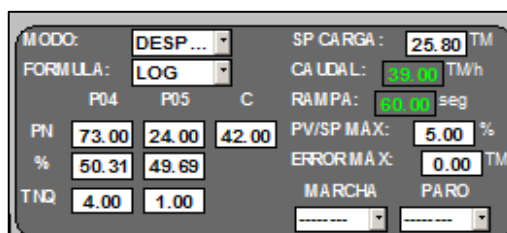


Figura 6.9. Ejemplo de *alphanumeric*.

6.3.1.7. *Pushbutton*

Es una herramienta de *HMIweb* que permite navegar entre las pantallas disponibles (figura 6.10). Para vincular cada *pushbutton* es necesario enlazarlo con la dirección de la pantalla que se requiere.



Figura 6.10. Ejemplo de *pushbutton*.

6.3.1.8. *Shape sequence*

Son objetos disponibles en la galería de *HMIweb* y también son objetos creados que han sido guardados como secuencias, por ejemplo el agitador y la bomba (figura 6.11). Estos objetos disponen de diferentes estados ya identificados, con lo cual no necesitan modificaciones siempre y cuando la lógica introducida sea la adecuada para desarrollar su animación y los estados de animación concuerden con los estados reales.

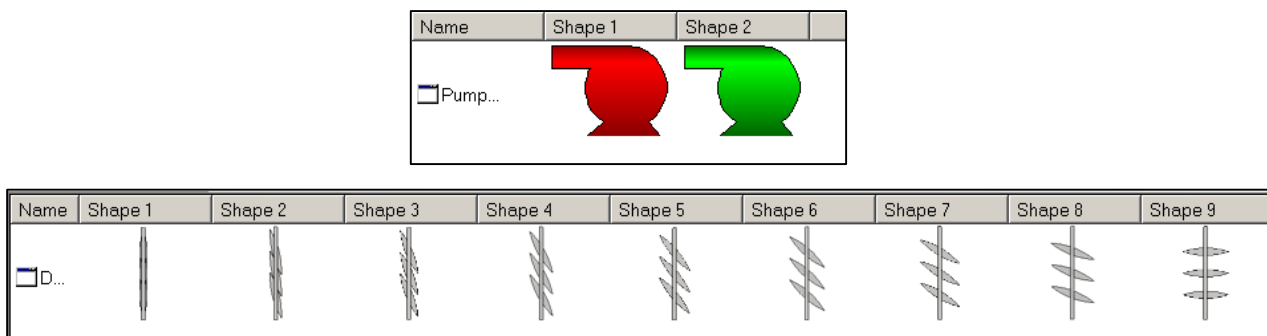


Figura 6.11. Ejemplo de *shape sequence* de una bomba y de un agitador.

6.4. Introducir lógica en el *Display*

Una vez el diseño del *Display* tiene todos los elementos necesarios para aportar toda la información requerida, se procede a introducir la lógica programada en el *Control Builder*. Para esto es necesario entrar a *Property pages*; en esta ventana se puede apreciar que aparecen diferentes pestañas, las cuales pueden aumentar o disminuir según el formato del objeto seleccionado.

La pestaña *General* (figura 6.12) muestra el tag identificativo del objeto, sus dimensiones y la posición del objeto dentro del lienzo. También da la opción de visualizar o no el objeto cuando se carga en *Station*.

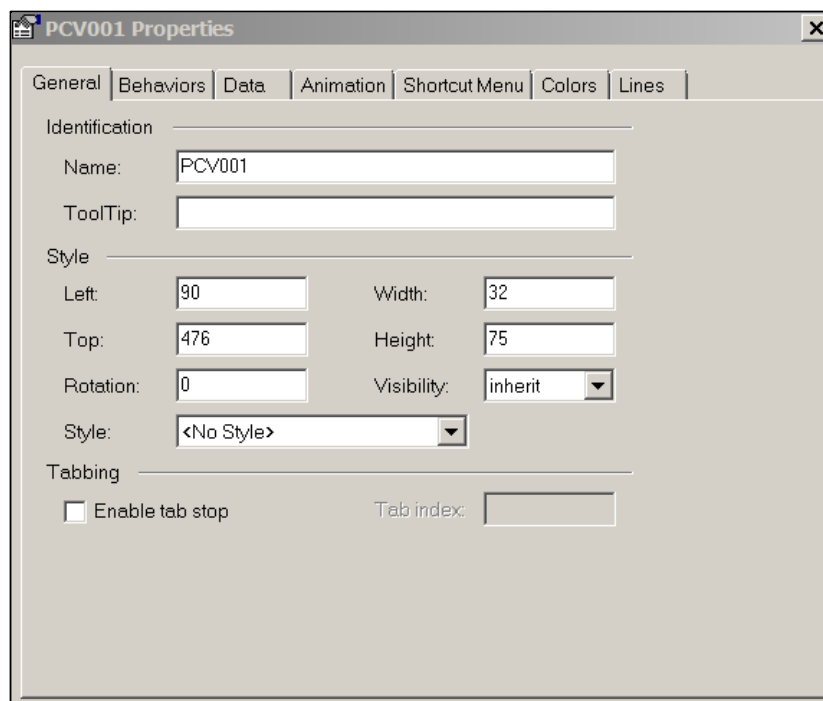


Figura 6.12. Ventana *Property Pages: General*.

La pestaña *Behaviors* (figura 6.13) permite seleccionar diferentes opciones como:

- *Faceplate*: Esta opción permite controlar si el dato vinculado al objeto será mostrado cuando este sea clicado. Esta opción crea una pequeña ventana en la pantalla visualizada, permitiendo modificar el dato vinculado.
- *Hover*: Esta opción permite proporcionar una lista desplegable donde aparecen los diferentes estados disponibles que están enlazados y permitiendo elegir uno de ellos.
- *Popup*: Esta opción permite especificar una ventana emergente que será abierta cuando el objeto sea clicado.
- *Script Data*: Esta opción permite crear scripts que tengan acceso directo a los datos de proceso. Se recomienda no usar excesivamente esta herramienta, ya que a la hora de crear el *script* se pueden cometer errores, los cuales no se pueden detectar si no se detalla que el objeto en cuestión dispone de *script*.
- *Shape Sequence Animation*: Esta opción permite animar una secuencia de objetos basado en unos valores o estados fijados, como se puede observar en la anterior figura 6.11.

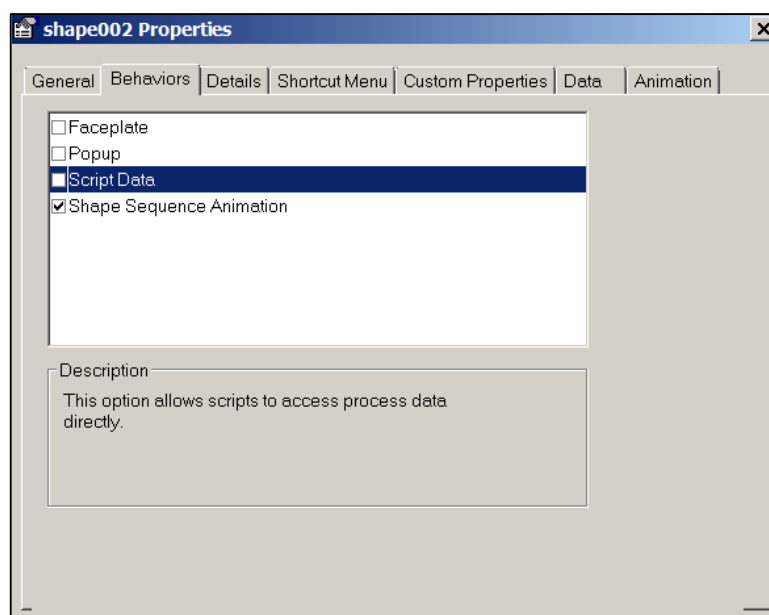


Figura 6.13. Ventana *Property Pages: General*.

6.4.1. Vincular *Control Builder* al *Display*

Una vez decidido el funcionamiento, se procede a introducir el parámetro requerido a dicho objeto. Se selecciona la pestaña de *Data* y se activa el *Point/Parameter*, tal como se observa en la figura 6.14.

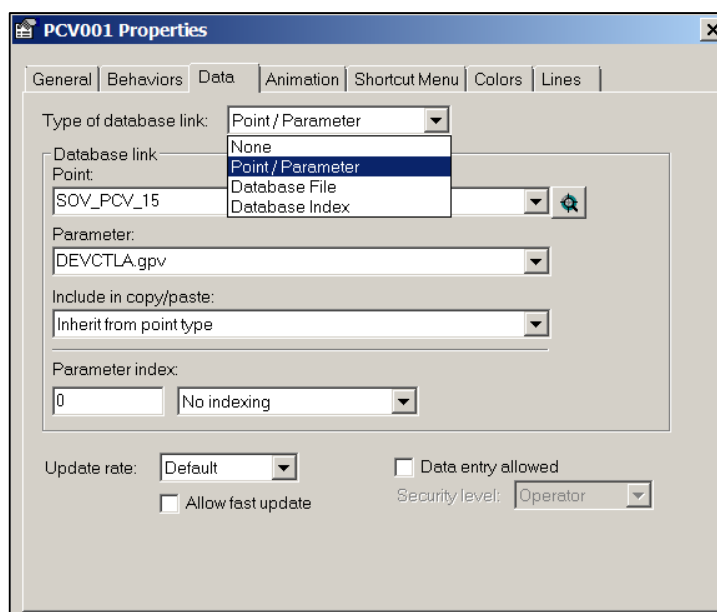


Figura 6.14. Ventana *Property Pages: Data*.

En el apartado *Point* se introduce el tag del *chart* localizado en el *Control Builder*. En el apartado *Parameter* se introduce el nombre del bloque del *chart* que dispone de la información requerida. Es necesario especificar la extensión, ya que esta aportará la información a destacar y la funcionalidad del objeto.

En esta figura se debe destacar la importancia de marcar la casilla *Data entry allowed* en los casos que se requiera introducir o modificar datos necesarios para la operatividad de la planta. En los permisos de seguridad representados como *Security level*, se encuentran: operador, supervisor, ingeniero y mánager, cada uno con más permisos en el momento de operar el DCS. Es necesario tener en cuenta que los niveles de seguridad pueden estar vinculados con la cuenta de acceso a *Windows* o ser independientes de este. Un aspecto importante a destacar es que todos los elementos tienen que especificar su nivel de seguridad siempre que sea necesario, ya que en el caso de la animación de las válvulas no se requiere de nivel de seguridad porque únicamente muestran el estado de estas.

6.4.2. Parameters más utilizados en el Display

A continuación, se destacan los *parameters* que más se han utilizado en las pantallas.

Los parámetros para seleccionar el funcionamiento de los equipos dinámicos (motores de bombas y agitadores) y de las válvulas automáticas.

- *.MODEATTR*: Permite seleccionar el modo de operación, puede ser: *None*, *Operator*, *Program* y *Normal*. Cuando el modo está en *Operator*, permite seleccionar entre operación

manual o automática, mediante el parámetro “.OP”. Estos parámetros se encuentran en los módulos *DEVCTLA Block (Device Control)* y en los módulos *PID Block*.

Los parámetros más utilizados para animación de válvulas y motores.

- *.PV (Process Value)*: Proporciona un valor de proceso. Se encuentran en los módulos *DATAACQ Block (Data Acquisition)* de los transmisores de nivel y se introduce el *parameter “DACA.PV”*.
- *.PVFL (Process Value Flag)*: Proporciona solo dos estados (*Off* o *On*). Se encuentran en los módulos *Flag Block*.
- *.FL (Flag)*: Proporciona solo dos estados (*Off* o *On*).
- *.PVFL[n]*: Realiza la misma función que *.PVFL* pero en este parámetro se encuentran los módulos *DEVCTLA Block (Device Control)*. Donde “n” es número de la salida y puede ir de 0 a 6.
- *.GPV (Generic version of Process Value)*: Permite utilizar los estados disponibles del módulo *DEVCTL*. Se recomienda utilizar este parámetro en las PCV que dispongan de dos microposicionadores (confirmación de válvula abierta y cerrada), ya que permiten animar la transición entre los dos estados. Se recomienda el uso de este parámetro para evitar confusiones a la hora de animar los objetos y para representar los estados correctamente.
- *.DO (Digital Output)*: Proporciona una salida digital, su estado es “Uno” o “Cero”. Se encuentran en los módulos *DEVCTL* relacionados con el Marcha/Paro de los motores de bombas y agitadores, pero también en algunas válvulas automáticas Todo/Nada.



Figura 6.15. Ejemplo de PCV con parámetros *.GPV* (animación) y *.MODEATTR* (desplegables).

Los parámetros utilizados en la identificación, programación y priorización de las alarmas son los siguientes:

Para la identificación de los tipos de alarmas en los *Display* se utilizan los parámetros *.FL (Flag)*:

- *PVHALM.FL (PV High High)*
- *PVHIALM.FL (PV High)*

- *PVLOALM.FL (PV Low)*
- *PVLLALM.FL (PV Low Low)*

Para la programación de las alarmas en los *Display* se utilizan los parámetros *.TP (Trip Point)*:

- *PVHHALM.TP (PV High High Alarm Trip Point)*
- *PVHIALM.TP (PV High Alarm Trip Point)*
- *PVLOALM.TP (PV Low Alarm Trip Point)*
- *PVLLALM.TP (PV Low Low Alarm Trip Point)*

Para la priorización de los tipos de alarmas en los *Display* se utilizan los parámetros *.PR (PR)*. Permite priorizar las alarmas entre *None* (Alarma no reportada), *Journal* (Alarma que aparece en pantalla pero no en el sumario de alarmas) y *Low/High/Urgent* (Alarmas que aparecen en pantalla y también en el sumario de alarmas).

- *PVHHALM.PR (Priority PV High High)*
- *PVHIALM.PR (Priority PV High)*
- *PVLOALM.PR (Priority PV Low)*
- *PVLLALM.PR (Priority PV Low Low)*

ALARMAS DE NIVEL			
	NIVEL	PRIORIDAD	
HH	NaN	NONE	●
H	6100.0	HIGH	●
L	1000.0	HIGH	●
LL	NaN	NONE	●

Figura 6.16. Ejemplo de alarmas de nivel en el *Display*.

6.4.3. Propiedad *ScriptData*

Por otro lado, en el caso de necesitar que el objeto muestre más de un parámetro, es necesario activar el *ScriptData* y crear un *script* con los parámetros necesarios y con el funcionamiento a mostrar, tal y como se puede observar en la figura 6.17.

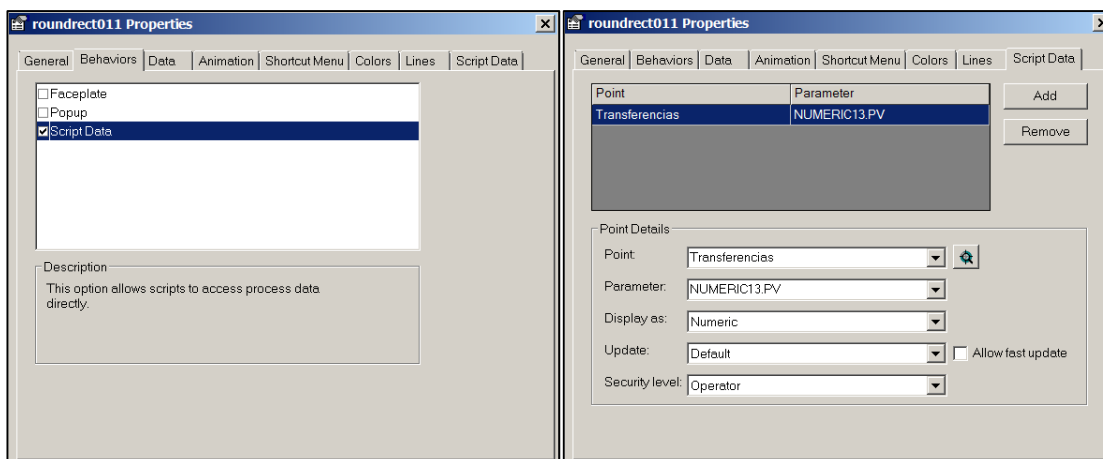


Figura 6.17. Ventana *Property Pages: Script Data*.

Para crear el *Script* se tiene que abrir la pestaña *Script Editor (VBScript)*. Como se puede observar en la siguiente figura, cada objeto puede estar asociado a un modo de acción. Por ejemplo, en el *script* del indicador de nivel se selecciona *Ondatachange*, este modo permite la activación del *script* cada vez que el dato asociado cambia de valor (en este caso el valor de transferencia, que proporciona el estado del producto: fuera de especificación, dentro de especificación o pendiente de análisis.).

Para desarrollar correctamente el *script*, se ha seguido la guía [Ref. 4] *Uniformance® Insight Graphics Scripting User Guide* del manual *Honeywell*. Es importante introducir correctamente las propiedades del objeto y vincular todos los datos en el *ScriptData* que se emplean en el *script*. En caso contrario, el *script* no funcionará y enviará un mensaje de error.

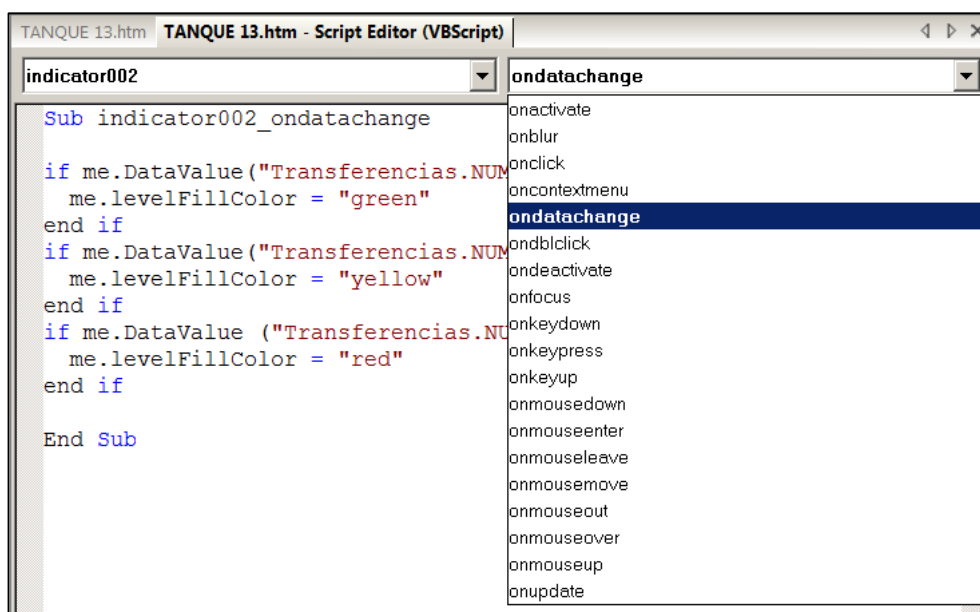


Figura 6.18. Ventana *Script Editor (VBScript)*.

Property	Type	Description
fillColor	String	Gets or sets the fillColor of the object. The format of this return is browser-dependent. <i>Examples</i> indicator001.fillColor = "#f3f3f3"; indicator001.fillColor = "green"; var color = indicator001.fillColor; //green For an indicator this sets the background color. To set the level fill color, see levelFillColor.
lineColor	String	Gets or sets the lineColor of the object. The format of this return is browser-dependent. <i>Examples</i> indicator001.lineColor = "#f3f3f3"; indicator001.lineColor = "black"; var lineColor = indicator001.lineColor; //black
levelFillColor	String	Gets or sets the levelFillColor of an indicator. This is the color that is filled in the indicator corresponding to the indicator value. The format of this return is browser-dependent. <i>Examples</i> indicator001.levelFillColor = "red"; indicator001.levelFillColor = "#c3c377"; var indicatorFillColor = indicator001.levelFillColor; //"#c3c377"

Figura 6.19. Ejemplo de propiedades del objeto.

En la siguiente figura se muestra el *Script* empleado.

```
Sub indicator002_ondatachange
if me.DataValue("Transferencias.NUMERIC13.PV")=0 then
  me.levelFillColor = "green"
end if
if me.DataValue("Transferencias.NUMERIC13.PV")=1 then
  me.levelFillColor = "yellow"
end if
if me.DataValue ("Transferencias.NUMERIC13.PV")=2 then
  me.levelFillColor = "red"
end if
End Sub
```

Figura 6.20. *Script* del indicador de nivel.

6.4.4. Animación

Para poder facilitar los siguientes diseños de *Display* se dispone de los siguientes ejemplos, los cuales han ocasionado más complicación a la hora de introducir la lógica a los *Display*.

6.4.4.1. Ejemplo de animación de PCV-13

A continuación se muestra el funcionamiento de la animación en las PCV que disponen de dos microposicionadores para la confirmación de válvula abierta y válvula cerrada.

La visualización en el *Control Builder* de este modelo de válvulas es la siguiente:

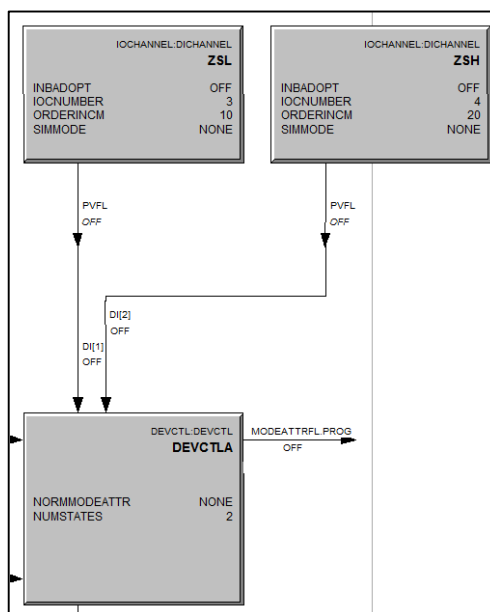


Figura 6.21. Chart de PCV-13 con 2 microposicionadores.

Se puede observar que el microposicionador de confirmación de válvula abierta está identificado como ZSH, en cambio el microposicionador de confirmación de válvula cerrada está identificado como ZSL.

ZSH y ZSL se conectan al módulo *DEVCTLA* con la siguiente configuración:

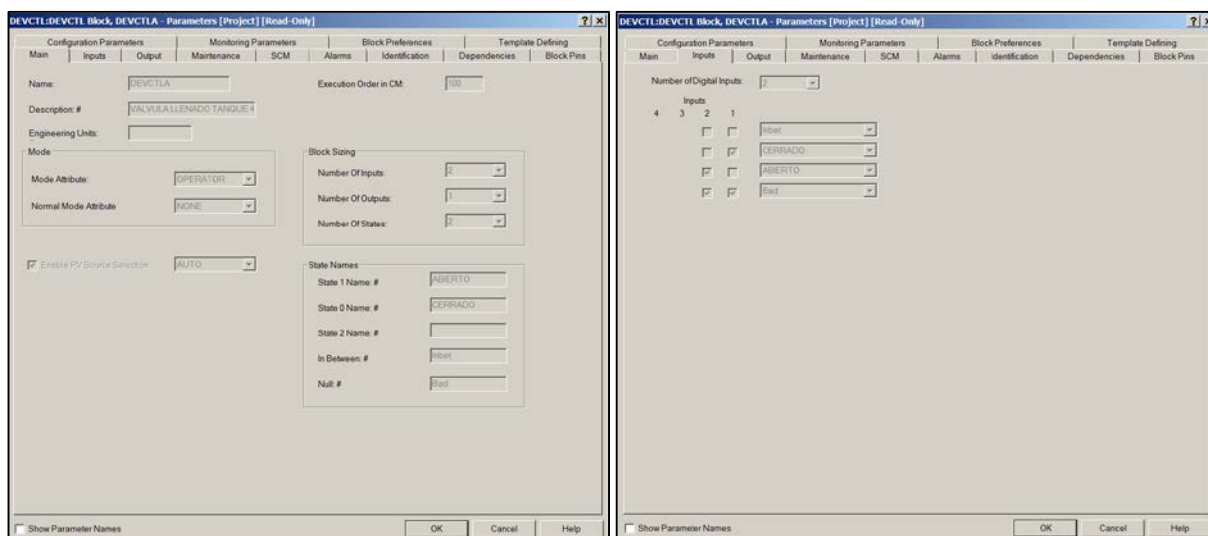


Figura 6.22. *DEVCTLA* Block de PCV-13. A la izquierda están los datos generales del módulo y a la derecha se encuentra la disposición de las entradas digitales de ZSH y ZSL.

Una vez ubicada la lógica para dicho objeto, se procede a introducir los puntos y parámetros de enlace entre el *Display* y el *Control Builder*, tal y como se muestra en el apartado 6.4.

Se procede a seleccionar la pestaña *Animation* de *Property Pages* y se introduce la siguiente información facilitada en la figura 6.23.

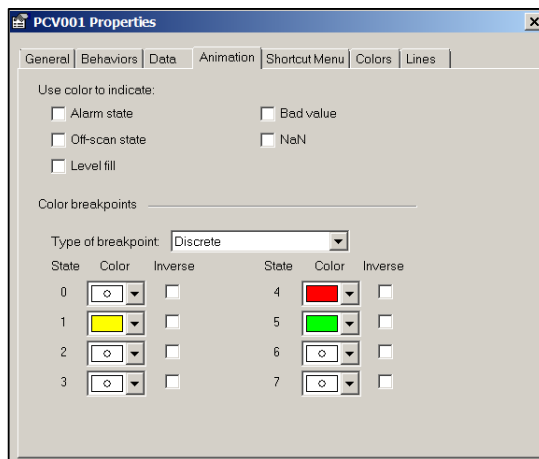


Figura 6.23. Ejemplo de animación de una PCV con 2 finales de carrera.

IF STATETEXT is ...	Then, default name is...
STATETEXT[0]	Bad*
STATETEXT[1]	Inbet*
STATETEXT[2]	Active
STATETEXT[3]	Safe
STATETEXT[4]	State0*
STATETEXT[5]	State1*
STATETEXT[6]	State2*

Figura 6.24. Correspondencia entre *Color breakpoint* y estados del *DEVCTL* (Figura X.X).

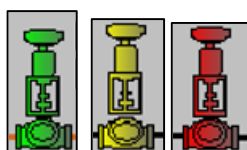


Figura 6.25. Válvula PCV (Abierta, Transición, Cerrada).

6.4.4.2. Ejemplo de animación de PCV3V reguladoras

Para animar las válvulas PCV3V reguladoras es necesario localizar el *chart* de la válvula y obtener la ruta para enlazarlo tal como se explica el apartado 6.4.1. La PCV3V utiliza el módulo *PID Block* y el parámetro que se utiliza para obtener el % de apertura de la válvula.

A continuación se configura la animación según el porcentaje de apertura, tal como se indica en la siguiente figura. Al trabajar con porcentajes, el tipo de *breakpoint* es continuo ya que permite trabajar con rangos, a diferencia del *breakpoint* discreto que trabaja con valores fijos.

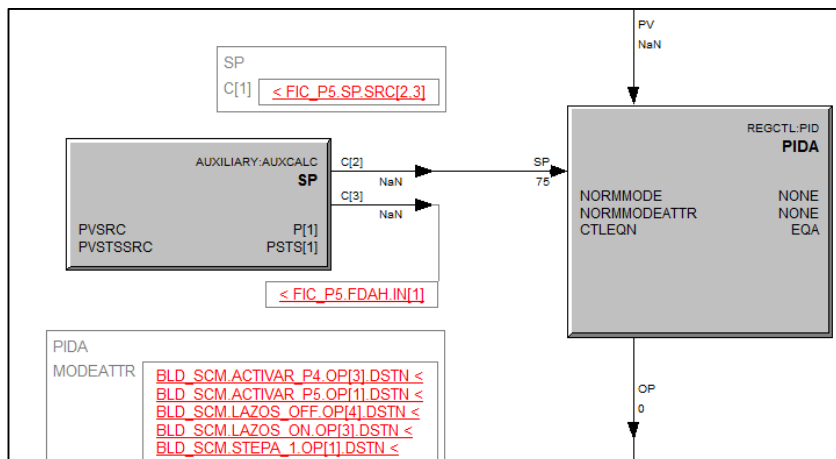


Figura 6.25. Ejemplo Chart de la válvula PCV3V-16 automática reguladora.

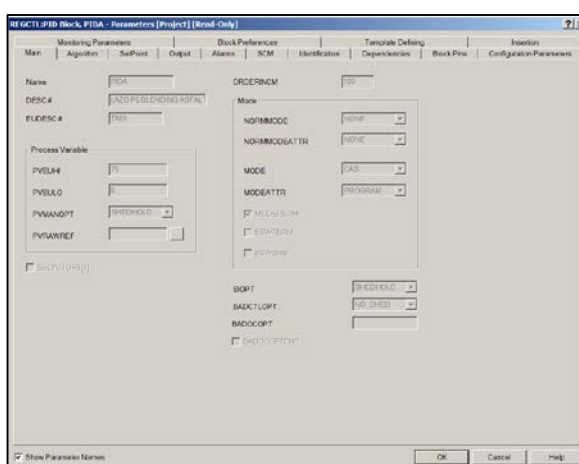


Figura 6.26. El PID Block regula la apertura de la PCV3V-16 según el SP (Set Point) se haya especificado o autocalculado.

Para la animación de la válvula, se ha utilizado el objeto que se encuentra en la galería configurado tal y como se muestra en la siguiente figura. No se ha conseguido obtener una válvula ya preconfigurada para realizar esta animación sin tener que añadir módulos a los charts, ya que el módulo PID únicamente permite trabajar con *breakpoint* continuo.

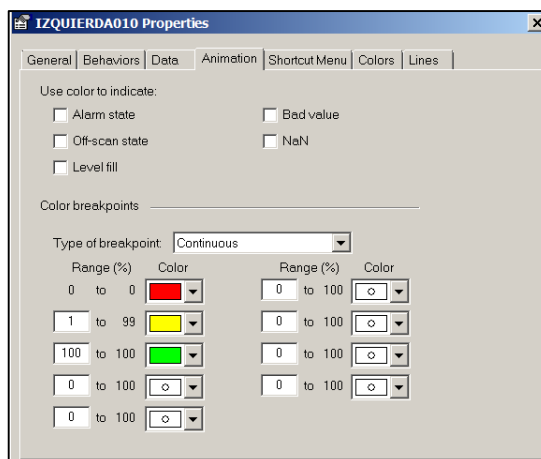


Figura 6.27. Ejemplo de animación de una PCV3V reguladora.

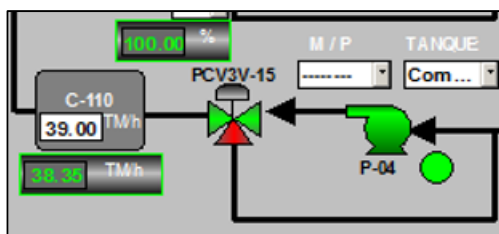


Figura 6.28. Animación de la PCV3V-15 con 100% de apertura.

6.4.4.3. Ejemplo de animación de válvulas manuales y válvulas PCV

El siguiente ejemplo puede aplicarse a las válvulas manuales que dispongan de microposicionador y válvulas PCV.

El siguiente ejemplo puede aplicarse a las válvulas manuales que dispongan microposicionador y válvulas PCV.

En el caso de las válvulas manuales se utilizan dos modelos de módulos, *FLAG* y *DEVCTL*. En cambio, en las PCV se utiliza el módulo *DEVCTL*. La diferencia entre estos dos módulos, es la utilización del parámetro *.FL* para *FLAG* o *.PVFL* para *DEVCTL*. En de este último caso, se puede disponer del *.PVFL[n]*, n puede ser 0, 1 o 2, la cantidad de estados disponibles y con la función de animar cada estado independientemente.

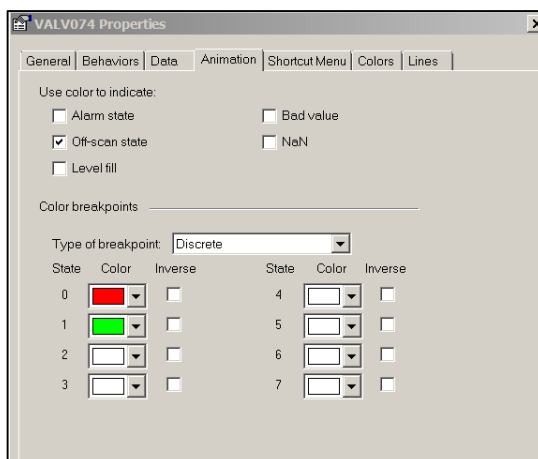


Figura 6.29. Ejemplo de animación de una válvula manual.

6.5. Creación de nuevos *Display*

6.5.1. *Display*: Intercambiador

La pantalla del intercambiador se crea con la finalidad de visualizar los estados de los intercambiadores H101-1 y H-101-2 y con sus respectivos modos a emplear (Modo reposo, Modo trabajo, Modo operador)

Es importante saber cuándo estos equipos se encuentran en funcionamiento, ya que para el proceso de carga de betún a la cisterna este debe estar dentro de un rango de temperatura para que el cliente lo reciba a la temperatura esperada.

Para ello, se hace pasar el betún por el intercambiador cambiando la PCV3V-14 a posición intercambiador, de esta forma se aumenta la temperatura siempre y cuando no se encuentre dentro del rango de temperatura establecido o cuando se requiera calentar el betún antes de cargarlo a la cisterna. Por este motivo, se programarán los siguientes modos:

- Modo reposo (Auto), esta secuencia inicialmente permite el paso de aceite al intercambiador y abre la válvula de salida de betún, para que se expanda. Seguidamente, permite regular la temperatura del interior del intercambiador abriendo/cerrando la PCV de aceite, de tal forma mantener constante el *Set Point* programado (120°C o el que se requiera) con una banda de $\pm 10^\circ\text{C}$.
- Modo trabajo (Auto), esta secuencia abre el paso de aceite por el intercambiador para que aumente la temperatura hasta el *Set Point* programado (200°C o el que se requiera), una vez la temperatura llega a consigna, permite abrir la PCV de paso del producto que envía al intercambiador, trabajando con el intercambiador a su máximo rendimiento.
- Modo operador (Manual), esta secuencia permite manipular las válvulas sin seguir ninguna secuencia.

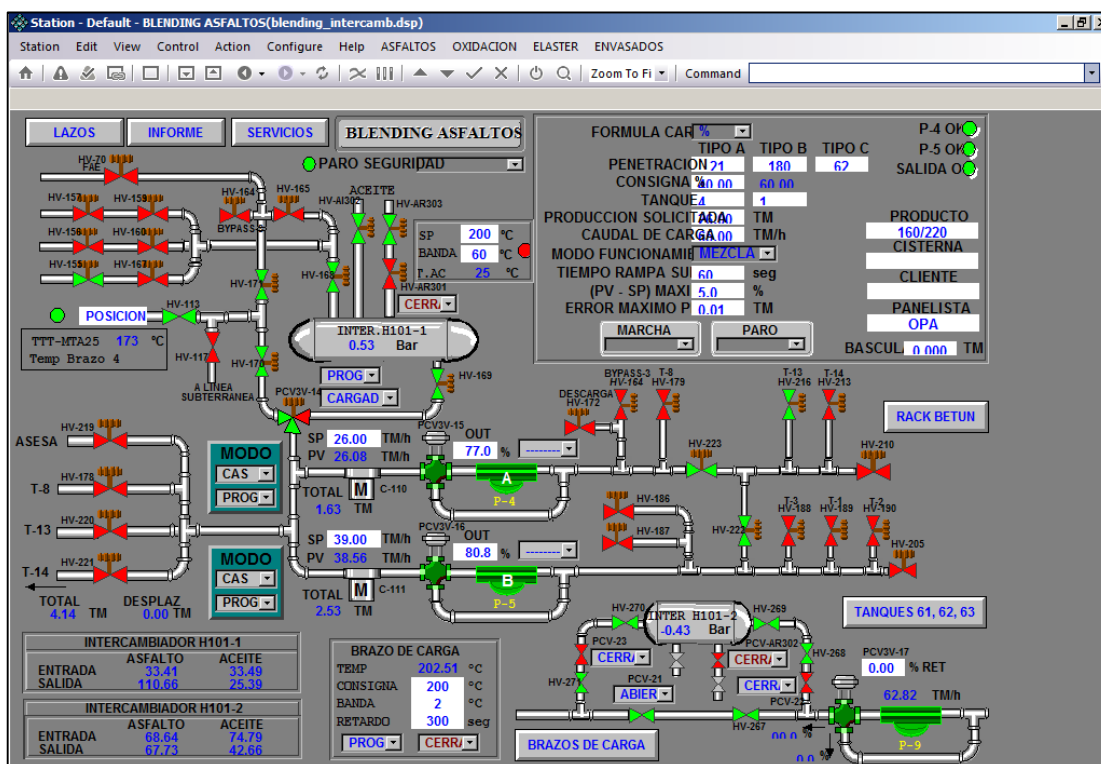


Figura 6.30. Display Intercambiador anterior.

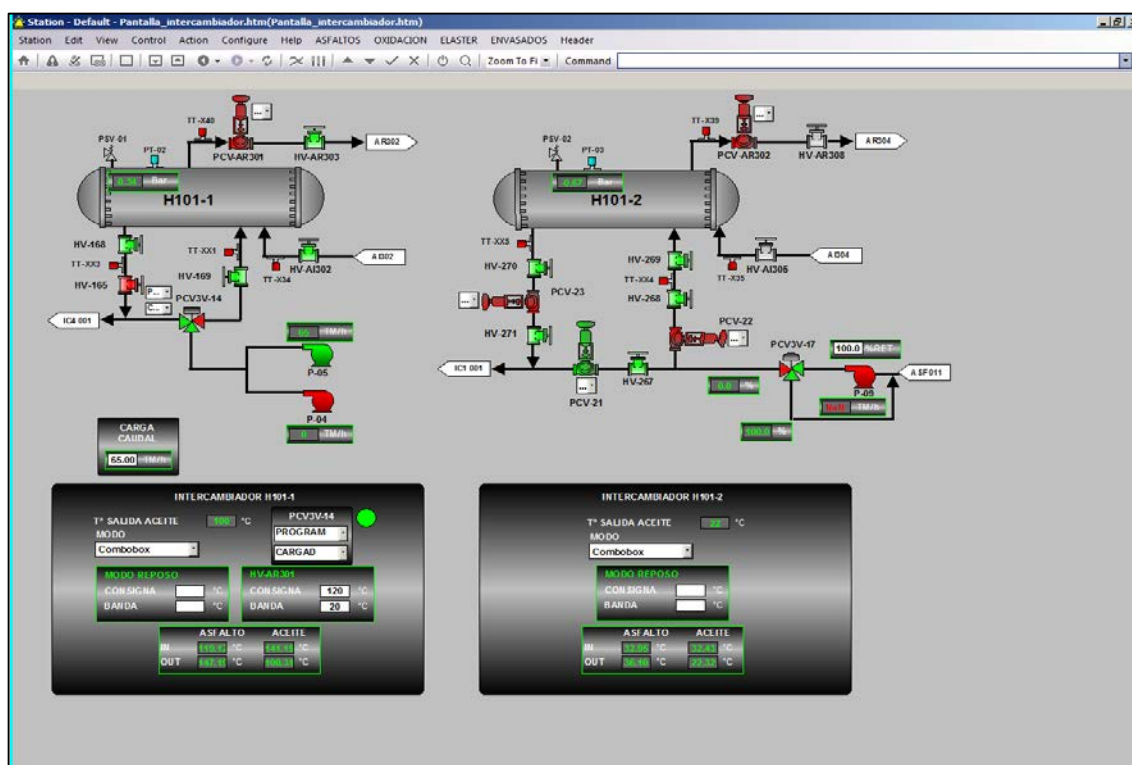


Figura 6.31. Display Intercambiador nuevo.

6.5.2. *Display:* Brazos de carga

El diseño de esta pantalla tiene la finalidad de incorporar los 4 brazos de carga de cisterna en una zona de la pantalla para tener siempre visible los brazos que están siendo utilizados y los equipos que intervienen en el proceso de carga.

En las siguientes figuras 6.32, 6.33 y 6.34, se observa la distribución de los brazos de carga en cada pantalla. Todas las bombas tienen asociado un brazo de carga pero también dispone de diversas combinaciones según el recorrido tanque-bomba, bomba-brazo.

Por otra parte, todos los brazos se encuentran conectados en una misma línea, facilitando la maniobrabilidad del proceso de carga y el bypass entre brazos 4, 3, 2 o 1.

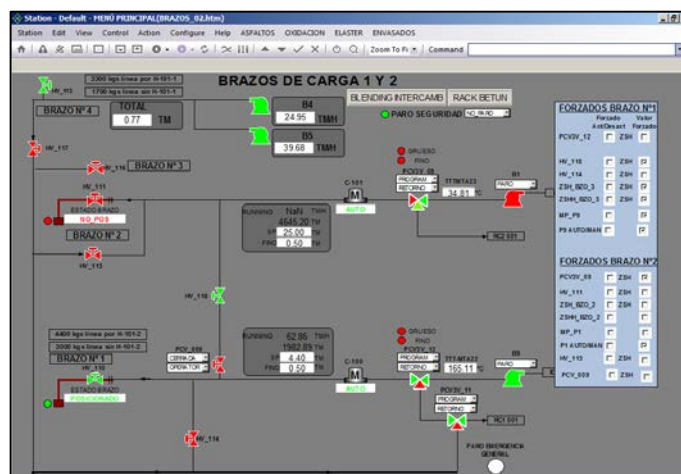


Figura 6.32. *Display* Brazos de carga 1 y 2.

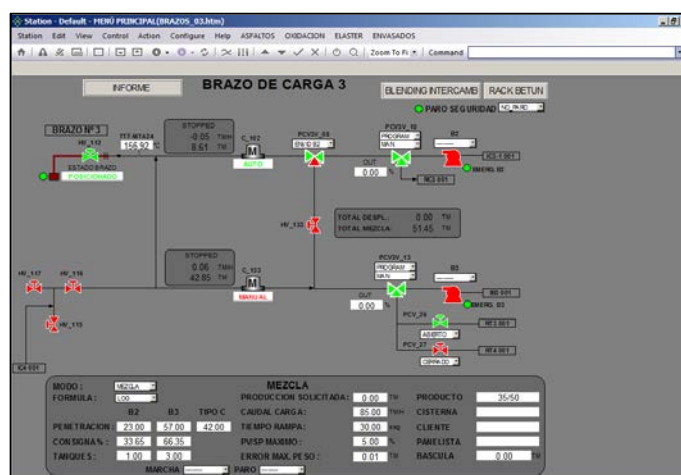


Figura 6.33. *Display* Brazos de carga 3.

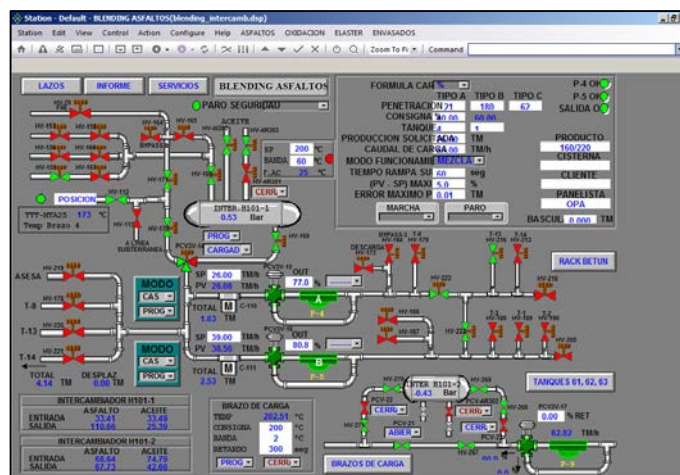


Figura 6.34. Display Brazos de carga 4 y 1.

Como se observar en la siguiente figura, se han añadido a la pantalla parte de las válvulas que necesitan de microposicionadores para poder visualizar el estado de la lineación del recorrido de tanque a brazo. Posteriormente en el apartado 7.2 se detalla el listado de válvulas que necesitan de microposicionadores para mejorar el proceso y aumentar la seguridad de la planta.

En la propuesta inicial, se plantea incorporar los bloques que aparecen a la derecha de la figura 6.35 permitiendo seleccionar los tanques, bombas, productos, clientes, cisternas, permitiendo seleccionar si pasarlo intercambiador o si necesita desplazamiento de producto para no tener contaminación en línea o en cisterna, pero para ello es necesario programar una secuencia que registre todos los datos (especialmente tanques, bombas, productos a cargar).

El método de desplazamiento de producto se puede realizar mediante un desplazamiento a tanques o cisterna, este último se realiza cuando se cargan a las cisternas productos compatibles sin que esta carga pierda la especificación del producto.

Por otra parte, se plantea configurar una secuencia, para poder relacionar los tanques, como por ejemplo, relacionar nivel del tanque con el caudalímetro y con el producto retenido en la línea e intercambiado; recorrido tanques-bombas; recorridos bombas-brazos; recorridos retornos y desplazamientos.

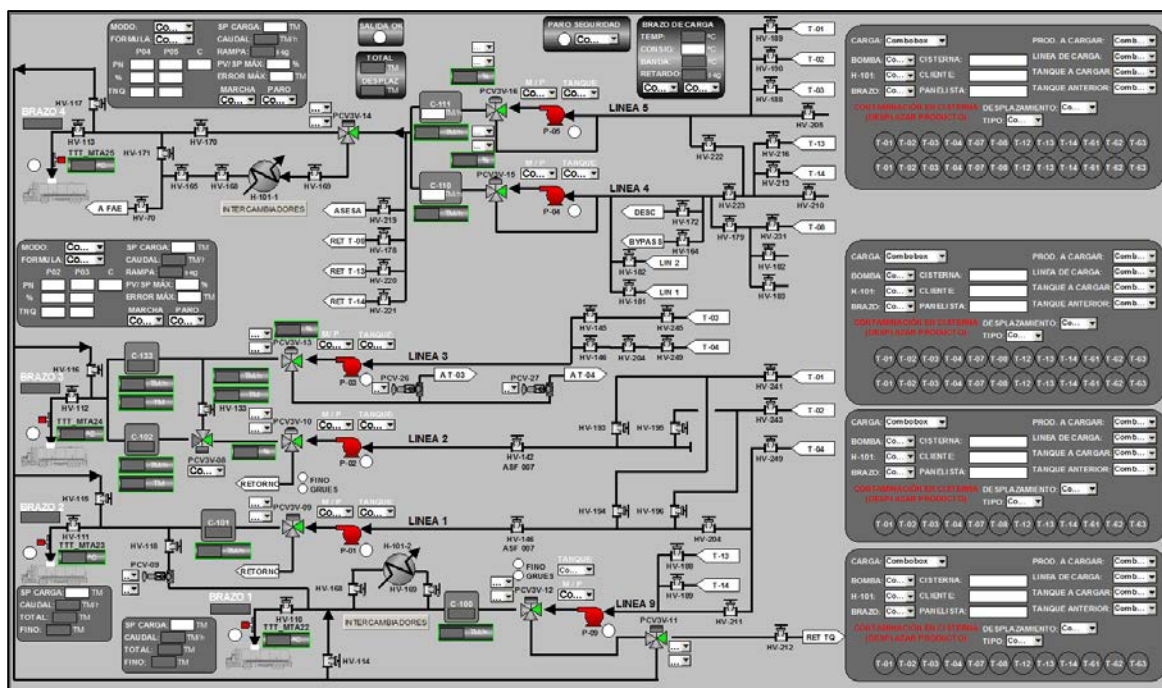


Figura 6.35. Display. Brazos de carga, propuesta inicial.

Al no disponer de todas las lógicas de control necesarias, se propone extraer los bloques que aún no están operativos, permitiendo operar la pantalla sin tener que visualizarlos.

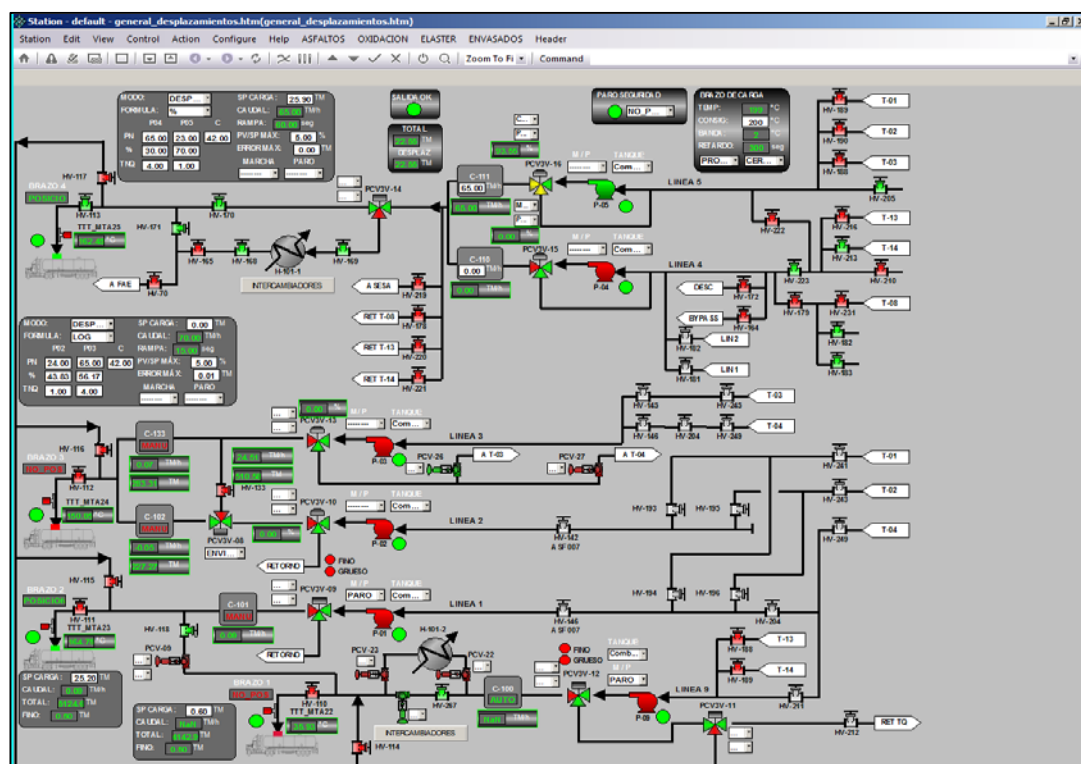


Figura 6.36. Display. Brazos de carga.

6.5.3. *Display*: Rack betún

Se propone modificar el rack de betún para que este visualice todo el recorrido del rack y con todos sus equipos más importantes. También de esta forma, se tiene en cuenta las válvulas de los tramos de tanques-bombas, bombas-brazos que disponen de microposicionadores.

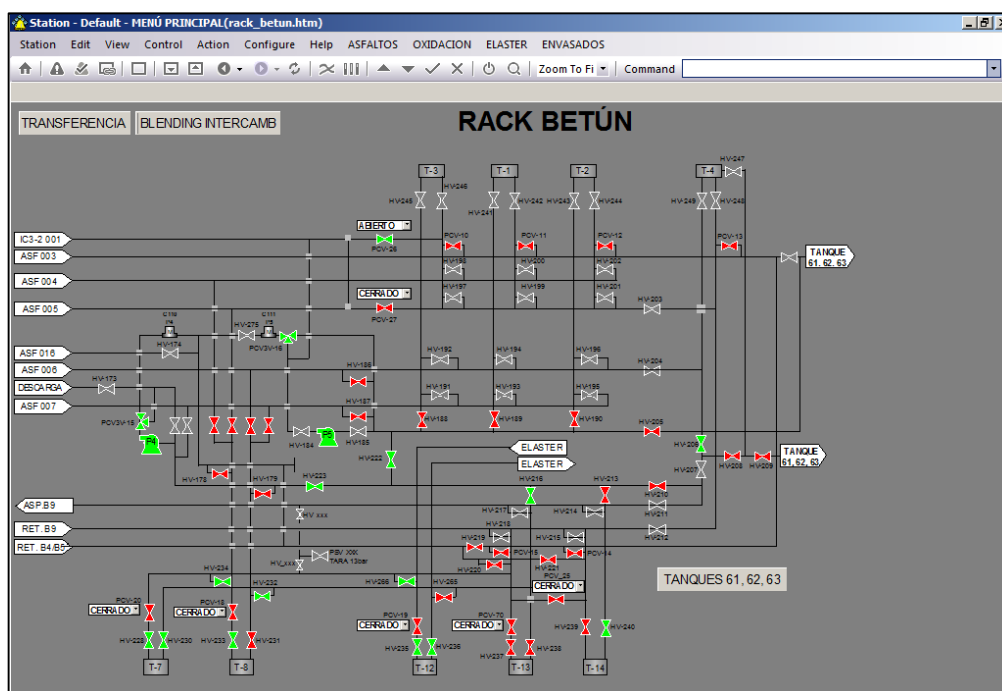


Figura 6.37. *Display* Rack betún.

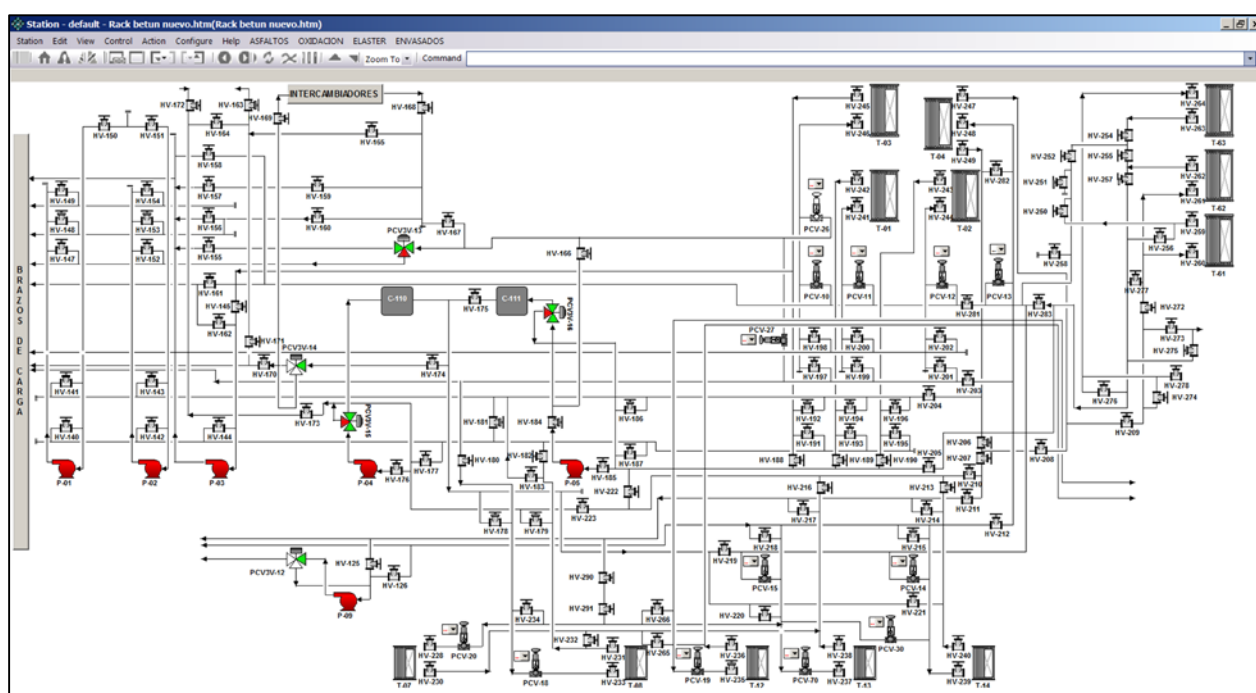


Figura 6.38. *Display* Rack betún propuesta.

6.6. Mejoras de *Display* realizadas

Como se ha podido observar se han logrado realizar las siguientes mejoras:

- Desactivar de *Station* las pantallas que se encuentran fuera de servicio.
- Se han actualizado las pantallas de tanques creadas con *Display Builder* al *HMIweb*, se han mejorado con la incorporación de la línea de servicio (Aceite) y la instrumentación del equipo.
- Incorporación de los colores corporativos.
- Se ha mejorado la animación de las PCV que contienen dos finales de carrera, actualizando el parámetro de animación para estos casos (*.GPV*).
- Se han incorporado la instrumentación y tags respectivos a las pantallas actualizadas y a las nuevas pantallas.
- Creación de pantallas: Intercambiador, Brazos de carga y Rack betún.
- Las pantallas de los tanques betún se encuentran en el apartado de anexos B.1.

7. MEJORAS DE PROCESO Y DE SEGURIDAD

Durante el transcurso del proyecto se ha observado que se puede realizar una serie de mejoras dentro de la planta, aplicando nueva lógica o retocando esta para poder adquirir una mayor seguridad y facilidades operacionales. Las mejoras que se proponen son las siguientes:

- Mejora en la carga de cisternas mediante la instalación de microposicionadores.
- Automatización del enfriador de la fábrica de emulsiones.
- Automatización de válvulas. Asociar a las lógicas de sobrellenado de los tanques 61, 62 y 63.
- Reajuste de la lógica del reactor de betún modificado.
- Reajuste de la lógica del transmisor de presión PT-04.
- Recategorización de alarmas.

7.1. Mejora en la carga de cisternas

Una de las mejoras que se pretende llevar a cabo mediante este proyecto es la de la carga a cisternas. Actualmente existen problemas relacionados con el barrido de estas líneas. Para evitar al máximo la contaminación cruzada, se ha decidido considerar la posibilidad de implementar como mejora la instalación de microposicionadores conectados al DCS en las válvulas manuales directamente implicadas en las alineaciones entre tanques, bombas y brazos de carga.

Teniendo esto en cuenta, en primer lugar se ha procedido a identificar estas válvulas directamente implicadas o críticas mediante el P&ID de la planta de betún y *elaster* proporcionado por la empresa siendo aquellas válvulas que hace falta abrir o cerrar para una determinada alineación tanque-bomba. El correspondiente listado se encuentra en el apartado C.1. de los anexos del presente documento. Cabe mencionar que no se ha creído necesario realizar este procedimiento para las alineaciones bomba-brazo de carga, ya que las válvulas correspondientes ya disponen de microposicionadores actualmente. Posteriormente, de los recorridos desde tanques a bombas, se han descartado también todas aquellas válvulas que ya se disponen de un microposicionador, dando lugar al siguiente listado de válvulas pendientes de dicha instalación en la tabla 7.1, siendo en total 28 unidades:

Tabla 7.1. Válvulas a las que procede instalar microposicionadores.

Pendientes de instalación de microposicionadores			
HV-119	HV-144	HV-192	HV-241
HV-125	HV-145	HV-193	HV-243
HV-126	HV-146	HV-194	HV-245
HV-140	HV-150	HV-195	HV-249
HV-141	HV-151	HV-196	HV-282
HV-142	HV-162	HV-204	HV-290

Pendientes de instalación de microposicionadores			
HV-143	HV-191	HV-207	PC3V-16

En el apartado 9 del presente documento se encuentra el estudio realizado en cuanto al coste de dicha mejora propuesta, así como su período de *payback*.

7.2. Automatización de válvulas: Tanques de betún T-61, T-62 y T-63

Una de las mejoras que se proponen consiste en la automatización de las válvulas correspondientes a las líneas de entrada a los tanques de betún T-61, T-62 y T-62. De esta forma, mejoraría de forma significativa la seguridad de estos tanques; actualmente los equipos de sobrellenado de los que disponen cada uno de estos tienen alarmas de muy alto nivel incorporadas, pero no accionan nada debido a que todas las válvulas de las líneas correspondientes son manuales. Por lo tanto, se depende de que el panelista vea dicha alarma y posteriormente un operador cierre la válvula de entrada que corresponda. Si dichas válvulas de cada entrada se automatizan, los equipos de sobrellenado de los tanques podrán asociarse a nuevas lógicas que incluyan el enclavamiento de dichas válvulas al activarse estos, mejorando así la seguridad de la planta.

Se ha realizado un esbozo de la modificación propuesta sobre el P&ID de esta parte de la planta, donde se ha sustituido cada válvula manual por una automatizada incluyendo los *interlocks* necesarios para los enclavamientos de seguridad que se proponen respecto a los equipos de sobrellenado. Éste se muestra en las figuras 7.1 y 7.2.

En la siguiente figura 7.3 se muestra el *chart* que correspondería al equipo de sobrellenado del tanque T-61 resultante al aplicar la mejora (aplicable a los dos tanques restantes), donde el cierre de la válvula se incluye como una de las salidas del enclavamiento que procede.

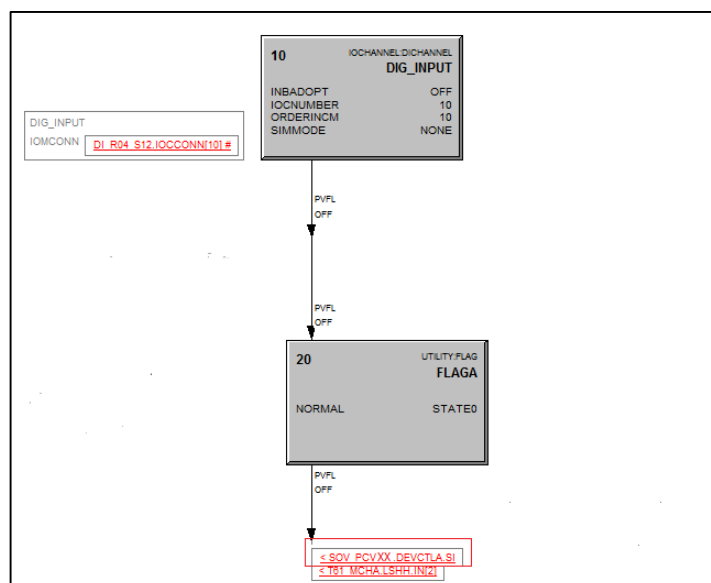


Figura 7.3. *Chart* de LSHH_T61 con la mejora propuesta.

7.3. Mejora de la lógica de betún modificado

Debido a la poca automatización en el momento de fabricación y dependencia casi absoluta de los operadores, para tratar de evitar el fallo humano se ha discutido la posible implementación de algunas lógicas de control que favorecerían la calidad del producto y facilitarían la operatividad de la planta.

7.3.1. Paro del agitador del reactor R-01 por bajo nivel

Otra de las mejoras propuestas consiste en vincular mediante las lógicas de control del DCS el paro del agitador en función del punto de consigna de bajo nivel en el sensor correspondiente del reactor de la planta de betunes modificados (*elaster*). Para ello, se ha añadido un *interlock* que vincule estos dos equipos entre sí en la parte del P&ID correspondiente a este proceso, tal y como se muestra en la siguiente figura 7.4.

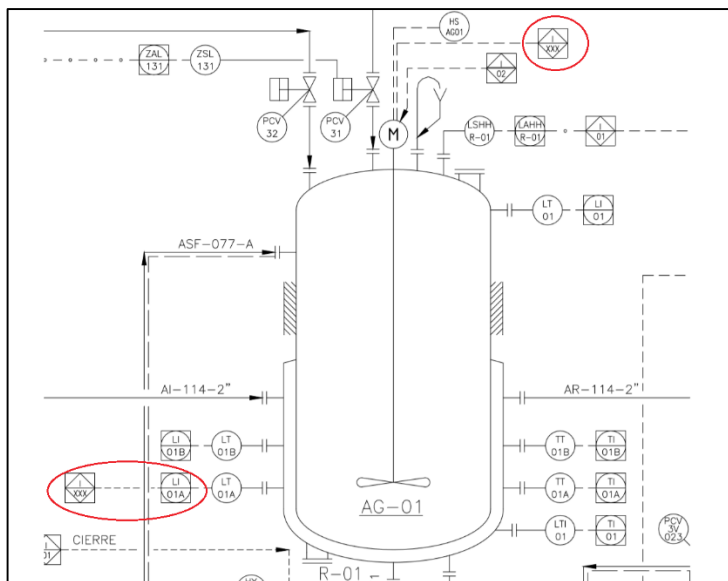


Figura 7.4. Añadido de *interlocks* en el sensor de nivel y el agitador.

Se ha realizado además un esbozo del nuevo chart que resultaría en el marcha/paro de dicho agitador (MP_AG_01) al aplicar la mejora, tal y como se muestra en la figura 7.5.

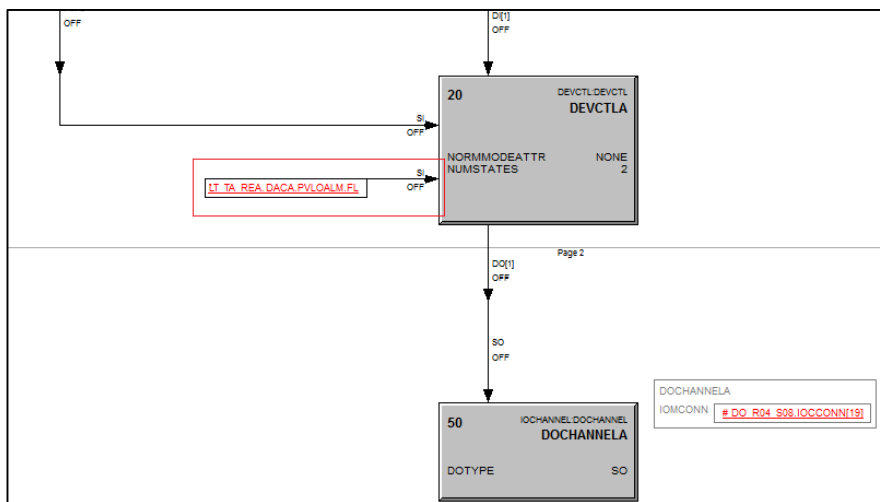


Figura 7.5. Chart de MP_AG_01 con la mejora propuesta.

7.3.2. Marcha automática del agitador en el reactor R-01

Además del paro del agitador por nivel bajo, para el reactor de *elaster* se ha pensado también como posible mejora el encendido de forma automática del agitador (AG-01) cuando la válvula automática de entrada de polímero al reactor PCV-31 esté abierta, facilitando así la operatividad de la planta. Para ello, se ha realizado un chart que incluya esta nueva lógica, tal y como se dispone a continuación en la figura 7.6.

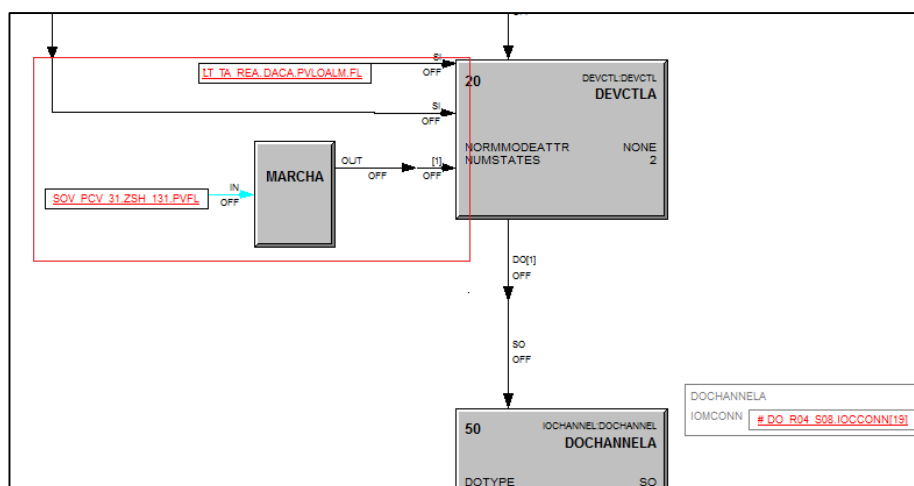


Figura 7.6. Chart de MP_AG_01 con la segunda mejora propuesta.

7.3.3. Marcha automática de agitadores en los tanques de betún modificado

La siguiente propuesta de mejora consiste en la marcha de un agitador cuando la válvula automática de entrada a éste se encuentra abierta además del nivel mínimo que debe tener el tanque, aplicable a los tanques de betún modificado T-7, T-8, T-12 y T-13. De esta manera, el agitador AG-07 se pondría en marcha con la apertura de la válvula PCV-20, AG-08 con la válvula PCV-18, AG-12 con la válvula PCV-19, AG-13 con la válvula PCV-70, AG-14 con la válvula PCV-30. La incorporación estas nuevas lógicas de control se han representado mediante un *chart*, correspondiente al marcha/paro del agitador del tanque T-7 y aplicable a los tanques de betún modificado restantes. Para este caso, se ha adicionado una lógica de negación para la entrada del final de carrera del que dispone la válvula PCV-20, correspondiente a la confirmación de estado de cierre. Posteriormente, se adiciona una lógica *AND* con la entrada de la anterior lógica y del bloque de datos del sensor de nivel. De este modo, la lógica se activará en caso de cumplirse ambas condiciones: la apertura de la válvula y el nivel mínimo en el tanque, tal y como se muestra en la siguiente figura 7.7.

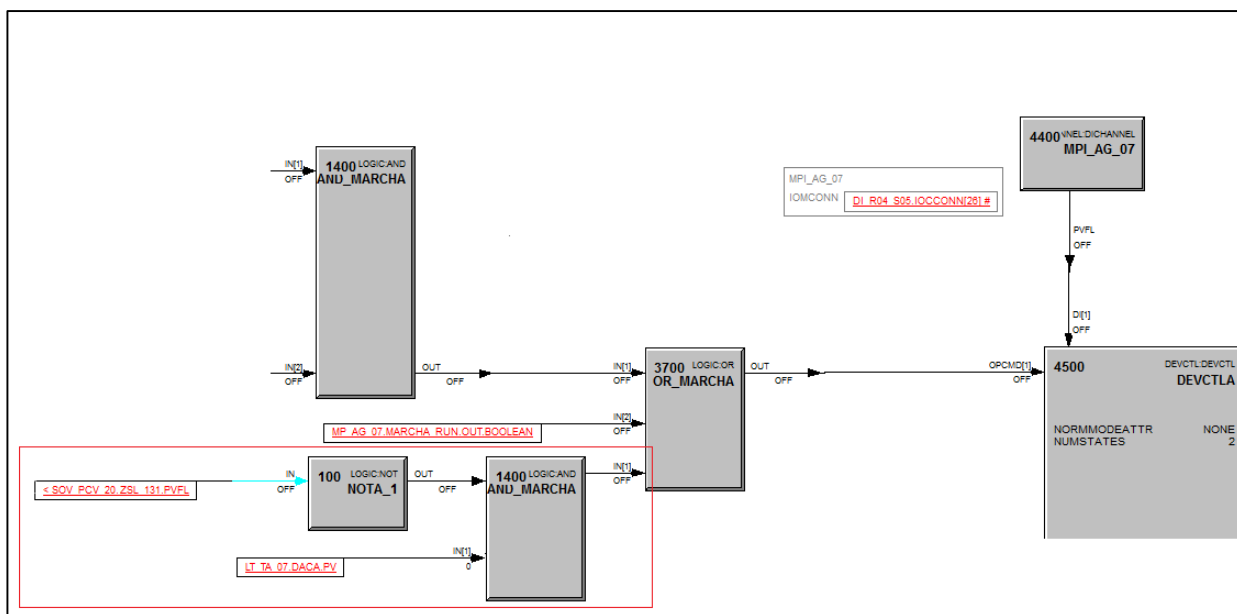


Figura 7.7. Chart de MP_AG_07 con la mejora propuesta.

7.4. Enfriador de emulsiones

Durante la fabricación de emulsiones, algunas alcanzan una temperatura equivalente a 90°C aproximadamente, necesitando así un enfriamiento para conseguir que la estabilidad de esta aumente. Actualmente, no se tiene un sistema de enfriado con una eficiencia elevada haciendo que en caso de que se realicen varias fabricaciones seguidas el agua del tanque de stock aumente su temperatura bajando la eficiencia que tiene. A causa de eso, se propone la siguiente mejora para poder realizar una automatización tal y como se muestra en la figura 7.8.

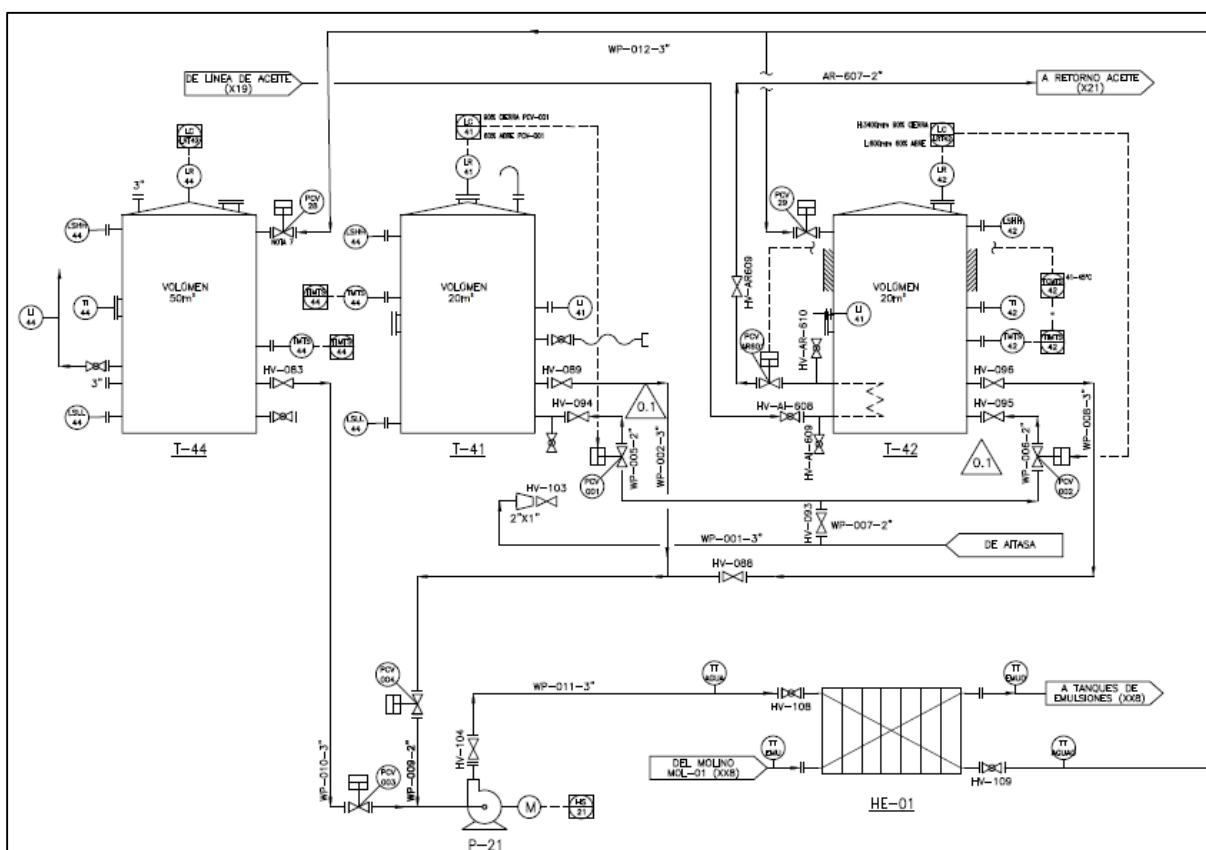


Figura 7.8. Propuesta del enfriador de emulsiones.

El objetivo de esta automatización es, en primer lugar, disminuir los posibles errores humanos que se pueden realizar en el momento de hacer pasar la emulsión por el enfriador al alinear los tanques. Además, se reduce así la posibilidad de usar agua del T-44, la cual al recircularla de forma constante al enfriador no absorbe la cantidad de calor deseada debido al incremento de temperatura producto de dicha recirculación.

En segundo lugar, el objetivo es poder rellenar el tanque de agua caliente (T-42) con el agua que pasa por el propio enfriador siempre y cuando el agua pase a una temperatura adecuada para luego

poder usarla en proceso y así evitar la utilización de aceite térmico usando calor proveniente del mismo proceso.

Este *sketch* se basa en reutilizar las válvulas PCV-03 y PCV-04 que actualmente están fuera de servicio para controlar el caudal de agua que pasa por el enfriador y regulando este en función de la temperatura de entrada al intercambiador de calor con un control PID. Además, dependiendo de la temperatura de salida del agua del intercambiador poder echar el agua en el tanque T-44 si es inferior a una temperatura designada y si es igual o superior poder dirigirla al T-42.

Este sistema de control tendría en cuenta el nivel de los tanques T-42 y T-44 con los radares que tienen incorporados y los finales de carrera de máxima i mínima para poder variar donde echar el agua procedente del intercambiador, así como en caso de nivel bajo en el T-44 poder aspirar directamente del tanque T-41. Finalmente, estaría programado un sistema de seguridad en caso de llenado de los tanques T-44 y T-42 que se abriera una válvula que enviaría parte del contenido del tanque T-44 a las balsas de agua para poder seguir aspirar otra vez del tanque T-41 en caso de fabricación.

7.5. Ajuste de la lógica de control del transmisor de presión PT-04

Durante la documentación de la lógica de control se ha apreciado que este transmisor de presión tiene la misma función de un paro de emergencia ya que en caso de sobrepresión del rack de betún modificado para todo lo que esté relacionado con esta línea: las bombas P-4, P-5, P-9, P-40, P-37 y finalmente el molino de fabricación de BM MOL-01. Colocado frente al tanque T-08 en el rack de betún que conecta todos los tanques de este producto, tal y como se muestra en la figura 7.9.

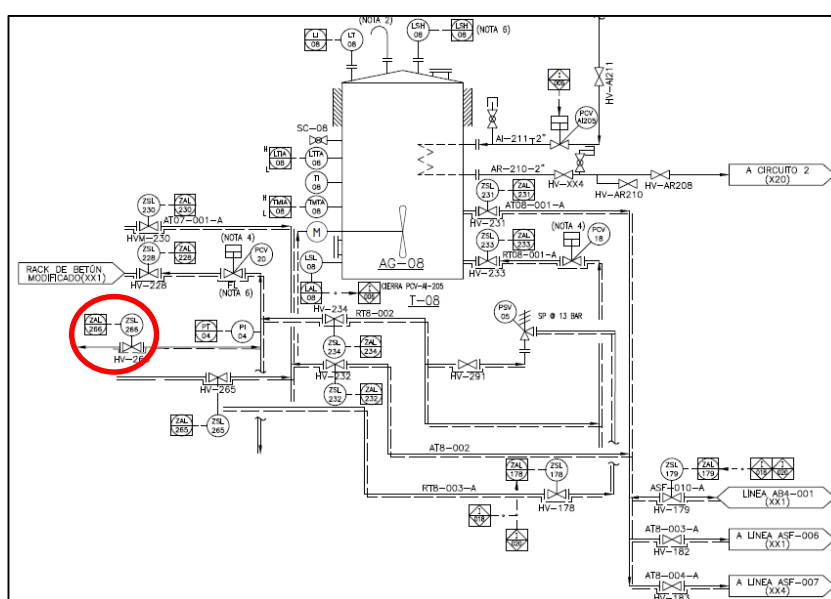


Figura 7.9. Localización del transmisor de presión PT-04

Se ha decidido realizar un estudio para poder proponer una alternativa no tan drástica a este enclavamiento de seguridad debido a que un paro del molino en plena fabricación puede afectar al producto y a los tiempos de fabricación estipulados. Por el otro lado, parar las bombas P-4 y P-5 mientras están en proceso de carga de cisternas por *blending*, puede llegar a afectar a la especificación del producto cargado haciendo que al cliente no le llegue el producto con una calidad adecuada.

Así pues, se ha considerado en primera instancia dividir la lógica en dos bloques, la parte de bombas de carga de cisternas por un lado y por el otro lado la fabricación de betún modificado obteniendo así algo como lo que muestra la figura 7.10.

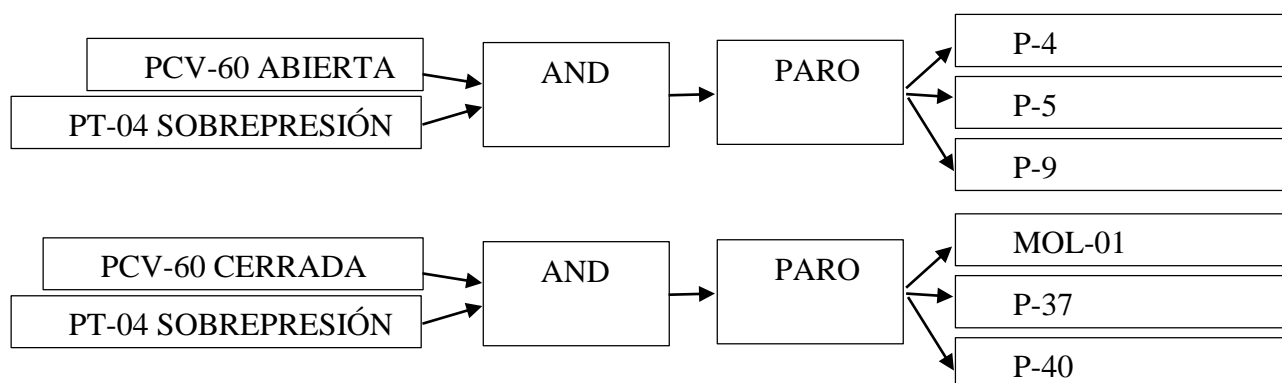


Figura 7.10. Lógica alternativa propuesta.

Debido a que la válvula PCV-60 es la válvula que envía el producto desde el R-01 (reactor de betún modificado) a esa línea se ha dispuesto tenerla como guía para saber si la sobrepresión viene dada por la fabricación de betún modificado o por las bombas de carga de cisternas.

Aunque la discriminación entre las dos zonas se adecua a lo demandado, esta no ofrece un nivel de seguridad igual o superior al que está establecido actualmente. Por lo tanto, se ha pensado en realizar un pequeño estudio en que la discriminación de estas dos zonas no se base solo en el estado de una válvula, sino que se base en el recorrido entero desde el reactor de *elaster* a los tanques pertinentes, en donde está instalado el equipo a estudiar.

Por lo tanto, se ha planteado realizar una lógica relacionada en el camino que sigue el producto para poder llegar a los tanques de betún modificado y mirando cuales son las válvulas importantes que hay en el camino, y en caso de cambio de camino que tal lógica siga funcionando. Estas válvulas son las automáticas de los tanques: T-07 (PCV-20), T-08 (PCV-18), T-12 (PCV-19), T-13 (PCV-70) y la del T-14 (PCV-30), tal y como muestra la figura 7.11.

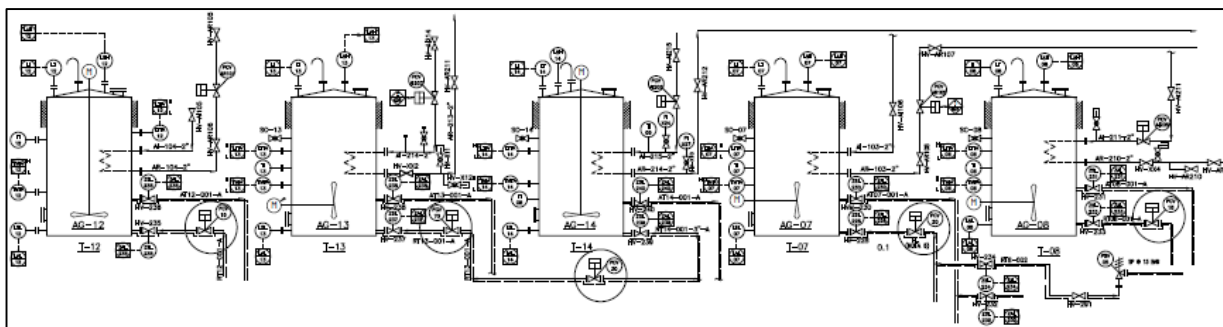


Figura 7.11. Válvulas de llenado de los tanques de betún modificado.

La lógica se basa en que en caso de que cualquier de las bombas esté en marcha y uno o más de estos tanques tenga la válvula abierta, es decir, si el final de carrera de cerrado que tienen estas válvulas instalados no da señal de que la válvula está cerrada y hay sobrepresión en la línea que para las bombas de fabricación de betún modificado.

7.6. Aplicación de protecciones adicionales a las líneas de *Petrosol*.

El producto *Petrosol* es un producto inflamable a temperaturas bajas (30-40 °C) [Ref. 6] y puede suponer un peligro para la integridad de la planta en caso de ignición de este. *Petrosol* es usado para la producción de emulsiones asfálticas y es impulsado por una bomba centrífuga hacia la zona de fabricación o por otro lado, se usa una bomba distinta para aspirarlo de una cisterna tal y como se muestra en la figura 7.12.

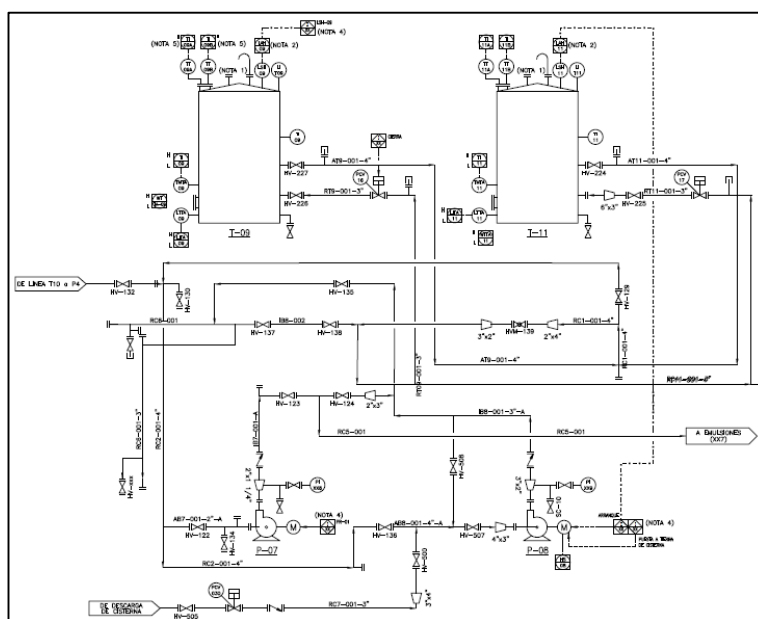


Figura 7.12. P&ID del sistema de tuberías de *Petrosol*.

Para poder evitar problemas de cavitación de las bombas, primeramente, se ha decidido programar un enclavamiento de seguridad en los tanques T-09 y T-11 que en caso de nivel muy bajo envíe una señal al motor de la bomba P-07.

Por otro lado, para proteger la bomba P-07 de los arranques y paradas constantes que padece, debido a la rangeabilidad de la válvula de control PCV-08(válvula de entrada a la fábrica de emulsiones asfálticas), la cual es mayor para el proceso que se utiliza, por lo tanto, se ha pensado en ajustar la apertura de la válvula manual HV-124. De esta forma, el valor del porcentaje de apertura de la válvula facilita que el caudal sea mucho más constante.

En la siguiente figura 7.13. se puede observar como funcionaria la recirculación planteada.

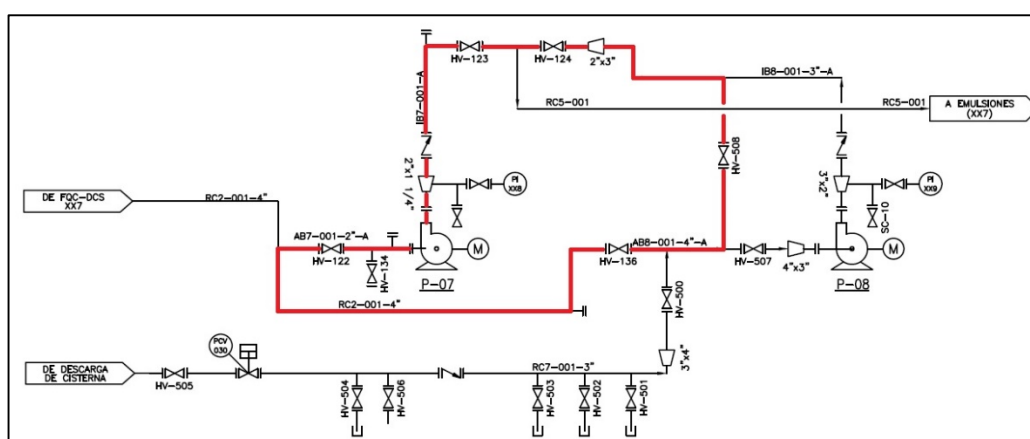


Figura 7.13. Recirculación de *Petrosol*.

Al observar las gráficas siguientes del funcionamiento de la bomba en función del caudal que se envía a fábrica, no es constante, esto supone una carga extra, provoca fatiga a la bomba al arrancar y parar. Se debe a que la PCV abre y cierra, cortando el envío bruscamente debido a la rangeabilidad de la válvula y la potencia de la bomba, que impulsa más producto de lo regulable, tal como se observa en la figura 7.14. Al buscar una solución, se observa que abriendo la válvula HV-124 se reduce la impulsión a fábrica, ya que realiza un bypass, efectuando que la PCV tenga un mayor control sobre el caudal impulsado, mejorando el comportamiento de control y más estabilidad a la hora de enviar producto a FAE.

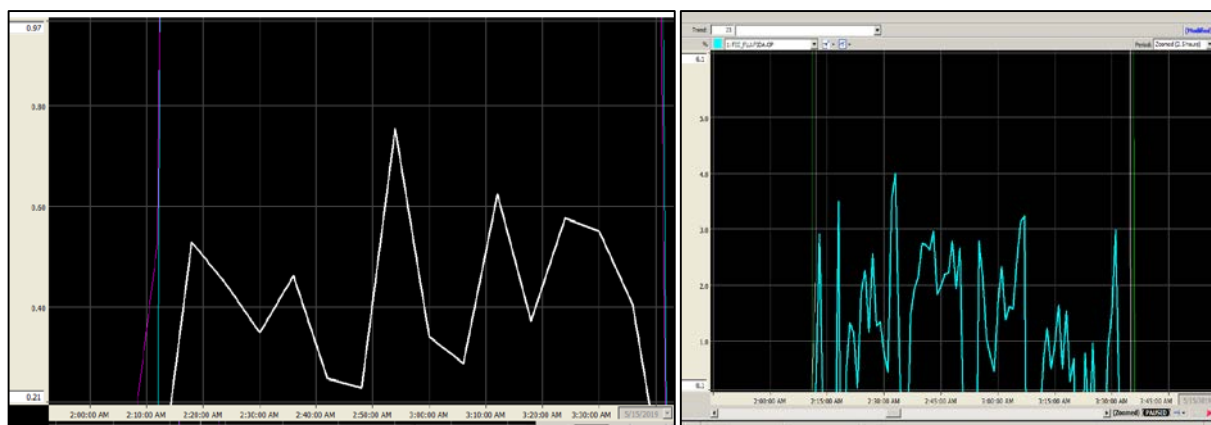


Figura 7.14. Caudal de *Petroso l*(izquierda) y % de apertura de la PCV-08 (derecha).

Finalmente, se regula la válvula manual, consiguiendo una mayor estabilidad de caudal y eliminar del todo las irregularidades de apertura en la válvula automática tal y como se puede ver en la figura 7.15.

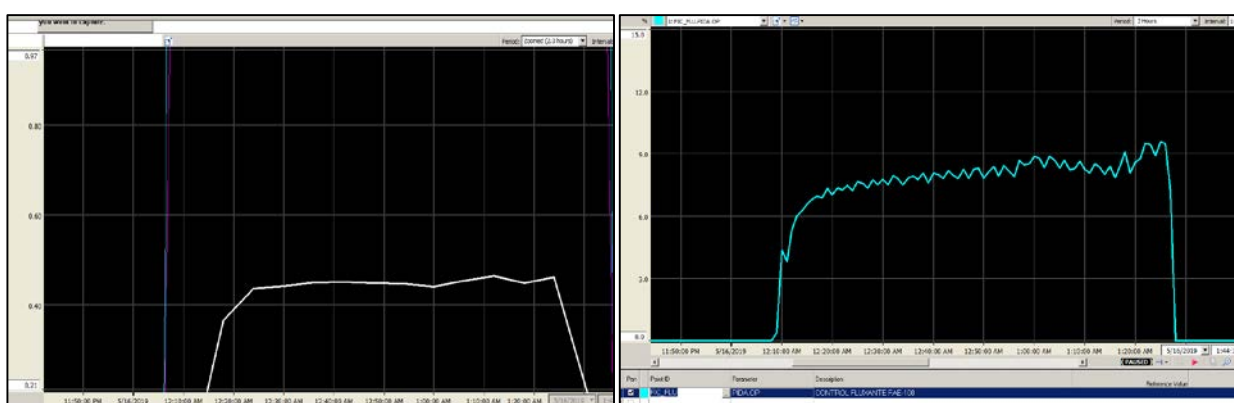


Figura 7.15. Caudal de *Petrosol* (izquierda) y % de apertura de la PCV-08 (derecha).

Para poder realizar esta acción de forma automática, debería automatizarse la válvula HV-124 para poder regular de forma automática la apertura de la PCV-08 y así ayudar a la operatividad de la planta y asegurar un funcionamiento adecuado de la bomba P-07 que envía el producto a fabricación.

7.7. Propuesta de recategorización de alarmas

En el siguiente apartado se realiza una propuesta de recategorización de alarmas, previa documentación de las alarmas configuradas actualmente en cada uno de los dispositivos, así como su prioridad. Esta recategorización se ha realizado siguiendo la guía de racionalización de alarmas de la propia empresa, contrastando los enunciados 1 y 2 que se exponen a continuación con la documentación de las alarmas actuales.

1. Solo se configurará una alarma de H o L. Si se desea LL y HH, las L y H solo serán *Alertas (Low Priority)*. La recategorización de alarmas sugerida mediante este enunciado se encuentra en la siguiente tabla 7.2.

Tabla 7.2. Recategorización de alarmas mediante el enunciado 1.

TAG DCS	Alarmas	Prioridad actual	Prioridad sugerida
LR_T42	HH/H/L/LL	H/H/H/L	H/L/L/L
LR_T41	HH/H/L/LL	L/L/L/L	H/L/L/H
LT_TA_07	H/L	L/L	H/H
LSHH_43	HH	Ninguna	H
LT_BL1	HH/H/L/LL	H/H/H/H	H/L/L/H
LT_BL2	HH/H/L/LL	H/H/H/H	H/L/L/H
P19	FALLO	Ninguna	H
PT_H101_1	HH/H	L/L	H/L
PT_H101_2	HH/H	L/L	H/L
SEGURIDAD_BZO_1	FALLO	Ninguna	H
SEGURIDAD_BZO_2	FALLO	Ninguna	H
SEGURIDAD_BZO_3	FALLO	Ninguna	H
WT_TA_04	HH/H/L	-/-/H	
ZSLHH_BZO_1	HH	Ninguna	H
ZSLHH_BZO_2	HH	Ninguna	H
ZSLHH_BZO_3	HH	Ninguna	H
ZSLHH_BZO_4	HH	Ninguna	H
ACC_T01-ACC_T63	HH/H	H/H	H/L
PT05	HH/H	H/H	H/L
PT04	HH/H	H/H	H/L

-
2. *No se configurarán alarmas en los estados de los motores o Válvulas ON-OFF. Se sustituirán por las de Feedback.* La recategorización de alarmas sugerida mediante este enunciado se encuentra en la siguiente tabla 7.3.

Tabla 7.3. Recategorización de alarmas mediante el enunciado 2.

TAG DCS	Alarmas	Prioridad actual	Prioridad sugerida
ZSH_HV_228	abierta	baja	ninguna
ZSH_HV_230	abierta	baja	ninguna
ZSL_HV_11	cerrada	urgente	baja

8. PROTOCOLO DE CAMBIOS: *CHARTS*

Con tal de mantener unificado el formato empleado en la descripción de las lógicas de control ante posibles nuevas implantaciones o cambios, se ha decidido realizar un protocolo a seguir en dichos casos.

- La descripción de la lógica a documentar deberá realizarse para cada uno de los instrumentos implicados en esta.
- Acceder a la aplicación *Configuration Studio* de *Experion PKS*. Dentro del servidor, acceder a *Control Strategy* y seguidamente a la pestaña *Configure process control strategies*.
- Asegurar que se está utilizando el modo *Project*. Dentro de la ventana *Library – Containment*, acceder al bloque *UTILITY*.
- Seleccionar la opción *TEXTCOMMENT* y derivarla al bloque del dispositivo del cual se realizará la descripción.
- Colocar el bloque de texto en la esquina superior izquierda. De no ser posible, hacerlo de manera que no interfiera con el *chart* de la lógica de control.
- Mediante la información que proporciona el *chart* de cada uno de los instrumentos implicados, elaborar dentro del bloque de texto una descripción clara y concisa que indique: las señales que proceden y el tipo (entrada/salida y analógica/digital), el *tag* de aquellos instrumentos que se ven afectados y de qué modo, los enclavamientos de seguridad y las alarmas que incluya.
- Identificar el bloque de texto con el nombre *LOGICA*.
- En la tabla de contenidos, junto al bloque de texto, aparecerá un símbolo en forma de flecha de color verde indicando que este está pendiente de subirse al sistema de control. Asegurar que el instrumento implicado no se está utilizando en el momento. Seleccionar el bloque y acceder a la opción *Upload* en la barra de herramientas.
- En la ventana emergente, seleccionar la opción de cargar el bloque en ambos servidores.
- Pulsar *Agree* conforme se está de acuerdo en que el dispositivo quede desconectado momentáneamente. El equipo al que se le esté aplicando el nuevo bloque quedará en *safe mode* pudiendo repercutir al funcionamiento normal de la planta.

9. ESTUDIO ECONÓMICO

Con tal de implementar la mejora de carga de cisterna, se realiza un estudio económico para mejorar los procesos operativos y a la vez incrementar la seguridad de la planta. Como se ha explicado en el apartado 7.1, se pretende instalar microposicionadores conectados al DCS en las válvulas manuales para evitar las contaminaciones cruzadas en la carga de cisterna. Con esta mejora se recibiría más información en la sala de control, sobre el estado de la posición de operación.

Para ello, se ha contactado con la empresa SYG para consultar los precios de los diferentes equipos y materiales necesarios para el proceso de instalación de microposicionadores.

La estimación del coste que supondría la mejora planteada se realiza teniendo en cuenta el precio de los microposicionadores, de los dos nuevos multiplexores (de 24 *slots* cada uno) y las tarjetas, los dos nuevos convertidores a fibra óptica, el cableado de cada válvula hasta el multiplexor, el cableado entre los dos multiplexores (situado uno en la caseta situada en la zona de bombas y otro en el armario de la fábrica de emulsiones), la mano de obra y la instalación al sistema de control. La cantidad de válvulas a instalarles microposicionadores es de 28, la distancia desde el convertidor hasta el multiplexor equivale a 100 metros y la distancia del cableado desde el multiplexor a cada una de las válvulas se estima de 25 metros. Además, se añade un 15% sobre el coste total como margen para cubrir posibles imprevistos que dificulten la instalación.

En la tabla 9.1 se resumen los costes tomados en consideración que se han descrito anteriormente.

Tabla 9.1. Presupuesto de instalación de microposicionadores.

	Precio/unidad		Unidad	Total
Micro omron D4MC-5040	39.71	€u	28	1,111.88
Cable 2x1	0.51	€m	700	357
Ingeniería (Addixa)	125	€h	10	1,250
Multiplexor	551.76	€u	2	1,103.52
Convertidor de fibra	802.36	€u	2	1,604.72
Mano de obra	25	€h	112	2,800
Fibra óptica	1.48	€m	100	148
Tarjetas DO	199.18	€u	2	398.36
Tarjetas DI	219.23	€u	2	438.45
Tarjetas AO	151.58	€u	4	606.31
Tarjetas AI	201.69	€u	2	403.39
Imprevistos (15%)	-		-	1,533.24
			Total	11,754.88

Se ha obtenido que el presupuesto para realizar esta mejora de proceso y de seguridad es de 11,754.88€

Para cuantificar un periodo de retorno aproximado de esta inversión, se ha partido de una media de fallos de cinco cisternas al año respecto las 9,000 cisternas que se cargan, de los cuales tres se reportan antes de su distribución. De esta manera, se estima que dos cisternas al año son reclamadas por contener un producto fuera de especificación. Sabiendo que estas cisternas tienen una capacidad de 25 Tm, y suponiendo que el precio del producto son 300€ por tonelada, se cuantifican unas pérdidas aproximadas de 15,000 €al año. El periodo de retorno es, por lo tanto, de 10 meses.

10. CONCLUSIONES

En este proyecto realizado hemos podido apreciar cómo es el sistema de control de una planta química y observado de primera mano cómo actúa la lógica de control sobre los diferentes equipos y procesos y como se recibe la información proveniente de los diferentes equipos instalados en la planta. También hemos podido ver y manipular el sistema control, observando directamente los cambios que se producen, además de ver directamente los armarios de control, los controles y los transmisores instalados por toda la planta enriqueciendo así la experiencia.

Por otro lado, el poder apreciar como son las pantallas de un panel de control, poder realizar un trabajo de mejora y de análisis de la lógica que se visualiza, de los pertinentes equipos representados en las pantallas. Observando con especial atención a la arquitectura de control y a la interpretación correcta de la lógica programada.

Además, aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de los estudios realizados para poder identificar y estudiar posibles mejoras de control, optimización y estimaciones económicas que pueden ser beneficiosas para la empresa y así poder mejorar la operatividad de la planta y especialmente la seguridad.

La posibilidad de realizar el proyecto en una empresa como Cepsa Comercial Petróleo ha sido una experiencia enriquecedora tanto a nivel profesional como personal, debido a que se trata de una factoría en la que se puede dialogar, obtener la opinión y adquirir los conocimientos que los trabajadores pueden transmitir. Además, se nos ha brindado la posibilidad de trabajar con una empresa experta en materia de control como *Addixa Control*, la cual nos ha aportado un gran conocimiento y enfoque sobre el sistema de control, equipamiento y *software* de *Honeywell*.

Finalmente, con este proyecto hemos podido comprobar que cada etapa que se desarrolla es importante, tanto en el diseño como en la implantación, facilitando y asegurando la correcta operatividad de la planta.

11. BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

[Ref. 1] INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL. DCS vs. PLC/SCADA/HMI: Una comparación en uso, *Jose Carlos Villajulca*. (Consulta 12/02/2019)

<https://instrumentacionycontrol.net/dcs-vs-plcscadahmi-una-comparacion-en-uso-parte-2-de-2/>

[Ref. 2] HONEYWELL. Experion LS I/O Specifications and Technical Data, EP03-110-400, V2. (Consulta 04/03/2019)

<https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/tech-specs/ep03-110-400-io-v2-feb12.pdf>

[Ref. 3] HONEYWELL. Experion PKS Control Builder Components Theory, EPDOC-XX16-en-500D (Consulta 22/02/2019)

<https://www.honeywellprocess.com/library/support/Public/Documents/Control-Builder-Components-Theory-EPDOC-XX16-en-500.pdf>

[Ref. 4] HONEYWELL. Uniformance® Insight Graphics Scripting User Guide, R110. (Consulta 22/02/2019)

<https://www.honeywellprocess.com/library/support/Public/Documents/Honeywell%20Uniformance%20Insight%20Graphics%20Scripting%20User%20Guide.pdf>

[Ref. 5] HONEYWELL. Experion LX HMIWebDisplayBuildingGuide, EXDOC-XX54-en-500A. (Consulta 01/03/2019)

<https://www.honeywellprocess.com/library/support/Public/Documents/HMIWeb-Display-Building-Guide-EXDOC-XX54-en-500A.pdf>

[Ref. 6] FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD (REACH). Identificador del producto: WS 15/20 V-40. Código: 0035 (CAS: 64742-82-1). Versión: 8. Revisión: 20/01/20 16. (Consulta 02/04/2019)

ANEXOS

A. DCS: DESCRIPCIÓN DE LÓGICAS

A.1. Betunes modificados

A continuación, se recoge la explicación del sistema de control utilizado en la fabricación de betunes modificados. Esto incluye los respectivos tanques de betún (T-01, T-02, T-03, T-04, T-61, T-62, T-63), de betún modificado (T-07, T-08, T-12, T-13, T-14), el rack que los conecta, su carga al reactor y el sistema de *blending* de estos asfaltos.

A.1.1. Tanque T-01

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

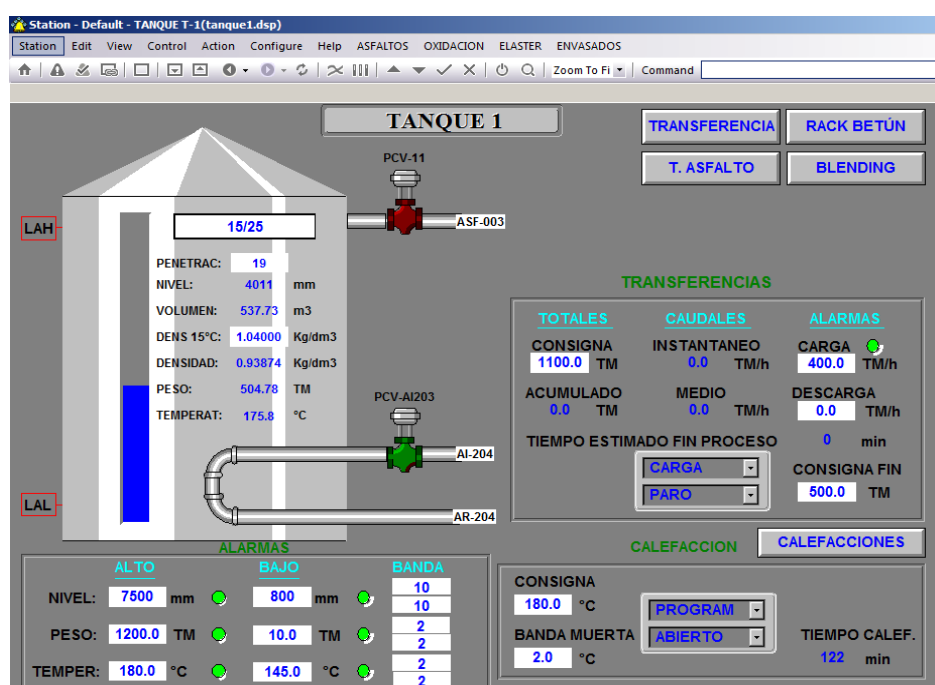


Figura A.1.1. *Display* en el DCS del tanque de betún T-01.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.1. Sistema de control del tanque T-01.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T1	Cuando el nivel del tanque de betún 1 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-01 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-11 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LSLL_T1	Cuando el nivel del tanque de betún 1 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-01 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI203 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_01	El instrumento LTTA-01 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel. Cuando el nivel del tanque sea bajo según la consigna programada, la válvula PCV-AI203 cerrará mediante una señal de salida digital.
TM_TA_01	El instrumento TMTA-01 proporciona la temperatura del tanque 1 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI203.

A.1.2. Tanque T-02

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

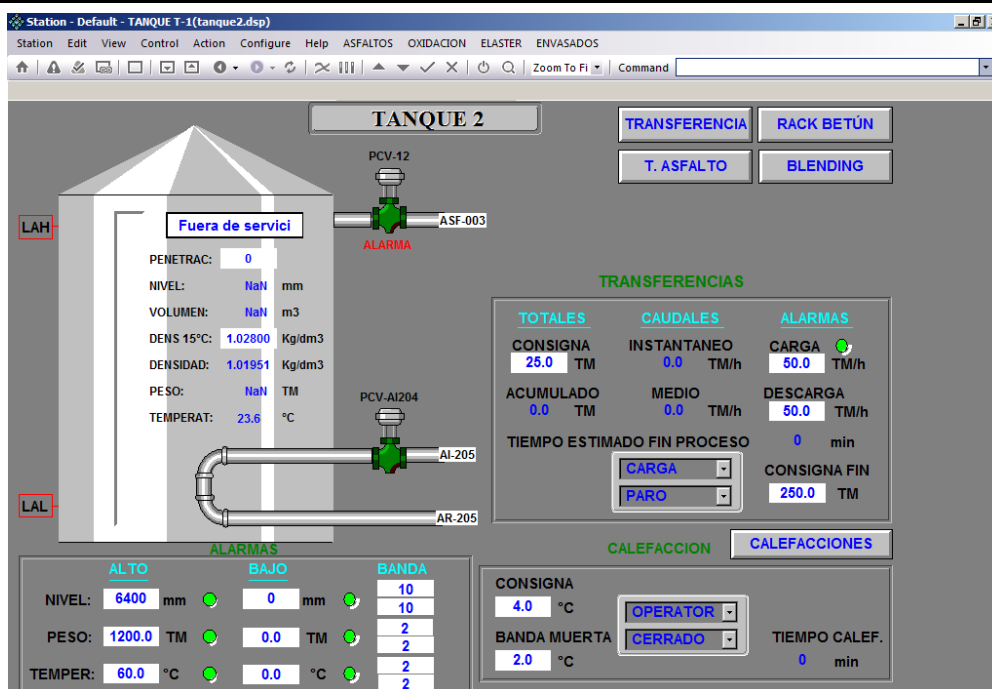


Figura A.1.2. Display en el DCS del tanque de betón T-02.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betón que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.2. Sistema de control del tanque T-02.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T2	Cuando el nivel del tanque de betón 2 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-02 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-12 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LSLL_T2	Cuando el nivel del tanque de betón 2 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-02 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI204 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_02	El instrumento LTTA-02 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel. Cuando el nivel del tanque sea bajo según la consigna programada, la válvula PCV-AI204 cerrará mediante una señal de salida digital.

TAG DCS	Funcionamiento
TM_TA_02	El instrumento TMTA-02 proporciona la temperatura del tanque 2 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI204.

A.1.3. Tanque T-03

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

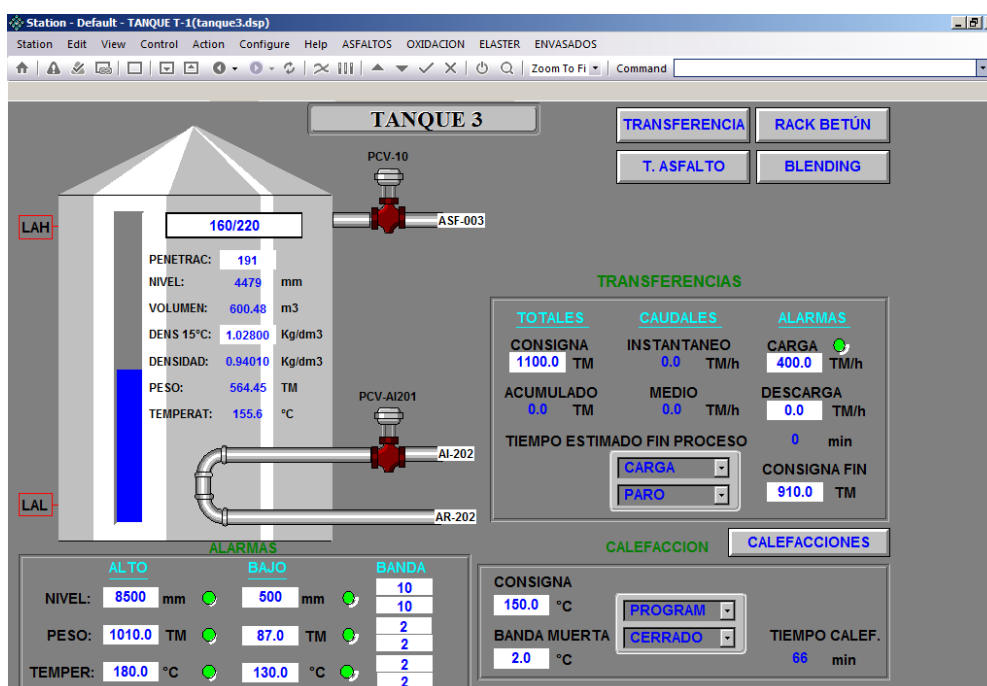


Figura A.1.3. Display en el DCS del tanque de betún T-03.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.3. Sistema de control del tanque T-03.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T3	Cuando el nivel del tanque de betún 3 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-03 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-10 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.

TAG DCS	Funcionamiento
LSLL_T3	Cuando el nivel del tanque de betún 3 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-03 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI201 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_03	El instrumento LTTA-03 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel. Cuando el nivel del tanque sea bajo según la consigna programada, la válvula PCV-AI201 cerrará mediante una señal de salida digital.
TM_TA_03	El instrumento TMTA-03 proporciona la temperatura del tanque 3 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI201.

A.1.4. Tanque T-04

A continuación, se muestra una imagen de la *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

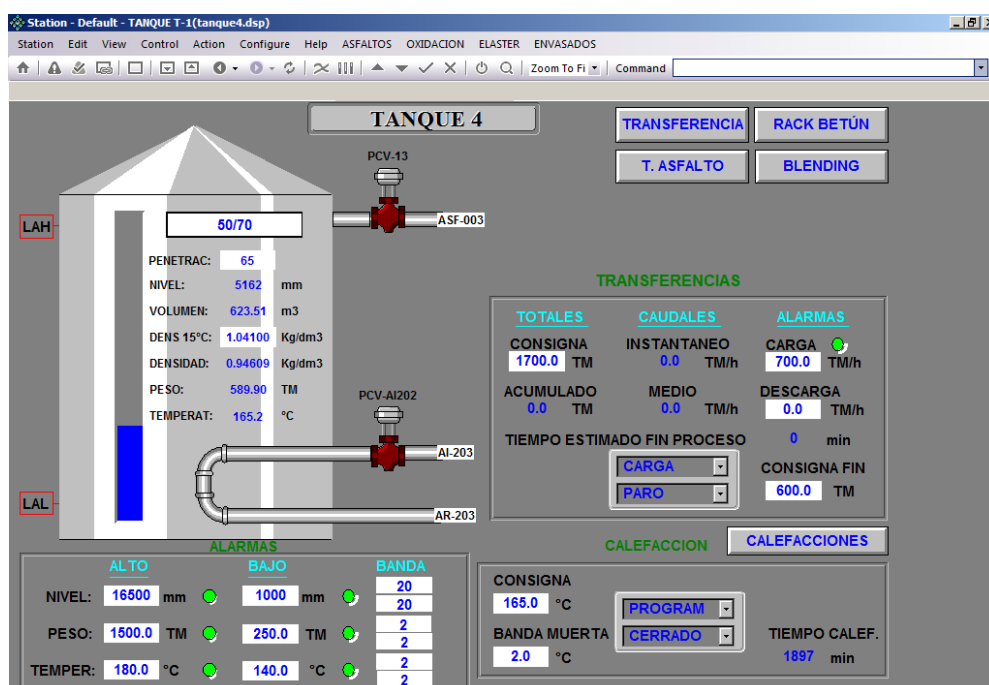


Figura A.1.4. Display en el DCS del tanque de betún T-04.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.4. Sistema de control del tanque T-04.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T4	Cuando el nivel del tanque de betún 4 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-04 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-13 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LSLL_T4	Cuando el nivel del tanque de betún 4 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-04 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI202 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_04	El instrumento LTTA-04 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel. Cuando el nivel del tanque sea bajo según la consigna programada, la válvula PCV-AI202 cerrará mediante una señal de salida digital.
TM_TA_04	El instrumento TMTA-04 proporciona la temperatura del tanque 4 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI202.

A.1.5. Tanques T-61, T-62 y T-63

A continuación, se muestra una imagen del *display* correspondiente a estos tanques del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluyen.

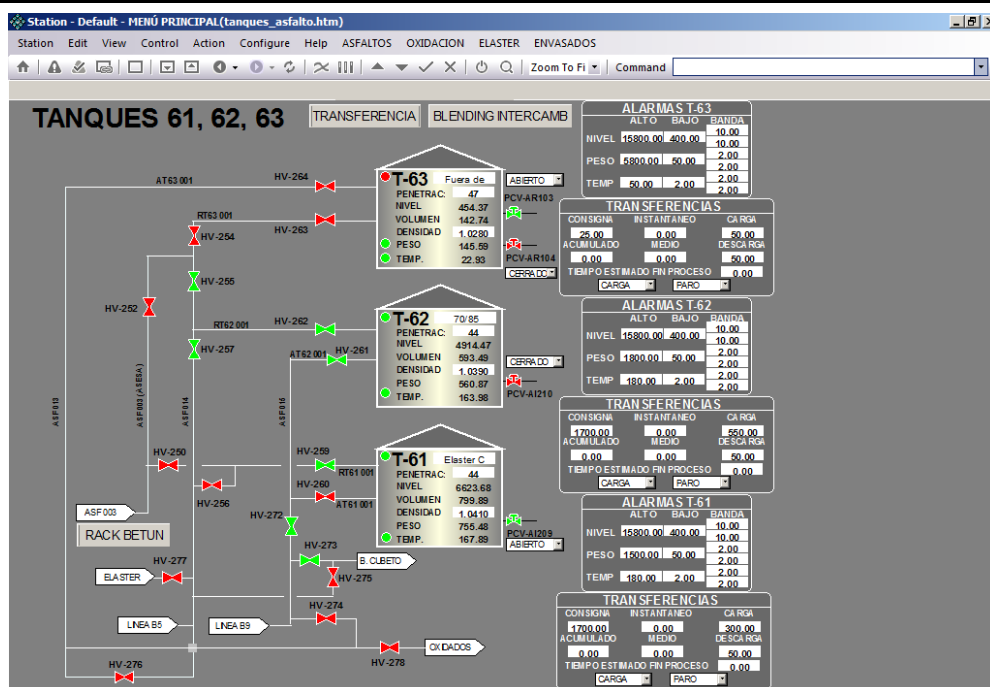


Figura A.1.5. Display en el DCS de los tanques de betún T-61, T-62 y T-63.

Toda la instrumentación de la cual disponen estos tanques de betún que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en las siguientes tablas con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.5. Sistema de control del tanque T-61.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T61	Cuando el nivel del tanque de betún 61 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-61 mediante una señal de entrada digital, y proporciona una alarma de muy alto nivel. La consiguiente manipulación de válvulas es manual según indicaciones.
LSLL_T61	Cuando el nivel del tanque de betún 61 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-61 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI209 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_61	El instrumento LTTA-61 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.

TAG DCS	Funcionamiento
TM_TA_61	El instrumento TMTA-61 proporciona la temperatura del tanque 61 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI209. Tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alta y una de baja temperatura.

Tabla A.1.6. Sistema de control del tanque T-62.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T62	Cuando el nivel del tanque de betún 62 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-62 mediante una señal de entrada digital, y proporciona una alarma de muy alto nivel. La consiguiente manipulación de válvulas es manual según indicaciones.
LSLL_T62	Cuando el nivel del tanque de betún 62 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-62 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI210 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_62	El instrumento LTТА-62 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.
TM_TA_62	El instrumento TMTA-62 proporciona la temperatura del tanque 62 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI210. Tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alta y una de baja temperatura.

Tabla A.1.7. Sistema de control del tanque T-63.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T63	Cuando el nivel del tanque de betún 63 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-63 mediante una señal de entrada digital, y proporciona una alarma de muy alto nivel. La consiguiente manipulación de válvulas es manual según indicaciones.

TAG DCS	Funcionamiento
LSLL_T63_1	Cuando el nivel del tanque de betún 63 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-63 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín superior PCV-AR103 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LSLL_T63_2	Cuando el nivel del tanque de betún 63 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-63 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AR104 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_63	El instrumento LTTA-63 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.
TM_TA_63	El instrumento TMTA-63 proporciona la temperatura del tanque 63 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando las válvulas de salida de aceite de ambos serpentines PCV-AR103 y PCV-AR104. Tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alta y una de baja temperatura.

A.1.6. Tanque T-07

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

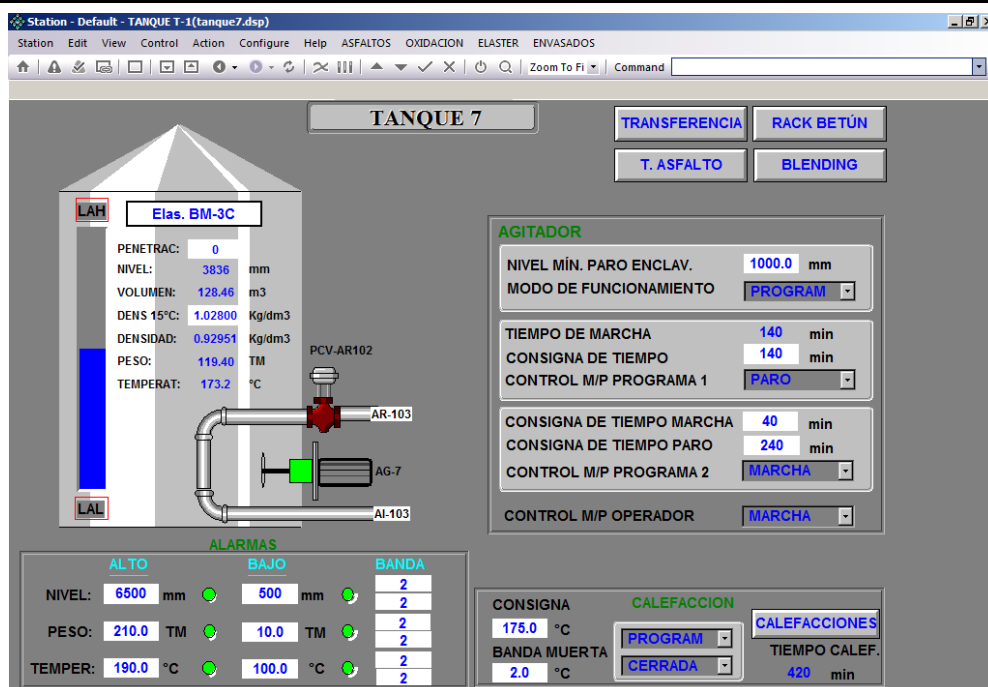


Figura A.1.6. Display en el DCS del tanque de betún modificado T-07.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún modificado que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.8. Sistema de control del tanque T-07.

TAG DCS	Funcionamiento
LAHH_T7	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 7 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-07 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-20 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LALL_T7	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 7 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-07 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AR102 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_07	El instrumento LTTA-07 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque 7 mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.

TAG DCS Funcionamiento

- TM_TA_07 El instrumento TMTA-07 proporciona la temperatura del tanque 7 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AR102.
- MP_AG_07 El nivel del tanque 7 debe llegar al punto de consigna especificado para el arranque del agitador (1m) según el instrumento LTTA-07, enviando una señal de salida digital. El motor del agitador recibe una señal digital de entrada de marcha y una vez llegada la consigna de tiempo en marcha (140 min), recibe una señal de entrada digital de paro. Pasada la consigna de tiempo de paro (40 min) vuelve a recibir una señal de entrada digital de marcha, esta vez con consigna de tiempo de 240 min. Esta última secuencia de marcha/paro se repite hasta que el nivel del tanque disminuya por debajo de la consigna.
-

A.1.7. Tanque T-08

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

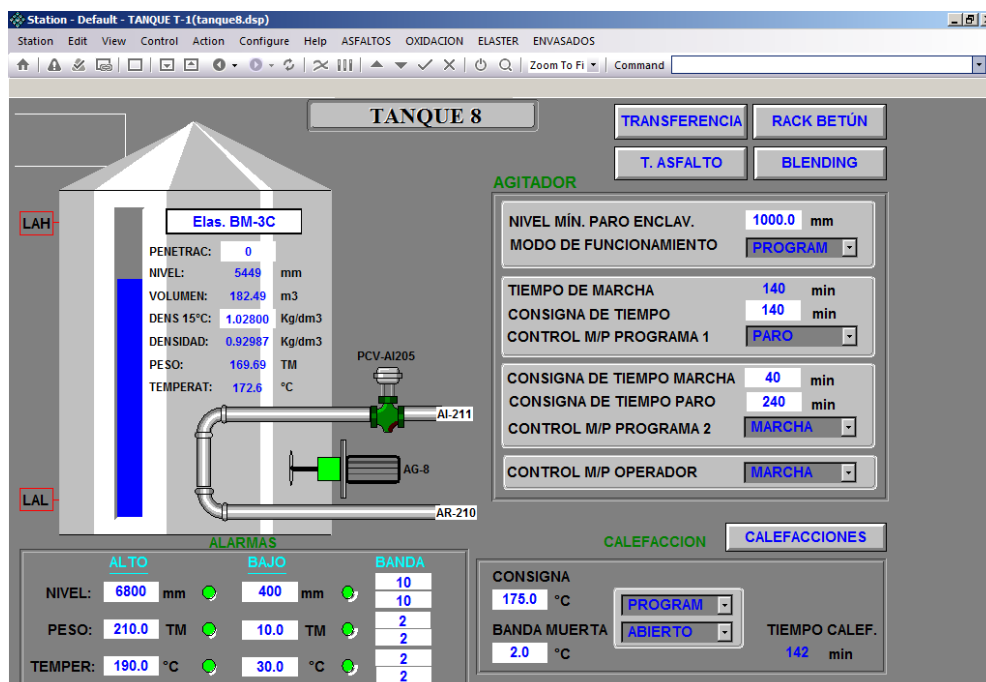


Figura A.1.7. *Display* en el DCS del tanque de betún modificado T-08.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún modificado que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.9. Sistema de control del tanque T-08.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T8	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 8 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-08 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-18 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LSLL_T8	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 8 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-08 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI205 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_08	El instrumento LTTA-08 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque 8 mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel. Cuando el nivel del tanque sea bajo según la consigna programada, la válvula PCV-AI205 cerrará.
TM_TA_08	El instrumento TMTA-08 proporciona la temperatura del tanque 8 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI205.
MP_AG_8	El nivel del tanque 8 debe llegar al punto de consigna especificado para el arranque del agitador (1m) según el instrumento LTTA-08, enviando una señal de salida digital. El motor del agitador recibe una señal digital de entrada de marcha y una vez llegada la consigna de tiempo en marcha (140 min), recibe una señal de entrada digital de paro. Pasada la consigna de tiempo de paro (40 min) vuelve a recibir una señal de entrada digital de marcha, esta vez con consigna de tiempo de 240 min. Esta última secuencia de marcha/paro se repite hasta que el nivel del tanque disminuya por debajo de la consigna.

A.1.8. Tanque T-12

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

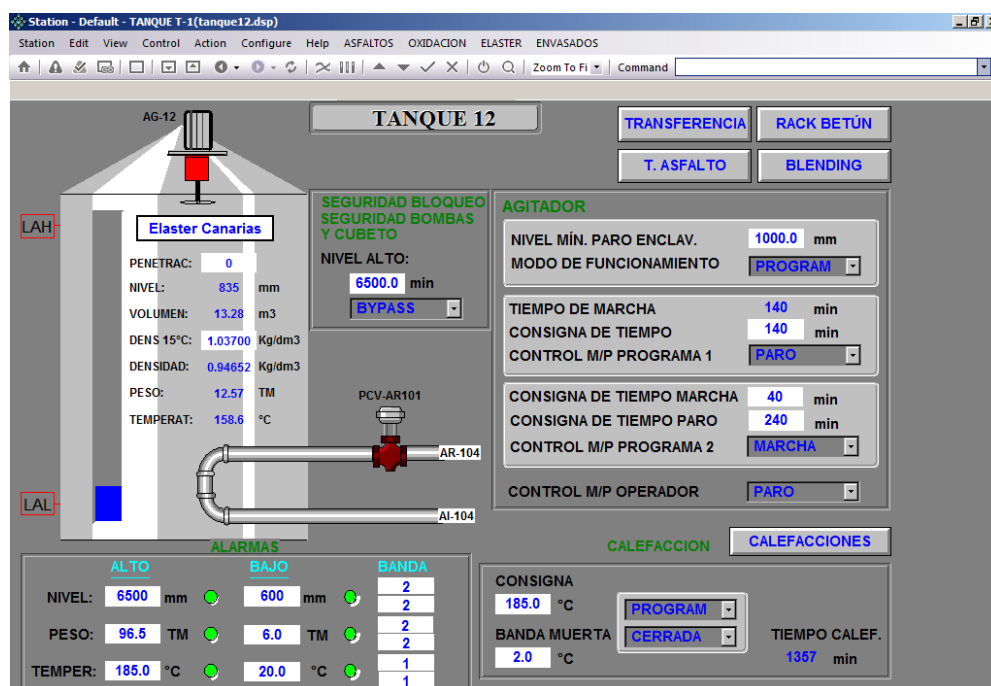


Figura A.1.8 Display en el DCS del tanque de betún modificado T-12.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún modificado que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.10. Sistema de control del tanque T-12.

TAG DCS	Funcionamiento
LAHH_T12	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 12 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-12 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-19 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LALL_T12	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 12 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-12 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AR101 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_12	El instrumento LTTA-12 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene

TAG DCS	Funcionamiento
	programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.
TM_TA_12	El instrumento TMTA-12 proporciona la temperatura del tanque 12 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AR101.
MP_AG_12	El nivel del tanque 12 debe llegar al punto de consigna especificado para el arranque del agitador (1m) según el instrumento LTTA-12, enviando una señal de salida digital. El motor del agitador recibe una señal digital de entrada de marcha y una vez llegada la consigna de tiempo en marcha (140 min), recibe una señal de entrada digital de paro. Pasada la consigna de tiempo de paro (40 min) vuelve a recibir una señal de entrada digital de marcha, esta vez con consigna de tiempo de 240 min. Esta última secuencia de marcha/paro se repite hasta que el nivel del tanque disminuya por debajo de la consigna.

A.1.9. Tanque T-13

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

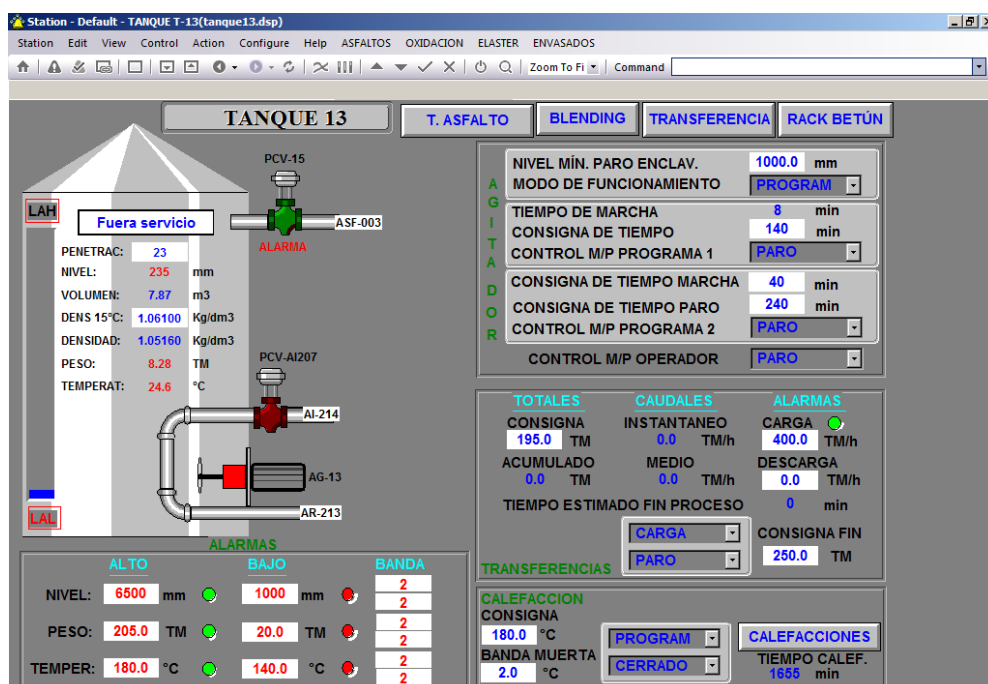


Figura A.1.9. Display en el DCS del tanque de betún modificado T-13.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún modificado que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.11. Sistema de control del tanque T-13.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T13	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 13 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-13 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-15 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LSLL_T13	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 13 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-13 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI207 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_13	El instrumento LTTA-13 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene

TAG DCS Funcionamiento

- programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel. Cuando el nivel del tanque sea bajo según la consigna programada, la válvula PCV-AI207 cerrará mediante una señal de salida digital.
- TM_TA_13 El instrumento TMTA-13 proporciona la temperatura del tanque 13 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI207.
- MP_AG_13 El nivel del tanque 13 debe llegar al punto de consigna especificado para el arranque del agitador (1m) según el instrumento LTTA-13, enviando una señal de salida digital. El motor del agitador recibe una señal digital de entrada de marcha y una vez llegada la consigna de tiempo en marcha (140 min), recibe una señal de entrada digital de paro. Pasada la consigna de tiempo de paro (40 min) vuelve a recibir una señal de entrada digital de marcha, esta vez con consigna de tiempo de 240 min. Esta última secuencia de marcha/paro se repite hasta que el nivel del tanque disminuya por debajo de la consigna.

A.1.10. Tanque T-14

A continuación, se muestra una imagen del *display* de este tanque del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

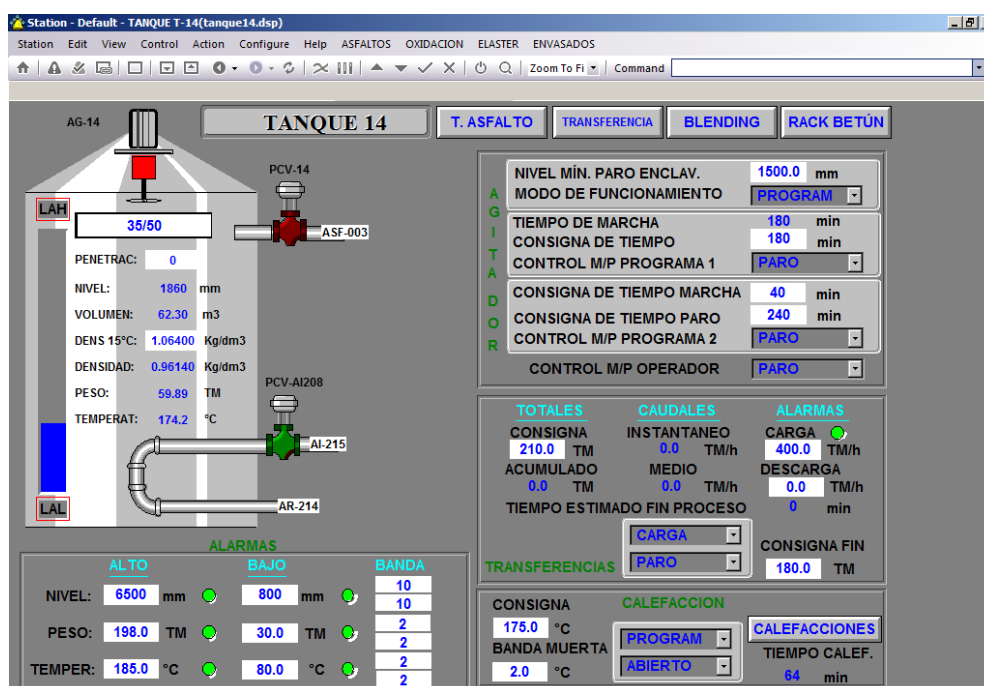


Figura A.1.10. *Display* en el DCS del tanque de betún modificado T-14.

Toda la instrumentación de la cual dispone este tanque de betún modificado que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento en el sistema de control.

Tabla A.1.12. Sistema de control del tanque T-14.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH_T14	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 14 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-14 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-14 (enclavamiento) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
LSLL_T14	Cuando el nivel del tanque de betún modificado 14 llega al mínimo, se activa el interruptor LSL-14 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de salida de aceite del serpentín PCV-AI208 y proporciona una alarma de muy bajo nivel.
LT_TA_14	El instrumento LTTA-14 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel. Cuando el nivel del tanque sea bajo según la consigna programada, la válvula PCV-AI208 cerrará mediante una señal de salida digital.
TM_TA_14	El instrumento TMTA-14 proporciona la temperatura del tanque 14 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI208.
MP_AG_14	El nivel del tanque 14 debe llegar al punto de consigna especificado para el arranque del agitador (1,5m) según el instrumento LTTA-14, enviando una señal de salida digital. El motor del agitador recibe una señal digital de entrada de marcha y una vez llegada la consigna de tiempo en marcha (180 min), recibe una señal de entrada digital de paro. Pasada la consigna de tiempo de paro (40 min) vuelve a recibir una señal de entrada digital de marcha, esta vez con consigna de tiempo de 240 min. Esta última secuencia de marcha/paro se repite hasta que el nivel del tanque disminuya por debajo de la consigna.

A.1.11. Rack de betún

A continuación se muestra una imagen del *display* del rack de betún del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

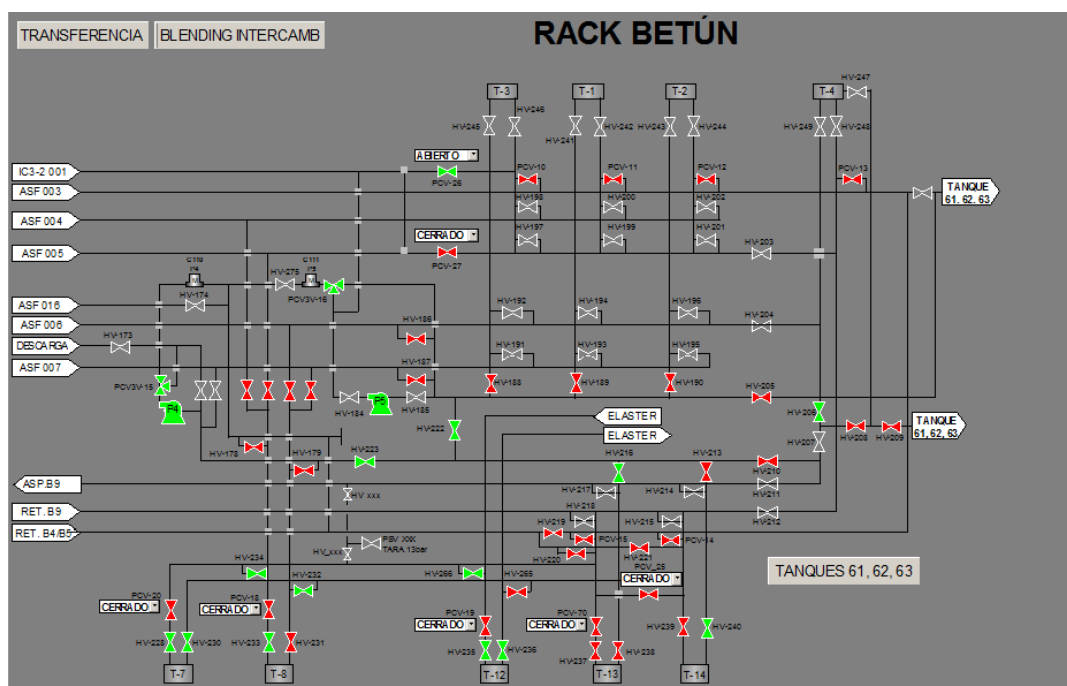


Figura A.1.11. *Display* en el DCS del rack de betún.

El rack de betún consiste en las tuberías que conectan todos los tanques implicados en la fabricación de betunes modificados. A continuación se recogen todos los instrumentos implicados en este sistema, en este caso son únicamente de control y consisten en válvulas automáticas (PCV) y manuales (HV), incluyendo la explicación de su funcionamiento en el DCS.

Tabla A.1.13. Sistema de control del rack de betún.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-26	Esta válvula tiene instalados 2 finales de carrera que envían una comprobación del estado de la válvula en campo. A parte, esta es una válvula complementaria a la PCV-27 ya que en caso que una esté abierta el control cierra de forma automática la otra válvula.
PCV-27	Esta válvula tiene instalados 2 finales de carrera que envían una comprobación del estado de la válvula en campo. A parte, esta es una válvula complementaria a la PCV-26 ya que en caso que una esté abierta el control cierra de forma automática la otra válvula.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-10	Esta válvula está afectada por el sobrellenado del tanque T-03 y las diferentes maniobras de carga y descarga que se realizan sobre el tanque. También tiene instalados dos finales de carrera para poder verificar el estado real en planta de la válvula.
PCV-11	Esta válvula está afectada por el sobrellenado del tanque T-01 y las diferentes maniobras de carga y descarga que se realizan sobre el tanque. También tiene instalados dos finales de carrera para poder verificar el estado real en planta de la válvula.
PCV-12	Esta válvula está afectada por el sobrellenado del tanque T-02 y las diferentes maniobras de carga y descarga que se realizan sobre el tanque. También tiene instalados dos finales de carrera para poder verificar el estado real en planta de la válvula.
PCV-13	Esta válvula está afectada por el sobrellenado del tanque T-04 y las diferentes maniobras de carga y descarga que se realizan sobre el tanque. También tiene instalados dos finales de carrera para poder verificar el estado real en planta de la válvula.
PCV3V-16	Cuando se le introduce un <i>set point</i> al caudalímetro y todas las válvulas que están relacionadas con la bomba P-05 están cerradas excepto una, este envía una señal analógica a la válvula de tres vías marcando un porcentaje de apertura, según lo estipulado por el controlador PID que lleva incorporado.
PCV3V-15	Cuando se le introduce un <i>set point</i> al caudalímetro y todas las válvulas que están relacionadas con la bomba P-04 están cerradas excepto una, este envía una señal analógica a la válvula de tres vías marcando un porcentaje de apertura, según lo estipulado por el controlador PID que lleva incorporado.
HV-186	Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel y permite realizar una transferencia de producto de la bomba P-01 a la bomba P-05.
HV-187	Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel y permite realizar una transferencia de producto de la bomba P-02 a la bomba P-05.
HV-188	Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto del tanque T-3 con la bomba P-05 o por

TAG DCS	Funcionamiento
HV-189	<p>otro lado, en caso que estén también abiertas HV-222 y HV-223 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-04.</p> <p>Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto del tanque T-1 con la bomba P-05 o por otro lado, en caso que estén también abiertas HV-222 y HV-223 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-04.</p>
HV-190	<p>Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto del tanque T-2 con la bomba P-05 o por otro lado, en caso que estén también abiertas HV-222 y HV-223 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-04.</p>
HV-205	<p>Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto del tanque T-4 con la bomba P-05 o por otro lado, en caso que estén también abiertas HV-222 y HV-223 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-04.</p>
HV-206	<p>Este controlador es una confirmación de que la válvula se mantiene abierta, en caso de que esta válvula se cierre enviará una alarma a panel.</p>
HV-208	<p>Este controlador es una confirmación de que la válvula se mantiene abierta, en caso de que esta válvula se cierre enviará una alarma a panel.</p>
HV-209	<p>Este controlador es una confirmación de que esta válvula se mantiene cerrada, en caso de que esta válvula se cierre enviará una alarma a panel.</p>
HV-210	<p>Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto de los tanques T-4, T-61, T-62 y T-63 con la bomba P-04 en caso que HV-223 esté abierta o por otro lado, en caso que esté abierta HV-222 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-05.</p>
HV-213	<p>Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto del tanque T-14 con la bomba P-04 en caso que HV-223 esté abierta o por otro lado, en caso que esté abierta HV-222 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-05.</p>
HV-216	<p>Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto del tanque T-13 con la bomba P-04 en</p>

TAG DCS	Funcionamiento
	caso que HV-223 esté abierta o por otro lado, en caso que esté abierta HV-222 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-05.
HV-222	Esta válvula está asociada con las válvulas HV-188, HV-189, HV-190, HV-205, HV-210, HV-213 y HV-216 para cambiar entre la aspiración de la bomba P-4 y la P-5.
HV-223	Esta válvula está asociada con las válvulas HV-188, HV-189, HV-190, HV-205, HV-210, HV-213 y HV-216 para cambiar entre la aspiración de la bomba P-4 y la P-5.
HV-178	Esta válvula tiene la función de recircular a los tanques T-8 o T-7 el producto impulsado por la bomba P-04, en caso de que se abra envía un aviso a panel.
HV-179	Cuando el final de carrera de dicha válvula se activa, envía un evento a panel para poder realizar la aspiración de producto del tanque T-8 con la bomba P-04, por otro lado, en caso que estén abiertas HV-222 y HV-223 se puede realizar la maniobra de aspiración de producto con la bomba P-05.
HV-234	Esta válvula tiene la función de recircular al tanque T-8, así como a los tanques T-12 (si la válvula HV-266 está abierta), T-13 y T-14 (si la válvula PCV-25 está abierta), el producto impulsado por la bomba P-04.
HV-232	Esta válvula envía el betún modificado del tanque T-8 al resto de tanques de modificado (T-7, T-12, T-13 y T-14) a través de un manifold que los une todos o enviar el betún a las bombas P-04 y P-05
HV-266	Esta válvula es tiene la función de recircular al tanque T-12, así como a los tanques T-8 (si la válvula HV-234 está abierta), T-13 y T-14 (si la válvula PCV-25 está abierta), el producto impulsado por la bomba P-04.
HV-265	Esta válvula envía el betún modificado del tanque T-12 al resto de tanques de modificado (T-7, T-8, T-13 y T-14) a través de un manifold que los une todos o enviar el betún a las bombas P-04 y P-05.
PCV-25	En el momento en que las alarmas de nivel alto (la analógica o la digital) en el tanque T-13 se activan, la válvula PCV-25 se abre para llenar el T-14 y evitar el sobrellenado del T-13. A parte, esta tiene incorporado un final de carrera de cierre para comprobar que la válvula está realmente cerrada. La acción de la válvula se puede controlar de forma automática desde panel.

TAG DCS	Funcionamiento
HV-180	Esta válvula tiene la función de recircular al tanque T-8, así como a los tanques T-12 (si la válvula HV-266 está abierta), T-13 y T-14 (si la válvula PCV-25 está abierta), el producto impulsado por la bomba P-04.
PCV-15	Para que esta válvula pueda abrir tiene que cumplirse que la válvula manual de entrada esté abierta, que las variables de nivel estén dentro de los intervalos marcados por las consignas de panel y que esté preparada la maniobra de carga. Estas condiciones se aplican a los tanques T-7, T-8, T-12 y T-13. A parte, tiene instalados dos finales de carrera para verificar el estado de la válvula, cerrada o abierta.
PCV-14	Para que esta válvula pueda abrir tiene que cumplirse que la válvula manual de entrada esté abierta, que las variables de nivel estén dentro de los intervalos marcados por las consignas de panel y que esté preparada la maniobra de carga. Estas condiciones se aplican a los tanques T-7, T-8, T-12 y T-13. A parte, tiene instalados dos finales de carrera para verificar el estado de la válvula, cerrada o abierta.
HV-220	La válvula HV-220 tiene instalado un final de carrera para marcar la apertura de esta, y cuando se abre envía una alarma a panel permitiendo que el retorno de las bombas 4 y 5 entre en la línea de retorno del tanque T-13.
HV-221	La válvula HV-221 tiene instalado un final de carrera para marcar la apertura de esta y en el momento que se abre envía una alarma a panel permitiendo que el retorno de las bombas 4 y 5 entre en la línea de retorno del tanque T-14.
PCV-70	Esta válvula automática tiene incorporado un final de carrera de cerrado que verifica su posicionamiento. Esta podrá abrirse desde panel siempre que el nivel del tanque no sea lo suficientemente alto como para hacer saltar el switch de nivel alto del tanque T-13.
PCV-19	Esta válvula automática tiene incorporado un final de carrera de cerrado que verifica su posicionamiento. Esta podrá abrirse desde panel siempre que el nivel del tanque no sea lo suficientemente alto como para hacer saltar el switch de nivel alto del tanque T-12.
PCV-18	Esta válvula automática tiene incorporado un final de carrera de cerrado que verifica el su posicionamiento. Esta podrá abrirse desde panel siempre que el

TAG DCS	Funcionamiento
	nivel del tanque no sea lo suficientemente alto como para hacer saltar el switch de nivel alto del tanque T-8.
PCV-20	Esta válvula automática tiene incorporado un final de carrera de cerrado que verifica su posicionamiento. Esta podrá abrirse desde panel siempre que el nivel del tanque no sea lo suficientemente alto como para hacer saltar el switch de nivel alto del tanque T-7.
HV-230	El control de esta válvula consiste simplemente en monitorizar de forma constante a panel el estado de esta.
HV-231	El control de esta válvula consiste simplemente en monitorizar de forma constante a panel el estado de esta.
HV-236	El control de esta válvula consiste simplemente en monitorizar de forma constante a panel el estado de esta.
HV-238	El control de esta válvula consiste simplemente en monitorizar de forma constante a panel el estado de esta.
HV-240	El control de esta válvula consiste simplemente en monitorizar de forma constante a panel el estado de esta.
HV-219	Esta válvula permite unir con la línea de ASESА el retorno de las bombas P-04 y P-05 y envía una señal en caso de que se abra.
HV-180	En el momento que el final de carrera de dicha válvula se activa, permite retornar producto transferido des de la bomba P-02 a la bomba P-04.
HV-181	En el momento que el final de carrera de dicha válvula se activa, permite retornar producto transferido des de la bomba P-01 a la bomba P-04.
HV-186	En el momento que el final de carrera de dicha válvula se activa, permite realizar una transferencia de producto de la bomba P-01/P-02 a la bomba P-05.
HV-187	En el momento que el final de carrera de dicha válvula se activa, permite realizar una transferencia de producto de la bomba P-01/P-02 a la bomba P-05.

A.1.12. Carga al reactor

A continuación, se muestra una imagen del *display* de la carga del reactor del propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

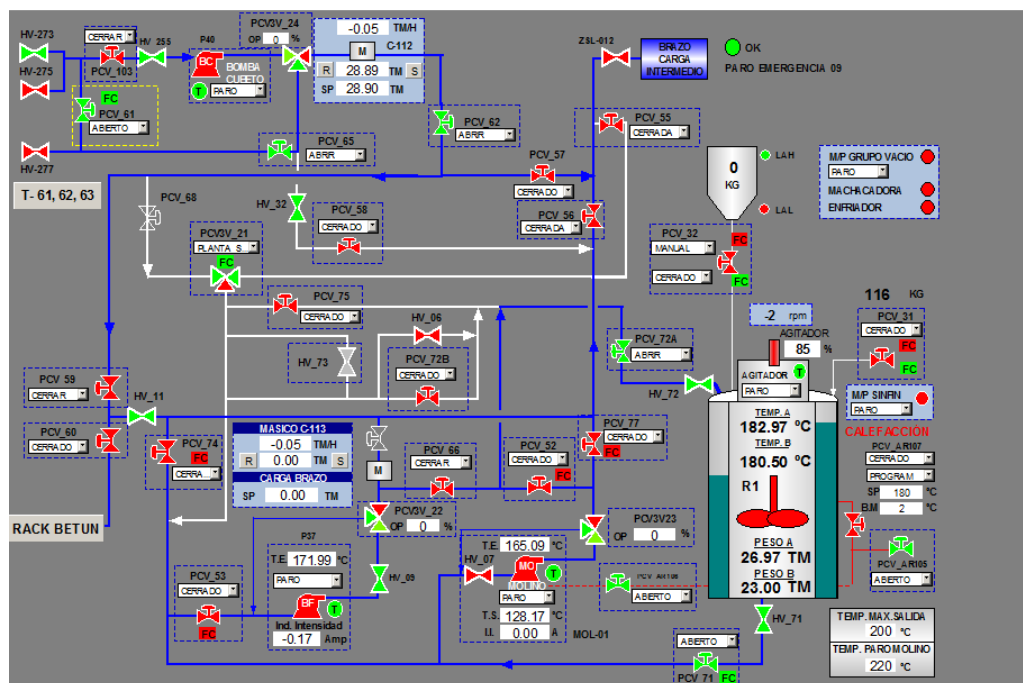


Figura A.1.12. *Display* en el DCS de la carga al reactor.

El contenido de los tanques de betún, tal y como se ha mencionado anteriormente, se puede dirigir al rack de betún o bien al reactor para proceder a la fabricación de betunes modificados. Éstos posteriormente se pueden dirigir a sus respectivos tanques o bien a los brazos de carga. A continuación se recogen los instrumentos implicados en este sistema, tanto de medida como de control, así como la respectiva descripción de su función.

Tabla A.1.14. Sistema de control de la carga al reactor.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-103	Aspiración de la bomba cubeto. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-61	Bomba del cubeto / cargadero HV-25. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel, y tiene un final de carrera incorporado en la posición de cierre de la válvula.
PCV-62	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-65	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-55	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-57	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-58	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-56	Línea molino/bomba/cargadero. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV3V-21	Válvula de dirección intercambiador / reactor / cargadero. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel, y tiene un final de carrera incorporado en la posición de cierre de la válvula.
PCV-32	Entrada de aditivos sólidos al reactor. Esta válvula cierra automáticamente cuando se da el nivel muy bajo del tanque de almacenamiento de aditivos. Tiene dos finales de carrera incorporados, cada uno para una de sus posiciones (abierta/cerrada).
PCV-72A	Cuando el nivel del reactor llega al máximo, se activa el interruptor LSHH R-01 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-72A.
PCV-75	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-59	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-60	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-74	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel, y tiene un final de carrera incorporado en la posición de cierre de la válvula.
PCV-72B	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-77	Salida del molino/direccional. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel, y tiene un final de carrera incorporado en la posición de cierre de la válvula.
PCV-52	Salida del molino en recirculación. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel, y tiene un final de carrera incorporado en la posición de cierre de la válvula.
PCV-66	Bomba fabrica salida seg.masico. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-31	Entrada de polímero al reactor. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel, y tiene dos finales de carrera incorporados, cada uno para una de sus posiciones (abierta/cerrada).

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-AR105	El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel.
PCV-AR107	Esta cerrará cuando se da el caso, que el transmisor de nivel del reactor indique un nivel inferior al del serpentín, o bien cuando el transmisor de temperatura del reactor indique que se ha llegado a la temperatura de consigna.
PCV-53	De bomba fábrica entrada rec/planta. El sistema de control de esta válvula consiste en que se puede abrir desde panel, y tiene un final de carrera incorporado en la posición de cierre de la válvula.
PCV-71	Salida del reactor. La válvula quedará cerrada cuando se del enclavamiento por nivel muy alto del reactor, y lleva incorporado un final de carrera que confirma su posición de cierre.
MP-P05	Esta parará cuando se active el interruptor LSHH R-01, cuando el transmisor de temperatura del reactor indique nivel alto, cuando la planta de betún modificado pare por emergencia o cuando haya sobrepresión en la línea de retorno a las bobas P-04 y P-05.
MP-AG-01	El agitador del reactor se pone en marcha mediante una señal de salida digital. Éste tiene un enclavamiento con el que parará en caso de que el motor exceda la máxima temperatura a la que debería trabajar.
LSHH-REA	Cuando el nivel del reactor llega al máximo, se activa el interruptor LSHH R-01 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula automática de entrada al tanque PCV-72A, la de salida PCV-71 y para la bomba P-40 (enclavamientos), además de proporcionar una alarma de muy alto nivel.
LT-TA-REA	El instrumento LT R-01 proporciona el valor del nivel, densidad, volumen y peso del contenido del reactor mediante una señal de entrada analógica. Cuando el nivel del tanque sea alto según la consigna programada cerrará la PCV-AR107 y parará la bomba P-40.
MP-MOL-01	Si la temperatura del molino excede la temperatura máxima a la que este debería trabajar, o bien la planta de betún modificado se encuentra en paro de emergencia, o bien la línea de retorno a las bombas P-04 y P-05 se encuentra en sobrepresión, el molino parará mediante una señal de salida digital (enclavamiento). Tiene incorporada una alarma de alta temperatura que se mostrará en panel cuando se del primero de los casos descritos.

TAG DCS	Funcionamiento
TM-TA-REA	El instrumento TT-01A proporciona la temperatura del reactor mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de aceite en el serpentín PCV-AR107.

A.2. Fabricación de emulsiones

En este apartado se recoge la explicación del sistema de control utilizado en la fabricación de emulsiones. Esto incluye la preparación del emulgente (que incluye los tanques 40, 41, 42, 43,44, 45, 48, 20 y 21) la fabricación de la emulsión, el enfriador y los tanques de corte 9 y 11.

A.2.1. Preparación del emulgente

A continuación, se muestra una imagen del *display* de la preparación de emulgente en el propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

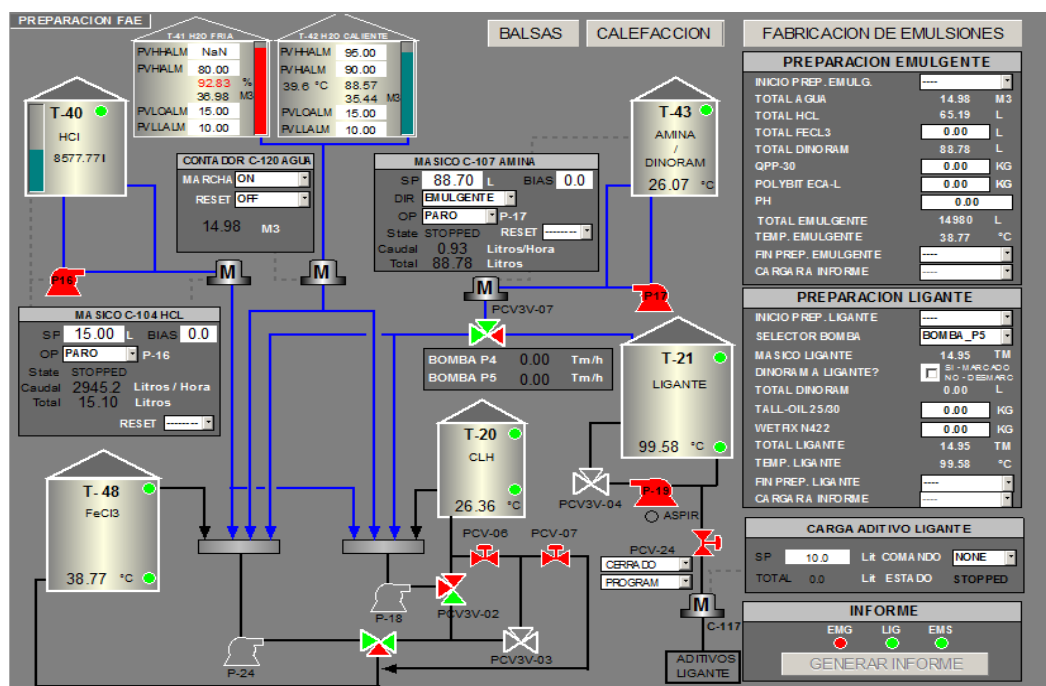


Figura A.2.1. *Display* en el DCS de la preparación de emulgente.

Toda la instrumentación de la cual dispone el proceso de preparación de emulgente que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.2.1. Sistema de control de la preparación de emulgente.

TAG DCS	Funcionamiento
LR-40	El radar de nivel del tanque T-40 envía de forma constante una señal analógica a panel pasando los mA a metros de columna, también tiene una alarma de nivel programada a una cierta altura para poder avisar al panelista.
LSHH-T40	En el momento que el nivel del tanque llega a la altura a la que el final de carrera está instalado, este envía una alarma a panel de muy alto nivel y con un cierto retraso envía una señal digital de forma local a la electroválvula que hay en la entrada de agua para cerrar el caudal de esta.
LR-41	El radar de nivel del tanque T-41 envía información constantemente con una señal analógica para saber el porcentaje del tanque que está lleno. Además, calcula el volumen de este enviando señal a panel también. Por otro lado, en caso de nivel alto envía alarma a panel y cierra las válvulas PCV-01 y PCV-03 y para la bomba P-20 y una serie de alarmas de niveles de bajo nivel y muy bajo nivel.
LR-42	El radar de nivel del tanque T-42 envía información constantemente con una señal analógica para saber el porcentaje del tanque que está lleno. Además, calcula el volumen de este enviando señal a panel también. Por otro lado, en caso de nivel alto envía alarma a panel y cierra las válvulas PCV-02 y PCV-04 y para la bomba P-20 y una serie de niveles de bajo nivel y muy bajo nivel.
TMTS-42	En el momento que la temperatura llega a la temperatura de consigna \pm la banda muerta, el controlador manda una señal digital para que la PCVAR-601 se cierre y parar así la calefacción del tanque así como envía alarmas de alta y baja temperatura del tanque dependiendo de la consigna que se le aplique al programa.
TMTS-43	En el momento que la temperatura llega a la temperatura de consigna \pm la banda muerta, el controlador manda una señal digital para que la PCVAI-601 se cierre y parar así la calefacción del tanque, así como enviar alarmas de alta y baja temperatura del tanque dependiendo de la consigna que se le aplique al programa.
LSHH-T43	En el momento que el nivel del tanque llega a la altura a la que el final de carrera está instalado, este envía una señal digital a la P-17 para que esta pare, además de enviar una alarma de nivel muy alto a panel.
LSHH-T20	En el momento que el nivel del tanque llega a la altura a la que el final de carrera está instalado, este envía una señal digital a la P-24 para que esta pare y una a la

TAG DCS	Funcionamiento
	válvula PCV-06 para que cierre, además de enviar una alarma de nivel muy alto a panel.
LSL-T20	En el momento que el nivel del tanque llega a la altura a la que el final de carrera está instalado, este envía una señal digital que empieza el barrido de las tuberías y da el "OK" a la receta, además de enviar una alarma de nivel bajo a panel.
TMTD-44	El transmisor de temperatura TMTD-44 tiene la función de enviar solo datos a panel de forma analógica.
TMTD-45	El transmisor de temperatura TMTD-45 tiene la función de enviar solo datos a panel de forma analógica.
LSHH-T21	En el momento que el nivel del tanque llega a la altura a la que el final de carrera está instalado, este envía una señal digital a la P-09, P-05 y P-04 para que estas paren además de enviar una alarma de nivel alto a panel.
TT-T48	El transmisor TT-48 envía información de la temperatura del tanque T-48 a panel y además envía información para posteriormente crear un informe en el propio programa de control.
LSLL-T48	En el momento que el nivel del tanque llega a la altura a la que el final de carrera está instalado, este envía una señal digital que empieza el barrido de las tuberías y da el "OK" a la receta, además envía una alarma de nivel bajo a panel.
LSHH-T48	En el momento que el nivel del tanque llega a la altura a la que el final de carrera está instalado, este envía una señal digital a la P-24, P-16, P-17 y P-18 para que estas paren además de enviar una alarma de nivel alto a panel.
C-120	Este caudalímetro únicamente proporciona información de la cantidad de agua que está entrando al reactor de emulsiones.
C-104	En el momento que se le aplica un <i>set point</i> (SP) al caudalímetro este te permite arrancar la bomba P-16 y abre una válvula automática que está controlada de forma local. El contador volumétrico mide el caudal que pasa y cuando el total de clorhídrico que ha pasado es igual al <i>set point</i> este para la bomba P-16 y cierra la válvula otra vez.
C-107	En el momento que se le aplica un <i>set point</i> (SP) al caudalímetro este te permite arrancar la bomba P-17 y abre una válvula automática que está controlada de forma local. El contador volumétrico mide el caudal que pasa y cuando el total

TAG DCS	Funcionamiento
	de clorhídrico que ha pasado es igual al <i>set point</i> este para la bomba P-17 y cierra la válvula otra vez.
FIC-EMG	En el momento en que todos los componentes de la receta están en el tanque con las proporciones especificadas y las cantidades marcadas por los diferentes puntos de consigna estipulados por el panelista, este permite empezar la preparación de emulgente, y a la vez te genera un informe sobre la receta que se está haciendo.
FIC-H2O	Este módulo tiene la función de transformar las señales digitales que recibe del caudalímetro a una señal visible en panel para poder apreciar el total de agua que ha entrado en el tanque de la preparación de emulgente. El caudalímetro C-120 es uno de pulsos el cual transforma con una relación el número de pulsos que da en un caudal de agua.
FIC-HCL	Este módulo tiene la función de transformar las señales digitales que recibe del caudalímetro a una señal visible en panel para poder apreciar el total de agua que ha entrado en el tanque de la preparación de emulgente. El caudalímetro C-104 es uno de pulsos el cual transforma con una relación el número de pulsos que da en un caudal de clorhídrico.
FIQ-EMG	En el momento que ha pasado el tiempo suficiente de la preparación de emulgente este módulo termina el informe que se prepara de la receta que se está realizando.
FIQ-ASF	En el momento en que todos los componentes de la receta están en el tanque con las proporciones especificadas y las cantidades marcadas por los diferentes puntos de consigna estipulados por el panelista, este permite empezar la preparación de ligante, y a la vez te genera un informe sobre la receta que se esta haciendo.
FIQ-LIG	En el momento que ha pasado el tiempo suficiente de la preparación de emulgente este módulo termina el informe que se prepara de la receta que se está realizando.
FAE-DATA	Estos módulos dan información sobre la receta que se está realizando así como con qué bomba se ha cargado el betún para hacer el ligante y los diferentes aditivos que se le han añadido para así ponerlo en el informe que se redacta.
FIC-FLU	Este módulo pone en marcha la bomba P-19 para cargar la cantidad de aditivo especificada en el punto de consigna que se le ha especificado desde panel, además abre la válvula de 3 vías PCV 24 para que este entre en el tanque 21.

A.2.2. Fabricación de emulsión

A continuación, se muestra una imagen del *display* de la fabricación de emulsiones en el propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

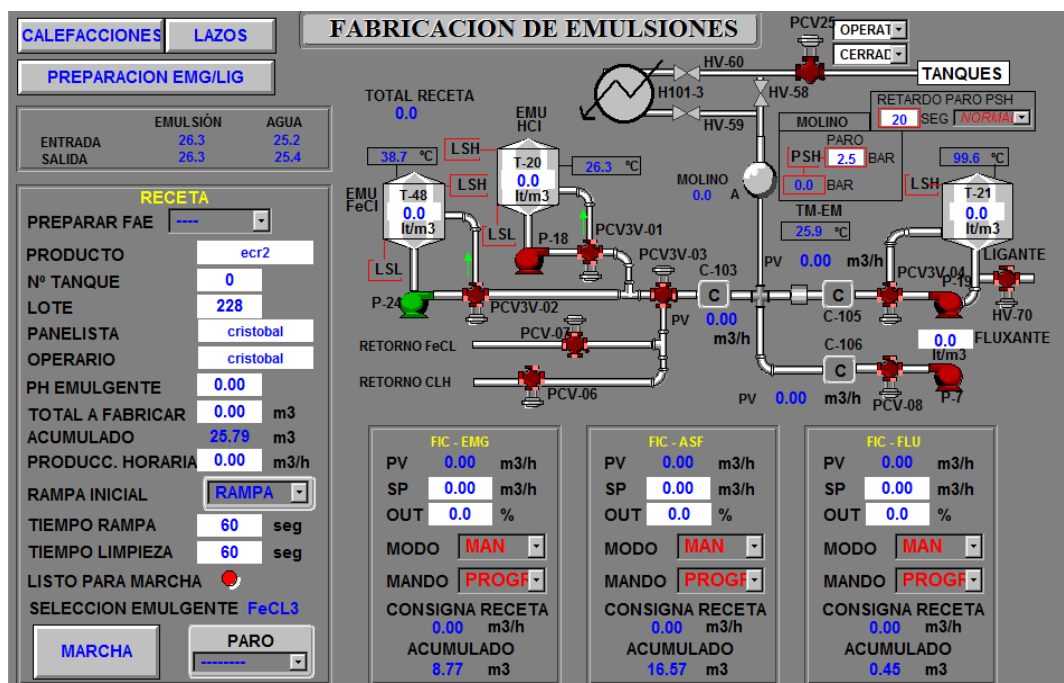


Figura A.2.2. Display en el DCS de la fabricación de emulsiones.

Toda la instrumentación de la cual dispone el proceso de fabricación de emulsión que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.2.2. Sistema de control de la preparación de emulsión

TAG DCS	Funcionamiento
TT-IAT-H101-3	El sensor de temperatura de la entrada del intercambiador de placas HE-01 por la parte de la emulsión envía datos de la temperatura de forma analógica.
TT-IA-H101-3	El sensor de temperatura de la entrada del intercambiador de placas HE-01 por la parte del agua envía datos de la temperatura de forma analógica.
TT-OAT-H101-3	El sensor de temperatura de la salida del intercambiador de placas HE-01 por la parte de la emulsión envía datos de la temperatura de forma analógica.
TT-OA-H101-3	El sensor de temperatura de la salida del intercambiador de placas HE-01 por la parte del agua envía datos de la temperatura de forma analógica.

TAG DCS	Funcionamiento
MP-P24	Debe cumplirse que la bomba: no reciba la señal de nivel alto en el T-48, tenga la orden de arrancar y que la aspiración de esta esté abierta. En caso que no sea así la bomba estará parada, aunque esta bomba se puede manipular de forma local con un interruptor. esta bomba envía señales digitales vía pulsos para calcular el caudal que pasa a través de ella. Además, tiene un enclavamiento por si saltan las alarmas de nivel alto en los tanques T-48 y T-20 que para de forma automática la bomba.
MP-P18	En caso de que se tenga que realizar una emulsión con el tanque T-20, la bomba se pone en marcha desde panel y la PCV3V-01 recircula al tanque la proporción exacta para que la receta se realice correctamente. En el caso que alguno de los tanques T-20 y T-48 tenga una alarma de nivel muy alto esta parará por seguridad.
PCV3V-02	Esta válvula de 3 vías reacciona a la apertura de la válvula de salida del T-48 haciendo que el flujo vaya al T-21, en el momento que se abre esta recibe la confirmación de su apertura con un final de carrera que lleva incorporado. Si ese final de carrera no da la confirmación envía una alarma de que la válvula está cerrada y en caso que la receta no se haya empezado a fabricar la para, y si no le da el "OK" porque el flujo ya ha pasado y debe recircular al tanque.
ZSH-PCV06	Este final de carrera tiene la función de indicar si la válvula automática PCV-06 está abierta, en caso que tenga que estar abierta y no lo esté envía una señal a panel de que la automática permanece cerrada y para la fabricación de la receta o le da el "OK".
ZSH-PCV07	Este final de carrera tiene la función de indicar si la válvula automática PCV-07 está abierta, en caso que tenga que estar abierta y no lo esté envía una señal a panel de que la automática permanece cerrada y para la fabricación de la receta o le da el "OK".
PCV3V-01	Esta válvula de 3 vías reacciona a la apertura de la válvula de salida del T-20 haciendo que el flujo vaya al T-21, en el momento que se abre esta recibe la confirmación de su apertura con un final de carrera que lleva incorporado. Si ese final de carrera no da la confirmación envía una alarma de que la válvula está cerrada y en caso que la receta no se haya empezado a fabricar la para, y si no le da el "OK" porque el flujo ya ha pasado y debe recircular al tanque.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV3V-03	Este <i>chart</i> es compartido con el contador másico C-103 en donde a este se le indica un punto de consigna en uno de los dos tanques de emulgente (T-20 o T-48) y abre la válvula hacia el tanque T-21, en el momento en que el control PID que lleva incorporado detecta que la cantidad programada por la receta es igual a la cantidad que ha pasado a través del másico este cierra la válvula automática PCV3V-03 y recircula el resto al tanque pertinente.
PT-01	Este sensor de presión mide de forma analógica la presión en el molino que envía de forma constante a panel, en el momento que la presión supera la configurada en el panel, este envía una alarma de presión alta. Por otro lado, si el bypass está en funcionamiento y la sobrepresión se prolonga más que el tiempo marcado por el panelista este envía una alarma a panel y para el molino por seguridad.
MP-P7	En el momento que la cantidad de fluxante necesaria en la receta está colocada y el retorno al tanque está abierto la bomba se pone en marcha. Por otro lado, la bomba se puede poner en marcha manualmente de forma digital, es decir, marcha/paro. Cuando hay un fallo en la bomba, esta envía una alarma a panel y para toda la fabricación de la emulsión. En el caso que la emulsión no se esté llevando a cabo y el fallo esté ahí, no dejará arrancar ninguna de las bombas que se utilizan durante el proceso.
MP-P19	En el momento que el caudalímetro de los aditivos del ligante para, este envía una señal a la bomba con un retardo programable desde panel para que esta se ponga en marcha, teniendo en cuenta los enclavamientos que tiene el tanque T-21 de nivel alto que hacen que la bomba se pare. A parte, esta bomba se puede poner en marcha o parar de forma manual desde campo a no ser que se activen los enclavamientos.
HV-70	Esta válvula es la que permite enviar el betún a la FAE, pero está fijada a una señal digital de apertura gracias al microposicionador que tiene implementado, así pues, en el momento que las bombas P-4 y/o P-5 estén en marcha y cualquiera de las válvulas conectadas a la impulsión de estas esté abierta las bombas se pararán hasta que solo haya una única salida posible.
PCV-08	Este <i>chart</i> es compartido con el contador másico C-106 en donde a este se le indica un punto de consigna de la cantidad de fluxante a meter en la

TAG DCS	Funcionamiento
PCV3V-04	<p>preparación de la emulsión y abre la válvula hacia el tanque PCV-08, en el momento en que el control PID que lleva incorporado detecta que la cantidad programada por la receta es igual a la cantidad que ha pasado a través del másico este cierra la válvula automática PCV-08, para la bomba P-7 y realiza una limpieza de la línea.</p> <p>Este chart es un chart compartido con el contador másico C-105 en donde a este se le indica un punto de consigna de la cantidad de fluxante a meter en la preparación de la emulsión y abre la válvula hacia el tanque PCV3V-04, en el momento en que el control PID que lleva incorporado detecta que la cantidad programada por la receta es igual a la cantidad que ha pasado a través del másico este pone la válvula de tres vías para poder recircular hacia el tanque y posteriormente parar la bomba P-19.</p>
Molino	En el momento que las válvulas que llevan los productos al molino están abiertas este se pone en marcha hasta que cada una de las 3 se haya cerrado.
PCV-25	Mientras el molino esté en marcha esta se abre haciendo que el producto vaya a cualquiera de los tanques que esté alineado. Para esto tiene un final de carrera instalado para tener una verificación de que la válvula está abierta y no causar así una rotura en el molino, y en caso que no esté abierta para toda la producción.

A.2.3. Enfriador de la fábrica de emulsiones

A continuación se muestra una imagen del *display* del enfriador de la fábrica de emulsiones en el propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y la descripción de las lógicas de control que incluye.

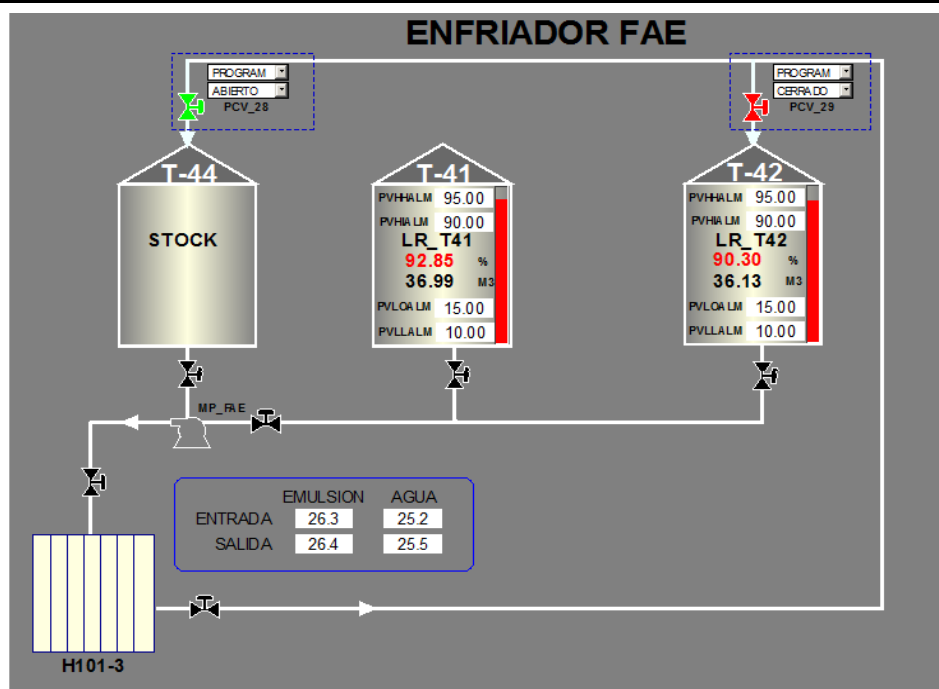


Figura A.2.3. Display en el DCS del enfriador de la fábrica de emulsiones.

Toda la instrumentación de la cual dispone el enfriador que está incluida en el sistema DCS, en este caso únicamente de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.2.3. Sistema de control del enfriador.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-01	En el momento que el nivel del tanque 41 es superior a la alarma de bajo nivel, y el nivel sea inferior o igual a la alarma de alto nivel dejará entrar caudal de agua abriendo la válvula mientras que si este es igual a la alarma de muy alto nivel la válvula se cierra. A parte, esta válvula tiene incorporado un final de carrera para verificar realmente su estado.
PCV-02	En el momento que el nivel del tanque 42 es superior a la alarma de bajo nivel, y el nivel sea inferior o igual a la alarma de alto nivel dejará entrar caudal de agua abriendo la válvula mientras que si este es igual a la alarma de muy alto nivel la válvula se cierra. A parte, esta válvula tiene incorporado un final de carrera para verificar realmente su estado.
PCV-28	En el momento que el nivel del tanque 42 es lo suficientemente alto como para
PCV-29	que se active la alarma de alto nivel, la válvula PCV-29 se cierra y se abre la válvula PCV-28 de entrada de agua al tanque T-44. A parte envía una alarma a

TAG DCS Funcionamiento

panel informando que la válvula se ha abierto. En el momento que la alarma de nivel alto del T-42 se restablece vuelve al estado inicial de la válvula cerrada.

A.2.4. Tanques de Petrosol

A continuación se muestran las imágenes de los *display* de los tanques de Petrosol T-9 y T-11 en el propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre éstas y las descripciones de las lógicas de control que incluyen.

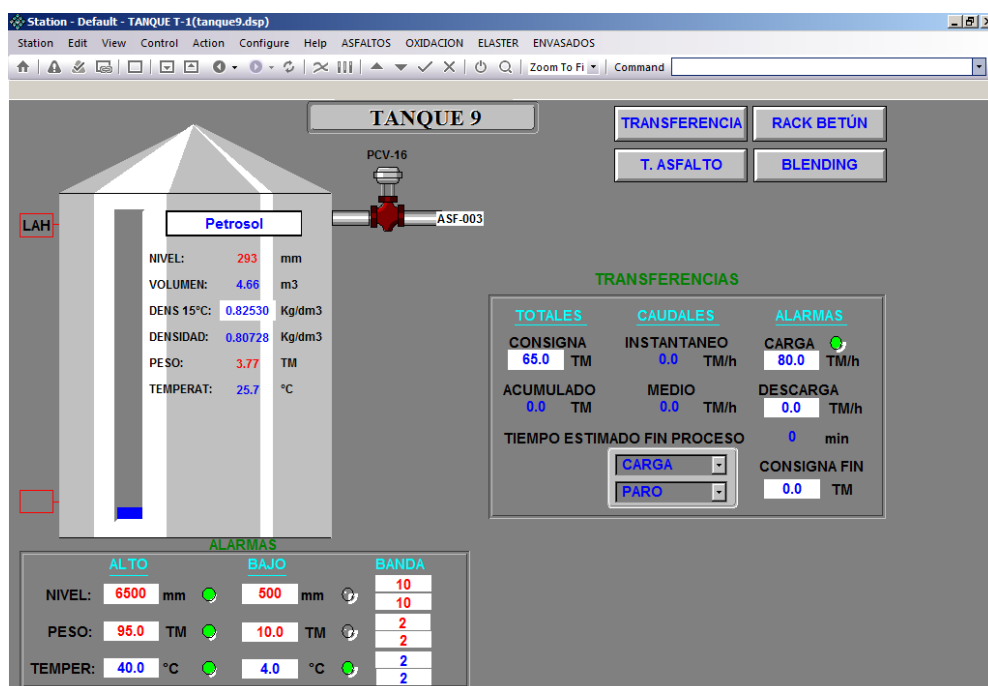


Figura A.2.4. *Display* en el DCS del tanque de Petrosol T-9.

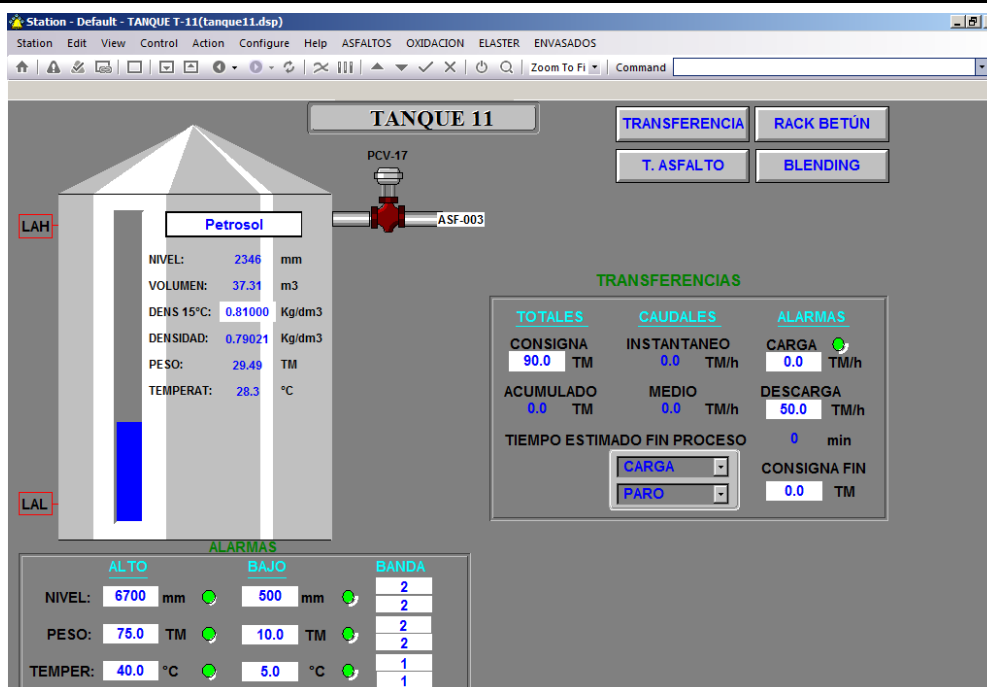


Figura A.2.5. Display en el DCS del tanque de Petrosol T-11.

Toda la instrumentación de la cual dispone estos tanques de corte T-9 y T-11 que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.2.4. Sistema de control de los tanques de Petrosol.

TAG DCS	Funcionamiento
LTTA-09	Esta sonda envía una señal analógica de forma constante a panel, y además de enviar el nivel del tanque, calcula también el volumen, el peso y la densidad real a partir de la densidad a la temperatura de 15°C. Por otro lado, tiene incorporadas alarmas de alto nivel y bajo que se pueden cambiar desde panel teniendo en cuenta una banda muerta también programable.
LAHH-09	En el momento que el nivel del tanque T-09 llega a la altura a la que está instalado el interruptor, este envía una alarma a panel de nivel alto y cierra la válvula PCV-16
TMTA-09	Este controlador envía una señal analógica de temperatura a panel para poder tener monitorizada la temperatura del tanque en todo momento, dado que este contiene producto inflamable a una temperatura baja. Tiene dos alarmas programables desde panel para que avise en caso de temperatura alta y así poder activar el sistema contraincendios.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-16	Esta válvula automática está afectada por los finales de carrera de alto y bajo nivel que tiene instalada para verificar el estado real de la válvula, la alarma de alta y en caso de realizar cargas y descargas. En caso de que suceda una de estas cosas la válvula cierra.
LTTA-11	Esta sonda envía una señal analógica de forma constante a panel, y además de enviar el nivel del tanque, calcula el volumen, el peso y la densidad real a partir de la densidad a la temperatura de 15°C. Por otro lado, tiene incorporadas alarmas de alto nivel y bajo que se pueden cambiar desde panel teniendo en cuenta una banda muerta también programable.
LAHH-11	En el momento que el nivel del tanque T-11 llega a la altura a la que está instalado el interruptor, este envía una alarma a panel de nivel alto y cierra la válvula PCV-17.
TMTA-11	Este controlador envía una señal analógica a panel para poder tener monitorizada la temperatura del tanque en todo momento ya que este contiene producto inflamable a partir de 40°C. Tiene dos alarmas programables desde panel para que avise en caso de temperatura alta y así poder activar el sistema contraincendios.
PCV-17	Esta válvula automática está afectada por los finales de carrera de alto y bajo nivel que tiene instalada para verificar el estado real de la válvula, la alarma de alta y en caso de realizar cargas y descargas. En caso de que suceda una de estas cosas la válvula cierra.

A.3. Fabricación de productos especiales

A continuación se muestran las imágenes de los *displays* de los productos especiales en el propio panel de control, conformados por los tanques de envasado T-54 y T-55, el reactor de pinturas i el reactor de masillas, para facilitar así la correspondencia entre ésta y las descripciones de las lógicas de control que incluye.

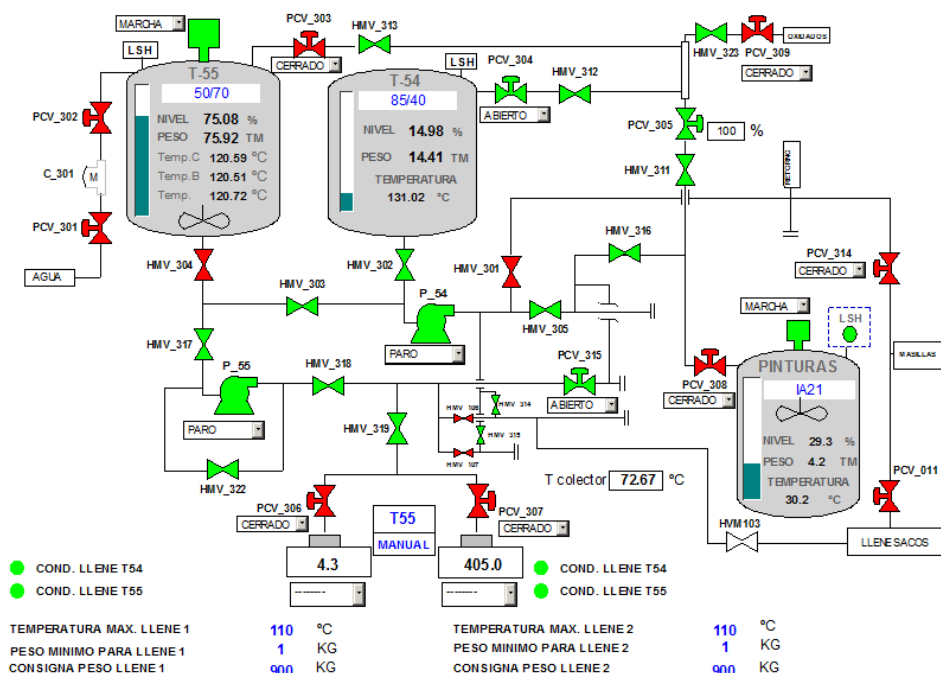


Figura A.3.1 Display en el DCS de los tanques T-54 y T-55 y el reactor de pinturas.

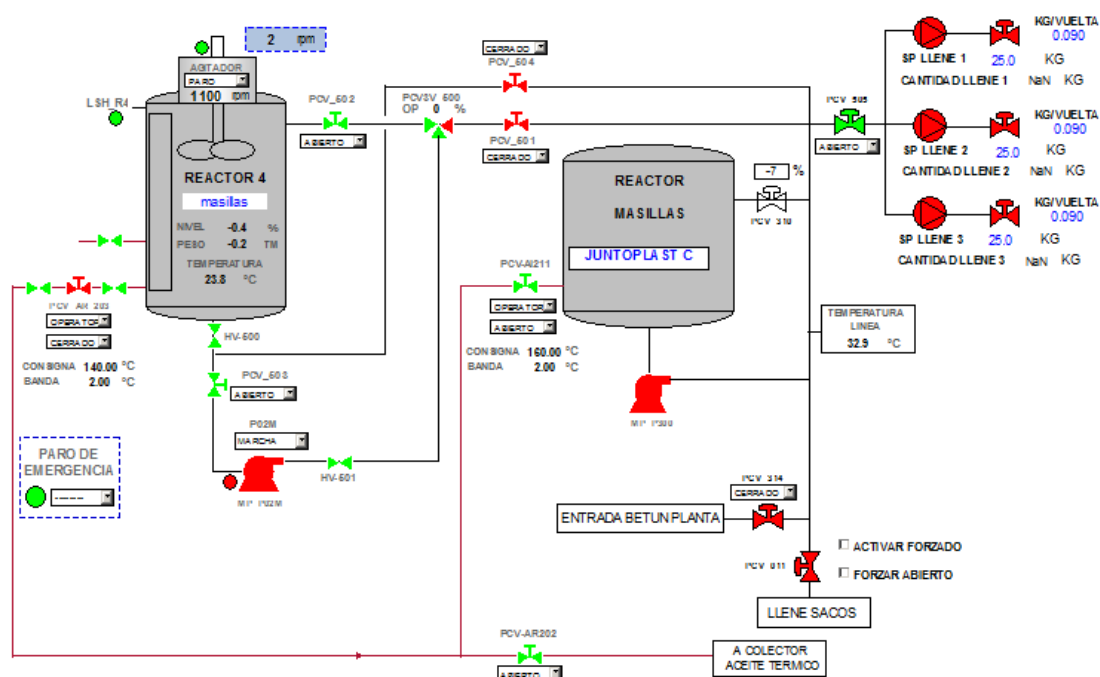


Figura A.3.2. Display en el DCS del reactor de masillas.

A.3.1. Tanques de envasado

Toda la instrumentación de la cual dispone el sistema de control de los tanques de envasado T-54 y T-55 que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.3.1. Sistema de control de la fabricación de los tanques de envasado.

TAG DCS	Funcionamiento
LR-T55	El radar LR-T55 proporciona el valor del nivel y peso del contenido del tanque 55 mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.
LSHH-T55	Cuando el nivel del tanque 55 llega al máximo, se activa el interruptor LSHH-55 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando parando las bombas P-54 y P-55, cerrando la válvula automática de entrada PCV-303 y abriendo la válvula automática de salida PCV-314 (enclavamientos) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
MP-P55	La bomba P55 tiene programada una lógica tipo OR donde si se llega al sobrellenado del tanque 54 o del tanque 55 ésta quedará parada mediante el correspondiente enclavamiento de seguridad, según LSHH_T54 o LSHH_T55.
LR-T54	El radar LR-T54 proporciona el valor del nivel y peso del contenido del tanque 54 mediante una señal de entrada analógica. Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.
LSHH-T54	Cuando el nivel del tanque 54 llega al máximo, se activa el interruptor LSHH-54 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa cerrando parando las bombas P-54 y/o P-55, cerrando la válvula automática de entrada PCV-304 y abriendo la válvula automática de salida PCV-314 (enclavamientos) y proporciona una alarma de muy alto nivel.
MP-P54	La bomba P54 tiene programada una lógica tipo OR donde si se llega al sobrellenado del tanque 54 o del tanque 55 ésta quedará parada mediante el correspondiente enclavamiento de seguridad, según LSHH_T54 o LSHH_T55
TM-TA-54	El sensor de temperatura del tanque 54 proporciona la temperatura del contenido de este tanque de forma continua a panel mediante una señal analógica de entrada.
PCV-314	Final de carrera: confirma que la válvula está abierta.

TAG DCS	Funcionamiento
	Enclavamiento: cierra por sobrellenado de T-55 y por sobrellenado del T-54.
PCV-304	Final de carrera: confirma que la válvula está abierta. Enclavamiento: cierra por sobrellenado de T-54.
PCV-303	Final de carrera: confirma que la válvula está abierta. Enclavamiento: cierra por sobrellenado de T-55.

A.3.2. Pinturas asfálticas

Toda la instrumentación de la cual dispone el reactor de pinturas que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.3.2. Sistema de control dl reactor de pinturas.

TAG DCS	Funcionamiento
LSHH-PPEE	Cuando el nivel del contenido del reactor de pinturas llega al máximo establecido, el sobrellenado de éste se activa enviando así una señal de entrada digital. Se cierra por enclavamiento la válvula de entrada PCV-308. Además, éste tiene programada una alarma de muy alto nivel
MP-AGPIN-01	La marcha y paro se manipulan directamente desde panel, enviando así una señal de entrada digital que manipula el equipo. La confirmación de la marcha o el paro consiste en una señal de salida digital hacia panel, además de estar vinculados a alarmas de alta prioridad que se activan con el cambio de un estado a otro.
TM-TA-PPEE	El instrumento TMTA-PPEE proporciona la temperatura reactor de pinturas mediante una señal de entrada analógica.
LR-PPEE	El radar de nivel LR-PPEE proporciona el valor del nivel del contenido del tanque mediante una señal de entrada analógica, además de calcular el peso de éste.
PCV-308	Final de carrera: confirma que la válvula está abierta. Enclavamiento: cierra por sobrellenado del reactor de pinturas R-5.

A.3.3. Masillas

Toda la instrumentación de la cual dispone el reactor de masillas que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.3.3. Sistema de control de masillas.

TAG DCS	Funcionamiento
LSH-R4	Cuando el nivel del reactor 4 llega al máximo, se activa el interruptor LSH-R4 mediante una señal de entrada digital, y éste envía una señal de salida digital que actúa parando el agitador AG-R4, la bomba P-02 y cerrando las válvulas automáticas PCV-501 (entrada) y PCV-504 (salida) como enclavamientos, además de proporcionar la alarma de alto nivel.
LT-R4	El instrumento LT-R4 proporciona el valor del nivel y peso del contenido del reactor mediante una señal de entrada analógica. Mediante enclavamientos, si se llega al nivel máximo, actúa parando el agitador AG-R4, la bomba P-02 y cerrando las válvulas automáticas PCV-501 (entrada) y PCV-504 (salida). Éste tiene programadas en puntos de consigna determinados una alarma de alto nivel y una alarma de bajo nivel.
MP-AG-R4	El paro del agitador AG-R4 está programado mediante una lógica OR de tres entradas: el LSH-R4, LT-R4 y PE_MAS, de manera que si se llega al nivel máximo según cualquiera de los dos primeros instrumentos i se da el paro de emergencia de la secuencia de masillas, éste quedará parado mediante una señal de salida digital.
MP-P02	El paro de la bomba P-02 está programado mediante una lógica OR de cuatro entradas: el LSH-R4, LT-R4, PE_MAS y ZSL_HV_501 de manera que si se llega al nivel máximo según cualquiera de los dos primeros instrumentos o se da el paro de emergencia de la secuencia de masillas o la válvula HV501 queda cerrada, ésta quedará parada mediante una señal de salida digital.
ZSL-HV-501	Este final de carrera confirma si la válvula manual HV-501 está cerrada (1) o no (0). En caso de que esté cerrada, la bomba P-02 parará mediante un enclavamiento.
SEQ- MASILLA- LOGI	Permiso para iniciar la secuencia de masillas: La válvula PCV-310 debe estar abierta, una de las bombas P54 o P55 debe estar en marcha y el final de carrera ZSH_HV_SACO debe confirmar que esta válvula manual se encuentra abierta. Si estas tres condiciones se cumplen, o bien la bomba P300 o la bomba P02 están en marcha y además se cumple que el selector automático/manual de masillas

TAG DCS	Funcionamiento
	está en modo automático y que el inicio de llenado de cajas de <i>Juntoplast C</i> está en marcha, entonces hay permiso para iniciar la secuencia.
TM-R4	El instrumento TT-04 proporciona la temperatura del reactor 4 mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AR203.
TM-TA- REAMAS	El instrumento TT-REAMAS proporciona la temperatura del reactor de masillas mediante una señal de entrada analógica. Cuando esta llega a la de consigna, la lógica de control envía una señal de salida digital que actúa cerrando la válvula de salida de aceite del serpentín PCV-AI211.
MP-P300	La marcha de la bomba P-300 está programada como uno de los sucesos iniciadores mutuamente excluyentes para iniciar la secuencia e masillas (ver SEQ_MASILLA_LOGI).
PCV-501	Enclavamiento: queda cerrada por sobrellenado del reactor R-4. Final de carrera: confirma su posición de cerrado.
PCV-504	Enclavamiento: queda cerrada por sobrellenado del reactor R-4. Final de carrera: confirma su posición de cerrado.
PCV-AR203	Queda cerrada cuando se llega a la temperatura de consigna en el reactor R-4. Final de carrera: confirma su posición de cerrado.

A.4. Red de servicios de la planta

A continuación se muestra la imagen del *display* de la red de servicios en el propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y las descripciones de las lógicas de control que incluye.

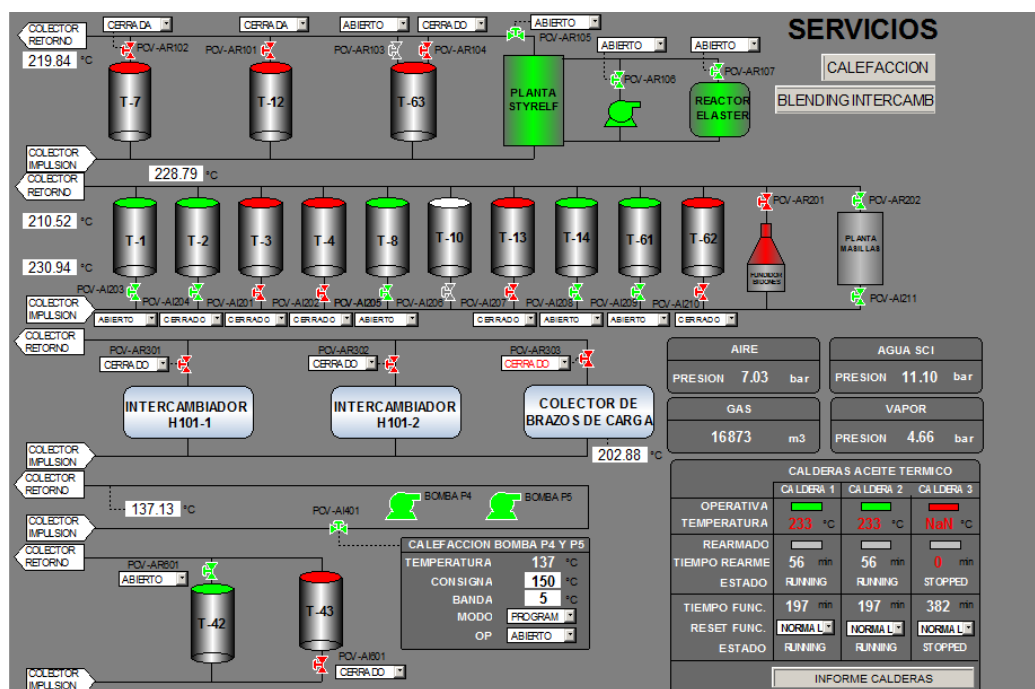


Figura A.4.1. Display en el DCS de la red de servicios.

Toda la instrumentación de la cual dispone el sistema mencionado que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.4.1. Sistema de control de la red de servicios.

TAG DCS	Funcionamiento
XSF-H1	Manda una señal a panel de cuál es el estado de la caldera y en el caso de que las alarmas de rearme y de marcha de la caldera estuvieran activas al mismo tiempo este control avisa para realizar un reset manual in situ a la caldera por seguridad.
XSF-H2	Manda una señal a panel de cuál es el estado de la caldera y en el caso de que las alarmas de rearme y de marcha de la caldera estuvieran activas al mismo tiempo este control avisa para realizar un reset manual in situ a la caldera por seguridad.
XSF-H3	Manda una señal a panel de cuál es el estado de la caldera y en el caso de que las alarmas de rearme y de marcha de la caldera estuvieran activas al mismo tiempo este control avisa para realizar un reset manual in situ a la caldera por seguridad.

TAG DCS	Funcionamiento
TT-H1	Envía una señal analógica a panel donde se puede programar alertas de alta a temperaturas de 200°C.
TT-H2	Envía una señal analógica a panel donde se puede programar alertas de alta a temperaturas de 200°C.
TT-H3	Envía una señal analógica a panel donde se puede programar alertas de alta a temperaturas de 200°C.
PCV-AR102	La válvula automática de aceite en el tanque T-7 está afectada directamente por la temperatura de este y por el nivel bajo. En el momento en que la temperatura es mayor a la temperatura impuesta desde panel o el nivel es menor al que está instalado el sensor de mínima la válvula cierra, si esto no se cumple la válvula sigue abierta a no ser que se cierre forzosamente desde panel.
PCV-AR101	La válvula automática de aceite en el tanque T-12 está afectada directamente por la temperatura de este y por el nivel bajo. En el momento en que la temperatura es mayor a la temperatura impuesta desde panel o el nivel es menor al que está instalado el sensor de mínima la válvula cierra, mientras que si esto no se cumple sigue abierta a no ser que se cierre forzosamente desde panel.
PCV-AR103	La válvula automática de aceite en el tanque T-63 está afectada directamente por la temperatura de este y por el nivel bajo. En el momento en que la temperatura es mayor a la temperatura impuesta desde panel o el nivel es menor al que está instalado el sensor de mínima o al programado desde panel la válvula cierra, mientras que si esto no se cumple sigue abierta, a no ser que se cierre forzosamente desde panel.
PCV-AR104	La válvula automática de aceite en el tanque T-63 está afectada directamente por la temperatura de este y por el nivel bajo. En el momento en que la temperatura es mayor a la temperatura impuesta desde panel o el nivel es menor al que está instalado el sensor de mínima o al programado desde panel la válvula cierra, mientras que si esto no se cumple sigue abierta, a no ser que se cierre forzosamente desde panel.
PCV-AR105	El único sistema de control de esta válvula es que se puede abrir desde panel.
PCV-AR106	El único sistema de control de esta válvula es que se puede abrir desde panel.
PCV-AR201	En el momento en que la temperatura del tanque T-03 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del

TAG DCS	Funcionamiento
	serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AR202	Esta válvula lleva incorporado un final de carrera para verificar la posición de esta. Puede abrirse desde panel.
PCV-AR203	En el momento en que la temperatura del reactor de masillas R-4 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AI204	En el momento en que la temperatura del tanque T-02 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AI205	En el momento en que la temperatura del tanque T-08 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AR206	En el momento en que la temperatura del tanque T-10 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AI207	En el momento en que la temperatura del tanque T-13 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AI208	En el momento en que la temperatura del tanque T-14 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AI209	En el momento en que la temperatura del tanque T-61 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.

TAG DCS	Funcionamiento
PCV-AI210	En el momento en que la temperatura del tanque T-62 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AI211	En el momento en que la temperatura del reactor de masillas R-04 sea menor o igual a la especificada por el set point, la válvula se abre. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AR301	La válvula se puede abrir forzosamente desde panel.
PCV-AR302	La válvula se puede abrir forzosamente desde panel.
PCV-AR303	La válvula se puede abrir forzosamente desde panel.
PCV-AI401	En el momento en que la temperatura de la calefacción de las bombas P-04 y P-05 sea mayor o igual a la especificada por el set point, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AI601	En el momento en que la temperatura del tanque T-43 sea mayor o igual a la especificada por el set point, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
PCV-AR601	En el momento en que la temperatura del tanque T-42 sea mayor o igual a la especificada por el set point, la válvula se cierra. A parte, lleva instalado un final de carrera como verificación de la posición real de la válvula en todo momento.
ZSL PCV-AR201	Dependiendo de la posición en la que se escoja colocar el selector de la válvula esta enviará una señal a panel como un evento para notificar el estado de la válvula.
TT-TA-AI201	Este sensor de temperatura envía una señal analógica a panel para mostrar la temperatura de la línea de aceite de forma constate.
TT-TA-AR201	Este sensor de temperatura envía una señal analógica a panel para mostrar la temperatura de la línea de aceite de forma constate.
TT-B4B5	Este sensor de temperatura envía una señal analógica a panel para mostrar la temperatura de la línea de aceite hacia las bombas P-04 y P-05 de forma constate y en caso de temperatura alta cierra la PCV-AI401.

TAG DCS	Funcionamiento
TT-CALEF BC	Este sensor de temperatura envía una señal analógica a panel para mostrar la temperatura de la línea de aceite hacia los brazos de carga de forma constate y en caso de temperatura alta cierra la PCV-AR303.
PCV-AR107	En el momento en que la temperatura del reactor de betún modificado R-01 sea mayor o igual a la especificada por el set point o el nivel de este esté por debajo del nivel del serpentín, la válvula se cierra.
PT AIRE	Este sensor de presión envía una señal analógica a panel para mostrar la presión de la línea de aire de forma constate.
PT H2O	Este sensor de presión envía una señal analógica a panel para mostrar la presión de la línea de agua de forma constate.
PT H2O	Este sensor de presión envía una señal analógica a panel para mostrar la presión de la línea de agua de forma constate.
PT VAPOR	Este sensor de presión envía una señal analógica a panel para mostrar la presión de la línea de vapor de forma constate. En caso de que la presión de la línea sea inferior a la especificada desde el set point este parará el caudalímetro C131.

A.5. Balsas de agua

A continuación se muestra la imagen del *display* de las balsas de agua de la planta en el propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre ésta y las descripciones de las lógicas de control que incluye.

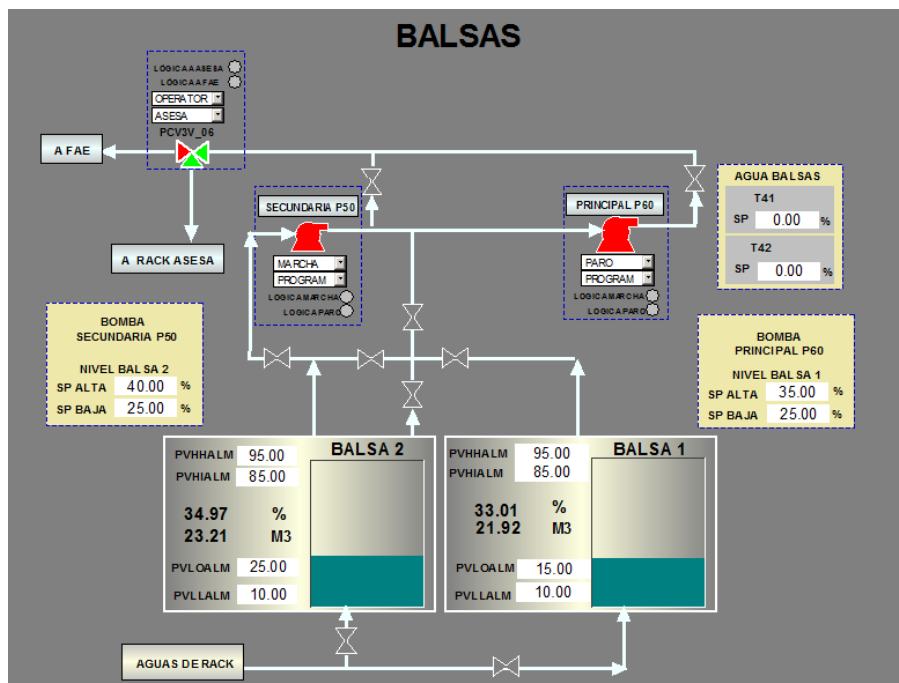


Figura A.5.1. *Display* en el DCS de las balsas de agua.

Toda la instrumentación de la cual disponen las balsas de agua que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.5.1. Sistema de control de las balsas.

TAG DCS	Funcionamiento
MP-50	Siempre que el valor del nivel de la balsa BL2 esté por encima del nivel establecido desde panel esta se pondrá en marcha hasta llegar al nivel marcado por el <i>set point</i> desde panel. En el momento que la balsa tiene el nivel igual al <i>set point</i> esta para, teniendo en cuenta en todo momento el valor y las alarmas de nivel alto, muy alto, bajo y muy bajo para mantener la bomba protegida.
MP-60	Siempre que el valor del nivel de la balsa BL1 esté por encima del nivel establecido desde panel esta se pondrá en marcha hasta llegar al nivel marcado por el <i>set point</i> desde panel. En el momento que la balsa tiene el nivel igual al <i>set</i>

TAG DCS	Funcionamiento
	<i>point</i> esta para, teniendo en cuenta en todo momento el valor y las alarmas de nivel alto, muy alto, bajo y muy bajo para mantener la bomba protegida.
LT-BL1	Este controlador envía una señal analógica de forma constante a panel en función del porcentaje de llene y el volumen que esta balsa contiene calculado en función del nivel que el instrumento detecta y el área de esta misma. A parte, este envía una serie de alarmas de nivel programables desde panel y actúa sobre la bomba P-60 parándola en caso de nivel alto.
LT-BL2	Este controlador envía una señal analógica de forma constante a panel en función del porcentaje de llene y el volumen que esta balsa contiene calculado en función del nivel que el instrumento detecta y el área de esta misma. A parte, este envía una serie de alarmas de nivel programables desde panel y actúa sobre la bomba P-50 parándola en caso de nivel alto.
PCV3V-06	Esta válvula automática tiene la función de enviar el agua que impulsan las bombas P-60 y P-50 al rack de aguas, ya que las dos válvulas que estaban asociadas a esta misma están actualmente fuera de servicio.

A.6. Brazos de carga

A continuación se muestran las imágenes de los *displays* de los brazos de carga de la planta en el propio panel de control, para facilitar así la correspondencia entre éstas y las descripciones de las lógicas de control que incluyen.

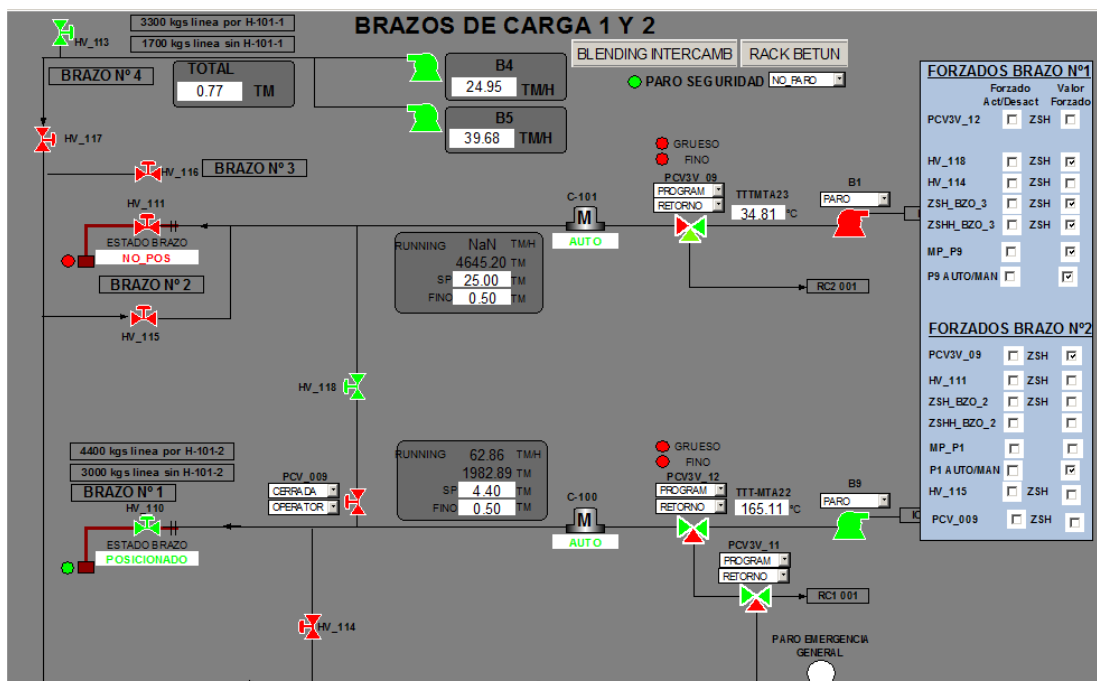


Figura A.6.1. Display en el DCS de los brazos de carga 1 y 2.

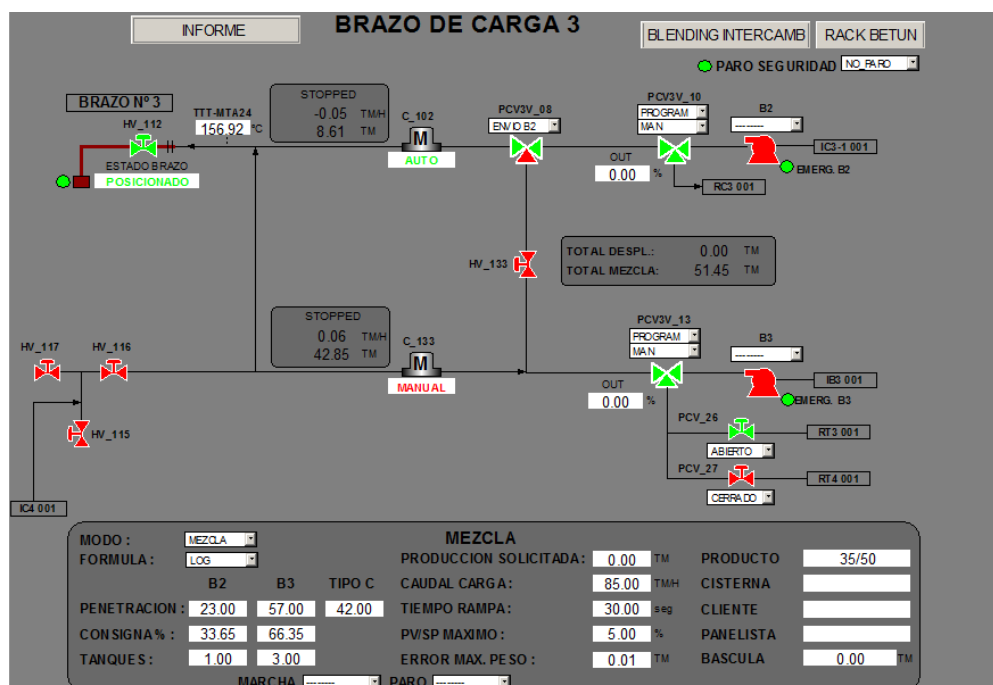


Figura A.6.2. Display en el DCS del brazo de carga 3.

Toda la instrumentación de la cual disponen los brazos de carga 1, 2 y 3 que está incluida en el sistema DCS, tanto de medida como de control, se recoge en la siguiente tabla con la respectiva explicación de su funcionamiento.

Tabla A.6.1. Sistema de control de los brazos de carga 1, 2 y 3.

TAG DCS	Funcionamiento
ZSH-HV-113	El final de carrera de la HV-113 confirma que la válvula está abierta y así da paso a la carga procedente de las bombas P-04 y P-05 al brazo 4.
ZSH-HV-117	El final de carrera de la HV-117 confirma que la válvula está abierta y así da paso a la salida del betún cargado por las bombas P-04 y P-05 hacia la línea subterránea, es decir, el barrido de esta.
ZSH-HV-116	El final de carrera de la HV-116 confirma que la válvula está abierta y así da paso a la salida del betún cargado por las bombas P-02 y P-03 hacia la línea subterránea, es decir, el barrido de esta.
ZSH-HV-115	El final de carrera de la HV-115 confirma que la válvula está abierta y así da paso a la salida del betún cargado por la bomba P-01 hacia la línea subterránea, es decir, el barrido de esta.
ZSH-HV-114	El final de carrera de la HV-114 confirma que la válvula está abierta y así da paso a la salida del betún cargado por la línea subterránea, es decir, el barrido de esta.
SOV-PCV-009	En el momento que el final de carrera instalado para la apertura de la válvula se activa y las bombas P-01 y P-09 están en marcha estas se paran para prevenir la contaminación cruzada y envía una alarma a panel.
ZSH-HV-118	En el momento que el final de carrera instalado para la apertura de la válvula se activa y las bombas P-01 y P-09 están en marcha estas se paran para prevenir la contaminación cruzada y envía una alarma a panel.
ZSH-HV-111	Este final de carrera confirma que la válvula está abierta, tiene en cuenta la seguridad del brazo 2 y permite arrancar la bomba P-01.
ZSH-HV-110	Este final de carrera confirma que la válvula está abierta, tiene en cuenta la seguridad del brazo 1 y permite arrancar la bomba P-09.
SOV-PCV3V-09	En el momento que se arranca o para la bomba P-01 esta envía una señal a la válvula para que esta se abra un 50%(fino) y luego abrir el 100%(grueso). Además, tiene un final de carrera para verificar que la válvula está en posición,

TAG DCS	Funcionamiento
SOV-PCV3V-12	<p>y finalmente realiza el proceso de grueso primero y luego fino para poder cerrarla sin dar un golpe de ariete.</p> <p>En el momento que se arranca o para la bomba P-09 esta envía una señal a la válvula para que esta se abra un 50%(fino) y luego abrir el 100%(grueso). Además, tiene un final de carrera para verificar que la válvula está en posición, y finalmente realiza el proceso de grueso primero y luego fino para poder cerrarla sin dar un golpe de ariete.</p>
MP-B1	<p>Siempre y cuando las válvulas HV-115, HV-111 y una de las dos (PCV-009 y HV-118) estén abiertas, los sistemas de seguridad del brazo y posicionamiento de este estén activos y el selector esté en automático, la bomba podrá arrancar mientras el contador no haya llegado al set point establecido. A parte, puede ponerse en marcha y ser parada de forma manual desde campo, siempre que el paro de emergencia no esté activo.</p>
MP-B9	<p>Siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones, la bomba se pondrá en marcha:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El posicionamiento y la seguridad del brazo 1 deben estar activos 2. El selector manual/automático debe estar en la posición de automático. 3. La válvula HV-110 o la válvula HV-114 debe estar abierta mientras que la otra debe estar cerrada. 4. La válvula PCV-09 o la válvula HV-118 debe estar abierta mientras que la otra debe estar cerrada. 5. No debe estar activada la alarma de muy alta presión en el tanque T-04. 6. Estando las válvulas PCV-22, PCV-21 y PCV-23 abiertas que no haya una sobrepresión en el intercambiador de calor H101-2. <p>A parte, la bomba dispone de un arranque y una parada manual in situ y unos enclavamientos relacionados con la presión del intercambiador y del tanque T-04 que pararán la bomba de forma instantánea.</p>
SOV-PCV3V-11	<p>El final de carrera instalado en la válvula marca la posición de esta si está cerrada, en el momento que desde panel se le envía la señal digital de abrir esta abre de forma automática.</p>
ZSH-PE-16	<p>En el momento en que el botón de paro de emergencia es pulsado, este envía una señal al paro de las bombas P-01, P-02, P-03, P-04, P-05 y P-09 así como</p>

TAG DCS	Funcionamiento
	el cierre de las válvulas automáticas de 3 vías 10 y 13 e impide la carga en los brazos 1, 2 y 3.
ZSH-HV-112	Este final de carrera confirma que la válvula está abierta y esta afecta a la puesta en marcha del <i>blending</i> en el brazo 3, en caso que esta válvula no esté abierta no permitirá empezar la maniobra.
ZSHH-BZO3	Este final de carrera confirma que la válvula está abierta y este afecta a la puesta en marcha del <i>blending</i> en el brazo 3, en caso de que esta válvula no esté abierta no permitirá empezar la maniobra.
ZSH-BZO3	Este final de carrera confirma que el brazo de carga y la escalera de este están posicionados permitiendo poder realizar la carga y arrancar la bomba que envíe producto a este brazo.
TT-BZO3	Este transmisor de temperatura envía a panel de forma analógica la temperatura en la que se encuentra el producto en el brazo de carga.
SOV-PCV3V-08	El final de carrera que lleva incorporado la válvula de 3 vías asegura que esta está enviando al brazo de carga. En caso que el final de carrera se active no permitiría arrancar las bombas para el <i>blending</i> de las bombas P-02 y P-03.
SOV-PCV3V-10	Cuando se le implementa un <i>set point</i> de caudal a esta válvula el controlador PID que lleva instalado abre la válvula de forma proporcional para conseguir que el <i>blending</i> esté dentro de especificaciones, a no ser que se active la parada de emergencia implicando el cierre de la válvula.
PE-BZO3-B2	En caso de que se active envía una alarma a panel y posteriormente para la bomba por seguridad.
ZSH-HV-133	Este corrobora que la válvula esté abierta.
ZSH-HV-117	Este corrobora que la válvula esté abierta. Y da paso a la transferencia de producto por la línea subterránea.
ZSH-HV-115	Este corrobora que la válvula esté abierta. Y permite que pueda arrancar la bomba P-1
ZSH-HV-116	Este corrobora que la válvula esté abierta. Y permite que pueda arrancar la bomba P-3
SOV-PCV3V-13	El contador C-133 permite abrir la válvula donde un PID varia la apertura de esta en función del <i>blending</i> que se esté realizando siempre y cuando no se active el paro de emergencia.

TAG DCS	Funcionamiento
MP-P3	En el momento que se le ponen los parámetros del <i>blending</i> desde panel y las válvulas de seguridad y posicionamiento del brazo están activadas la bomba puede ponerse en marcha. Así como envía una señal a la PCV3V-13 para abrir. Por otro lado, se puede poner en marcha de forma manual en campo, pero en caso de fallo de esta parará el <i>blending</i> o carga en el momento.
SOV-PCV-26	Esta válvula tiene 2 finales de carrera para verificar si está abierta o cerrada, esta podrá abrirse siempre y cuando la válvula PCV-27 esté cerrada. Si se abre la PCV-27 mientras esta está abierta se cerrará de forma automática.
SOV-PCV-27	Esta válvula tiene 2 finales de carrera para verificar si está abierta o cerrada, esta podrá abrirse siempre y cuando la válvula PCV-26 esté cerrada. Si se abre la PCV-26 mientras esta está abierta se cerrará de forma automática.
PE-BZO3-B3	En caso de que se active envía una alarma a panel y posteriormente para la bomba por seguridad.
C-133	En el momento que se le incorpora el set point al contador y la bomba P-3 está en marcha este empieza a contar. Este envía la señal al PID de la válvula PCV3V-13 para que este varíe la apertura en caso de que se realice <i>blending</i> .
C-102	En el momento que se le incorpora el set point al contador y la bomba P-2 está en marcha este empieza a contar. Este envía la señal al PID de la válvula PCV3V-10 para que este varíe la apertura en caso de que se realice <i>blending</i> .
C-101	En el momento que se le incorpora el set point al contador y la bomba P-1 está en marcha este empieza a contar. Pero manteniendo el patrón de que los primeros 500kg la PCV3V-09 se abre solo la mitad, posteriormente se abre al 100% y los últimos 500kg vuelve a la apertura del 50%.
C-100	En el momento que se le incorpora el set point al contador y la bomba P-9 está en marcha este empieza a contar. Pero manteniendo el patrón de que los primeros 500kg la PCV3V-12 se abre solo la mitad, posteriormente se abre al 100% y los últimos 500kg vuelve a la apertura del 50%.
MP-P2	En el momento que se le ponen los parámetros del <i>blending</i> desde panel y las válvulas de seguridad y posicionamiento del brazo están activadas la bomba puede ponerse en marcha. Así como envía una señal a la PCV3V-10 para abrir. Por otro lado, se puede poner en marcha de forma manual en campo, pero en caso de fallo de esta parará el <i>blending</i> o carga en el momento.

B. DISPLAY DISEÑADAS

B.1. *Display* tanques betún

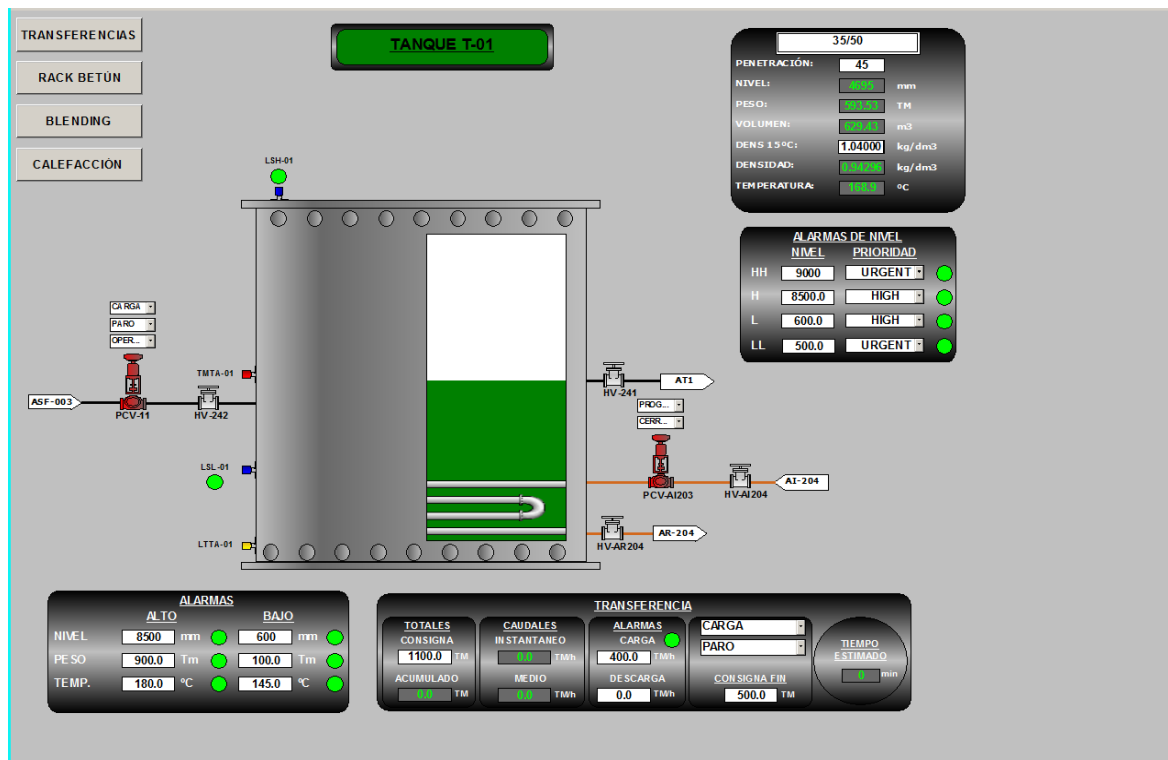


Figura B.1.1. *Display* en el DCS del tanque de betún T-01.

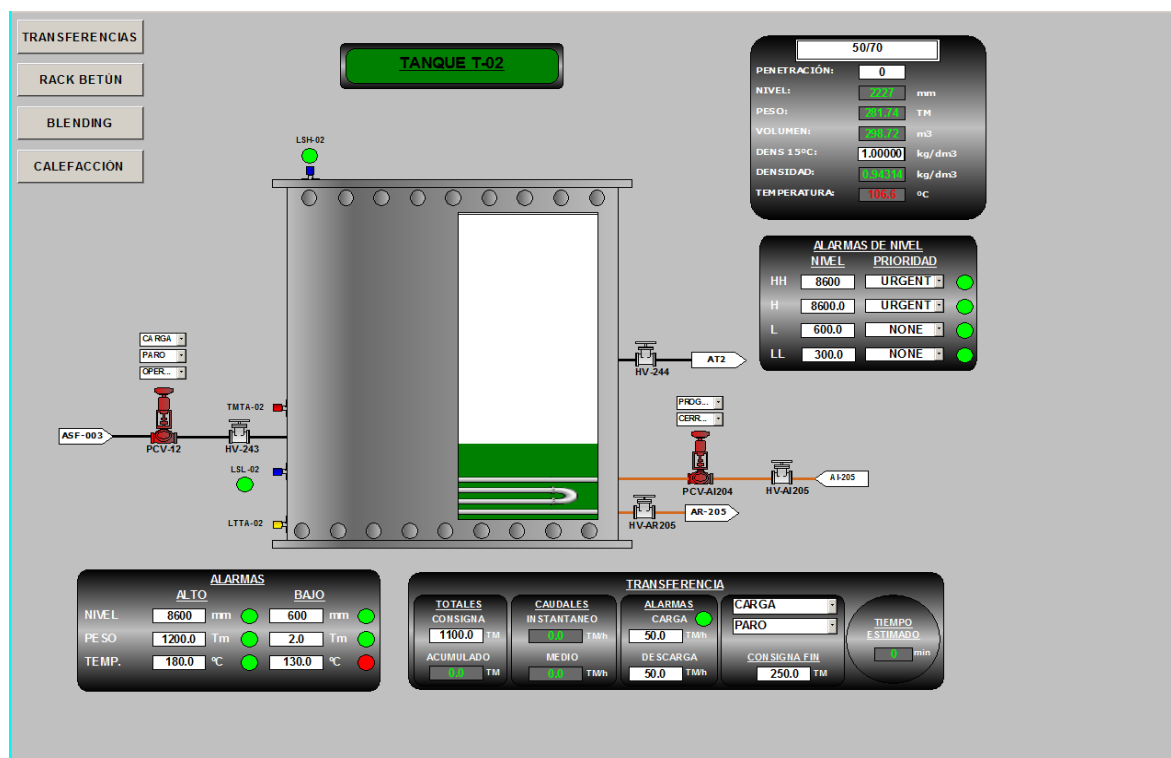


Figura B.1.2. *Display* en el DCS del tanque de betún T-02.

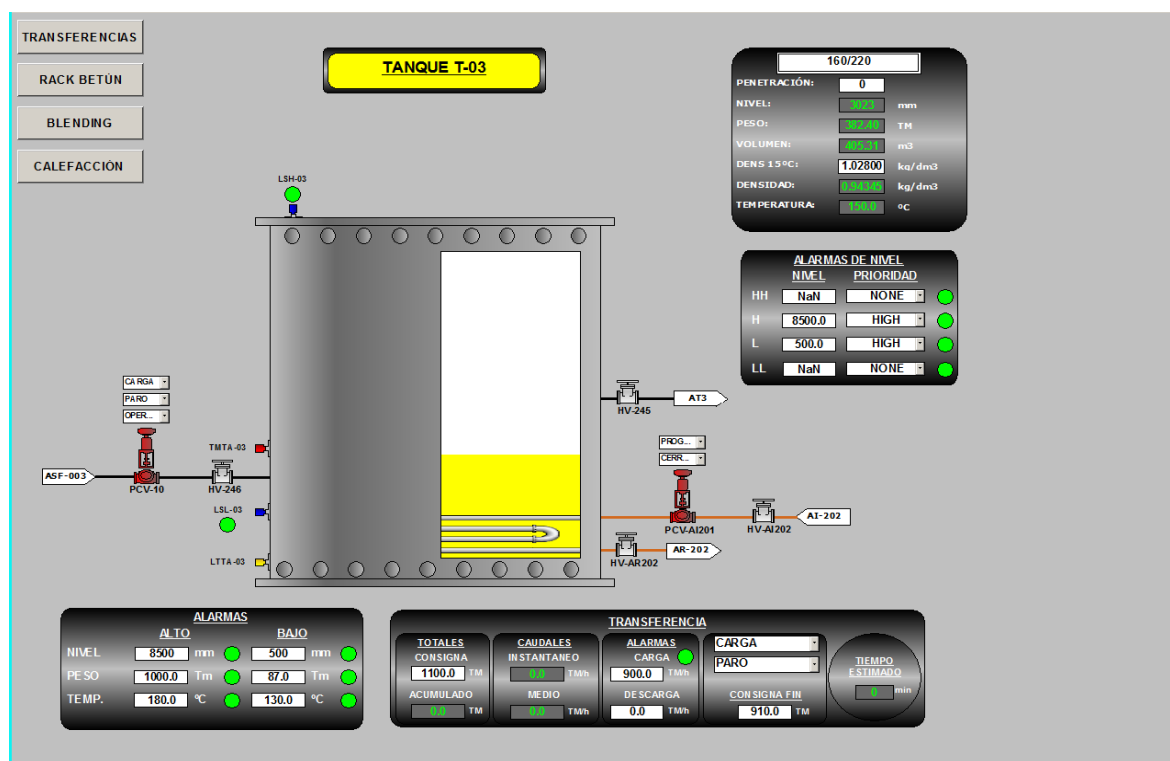


Figura B.1.3. Display en el DCS del tanque de betún T-03.

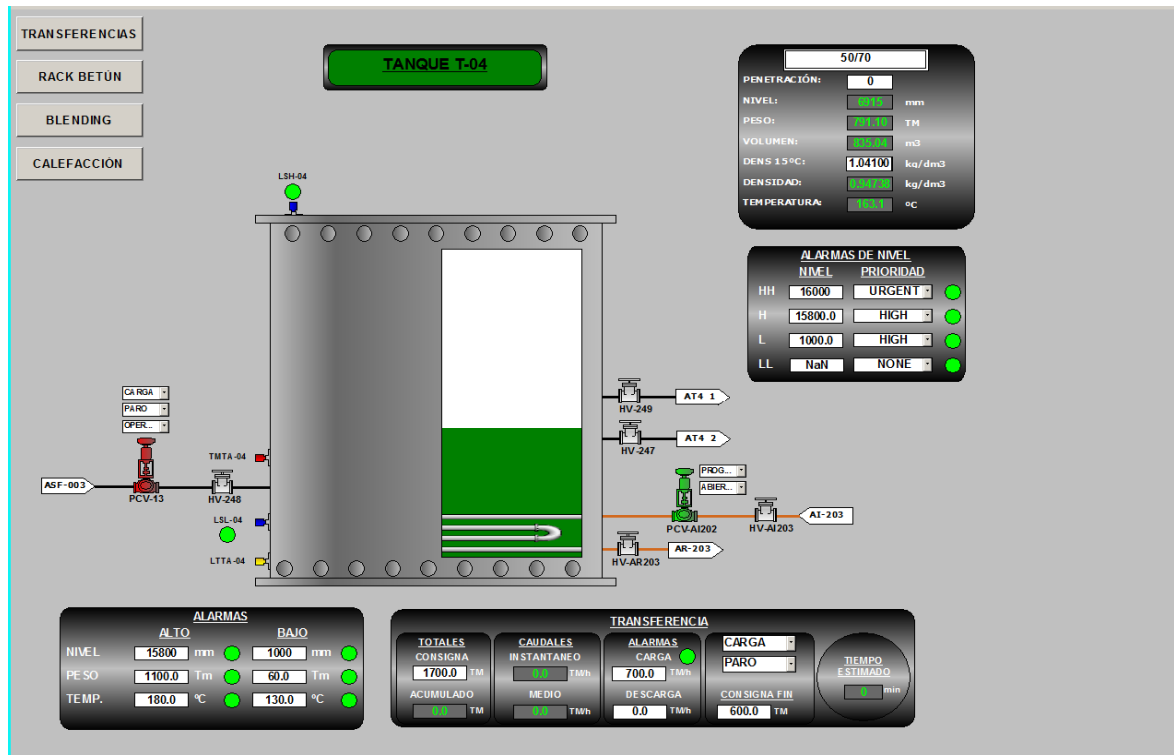


Figura A.1.4. Display en el DCS del tanque de betún T-04.

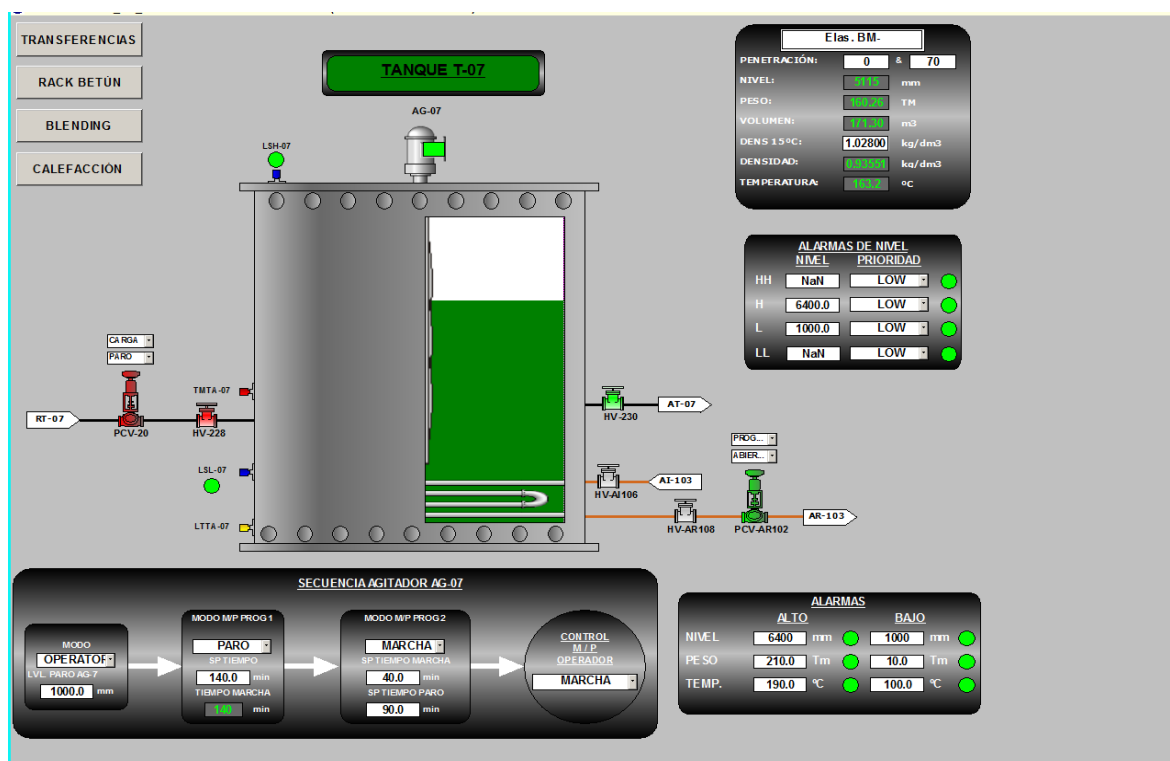


Figura B.1.5. Display en el DCS del tanque de betún T-07.

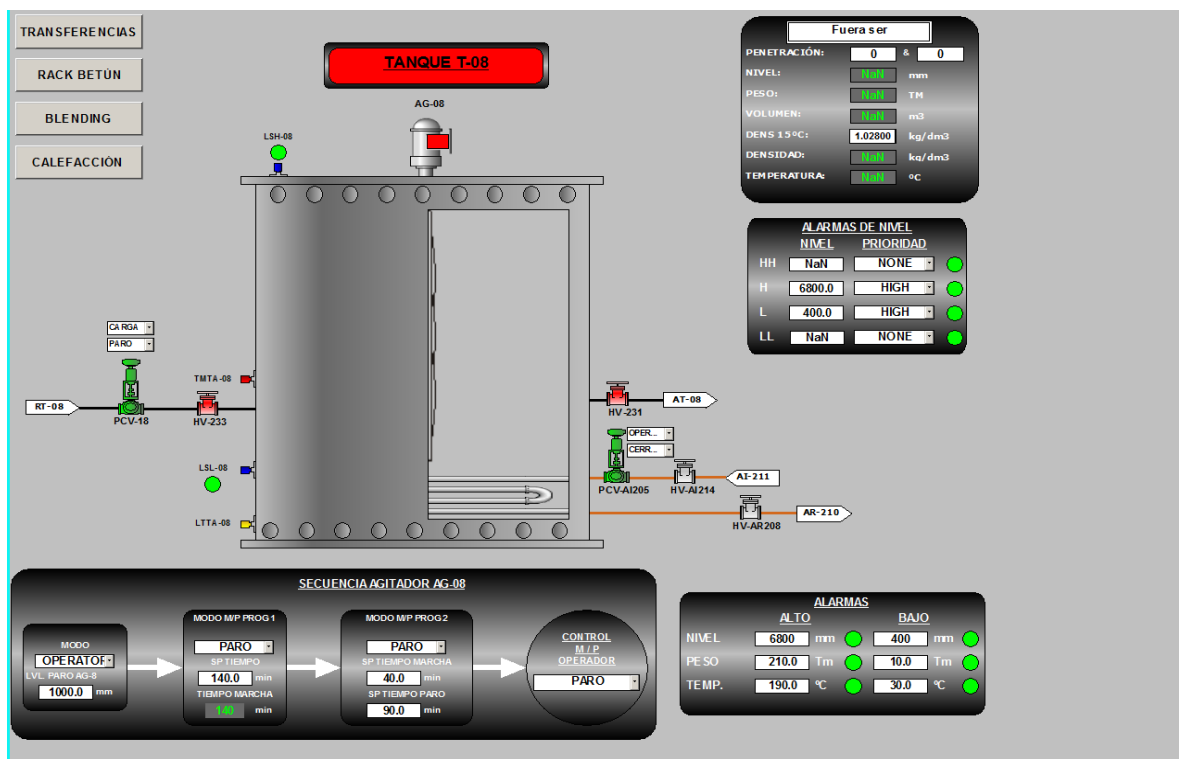


Figura B.1.6. Display en el DCS del tanque de betún T-08.

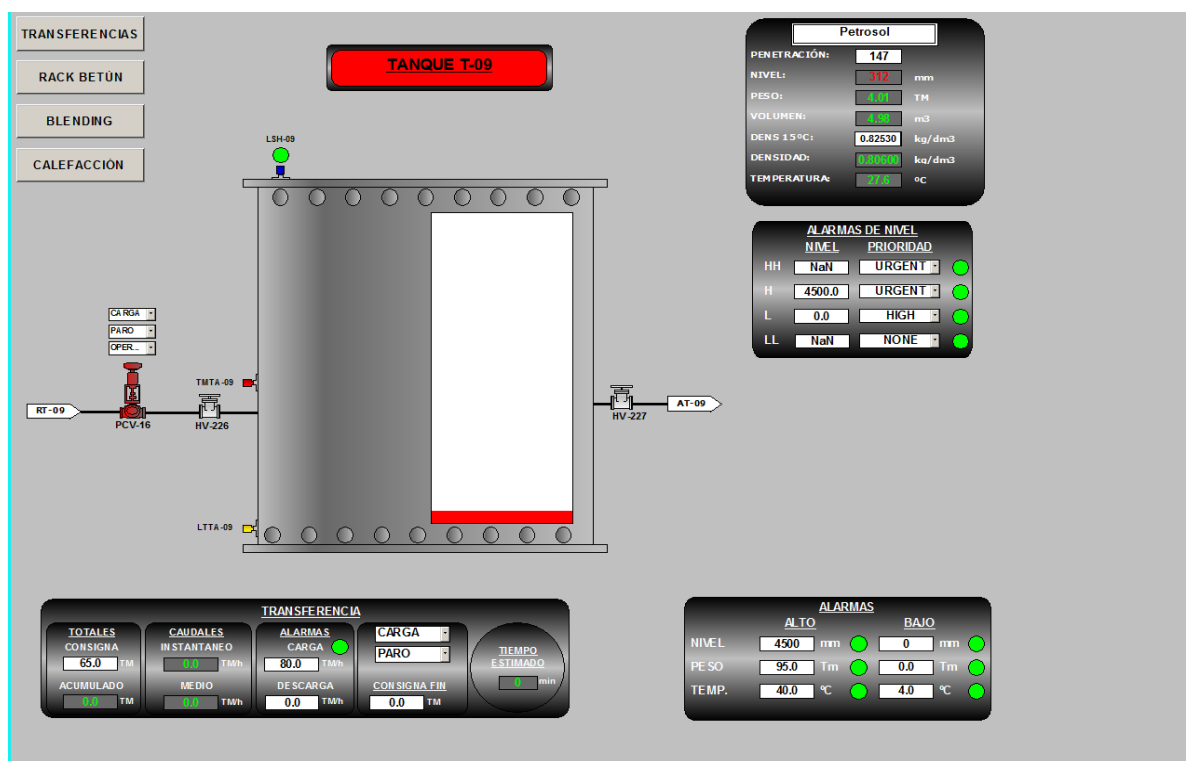


Figura B.1.7. Display en el DCS del tanque de betún T-09.

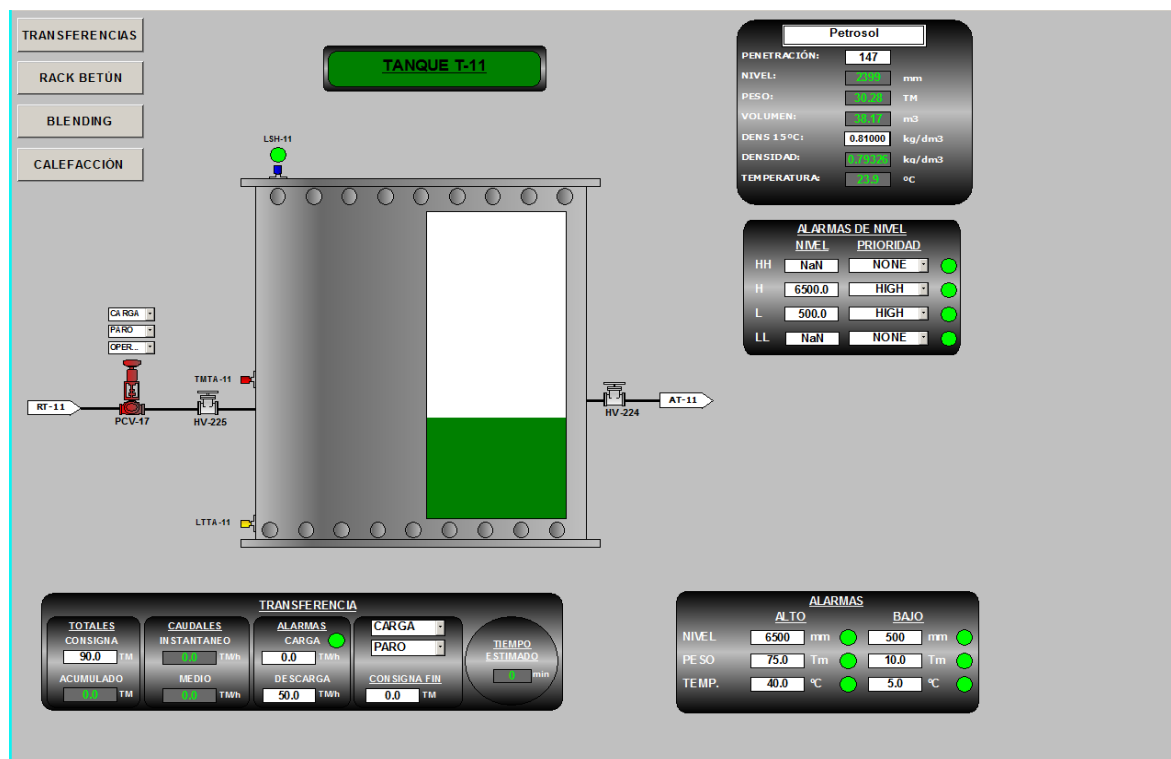


Figura B.1.8. Display en el DCS del tanque de betún T-11.

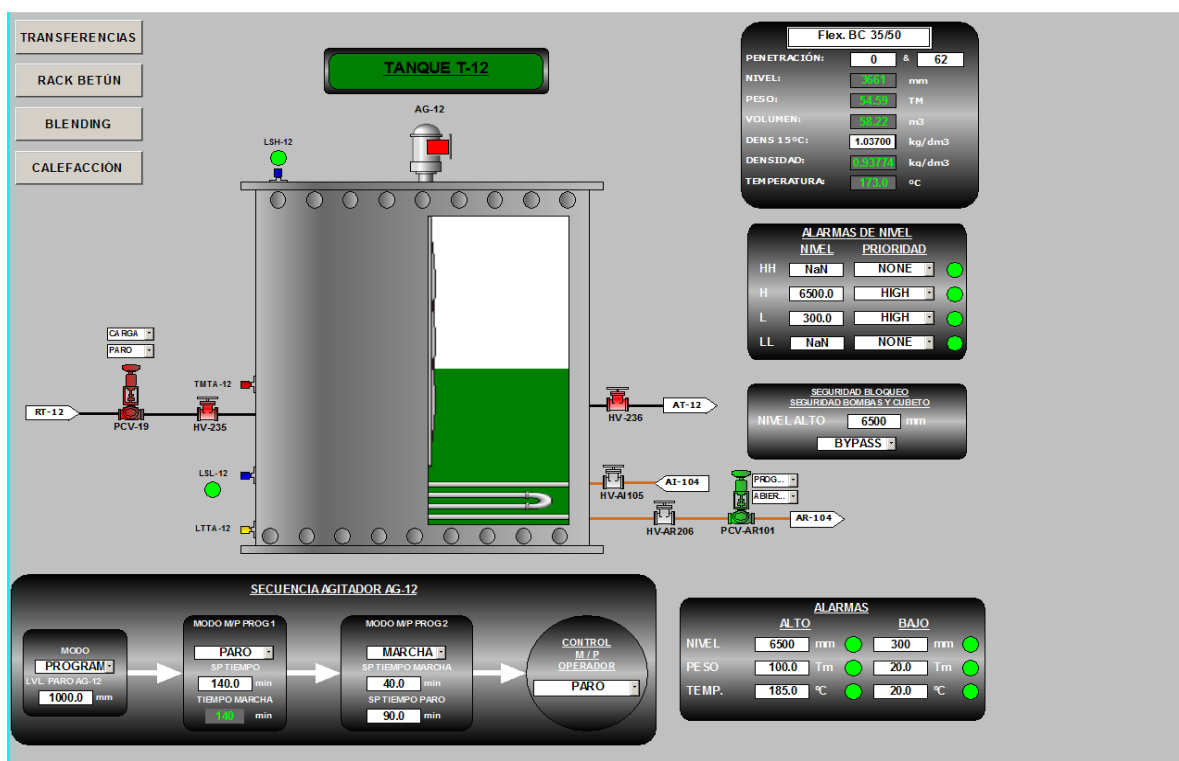


Figura B.1.9. Display en el DCS del tanque de betún T-12.

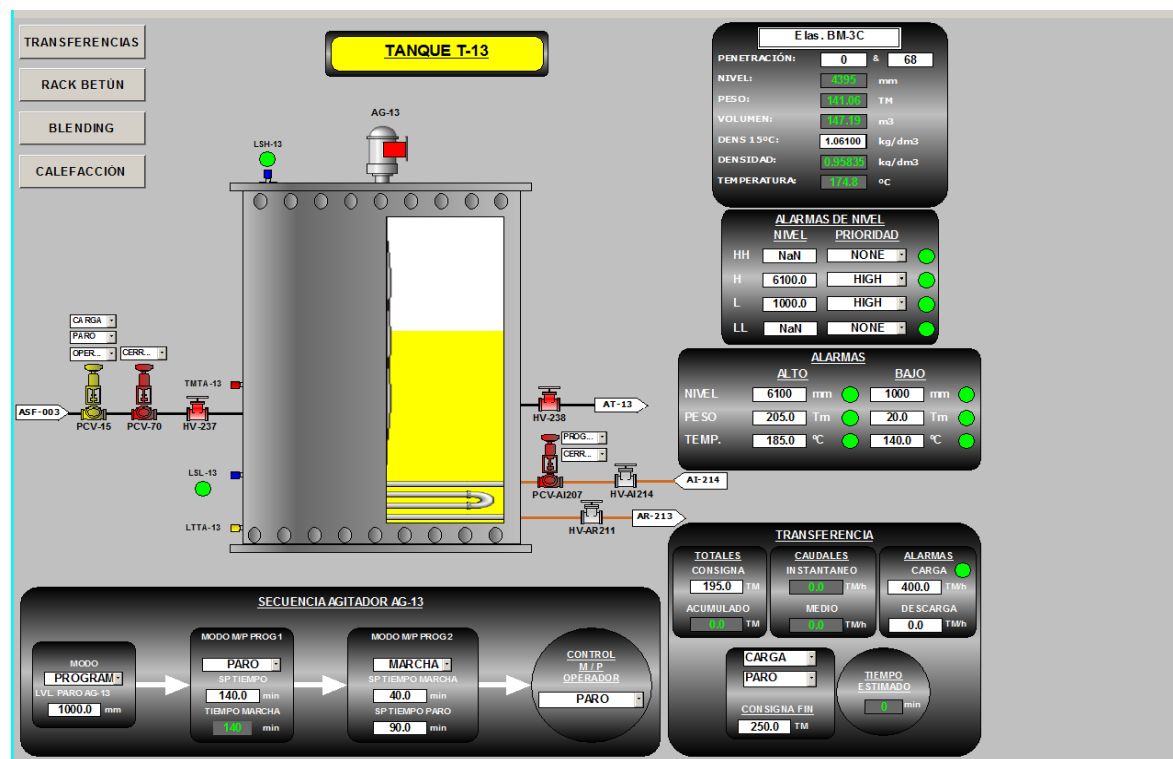


Figura B.1.10. Display en el DCS del tanque de betún T-13.

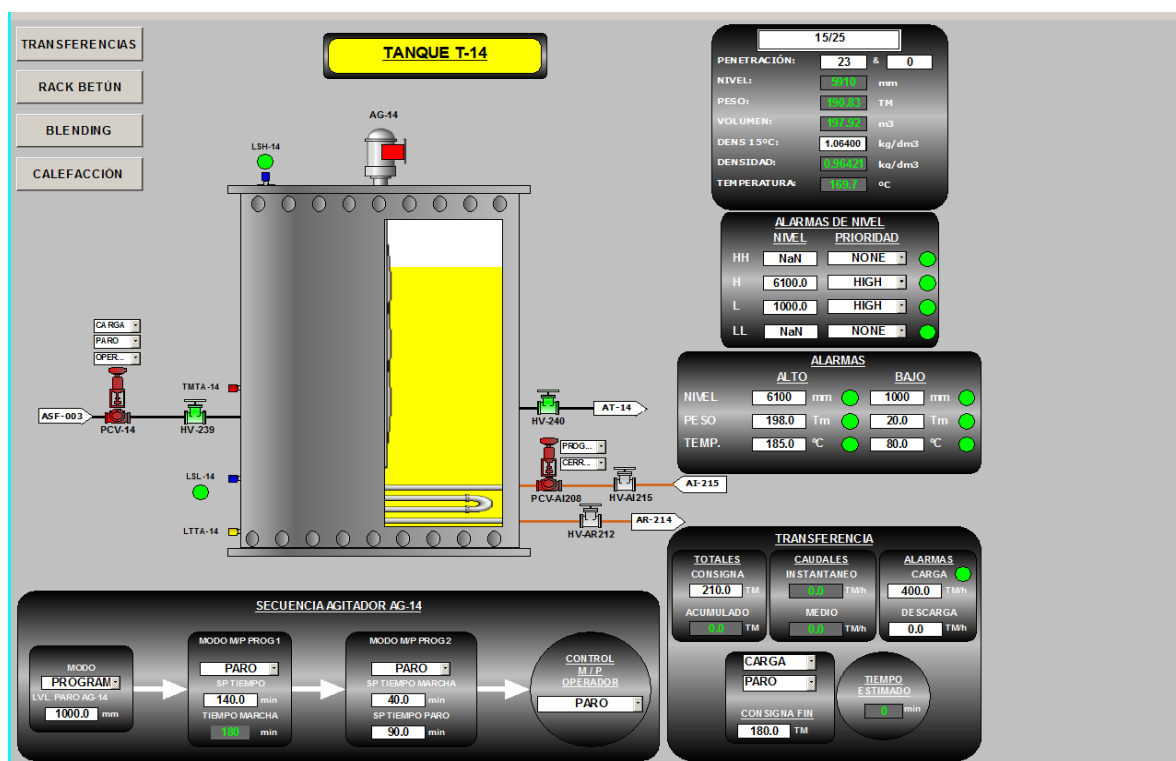


Figura B.1.11. Display en el DCS del tanque de betún T-14.

C. MEJORA EN LA CARGA DE CISTERNAS

C.1. Listado de válvulas críticas

Las válvulas críticas que se muestran a continuación son aquellas que están directamente implicadas en cada una de las posibles alineaciones tanque-bomba, es decir, aquellas que cabe abrir y cerrar para trasladar el producto de cada tanque a una sola bomba en concreto.

Tabla C.1.1. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-1.

Recorrido T-01		Recorrido T-02		Recorrido T-03		Recorrido T-04	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HV-141	HV-189	HV-243	HV-195	HV-245	HV-145	HV-141	HV-196
HV-194	HV-193	HV-196	HV-190	HV-192	HV-193	HV-204	HV-282
HV-241	HV-280	HV-141	HV-204	HV-141	HV-188	HV-249	HV-206
	HV-140		HV-140		HV-140		HV-150
	HV-143		HV-143		HV-143		HV-140
	HV-146		HV-146		HV-146		HV-143
	HV-150		HV-150		HV-150		HV-146
	HV-181		HV-181		HV-183		HVM-186
	HV-183		HV-183		HV-181		HV-194
	HV-186		HV-186		HV-186		HV-192
	HV-192		HV-192		HV-204		
	HV-196		HV-196		HV-194		
	HV-204		HV-194		HV-196		

Cont. tabla C.1.1. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-1.

Recorrido T-07		Recorrido 1 T-08		Recorrido 2 T-08	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HVM-230	HVM-231	HVM-231	HVM-232	HVM-231	HVM-232
HVM-232	HVM-265	HVM-182	HVM-183	HVM-183	HVM-182
HVM-182	HVM-238	HV-140	HVM-187	HV-141	HVM-186
HV-140	HV-142		HV-150		HV-150
	HV-144		HV-141		HV-140
	HV-150		HV-142		HV-143
	HV-141		HV-144		HV-146
	HVM-183		HV-177		HVM-181
	HVM-216		HV-195		HVM-204
	HVM-217		HV-191		HV-196
			HV-193		HV-192
					HV-194

Tabla C.1.2. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-2.

Recorrido T-01		Recorrido T-02		Recorrido T-03		Recorrido T-04	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HV-241	HV-280	HV-241	HV-196	HV-245	HV-145	HV-249	HV-206
HV-194	HV-193	HV-195	HV-190	HV-192	HV-193	HV-204	HV-282
HV-143	HV-189	HV-142	HV-193	HV-143	HV-188	HV-143	HV-196
	HV-196		HV-191		HV-194		HV-194
	HV-204		HV-187		HV-196		HV-192
	HV-192		HV-182		HV-204		HVM-186
	HV-186		HV-177		HV-186		HVM-183
	HV-183		HV-144		HV-181		HVM-181
	HV-181		HV-140		HV-183		HV-146
	HV-146		HV-143		HV-146		HV-141
	HV141		HV-151		HV-141		HV-142
	HV-142				HV-142		HV-151
	HV-151				HV-151		

Cont. tabla C.1.2. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-2.

Recorrido T-07		Recorrido 1 T-08		Recorrido 2 T-08	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HVM-230	HVM-231	HVM-231	HVM-232	HVM-231	HVM-232
HVM-232	HVM-265	HVM-182	HVM-183	HVM-183	HVM-182
HVM-182	HVM-238	HV-142	HVM-187	HV-143	HVM-186
HV-142	HVM-216		HV-191		HV-192
	HVM-217		HV-193		HV-194
	HVM-183		HV-195		HV-196
	HV-144		HV-177		HVM-204
	HV-140		HV-144		HVM-181
	HV-143		HV-140		HV-146
	HV-151		HV-143		HV-141
			HV-151		HV-142
					HV-151

Tabla C.1.3. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-3.

Recorrido T-01		Recorrido T-02		Recorrido T-03		Recorrido T-04	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HV-241	HV-280	HV-241	HV-196	HV-241	HV-188	HV-249	HV-206
HV-194	HV-193	HV-195	HV-190	HV-145	HV-191	HV-204	HV-282
HV-146	HV-189	HV-144	HV-193		HV-192	HV-146	HV-196
	HV-196		HV-191		HV-162		HV-194
	HV-204		HV-187		HV-146		HV-192
	HV-192		HV-182		HV-144		HVM-186
	HV-186		HV-177				HVM-183
	HV-183		HV-142				HVM-181
	HV-181		HV-140				HV-143
	HV-143		HV-146				HV-141
	HV141		HV-145				HV-144
	HV-144		HV-162				HV-145
	HV-145						HV-162
	HV-162						

Cont. tabla C.1.3. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-3.

Recorrido T-07		Recorrido 1 T-08		Recorrido 2 T-08	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HVM-230	HVM-231	HVM-231	HVM-232	HVM-231	HVM-232
HVM-232	HVM-265	HVM-182	HVM-183	HVM-183	HVM-182
HVM-182	HVM-238	HV-144	HVM-187	HV-146	HVM-186
HV-144	HVM-216		HV-191		HV-192
	HVM-217		HV-193		HV-194
	HVM-183		HV-195		HV-196
	HV-142		HV-177		HVM-204
	HV-140		HV-142		HVM-181
	HV-146		HV-140		HV-143
	HV-145		HV-146		HV-141
	HV-162		HV-145		HV-144
			HV-162		HV-145
					HV-162

Tabla C.1.4. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-4.

Recorrido T-04		Recorrido T-07		Recorrido 1 T-08		Recorrido 2 T-08	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HV-249	HV-282	HVM-230	HVM-232	HVM-231	HVM-182	HVM-231	HVM-232
HV-206	HV-204	HVM-216	HVM-265	HVM-232	HVM-183	HVM-182	HVM-183
HV-207	HV-208	HVM-223	HVM-238	HVM-216	HVM-230	HV-177	HVM-187
HV-210	HV-211		HV-217	HVM-223	HVM-179		HV-191
HV-223	HV-213		HVM-213		HVM-265		HV-193
	HV-216		HVM-210		HVM-238		HV-195
	HV-222		HVM-222		HV-217		HV-176
	HV-179		HV-176		HVM-213		HVM-223
	HV-176		HV-177		HVM-210		HV-140
	HV-177		HVM-179		HVM-222		HV-142
					HV-176		HV-144
					HV-177		

Cont. tabla C.1.4. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-4.

Recorrido T-12		Recorrido T-13		Recorrido T-14	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HVM-236	HV-332	HV-238	HV-265	HV-240	HV-221
HVM-265	HVM-232	HV-216	HV-232	HV-213	HV-214
HV-216	HVM-230	HV-223	HV-230	HV-223	HV-210
HVM-223	HVM-238		HV-217		HV-216
	HV-217		HV-210		HV-222
	HVM-213		HV-222		HV-177
	HVM-210		HV-179		HV-176
	HVM-222		HV-176		HV-179
	HVM-179		HV-177		
	HV-176		HV-213		
	HV-177				

Tabla C.1.5. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-5.

Recorrido T-01		Recorrido T-02		Recorrido T-03		Recorrido 1 T-04	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HV-241	HV-280	HV-241	HV-196	HV-241	HV-145	HV-249	HV-206
HV-189	HV-194	HV-190	HV-195	HV-188	HV-191	HV-204	HV-282
HV-185	HV-193	HV-185	HV-205	HV-185	HV-192	HV-186	HV-196
	HV-190		HV-187		HV-186	HV-185	HV-194
	HV-205		HV-188		HV-187		HV-192
	HV-188		HV-189		HV-189		HVM-183
	HV-222		HV-182		HV-190		HVM-181
	HV-187		HV-222		HV-205		HV-143
	HV-186		HV-186		HV-222		HV-141
							HV-187
							HV-188
							HV-189
							HV-190
							HV-205
							HV-222

Cont. tabla C.1.5. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-5.

Recorrido 2 T-04		Recorrido T-07		Recorrido 1 T-08		Recorrido 2 T-08	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HV-249	HV-282	HVM-230	HVM-232	HVM-231	HV-182	HVM-231	HVM-232
HV-206	HV-204	HVM-216	HVM-265	HVM-232	HVM-183	HVM-182	HVM-183
HV-207	HV-208	HVM-222	HVM-238	HVM-216	HVM-230	HVM-187	HV-177
HV-210	HV-211	HV-185	HV-217	HVM-222	HVM-265	HV-185	HV-140
HV-222	HV-213		HVM-213	HV-185	HVM-238		HV-142
HV-185	HV-216		HVM-210		HV-217		HV-144
	HV-223		HVM-223		HVM-213		HVM-222
	HV-186		HVM-205		HVM-210		HV-191
	HV-187		HVM-188		HVM-223		HV-193
	HV-188		HVM-189		HVM-187		HV-195
	HV-189		HVM-190		HVM-186		HVM-205
	HV-190		HVM-187		PCV3V-16		
	HV-205		HVM-186		HCM-188		
			PCV3V-16		HVM-189		
					HVM-190		
					HVM-205		

Cont. tabla C.1.5. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-5.

Recorrido T-12		Recorrido T-13		Recorrido T-14	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HVM-236	HV-332	HVM-238	HVM-265	HV-240	HV-221
HVM-265	HVM-232	HVM-216	HVM-232	HV-213	HV-214
HV-216	HVM-230	HVM-222	HVM-230	HV-222	HV-210
HVM-222	HVM-238	HV-185	HV-217	HV-185	HV-216
HV-185	HV-217		HVM-213		HV-223
	HVM-213		HVM-210		HV-205
	HVM-210		HVM-223		HV-190
	HVM-223		HVM-187		HV-189
	HVM-187		HVM-186		HV-188
	HVM-186		PCV3V-16		HV-187
	PCV3V-16		HVM-188		HV-186
	HVM-188		HVM-189		
	HVM-189		HVM-190		
	HVM-190		HVM-205		
	HVM-205				

Tabla C.1.6. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-9.

Recorrido T-04		Recorrido T-07		Recorrido T-08	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HV-249	HV-282	HVM-230	HVM-232	HVM-231	HVM-182
HV-206	HV-204	HVM-217	HVM-265	HVM-232	HVM-183
HV-207	HV-208	HV-125	HVM-238	HV-217	HVM-230
HV-211	HV-210		HVM-216	HV-125	HVM-265
HV-125	HV-214		HV-214		HVM-238
	HV-217		HV-211		HVM-216
	HV-290		HV-290		HV-214
	HV-119		HV-119		HV-211
			HV-126		HV-290
			PCV3V-17		HV-119
					HV-126
					PCV3V-17

Cont. tabla C.1.6. Listado de válvulas críticas en las alineaciones hacia la bomba P-9.

Recorrido T-12		Recorrido T-13		Recorrido T-14	
Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
HVM-236	HV-332	HVM-238	HVM-265	HV-240	HV-221
HVM-265	HVM-232	HV-217	HVM-232	HV-214	HV-213
HV-217	HVM-230	HV-125	HVM-230	HV-125	HV-211
HV-125	HVM-238		HVM-216		HV-217
	HVM-216		HV-290		HV-290
	HV-211		HV-119		HV-119
	HV-214		HV-126		HV-116
	HV-290		PCV3V-17		
	HV-119		HV-214		
	PCV3V-17		HV-211		
	HV-126				

D. LISTADO DE LOS ESTADOS DE LAS VÁLVULAS CON MICROPOSICIONADORES Y FINALES DE CARRERA

D.1. Válvulas manuales con tag ZSL

El tag ZSL indica que el microsposicionador se encuentra en la parte inferior, para proporcionar confirmación de válvula cerrada. Algunas válvulas varían su confirmación a causa de la conexión o por erro en la identificación del *chart*.

Tabla D.1.1. Válvulas manuales con tag ZSL.

TAG Válvula	State 1	TAG Válvula	State 1	TAG Válvula	State 1
ZSL_HV_AR303	Cerrada	ZSL_HV_254	Cerrada	ZSL_HV_275	Cerrada
ZSL_HV_11	Cerrada	ZSL_HV_255_1	Cerrada	ZSL_HV_277	Cerrada
ZSL_HV_180	Cerrada	ZSL_HV_256	Cerrada	ZSL_HV_278	Cerrada
ZSL_HV_181	Cerrada	ZSL_HV_257	Cerrada	ZSL_HV_289	Cerrada
ZSL_HV_180	Cerrada	ZSL_HV_259	Cerrada	ZSL_HV_290	Cerrada
ZSL_HV_181	Cerrada	ZSL_HV_260	Cerrada	ZSL_HV_32	Cerrada
ZSL_HV_182	Cerrada	ZSL_HV_261	Cerrada	ZSL_HV_500	Cerrada
ZSL_HV_183	Cerrada	ZSL_HV_262	Cerrada	ZSL_HV_501	Cerrada
ZSL_HV_206	Cerrada	ZSL_HV_263	Cerrada	ZSL_HV_06	Abierta
ZSL_HV_208	Cerrada	ZSL_HV_264	Cerrada	ZSL_HV_07	Abierta
ZSL_HV_211	Cerrada	ZSL_HV_265	Cerrada	ZSL_HV_09	Abierta
ZSL_HV_212	Cerrada	ZSL_HV_266	Cerrada	ZSL_HV_231	Abierta
ZSL_HV_214	Cerrada	ZSL_HV_267	Cerrada	ZSL_HV_233	Abierta
ZSL_HV_215	Cerrada	ZSL_HV_268	Cerrada	ZSL_HV_235	Abierta
ZSL_HV_217	Cerrada	ZSL_HV_269	Cerrada	ZSL_HV_236	Abierta
ZSL_HV_218	Cerrada	ZSL_HV_270	Cerrada	ZSL_HV_237	Abierta
ZSL_HV_232	Cerrada	ZSL_HV_271	Cerrada	ZSL_HV_238	Abierta
ZSL_HV_239	Cerrada	ZSL_HV_272	Cerrada	ZSL_HV_255	Abierta
ZSL_HV_240	Cerrada	ZSL_HV_273	Cerrada	ZSL_HV_71	Abierta
ZSL_HV_250	Cerrada	ZSL_HV_274	Cerrada	ZSL_HV_72	Abierta
ZSL_HV_252	Cerrada	ZSL_HV_274	Cerrada		

D.2. Válvulas manuales con tag ZSH

En la siguiente tabla se encuentran las válvulas manuales con microposicionador en la parte superior para ofrecer confirmación de válvula abierta. Algunas válvulas varían su confirmación a causa de la conexión o por erro en la identificación del *chart*.

Tabla D.2.1. Válvulas manuales con confirmación de cerrada ZSH.

TAG Válvula	State 1	TAG Válvula	State 1	TAG Válvula	State 1
ZSH_HV_0113	Abierta	ZSH_HV_167	Abierta	ZSH_HV_223	Abierta
ZSH_HV_016	Abierta	ZSH_HV_168	Abierta	ZSH_HV_228	Abierta
ZSH_HV_017	Abierta	ZSH_HV_169	Abierta	ZSH_HV_230	Abierta
ZSH_HV_018	No Cerrada	ZSH_HV_170	Abierta	ZSH_HV_301	Abierta
ZSH_HV_106	Abierta	ZSH_HV_171	Abierta	ZSH_HV_302	Abierta
ZSH_HV_107	Abierta	ZSH_HV_172	Abierta	ZSH_HV_303	Abierta
ZSH_HV_110	Abierta	ZSH_HV_178	Abierta	ZSH_HV_304	Abierta
ZSH_HV_111	Abierta	ZSH_HV_179	Abierta	ZSH_HV_305	Abierta
ZSH_HV_112	Abierta	ZSH_HV_186	Abierta	ZSH_HV_311	Abierta
ZSH_HV_113	Abierta	ZSH_HV_187	Abierta	ZSH_HV_312	Abierta
ZSH_HV_114	Abierta	ZSH_HV_188	Abierta	ZSH_HV_313	Abierta
ZSH_HV_115	Abierta	ZSH_HV_189	Abierta	ZSH_HV_314	Abierta
ZSH_HV_116	Abierta	ZSH_HV_190	Abierta	ZSH_HV_315	Abierta
ZSH_HV_117	Abierta	ZSH_HV_205	Abierta	ZSH_HV_316	Abierta
ZSH_HV_118	Bypass	ZSH_HV_209	Abierta	ZSH_HV_317	Abierta
ZSH_HV_133	Abierta	ZSH_HV_210	Abierta	ZSH_HV_318	Abierta
ZSH_HV_155	Abierta	ZSH_HV_213	Abierta	ZSH_HV_319	Abierta
ZSH_HV_156	Abierta	ZSH_HV_216	Abierta	ZSH_HV_322	Abierta
ZSH_HV_157	Abierta	ZSH_HV_219	Abierta	ZSH_HV_323	Abierta
ZSH_HV_159	Abierta	ZSH_HV_219	Abierta	ZSH_HV_70	Abierta
ZSH_HV_160	Abierta	ZSH_HV_220_1	Abierta	ZSH_HV_AI302	Abierta
ZSH_HV_164	Abierta	ZSH_HV_221	Abierta	ZSH_HV_AR303	Abierta
ZSH_HV_165	Abierta	ZSH_HV_222	Abierta	ZSH_HV_SACO	Abierta

E. LISTADO DE LOS ESTADOS DE LAS VÁLVULAS PCV Y PCV3V

En la siguiente tabla se listan las válvulas PCV y PCV3V con sus respectivos estados (State 1 y Sate 0), además si incorpora el estado *State Safe* en caso de fallo.

Tabla E.1.1. Estados de válvulas PCV y PCV3V.

TAG Válvula	State 1	State 0	Safe state	Tag Válvula	State 1	State 0	Safe state
SOV_PCV_01	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_70	Abrir	Cerrar	Cerrar
SOV_PCV_02	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_71	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_03	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_72A	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_04	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_72B	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_06	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_73	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_07	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_74	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_09	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_75	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_10	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_77	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_100	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI201	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_103	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV_AI202	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_11	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI203	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_12	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI204	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_13	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI205	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_14	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI207	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_15	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI208	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_16	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI209	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_17	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI210	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_18	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI211	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_19	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI401	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_20	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AI601	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_21	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR_203	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_22	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR_R4	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_23	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR101	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_24	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR102	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_25	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR103	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_26	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR104	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_27	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR105	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_28	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR106	Abierta	Cerrada	Cerrada

TAG Válvula	State 1	State 0	Safe state	Tag Válvula	State 1	State 0	Safe state
SOV_PCV_29	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR107	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_301	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR202	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_302	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR301	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_303	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV_AR302	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_304	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR303	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_305	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV_AR601	Abierta	Cerrada	Abierta
SOV_PCV_307	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV_STB	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_306	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV_STM	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_308	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV3V_01	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_309	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV3V_02	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_31	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV3V_06	Abierta	Cerrada	Cerrada
SOV_PCV_314	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_07	Asesa	FAE	FAE
SOV_PCV_315	Abierta	Cerrada	Abierta	SOV_PCV3V_08	Emulgente	Ligante	Ligante
SOV_PCV_32	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_09	Envío B3	Envío B2	Envío B2
SOV_PCV_501	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_10	Envío	Retorno	Retorno
SOV_PCV_502	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_11	Envío	Retorno	Retorno
SOV_PCV_503	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_12	Barrido	Retorno	Retorno
SOV_PCV_504	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_13	Envío	Retorno	Retorno
SOV_PCV_505	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_14	Envío	Retorno	Retorno
SOV_PCV_52	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_17	Intercambiador	Cargadero	Cargadero
SOV_PCV_53	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_21	Envío	Retorno	Mantiene Ultimo Estado
SOV_PCV_54	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_PCV3V_500	Brazo De Carga	Planta Sty	Planta Sty
SOV_PCV_55	Abierta	Cerrada	Cerrada	ZSL_PCV_311	Cerrada	No Cerrada	-
SOV_PCV_56	Abierta	Cerrada	Cerrada	SOV_310	-	-	Mantiene Ultimo Estado
SOV_PCV_57	Abierta	Cerrada	Cerrada	ZSL_PCV_312	Cerrada	No Cerrada	
SOV_PCV_58	Abierta	Cerrada	Cerrada	ZSL_PCV_313	Modo Local	No Cerrada	
SOV_PCV_59	Abierta	Cerrada	Cerrada	PCV-3V-016	Envío	Retorno	Mantiene Su Estado
SOV_PCV_60	Abrir	Cerrar	Cerrar	PCV-3V-015	Envío	Retorno	Retorno
SOV_PCV_61	Abierta	Cerrada	Cerrada	PCV-3V-024	-	-	Mantiene Su Estado
SOV_PCV_62	Abierta	Cerrada	Cerrada	PCV-AR201	Cerrada	No Cerrada	Mantiene Su Estado
SOV_PCV_63	Abierta	Cerrada	Cerrada				
SOV_PCV_65	Abrir	Cerrar	Cerrar				
SOV_PCV_66	Abrir	Cerrar	Cerrar				

Tabla E.1.2. Válvulas pendientes de especificar sus estados.

TAG Válvula	TAG Válvula
PCV-34	PCV-XX5
PCV-33	PCV-XX6
PCV-3V-05	PCV-XX7
XV-401	PCV-XX8
PCV-51M	PCV-AR1
PCV-80	PCV-XX6
PCV-3V-23	PCV-XX7
PCV-XX1	PCV-AR226
PCV-XX2	PCV-XX1
PCV-XX3	PCV-XX3
PCV-XX4	PCV-XX4