

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# Programación de autómata y pantalla táctil, esquemas eléctricos y manual de funcionamiento de minicervecería de 3000 litros



Máster Universitario en  
Ingeniería Industrial

Trabajo Fin de Máster

Álvaro Ibáñez Mariñelarena

Ángel María Andueza Unanua

Pamplona, 29 de junio de 2020

# CONTENIDO DEL TRABAJO

1. MEMORIA
2. DIAGRAMAS DE FLUJO
3. ESQUEMAS ELÉCTRICOS
4. PRESUPUESTO

MEMORIA

# MINICERVECERÍA 3000 LITROS



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ÁLVARO IBÁÑEZ MARIÑELARENA

FECHA: JUNIO 2020

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1. Fabricación de cerveza artesanal.....	1
2. Automatización en las minicervecerías.....	1
OBJETIVOS .....	3
DESARROLLO.....	4
1. Situación de la instalación .....	4
2. Proceso de fabricación de cerveza.....	4
3. Proceso de limpieza de la instalación.....	5
4. Descripción de los componentes la instalación .....	6
4.1 Cocina .....	6
4.2 Fermentadores .....	8
4.3 Sistema de decantación y distribución .....	9
4.4 Sistema CIP para limpieza.....	10
5. Instalación eléctrica. Cuadro eléctrico, sensores y actuadores.....	11
5.1 Sensores .....	11
5.2 Actuadores .....	13
5.3 PLC, pantalla HMI y variadores de frecuencia. ....	16
RESULTADOS .....	19
1. Diagramas de flujo .....	19
2. Automatización de los procesos.....	23
3. Esquemas eléctricos .....	25
4. Programación del PLC .....	27
5. Manual de funcionamiento .....	43
5.1 Funcionamiento del programa.....	43
5.2 Alarmas y avisos.....	52
5.3 Seguridades.....	54
6. Presupuesto .....	55
CONCLUSIONES.....	56
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	57

# INTRODUCCIÓN

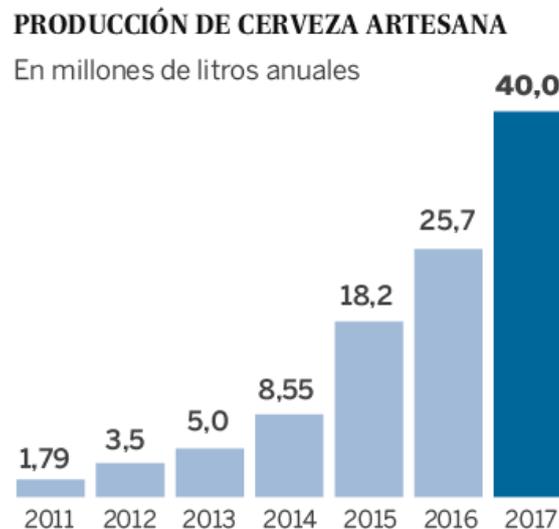
## 1. Fabricación de cerveza artesanal

En España la fabricación de cerveza era común en los monasterios en la Edad Media, aunque su consumo no estaba extendido. A medida que transcurrió el tiempo fue ganando cada vez mayor popularidad.

La fabricación industrial de cerveza comenzó en el siglo XIX con el fenómeno de la industrialización en España. Durante los años 1850 y 1925 se crearon la mayoría de las cervezas industriales y marcas reconocidas de España, como las actuales Ámbar, San Miguel o Cruzcampo.

La aparición de la fabricación de cerveza artesanal surge en España hace 30 años con las primeras minicervecerías, donde los maestros cerveceros creaban recetas únicas para distinguirse de las cervezas industriales y de las marcas traídas de Alemania.

Sin embargo, no es hasta a partir del año 2010 cuando se da el *boom* de la cerveza artesanal, aumentando el número de minicervecerías de 20 en toda España en 2008, a más de 500 actualmente, produciendo más de 40 millones de litros anuales [1]. Esto supone un 1% del sector de la cerveza en España. En Alemania existen empresas dedicadas a la venta de instalaciones completas para la producción artesanal de cerveza y existen profesionales dedicados al diseño de estos equipos.



Fuente: Cerveceros de España y Min. de Agricultura. EL PAÍS

Figura 1. Producción de cerveza artesana en España.

Sin embargo, debido a las tendencias actuales y, en gran medida, a la crisis de la COVID-19 y el cierre de bares y restaurante, este sector ha sufrido un enorme golpe y se está produciendo un cierre de multitud de cervecerías en España. [2]

## 2. Automatización en las minicervecerías

La automatización industrial consiste en el uso de tecnologías para controlar y monitorizar procesos industriales, máquinas y equipos. Esta disciplina integra conceptos

de ingeniería como electrónica industrial, sensores, control neumático, programación, comunicaciones y robótica, y su aplicación es un paso necesario para establecer la Industria 4.0 en las empresas.

La automatización de procesos es especialmente aplicable en procesos automáticos y redundantes. Esto favorece que el operario no realice este tipo de procesos y evita riesgos para los trabajadores. También permite su control y monitoreo desde un lugar remoto y la obtención de datos sobre ellos.

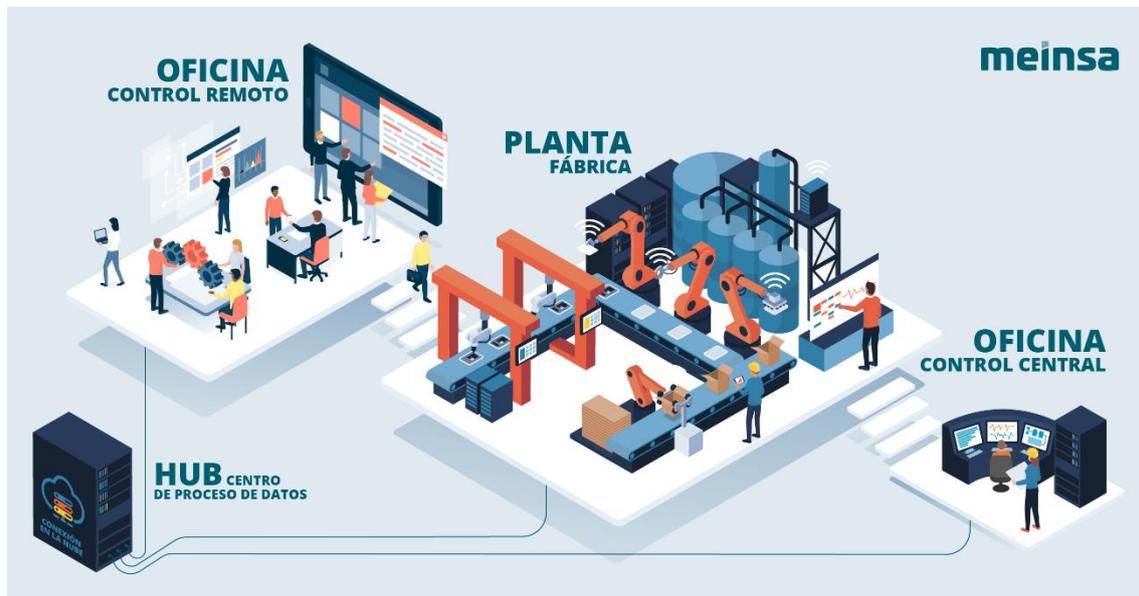


Figura 2. Fabricación automatizada realizado en fábrica controlado remotamente.

<https://www.comunicae.es/nota/las-10-tendencias-de-la-automatizacion-1-1201558/>

La tendencia actual de la automatización de minicervecerías es que aquellas de mayor capacidad que 15 hectolitros, que representan el 15% del total, incluyen sistemas para la automatización en sus procesos. Para el resto de minicervecerías, entre 3 y 15 hectolitros de capacidad, no es común la automatización de ningún proceso. [3]

En comparación con las cervecerías industriales, la inversión en automatización para las cervecerías artesanales es mucho menor. Lo más común es utilizar sistemas PLC (Controlador Lógico Programable) y pantalla HMI (Interfaz Humano-Máquina) para el control y visualización de temperatura, niveles de agua e integrar seguridades. Sin embargo, el impacto en la producción de automatizar no es tan fuerte como en las cervecerías industriales, donde es imprescindible llevar un control y trazabilidad del producto.

Entre las ventajas de automatizar una instalación de minicervecería se encuentran:

- Control preciso de procesos de calentamiento como maceración y cocción, lo que aumenta la repetitividad en la producción del mismo tipo de cerveza. También garantiza la correcta ejecución de las operaciones, disminuyendo la posibilidad de errores humanos.
- Integración de la seguridad en la instalación. Disminuye la inversión en elementos mecánicos, que son más eficaces, pero mucho más caros, o aumenta la seguridad.
- Aumenta el ritmo de producción de cerveza, lo que tiene impacto en su precio final.

## OBJETIVOS

El objetivo general en este proyecto es realizar la automatización de una instalación de minicervecería. Es decir, partiendo instalación de calderería y otra serie de equipos ya existentes de una minicervecería, el objetivo es hacer una elección de los componentes necesarios para llevar a cabo la automatización de la minicervecería, determinar cómo se conectan eléctricamente y realizar la parte de programación.

Teniendo lo anterior en cuenta, se plantean estos objetivos:

1. Comprender el funcionamiento de la instalación y realizar los diagramas de flujo o de funcionamiento.
2. Elección de componentes para la automatización, incluyendo sensores, PLCs, pantallas táctiles, etc.
3. Realizar los esquemas eléctricos y de conexiones de los componentes eléctricos dentro del cuadro eléctrico.
4. Programación de elementos como autómatas, pantallas HMI o sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). También incluye simulaciones del funcionamiento real de la instalación.
5. Realizar un manual de funcionamiento de la instalación donde se explique al operario la forma de utilizar del equipo, desde el punto de vista de operaciones y automatización, sin incluir la parte de mantenimiento o seguridades.
6. Cuantificar costes de lo anterior y realizar un presupuesto para la automatización de la instalación.

# DESARROLLO

## 1. Situación de la instalación

La instalación en la que se va a realizar la automatización es una minicervecería de 3000 litros pertenece a la empresa Blanca y Verde, que opera en Chiclana de la Frontera (Cádiz).

## 2. Proceso de fabricación de cerveza

Para la fabricación de cerveza se llevan a cabo ciertos procesos mecánicos y de aportación de calor al grano de malta de cebada o trigo (materia prima), obteniendo, en primer lugar, el mosto. Tras la fermentación del mosto y otros procesos de eliminación de impurezas como la decantación o el filtrado ya se obtiene la cerveza lista para embotellar o almacenar en otros recipientes. [4]

Los procesos que se llevan a cabo se representan en el siguiente diagrama de flujo:

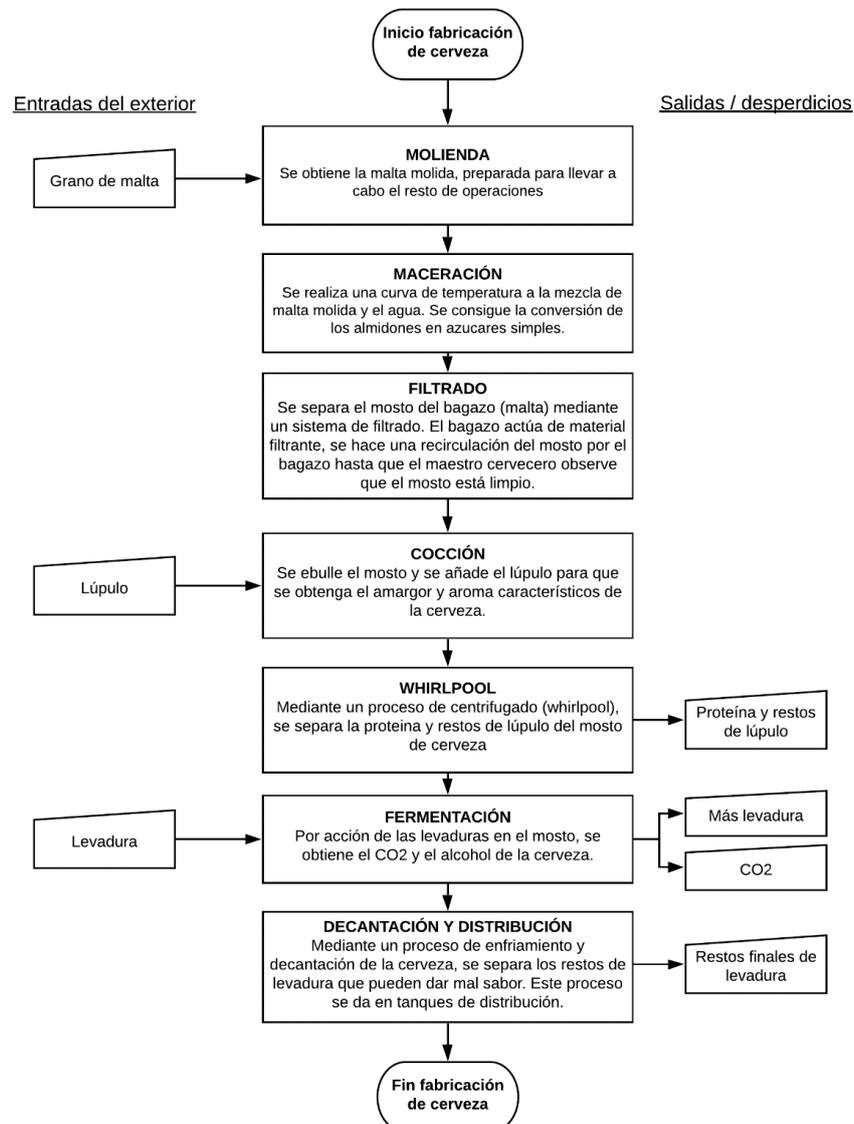


Figura 3. Diagrama de fabricación de cerveza.

### 3. Proceso de limpieza de la instalación

Un sistema de limpieza de instalaciones industriales de la industria alimentaria es el sistema **CIP (Cleaning-in-place)** o sistema de lavado *in situ* [5]. Este sistema de limpieza se basa en tres fases diferenciadas: preenjuague, limpieza con detergente (sosa) y aclarado [6].

#### 1. Preenjuague

Se busca la eliminación de los restos grandes o materia voluminosa. Para llevarse a cabo se rocían con agua las distintas partes de la instalación y se envían estos restos directamente al desagüe, es decir, no hay recirculación.

#### 2. Limpieza con detergente

En esta fase se busca la desinfección de la instalación. Para ello se utiliza una mezcla del detergente (normalmente sosa) y agua caliente (a unos 80-90°C) y esta mezcla se recircula por la instalación un cierto tiempo. Una vez finalizada la limpieza se puede desechar la mezcla de detergente y jabón o almacenarla en un depósito tras llevar a cabo procesos de filtrado. Posteriormente se puede repetir la operación con ácido para eliminar el color blanco que deja la sosa en el acero inoxidable.

#### 3. Aclarado

En esta fase se busca eliminar los restos de detergente que quedan tras la fase anterior de limpieza con detergente. Este proceso se divide en dos subfases, en la primera fase se recircula agua fría por la instalación durante un cierto tiempo. La segunda fase, denominada abrillantado, consiste en no recircular el agua para arrastrar los últimos restos de detergente y dejar un acabado brillante. Esta última fase garantiza la completa eliminación de cualquier resto de detergente.

Un sistema CIP puede contar con una instalación externa, donde se almacena el agua con detergente y que cuenta con equipos como bombas y medidores de pH, o en el propio equipo, por ejemplo, añadiendo manualmente la sosa y con bombas destinadas a este fin.



Figura 4. Sistema CIP externo.

## 4. Descripción de los componentes la instalación

La instalación de la minicervecería se puede dividir en cuatro partes: el depósito de agua caliente, la parte de cocina, la parte de fermentación y la parte de decantación y distribución. Todas estas partes se limpian *in situ* mediante un sistema CIP.

La instalación también cuenta con otros sistemas auxiliares tales como intercambiadores de calor, un sistema de calentamiento de agua mediante caldera, equipos para obtener agua helada o sistemas de aireación.

En la siguiente imagen se puede ver un esquema del proceso de fabricación de cerveza, donde se pueden observar los diferentes equipos utilizados.

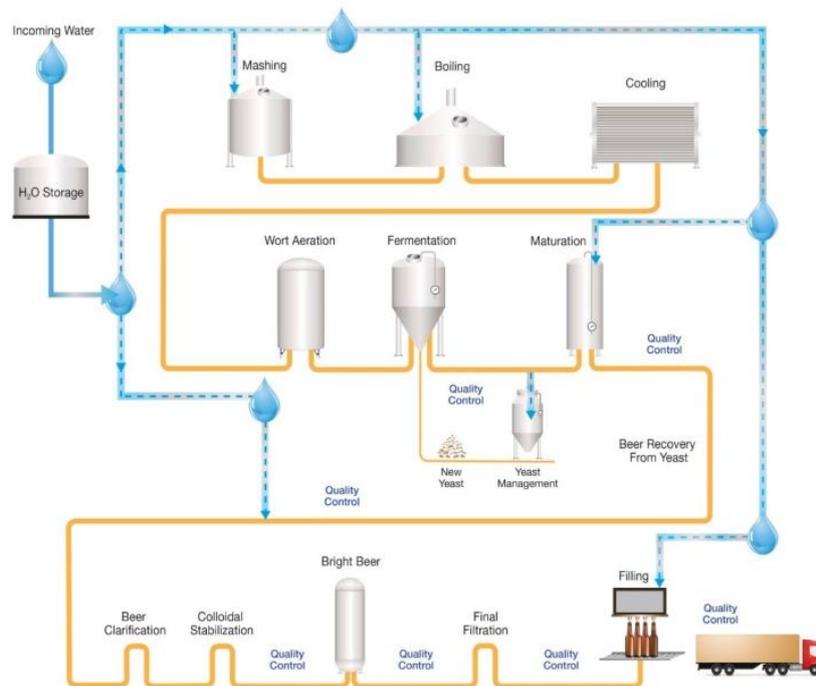


Figura 5. Esquema fabricación de cerveza. <https://www.pall.com/en/food-beverage/beer-corporate.html>

### 4.1 Cocina

En esta parte de la instalación se llevan a cabo las operaciones de maceración, filtrado, cocción y Whirlpool. Dentro de la cocina también se incluye el tanque de agua caliente ya que se utiliza para suministrar agua al resto de tanques.

Las operaciones se realizan de manera semiautomática, es decir, el operario debe intervenir para accionar elementos, como las válvulas manuales de mariposa, pero hay otros elementos (sensores y actuadores) que permiten que diversas operaciones se ejecuten de forma automática.

Está diseñada según el Sistema Alemán de fabricación de cerveza. Esto consiste en utilizar un depósito distinto para realizar cada operación, si bien, las tareas de maceración y cocción se realizan en un mismo depósito. De este modo se abaratan costes de instalación, pero se disminuye drásticamente el ritmo de fabricación de cerveza.

La capacidad de esta minicervecería es de 3000 litros, que es la capacidad del tanque de cocción. Es decir, de cada cocinado se obtienen en torno a 3000 litros de cerveza.

### **Tanque de agua caliente**

En este tanque se produce el calentamiento del agua por resistencias eléctricas para abastecer el resto de las operaciones. Cuenta con un sistema de recirculación para aprovechamiento del agua caliente que sale del intercambiador de calor, un sensor de temperatura para controlar el calentamiento y tres interruptores de nivel para el llenado.

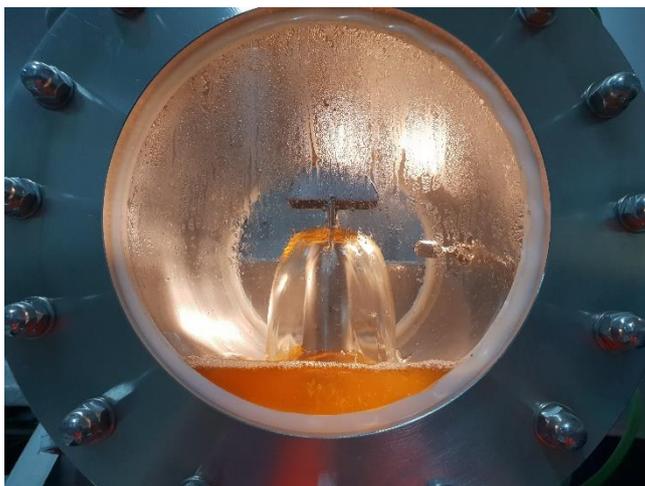
### **Tanque macerador-cocedero**

Es un tanque de 3000 litros de acero inoxidable de forma cilíndrica donde se llevan a cabo ambos procesos, de maceración y de cocción. En la parte inferior cuenta con unas camisas para introducir vapor y calentar el producto. También cuenta con un interruptor de nivel, un sensor de temperatura y un agitador de palas alimentado mediante un variador de frecuencia.

### **Filtro**

Es un tanque de acero inoxidable con una rejilla en la parte inferior para realizar la operación de filtrado por recirculación del mosto. También cuenta con un agitador para la retirada del bagazo restante después del filtrado y para remover lentamente el bagazo durante el filtrado y evitar la aparición de caminos preferenciales para el mosto.

Para la operación de recirculación se cuenta con una mirilla para que el operario valore si ha comenzado a filtrar (se ha asentado el bagazo en la rejilla), observando la claridad del mosto. El trasvase de filtro a mirilla se hace por gravedad y la extracción del mosto de la mirilla se hace mediante una bomba con un variador de frecuencia.



*Figura 6. Mirilla para observación de la claridad del mosto durante el filtrado.*

### **Whirlpool**

Consiste en un tanque cilíndrico y vacío por el que se introduce agua de manera tangencial a sus paredes, de modo que la materia pesada, proteína y restos de lúpulo que dan mal sabor, se quedan en el centro y precipitan por gravedad.



Figura 7. Instalación de minicervecería con tanque macerador-cocedero y filtro.

## 4.2 Fermentadores

En estos equipos se realiza la operación de fermentación del mosto para obtener cerveza. Para ello se deben añadir levaduras al mosto y esperar un tiempo de unas 2-3 semanas.

Es importante que se dé previamente un enfriamiento controlado del mosto mediante un intercambiador y se introduzca aire estéril para acelerar el inicio de la acción de las levaduras.

Se pueden distinguir entre dos tipos de instalaciones para fermentación:

- **Atmosféricos:** no permiten fermentar a presión y todo el CO<sub>2</sub> generado se pierde. Por este motivo será necesario inyectar de nuevo CO<sub>2</sub> en el embotellado o realizar una parte de la maceración en otro tanque a presión.
- **Isobáricos:** también permiten realizar la fermentación a presión (normalmente de 2 a 3 bares), evitando añadir CO<sub>2</sub> a posteriori.

### Equipos fermentadores

Son unos depósitos de acero inoxidable con forma cilíndrica con la parte inferior cónica, que permite extraer por debajo gran parte de las levaduras generadas durante la fermentación.

Son fermentadores atmosféricos, por lo que no se puede realizar la fermentación a presión.



Figura 8. Tanques fermentadores.

#### 4.3 Sistema de decantación y distribución

La instalación cuenta con unos tanques horizontales donde se realizarían los procesos de decantación (se deposita la levadura restante) y también la distribución para su embotellado o a otros depósitos.

Estos tanques no cuentan con ningún control, elementos móviles ni sensores y las tareas de distribución son manuales. Es decir, este sistema no es objeto de automatización.



Figura 9. Tanques horizontales de distribución.

#### 4.4 Sistema CIP para limpieza

Esta instalación cuenta con un sistema CIP para limpieza en el que se aprovechan los componentes de la instalación como los tanques para preparar las mezclas. A continuación, se añaden indicaciones como apoyo a los DIAGRAMAS DE FLUJO de limpieza para entender el funcionamiento del sistema:

- La instalación tiene incluidas bombas en paralelo con capacidad de propulsar agua para limpieza, denominadas bombas CIP. Existen dos bombas montadas sobre un carro que deben ser colocadas en distintas posiciones según la operación de limpieza que se quiere realizar.
- El agua caliente se obtendría del Tanque 30 (agua caliente) para realizar las operaciones de preenjuague, limpieza detergente y aclarado.
- El preenjuague se divide en 2 partes: preenjuague del whirlpool para eliminar restos de proteína y preenjuague de cocedero y filtro para eliminar los restos de bagazo.
- Para las operaciones de limpieza con detergente y aclarado se introduce la cantidad necesaria de agua en el Tanque 10 (cocedero). Se añadiría detergente (sosa) abriendo la tapa en la parte superior del depósito, se calentaría si fuera necesario y se iniciaría la recirculación. Para el aclarado no es necesario calentar.
- En las operaciones de recirculación el operario debe pasar de una a otra operación abriendo y cerrando válvulas. El orden de apertura y cierre debe estar definido para un uso correcto de la instalación.
- Tras la finalización de las operaciones el agua no se recupera en otro depósito, sino que se tira por el desagüe abriendo una de las válvulas.
- Respecto a los fermentadores. No se realiza preenjuague de los fermentadores ya que solo habría restos de levadura que se pueden arrastrar fácilmente con agua. Al igual que en los demás casos, las tareas de limpieza detergente y aclarado se hacen desde el Tanque 10 (cocedero).

## 5. Instalación eléctrica. Cuadro eléctrico, sensores y actuadores.

### 5.1 Sensores

Se explicarán los diferentes sensores elegidos para llevar a cabo la automatización de minicervecería, su descripción, funcionamiento y la razón de su utilización.

#### **Interruptor de nivel por vibración**

Cuando el líquido cubre el sensor se produce un accionamiento piezoeléctrico debido a la vibración. Esta señal es amplificada, dando lugar a una señal lógica de 0 o 24V según la presencia de líquido o no.

Este sistema es apto tanto para llenado a un determinado volumen y como medida de seguridad. Por este motivo se utilizará para el control de llenado seguro de los tanques.



Figura 10. Interruptor de nivel por vibración.

<http://www.colsein.com.co/producto/249/detector-de-nivel-por-vibracion>

#### **Detector magnético**

Su salida es una señal lógica entre 0 y 24V según la presencia de un elemento magnético.

Se utilizará para detectar si se han abierto las tapas de los depósitos y, como medida de seguridad, para detener agitadores u otros elementos móviles en caso de posibles contactos del operario con sus partes móviles. El detector irá en el tanque y la parte magnética en la tapa. Como es de acero inoxidable, no tiene propiedades magnéticas que impidan el funcionamiento correcto del detector.



Figura 11. Detector magnético.

### **Transmisor de temperatura y PT100**

Para la medida de temperatura se utiliza un sensor PT100, que consiste en una resistencia de platino cuyo comportamiento es muy lineal con la temperatura. Por otro lado, se utiliza un transmisor de temperatura, a la que va conectada la PT100, a la que se aplica una tensión entre 0 y 24V y se adapta la intensidad que por ella circula para obtener un valor entre 4 y 20mA. De este modo se puede leer mediante un módulo analógico del PLC.



Figura 12. Sensor PT100.



Figura 13. Transmisor de temperatura.  
<http://www.hnsa.com.co/transmisores-de-temperatura/>

### **Caudalímetro (contador de agua)**

Se trata de un sensor de flujo por ultrasonidos y se utiliza medir el caudal de agua o fluidos limpios que circulan a través de una tubería. No es apropiado para otros fluidos sucios o contaminados, siendo necesario utilizar otras tecnologías (electromagnéticos, de *vortex*, etc.).

Su salida es una intensidad entre 4 y 20mA proporcional al caudal, que se conecta a un módulo analógico del PLC.

Este caudalímetro se utiliza para contar el agua introducida a los diferentes depósitos, cuando se requiere ajustar el volumen introducido con cierta precisión para ajustarse a una receta, por ejemplo, para la maceración o para regar el bagazo.



Figura 14. Caudalímetro.  
<https://www.burkert.es/es/type/8032>

## 5.2 Actuadores

Se explicarán los actuadores de la instalación de la minicervecería junto con una descripción de su funcionamiento y la razón de su utilización.

### **Válvula automática de mariposa**

Una válvula automática consiste en una válvula de mariposa, u otro tipo, a la que se acopla un cabezal neumático para su accionamiento automático controlado por una señal eléctrica. Se utilizan para productos líquidos de las industrias alimentaria, farmacéutica y química.

Estas válvulas cuentan con detectores de posición, que pueden ser abierto-cerrado o permitir un control total por las zonas intermedias, y cuyas salidas son señales en tensión que pueden conectarse al PLC.



Figura 15. Válvula automática de mariposa.

<https://www.inoxpa.es/productos/valvulas-y-accesorios/valvulas-mariposa-acero-inoxidable/valvulas-mariposa-sanitarias>

### **Electroválvula**

Se trata de una válvula accionada eléctricamente. Debido a su simplicidad su precio es mucho menor al de las válvulas automáticas, pero su uso se reserva únicamente al agua líquida o vapor de agua.



Figura 16. Electroválvula.

### **Resistencias eléctricas**

Se utilizan para el calentamiento de agua, siendo una opción barata, pero menos eficiente que la utilización de vapor, aunque este último sistema requiere la colocación de camisas en los tanques, una caldera, purgadores, válvulas y tuberías.

Para su control normalmente se utilizan relés de estado sólido dada su robustez y mayor tasa de conmutación en comparación a los relés magnéticos [7].



*Figura 17. Resistencia eléctrica para calentamiento.*

### **Agitador vertical**

Se utilizan para remover o mezclar el producto dentro del tanque. Se accionan mediante un motor asíncrono colocado en la parte superior o inferior del tanque y controlando su velocidad mediante un variador de frecuencia.



*Figura 18. Ejemplos de agitadores industriales.*



Figura 19. Agitador de palas dentro de un depósito.

### **Bombas hidráulicas**

Se utilizan para el transporte de producto o agua por las tuberías de la instalación. Normalmente son accionadas eléctricamente mediante un motor de inducción y se puede controlar su velocidad mediante un variador de frecuencia.

El tipo de bomba más utilizada para esta aplicación es la bomba centrífuga. En ocasiones, se utilizan las bombas de vacío, que pueden trabajar cuando entra aire junto al agua (no se desceban) y son convenientes cuando se requieren vaciados completos de los tanques, aunque el precio y complejidad aumentan.

<https://www.serviaire.com/tipos-de-bombas-de-vacio/>



Figura 20. Tipos de bombas centrífugas. <https://www.inoxmim.com/blog-c/que-es-una-bomba-centrifuga>

### 5.3 PLC, pantalla HMI y variadores de frecuencia.

La automatización se ha utilizado un controlador programable PLC para el control de las entradas, salidas y comunicaciones y una pantalla HMI (interfaz humano-máquina) desde que el operario visualizará el estado de la instalación e introducirá parámetros y órdenes.

#### **PLC**

Se utiliza un PLC de Siemens, modelo SIMATIC S7-1500. Para el procesamiento cuenta con un módulo con pantalla táctil al que se agrupan módulos de entradas o salidas analógicas o digitales.



Figura 22. PLC Simatic S7-1500.



Figura 21. Módulo de entradas digitales.

#### **Pantalla HMI**

La pantalla HMI es de la marca Siemens, modelo SIMATIC TP1900 Comfort de 19 pulgadas. Es una pantalla táctil en la que se programan ventanas para mostrar datos y gráficas entre otros elementos.



Figura 23. Pantalla HMI TP1900 Comfort.

### Variadores de frecuencia

El control de velocidad de motores de algunas bombas y agitadores se hace utilizando variadores de frecuencia. El modelo elegido es el SINAMICS PM G120C de Siemens.

El control de los variadores se hace mediante envío y recepción de palabras de mando control entre el variador y el PLC.



Figura 24. Variadores de frecuencia de la serie SINAMICS PM G120C.

### Conexiones entre equipos

Para la interconexión entre PLC, pantalla HMI y variadores se ha elegido el protocolo PROFINET, que es un estándar abierto basado en Ethernet industrial y TCP/IP. Una de las características de PROFINET es que permite el uso de tres servicios de comunicación [8]:

- **Estándar TCP/IP:** no es determinista, es decir, el envío y recepción de datos no tiene un ciclo establecido y está condicionado por retardos. Por este motivo, no se recomienda su uso para la automatización, pero sí para el envío y el almacenamiento de datos en servidores SCADA o bases de datos.
- **Real Time:** es un modo de comunicación determinista y en tiempo real, lo que implica un ciclo establecido para el envío y recepción de datos y la minimización de retardos (*jitter*). Es adecuado en tareas de automatización, por ejemplo, para la comunicación entre elementos como PLCs, y variadores de frecuencia.
- **Isochronous Real Time:** Equivalente a *Real Time*, pero con mejoras para su utilización en aplicaciones de alta precisión, donde se requiere un *jitter* mínimo.

Para la comunicación entre PLC y los variadores de frecuencia se establece un servicio PROFINET/IO (tiempo real), mediante el cual se intercambian datos almacenados en direcciones de entradas (I) o salidas (Q) en el PLC mediante telegramas. El envío y recepción de estos telegramas se ha establecido con un periodo de 1 milisegundo, como se puede ver en la Figura 25.

En el caso de la comunicación entre PLC y HMI, no se utiliza un servicio en tiempo real, sino que se establece una conexión entre variables de PLC y variables de HMI, asignando un ciclo de adquisición específico para cada variable. En la Figura 26 se puede ver un ejemplo de la conexión entre variables.

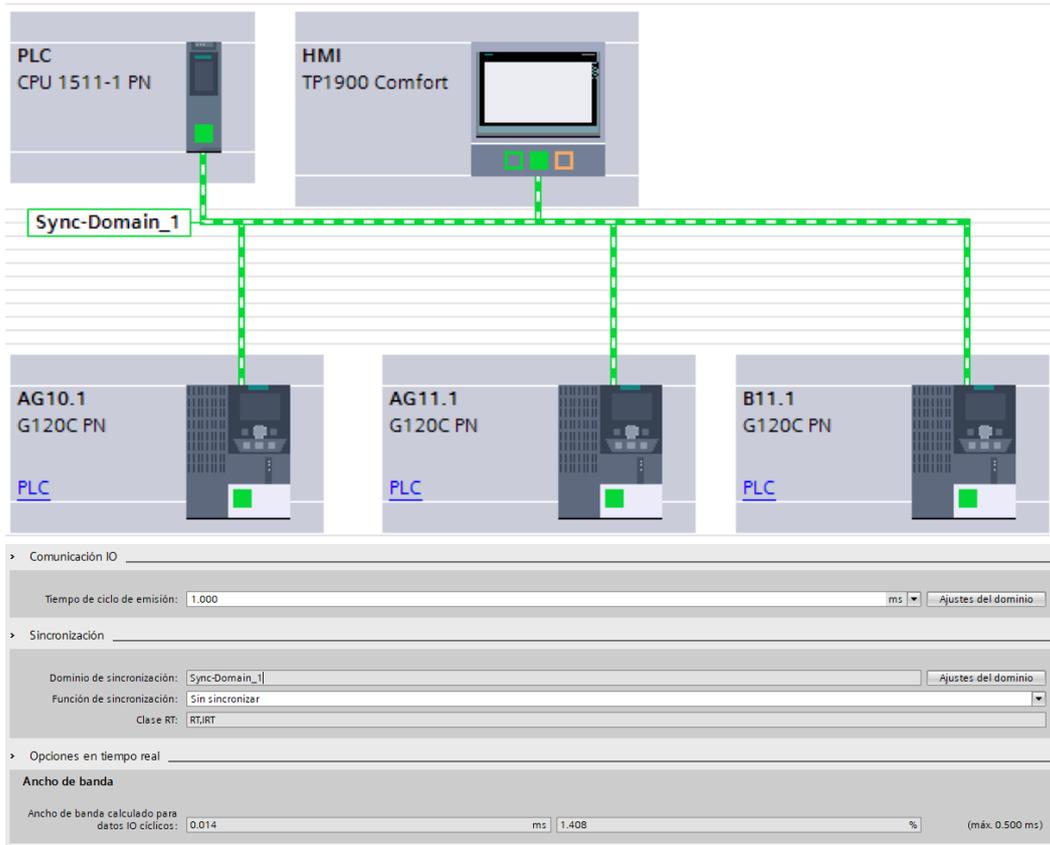


Figura 25. Parametrización n de la red PROFINET de conexión entre los equipos

Nombre ▲	Tipo de datos	Conexión	Nombre del PLC	Variable PLC	...	Ciclo de adquisición
DOS10.1(L/h)	Real	HMI_Conexión_1	PLC	DB_Datos_Sensores.*DOS10.1(L/h)*	...	500 ms
TT10.1(°C)	Real	HMI_Conexión_1	PLC	DB_Datos_Sensores.*TT10.1(°C)*	...	500 ms

Figura 26. Ejemplo de variables del HMI y su interconexión con variables de PLC.

La conexión física entre equipos se hará mediante cable Ethernet de categoría industrial. El modelo de la red es radial y se utiliza un switch para la conexión de equipos.

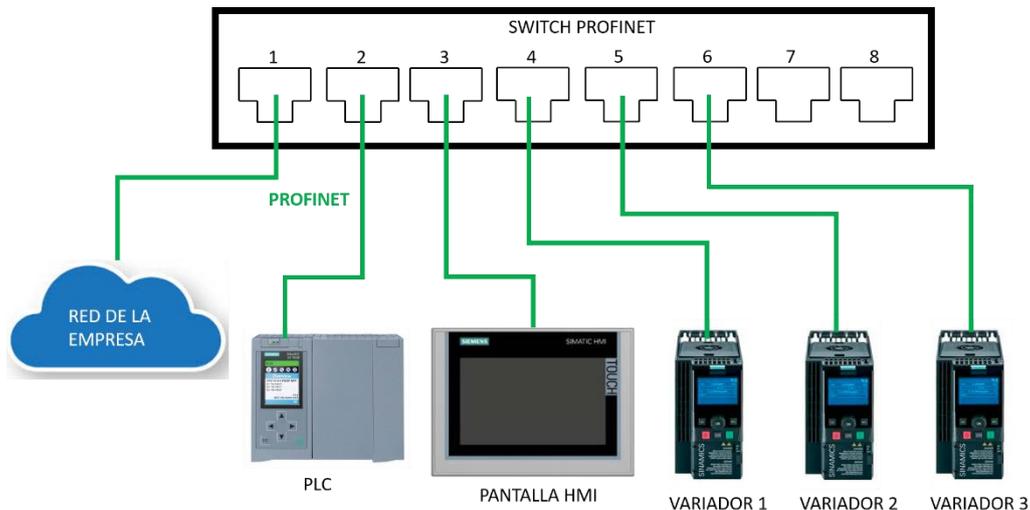


Figura 27. Interconexión física entre los equipos de la red.

# RESULTADOS

## 1. Diagramas de flujo

En este apartado, se han definido los procesos y operaciones que se llevan a cabo en la instalación. Se ha dividido el funcionamiento de la instalación en 3 procesos principales:

1. **Cocina:** contiene las operaciones para la elaboración de la cerveza antes de la fermentación (maceración, filtrado y cocción).
2. **Limpieza cocina:** contiene las operaciones para la limpieza de todos los elementos de la parte cocina (cocedero, filtro y whirlpool). Normalmente este proceso es inmediatamente posterior al proceso de Cocina.
3. **Limpieza fermentadores:** contiene las operaciones para realizar la limpieza en los fermentadores. Este proceso se realiza tras la retirada de los fermentadores de la cerveza una vez completada su fermentación.

Para cada proceso se ha realizado un diagrama de la secuencia de operaciones. A su vez, en el documento DIAGRAMAS DE FLUJO se puede ver de forma esquemática el movimiento de fluido en la instalación para cada operación. A la hora de activar operaciones mediante la pantalla, se hará referencia a estos diagramas para que el operario verifique el correcto estado de la instalación (por ejemplo, posición de las válvulas) antes del inicio de la operación correspondiente.

En la Figura 28 se puede ver el conjunto de símbolos utilizados para la realización de los diagramas.

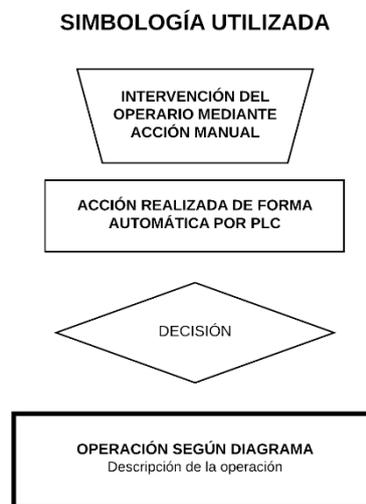


Figura 28. Simbología utilizada en los diagramas de flujo

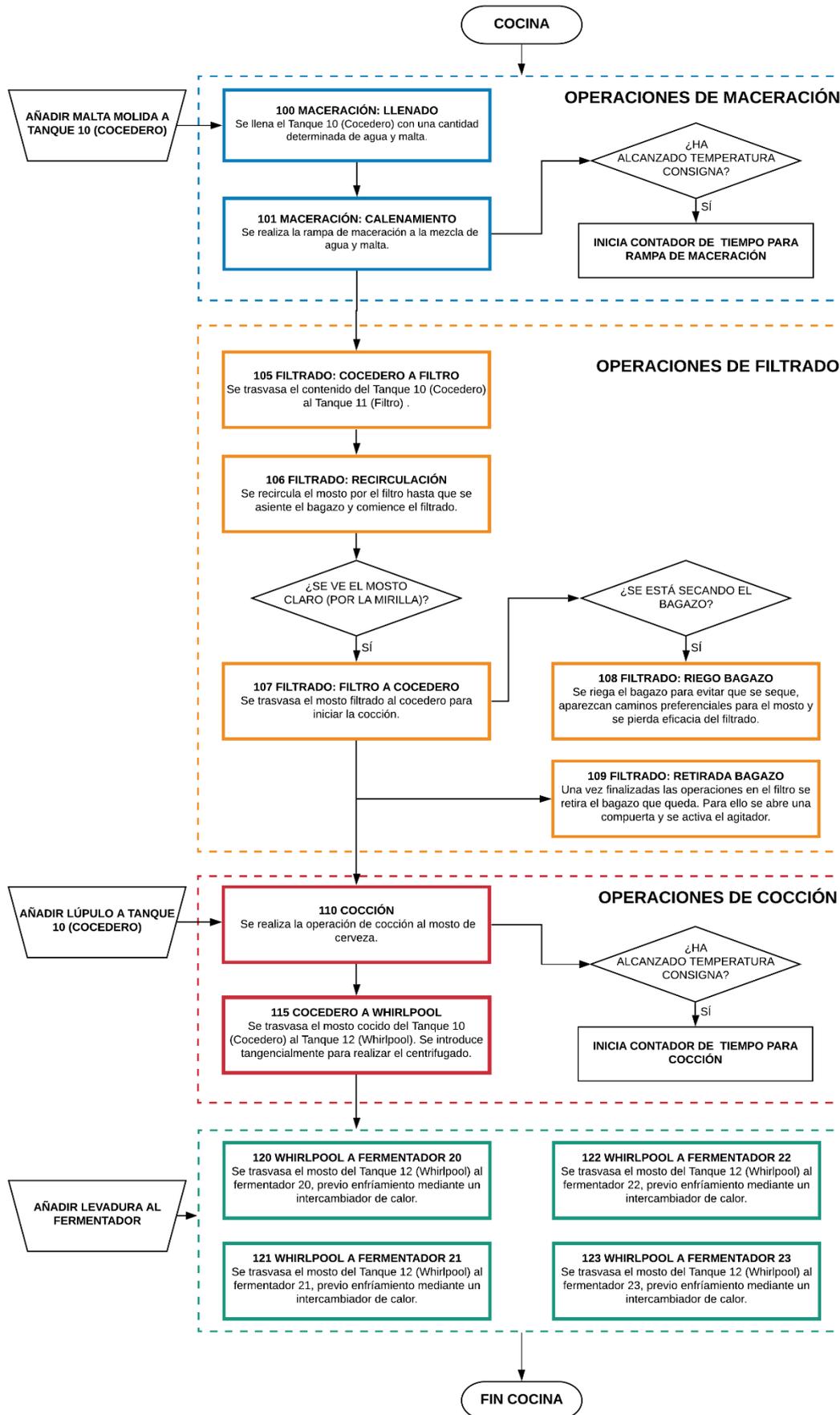


Figura 29. Diagrama de flujo de proceso Cocina

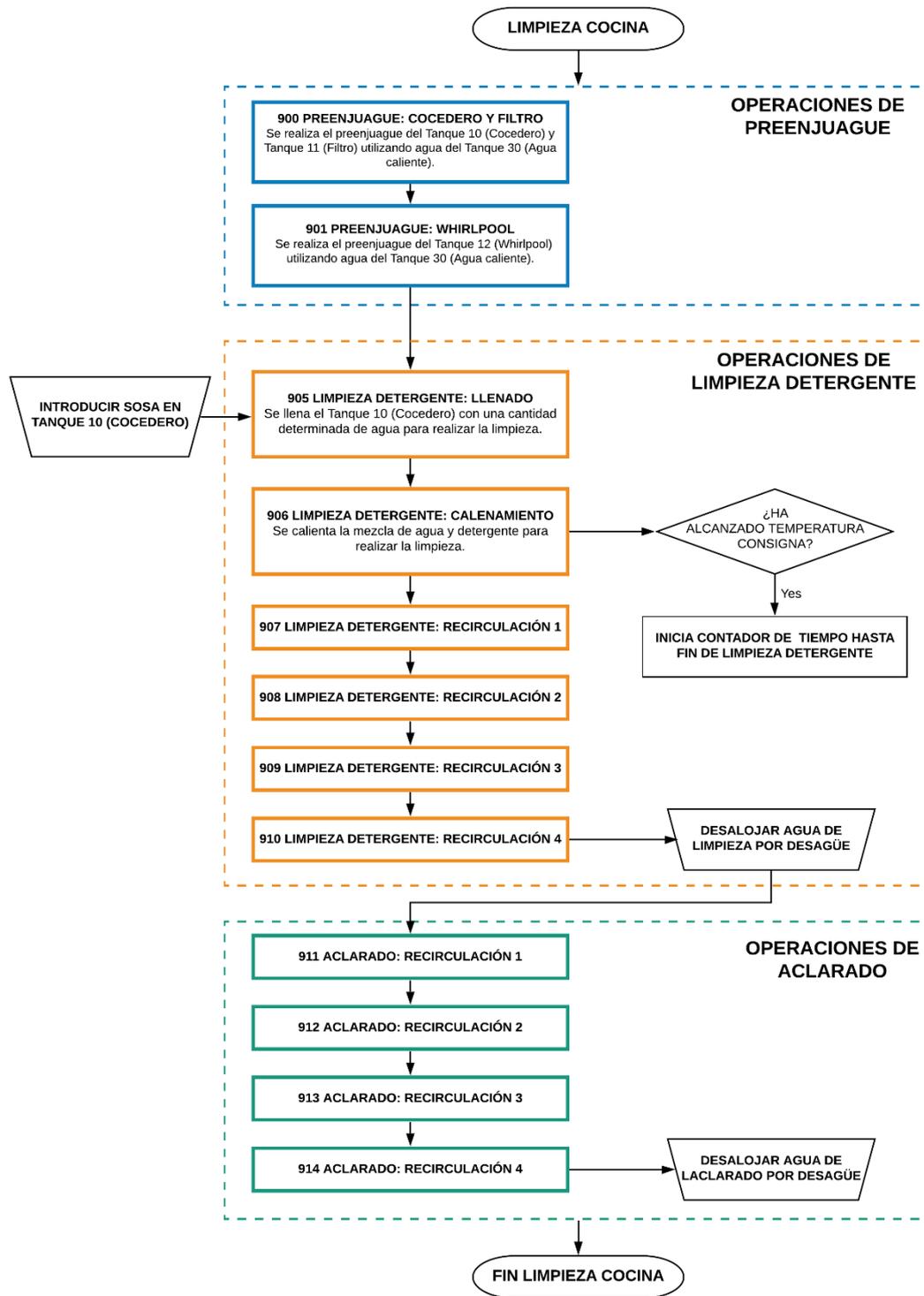


Figura 30. Diagrama de flujo de proceso Limpieza Cocina

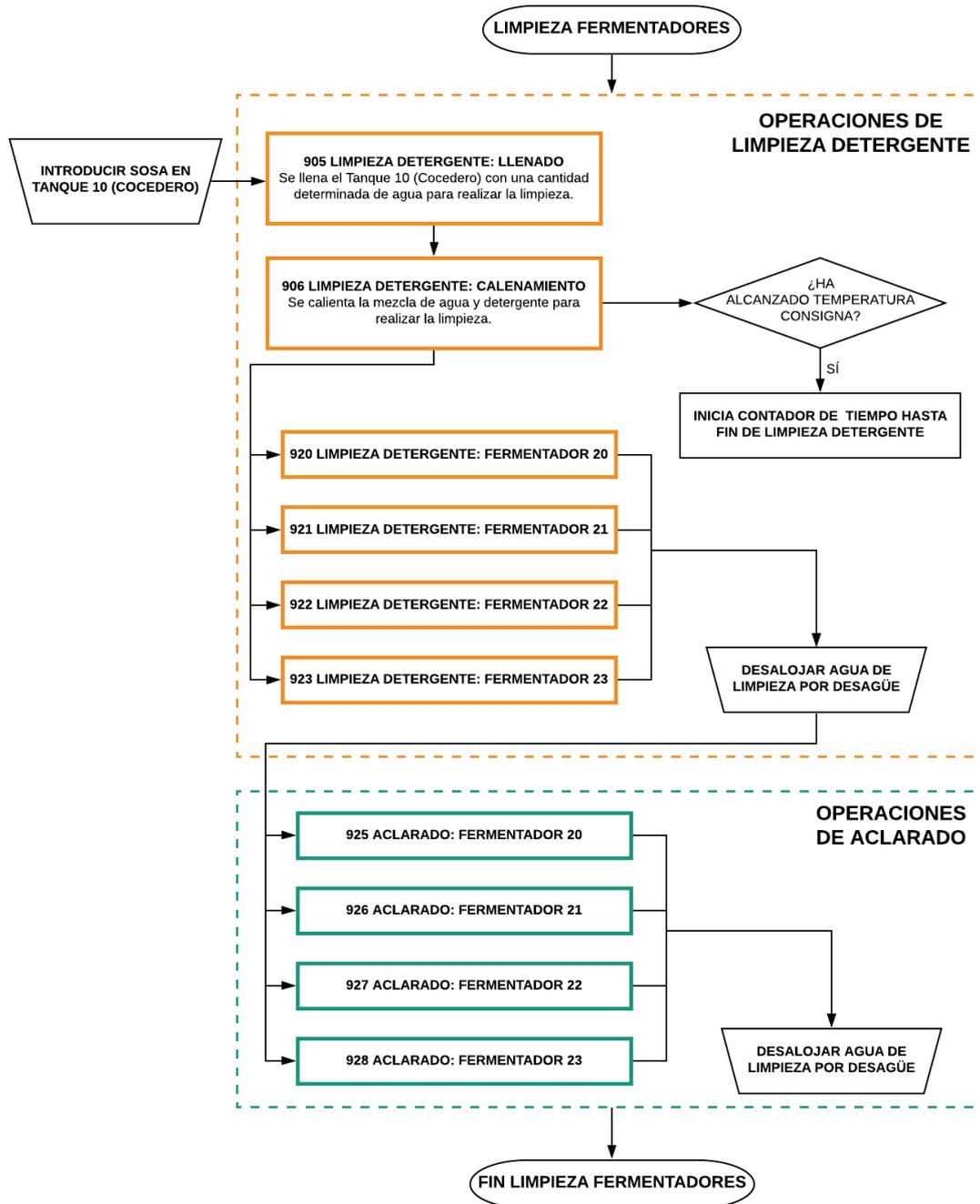


Figura 31. Diagrama de flujo de proceso Limpieza Fermentadores

## 2. Automatización de los procesos

El funcionamiento normal de la instalación de minicervecería es semiautomático. Esto quiere decir que se llevan a cabo una serie de operaciones automáticamente (calentamientos y llenado), pero hay elementos que tienen que operarse manualmente (válvulas manuales, adición de materia prima) y la activación de operaciones se hace de forma manual (paso a paso). Todo esto sin entrar en el tema de seguridades, que deben ser funcionales en todo momento y su uso no se enmarca en el funcionamiento normal de la instalación.

A continuación, se mostrarán las intervenciones del operario para llevar a cabo las operaciones. En este caso, todas las operaciones requieren activar manualmente su inicio y algunas su finalización.

Tabla 1. Operaciones en la instalación e intervenciones del operario en las operaciones.

OPERACIÓN		INTERVENCIÓN NECESARIA DEL OPERARIO
100 108 905	Llenado del cocedero para Maceración, Riego Bagazo y Limpieza	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio.
101 110 906	Calentamiento en cocedero para Maceración, Cocción y Limpieza	Únicamente para finalizar los procesos.
105	Filtrado: Cocedero a filtro	Apertura y cierre de válvulas para la preparación antes de su inicio.
106 107	Filtrado: Recirculación Filtrado: Filtro a cocedero	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio. Ajuste de la velocidad de la bomba de recirculación. Observación del producto por la mirilla para paso de una operación a otra. Operación sobre válvulas para pasar de una operación a otra.
109	Retirada bagazo	No requiere intervención de operario.
115	Filtrado- Cocedero a whirlpool	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio.
120 121 122 123	Whirlpool a fermentadores	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio.
900 901	Preenjuague- Cocedero y filtro Preenjuague- Whirlpool	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio.
907 908 909 910	Limpieza detergente- Recirculación	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio. Operación sobre válvulas para pasar de una operación a otra.
911 912 913 914	Limpieza detergente- Recirculación	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio. Operación sobre válvulas para pasar de una operación a otra.

920		
921	Limpieza detergente- Fermentadores	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio.
922		
923		
924		
925	Aclarado- Fermentadores	Apertura y cierre de válvulas antes de su inicio.
926		
927		
928		

Teniendo esta tabla en cuenta, ya se establece qué operaciones pueden automatizarse y, de este modo, se determina la manera en que el operario introduce o extrae información de la instalación. En resumen, con esta información se realiza la programación de la pantalla HMI.

### 3. Esquemas eléctricos

Se ha realizado los esquemas eléctricos de los componentes necesarios para llevar a cabo la instalación. Los componentes irán montados en un armario eléctrico y conectados según los esquemas, que están el documento ESQUEMAS ELÉCTRICOS.

El listado elementos incluidos en los esquemas eléctricos, junto a descripciones, características y precios estimados, se pueden consultar en el documento PRESUPUESTO.

Se ha estimado una **potencia total de la instalación** de en torno a 40kW.

El **cálculo de secciones** de cables según el reglamento de baja tensión, instrucción ITC-BT-19 Instalaciones interiores o receptoras: Prescripciones generales, tomando cable multipolar RZ1-K (libre de halógenos).

Cumpliendo con la **Directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas** (necesaria para obtener el marcado CE):

- La instalación cuenta con un relé de seguridad que, pulsando la seta de seguridad ante una emergencia, corta la alimentación de los elementos que pueden provocar daños en el individuo en caso de seguir funcionando o cuya parada puede evitar los mismos. En este caso se corta la alimentación de bombas, agitadores, enchufes trifásicos y resistencias eléctricas. Para el rearme será necesario desenclavar manualmente la seta de emergencia.
- Los botones, luces indicadoras en el cuadro u otros elementos susceptibles de estar en contacto con el operario se alimentarán a 24V para evitar riesgos de contacto eléctrico.

Se han utilizado relés magnéticos para la activación, mediante salidas del PLC, de señales que demandan mucha corriente o una tensión de 220 voltios. Estas señales serían para la alimentación de focos a 220 voltios y apertura de electroválvulas.

Todos los elementos en el armario eléctrico van montados sobre un carril DIN, de manera que se distribuyan en varios carriles a diferentes alturas. El paso de cables por el interior se hace a través de canaletas ranuradas. En la Figura 32 se puede apreciar, a modo de ejemplo, como quedarían los componentes dentro del armario eléctrico.



Figura 32. Ejemplo de distribución de elementos y conexiones dentro de un armario eléctrico.

La conexión de elementos dentro el cuadro eléctrico con componentes del exterior (sensores y actuadores) se hace a través de bornas. Esto permite la conexión y desconexión en el caso de mantenimiento o cambio de equipos.



*Figura 33. Bornas montadas sobre carril DIN.*

Al respecto de los dispositivos de protección eléctrica:

- Se ha utilizado un relé diferencial electrónico con un transformador externo para la protección diferencial. Este dispositivo se programará con una sensibilidad de 300mA.
- Se utilizará un magnetotérmico general para el corte de suministro de la instalación, se ajustará para corte a 60 amperios.
- Para la protección de motores ante sobreintensidad se utilizan guardamotores que se ajustarán para el fallo a la corriente nominal del motor aguas-abajo.
- Los enchufes monofásicos se conectarán protegidos mediante un diferencial de sensibilidad 30mA (protección para las personas).

## 4. Programación del PLC

Para la programación del PLC y pantalla HMI se ha utilizado el programa TIA PORTAL V15 de Siemens.

A continuación, se explican los diferentes bloques de los que se compone el programa y el contenido de estos.

### BLOQUE MAIN

El programa se ejecuta desde el bloque "Main", que se ejecuta cíclicamente y contiene varios bloques principales, que se muestran en el siguiente diagrama de flujo.

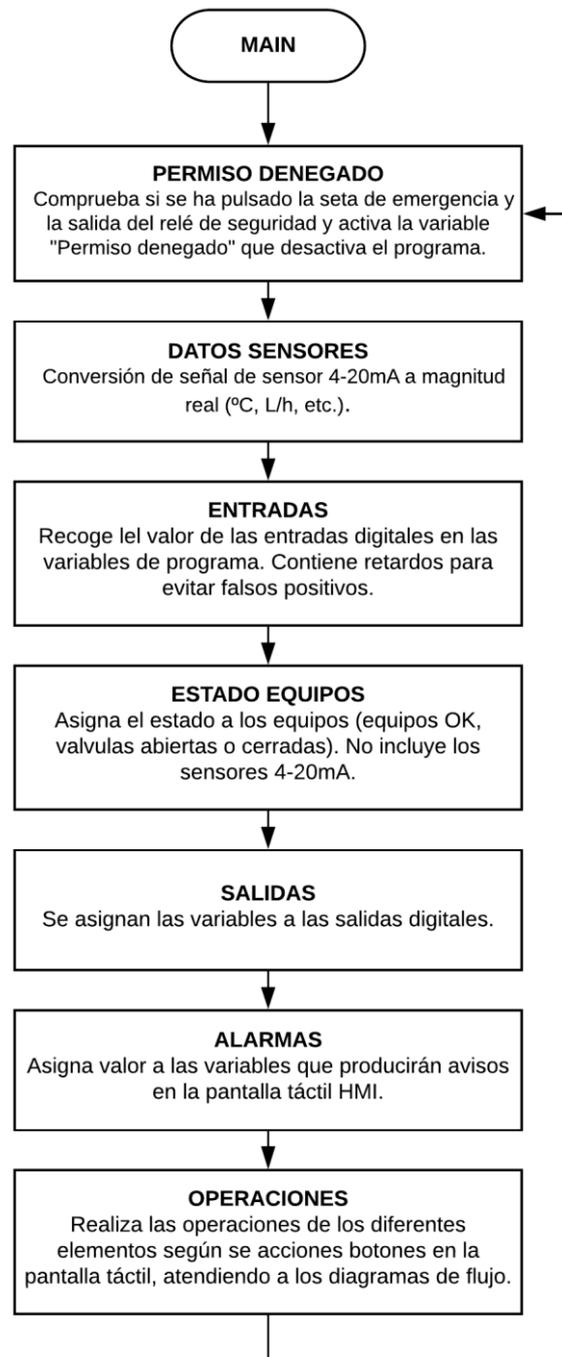


Figura 34. Diagrama de flujo del programa Main del PLC.

## PERMISO DENEGADO

Esta línea de programa está dedicada a activar la variable lógica de programa *DB\_Pantalla"Permiso\_denegado"* en caso de que la entrada R/S proveniente del relé de seguridad esté en valor 0, recordando que todos los elementos de seguridad tienen lógica negativa, es decir, el relé de seguridad desactiva los equipos eléctricos cuando detecta un valor 0 de señal en la seta de emergencia (cuando se pulsa).

La variable *DB\_Pantalla"Permiso\_denegado"* impide la ejecución del programa, ya sea desactivando las salidas y avisa en la pantalla HMI de la pulsación de la seta de emergencia.

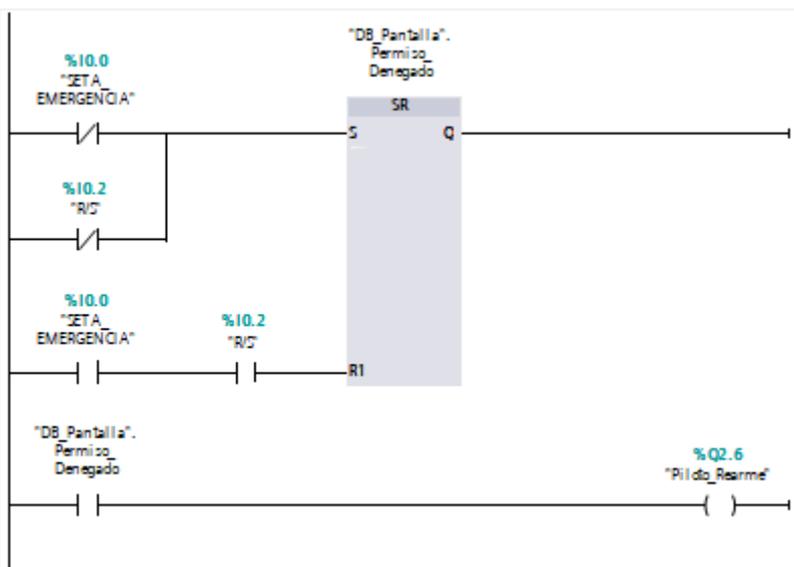


Figura 35. Bloque de Permiso Denegado

- Si se pulsa la seta de emergencia ( $I0.0=0$ ) o la señal R/S se activa ( $I0.2=0$ ), entonces se activa *DB\_Pantalla"Permiso\_denegado"* y se enciende el piloto indicador de la necesidad de rearme ( $Q2.6=1$ ).
- El estado anterior se mantiene hasta que se restaura la seta de emergencia ( $I0.0=1$ ) y se hace un *reset* al relé de seguridad mediante el botón rearme ( $I0.20=1$ ).

## ENTRADAS

En el bloque entradas se asigna a variables internas del programa los valores lógicos de las entradas. Se aplican retardos para evitar falsos positivos o negativos, por ejemplo, en el caso de un sensor de nivel se aplica un retardo de 5 segundos para activar la variable en caso de que se haya estabilizado por completo el nivel o lo haya superado de modo que sea imposible un valor negativo inmediatamente después.

Las variables internas que almacenan los valores se agrupan en el bloque de datos *DB\_Entradas*.

Ejemplo: Para la entrada I0.0 "*Sensor digital*":

- Si  $I0.0=1$  durante un tiempo  $t_{on}$ , entonces *DB\_Entradas"Sensor digital"*=1
- Si  $I0.0=0$  durante un tiempo  $t_{off}$ , entonces *DB\_Entradas"Sensor digital"*=0

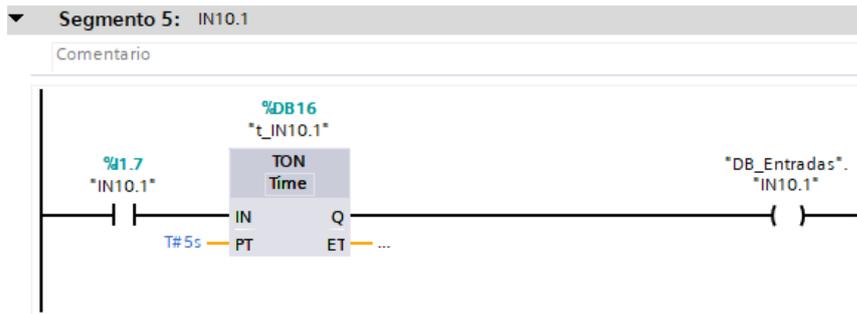


Figura 36. Lectura de entrada IN10.1.

## DATOS SENSORES

Convierte el valor (número entero) que recoge el módulo de entradas analógicas a la magnitud real que mide el sensor (°C, L/h). También indica en una variable booleana si el sensor está correcto.

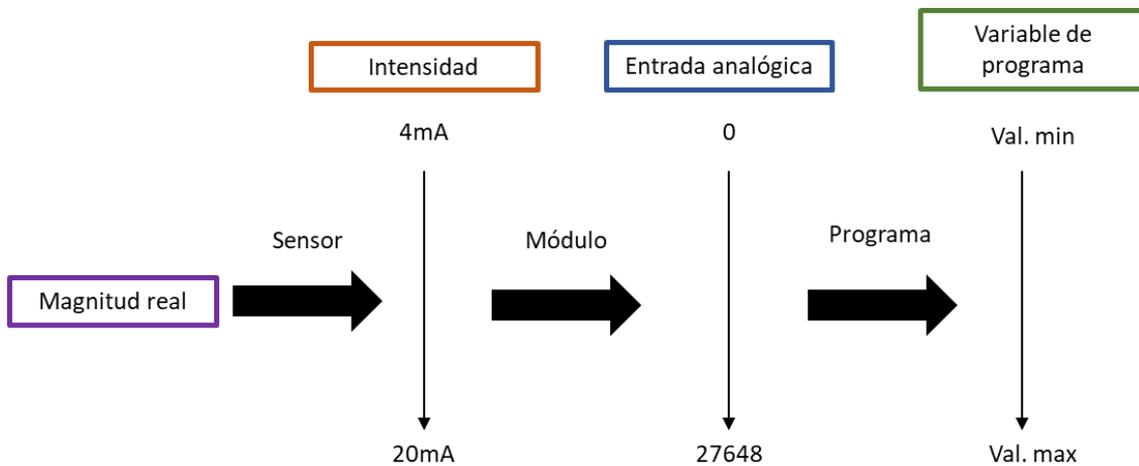


Figura 38. Esquema de conversión para lectura de sensores 4-20 mA.

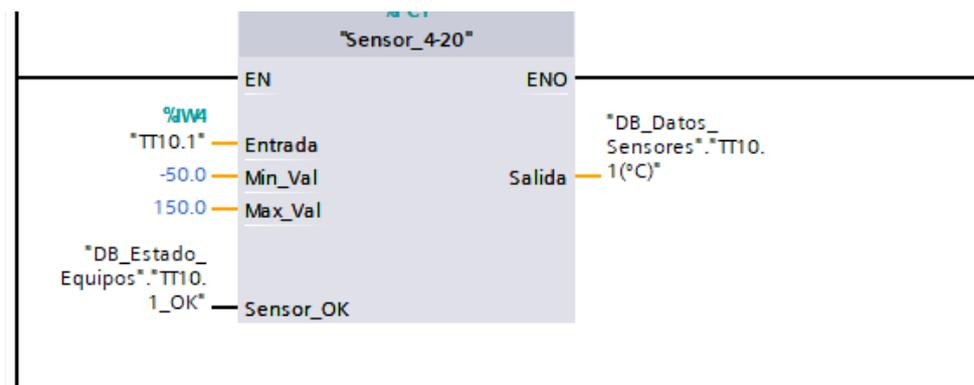


Figura 37. Utilización de bloque de programa Sensor\_4-20 para lectura de temperatura con TT10.1.

La variable *Sensor\_OK* se activa si la salida calculada arroja un valor fuera de los límites. En este caso, también se asigna un valor 0 la variable de salida.

## ESTADO EQUIPOS

Asigna valores a variables en el bloque de datos *DB\_Estado\_Equipos* según las variables de entradas y salidas recogidas. Por ejemplo, para las válvulas automáticas:

- Si *DB\_Entradas*"VA10.1\_Abierta"= *DB\_Entradas*"VA10.1\_Cerrada" durante 3s (tiempo estimado de apertura o cierre), entonces *DB\_Estado\_Equipos*"VA10.1\_Estado"=0 (Válvula estropeada).
- Si *DB\_Entradas*"VA10.1\_Abierta"=1 y *DB\_Entradas*"VA10.1\_Cerrada"=0, entonces *DB\_Estado\_Equipos*"VA10.1\_Estado"=1 (Válvula abierta).
- Si *DB\_Entradas*"VA10.1\_Abierta"=0 y *DB\_Entradas*"VA10.1\_Cerrada"=1, entonces *DB\_Estado\_Equipos*"VA10.1\_Estado"=2 (Válvula cerrada).

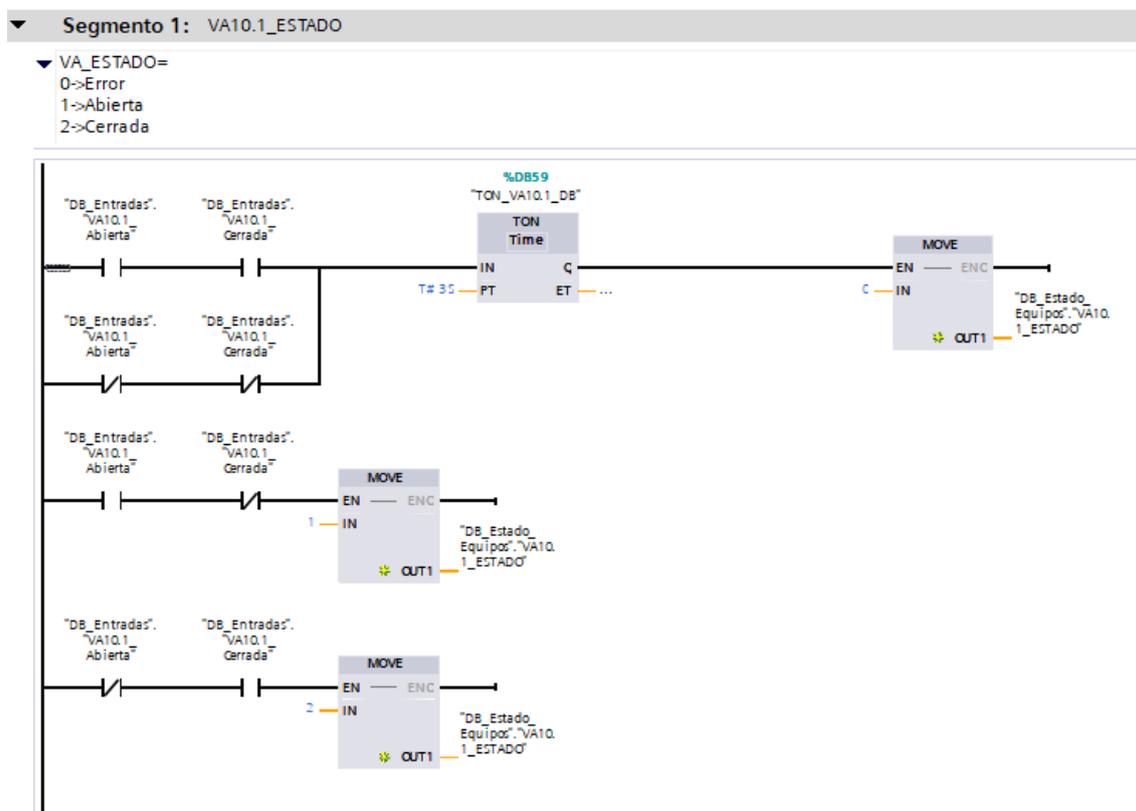


Figura 39. Bloques de programa para definir estado de válvula automática VA10.1.

## SALIDAS

Activa o desactiva salidas (encendido de actuadores) o asigna valores enteros (frecuencia de agitadores o bombas) en función de las variables recogidas en el bloque de datos *DB\_Salidas* y de otras, como *Permiso\_denegado*. Es decir, para activar una salida, es necesario activar la variable correspondiente de *DB\_Salidas* y se tienen que cumplir otras condiciones para activación segura. Por ejemplo, para los agitadores:

- Si *DB\_Salidas*"AG10.1"=1 y *Permiso\_denegado*=0, entonces Q0.0(VFAG10.1)=1, se asigna el código para la habilitación (depende del sentido de giro) a QW256(Habilitación\_AG10.1) y se asigna la velocidad a QW258 (Consigna\_AG10.1).
- Si no, Q0.0(VFAG10.1)=0, se asigna el código para la deshabilitación a QW256(Habilitación\_AG10.1).

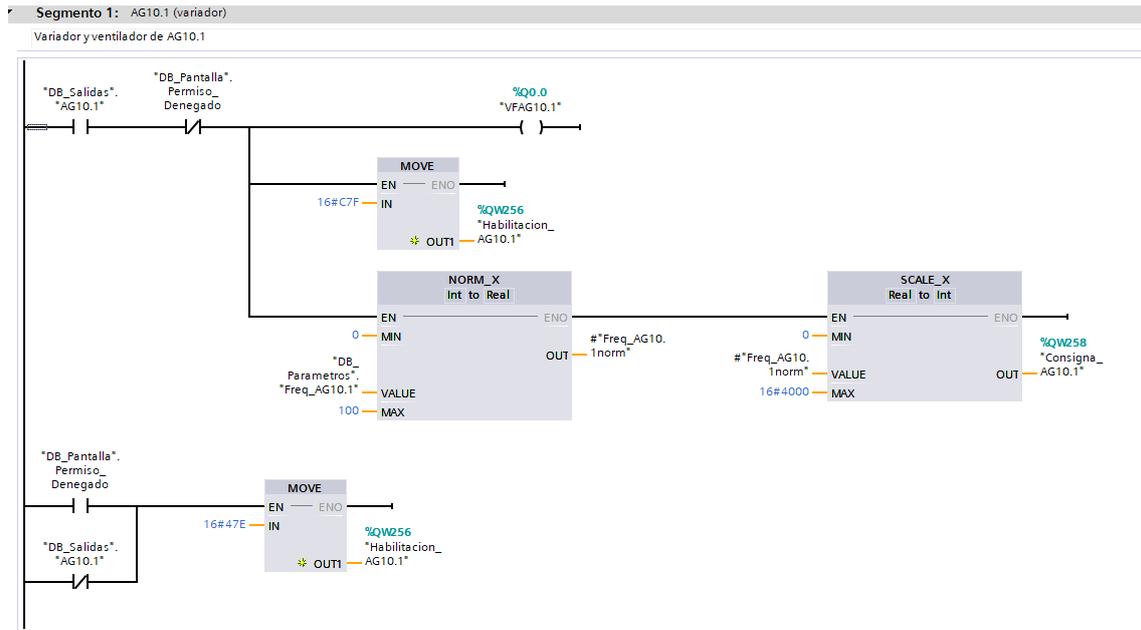


Figura 40. Bloque de salida para activación-desactivación y asignación de frecuencia de AG10.1

## ALARMAS

En este bloque se programan las estructuras que van a activar las variables que dan lugar a alarmas y avisos en la pantalla HMI si se cumplen. Normalmente, se utilizan las variables definidas en Estado Equipos para asignar alarmas. Lleva asociado el bloque de datos *DB\_Alarmas*, que contiene variables de alarma.

Por ejemplo, para las electroválvulas:

- Si *DB\_Estado\_Equipos*"VA10.1\_Estado" $=0$  (Válvula estropeada), entonces se activa la variable *DB\_Alarmas*"VA10.1\_ROT0" $=1$  (Alarma por electroválvula estropeada)
- En otro caso, *DB\_Alarmas*"VA10.1\_ROT0" $=0$  (no hay alarma)

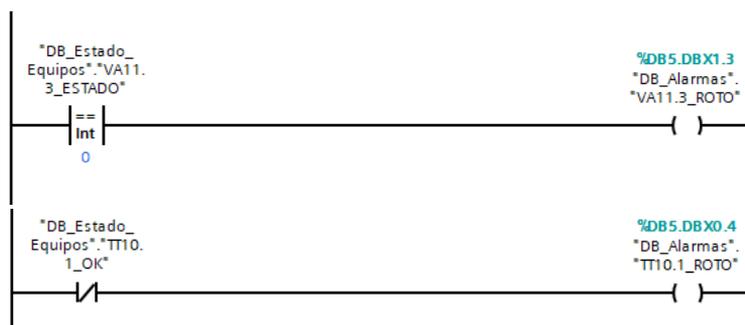


Figura 41. Bloques para alarmas de fallo en válvula automática VA11.1 y transmisor de temperatura TT10.1.

## OPERACIONES

Contiene los bloques con operaciones que activan o desactivan elementos, tal y como aparece en los diagramas de flujo. Para la activación y desactivación de las operaciones se cuenta con variables dentro del bloque de datos *DB\_Operaciones*, que normalmente se modifican desde la pantalla HMI (ver Manual de funcionamiento).

Para llevar a cabo las operaciones se han separado en 4 grupos, de modo que las operaciones dentro de un grupo no pueden ser simultáneas como sí lo pueden ser dos operaciones de grupos distintos, estos grupos son:

- Operaciones de llenado y riego.
- Operaciones de calentamiento.
- Operaciones de trasvase de producto.
- Operación sobre elementos concretos

### Operaciones de llenado y riego

Cuentan los litros introducidos en el depósito correspondiente mediante lectura del caudal con el caudalímetro DOS10.1. Activan un aviso y finalizan la operación cuando se supera un valor, que puede ser un parámetro introducido por el usuario.

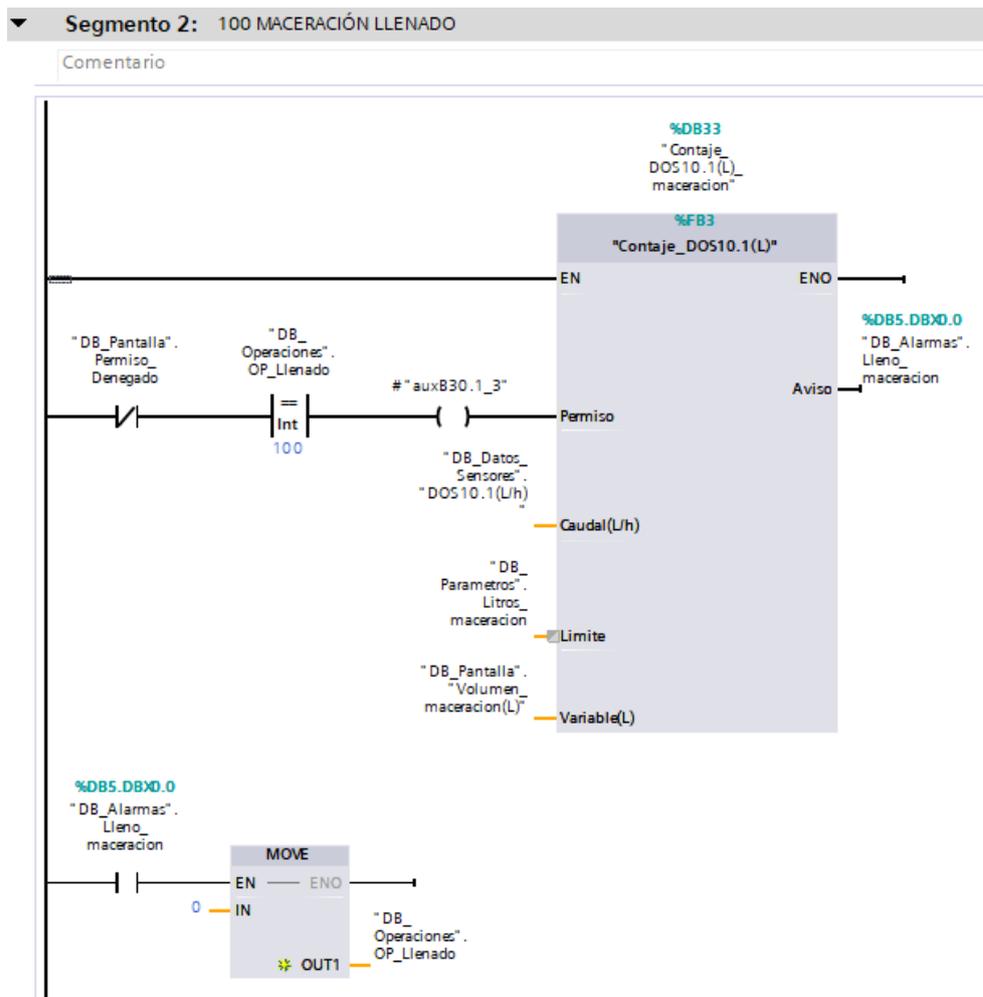


Figura 42. Bloque de programa de la operación 100 MACERACIÓN: LLENADO.

### Operaciones de calentamiento

Utilizando un control por histéresis y actuando sobre las electroválvulas o resistencias eléctricas, se realiza el control de temperatura de los tanques para ajustarla a un parámetro consigna de temperatura. A su vez, incluyen contadores de tiempo para almacenar el tiempo de operación de calentamiento desde que el tanque alcanza la consigna de temperatura.

También se ha programado una rampa de temperatura de tres niveles, necesaria para el proceso de maceración. Esto es que, una vez alcanzado el primer nivel de temperatura ( $T_1$ ) y transcurrido un determinado tiempo ( $t_1$ ), la consigna de temperatura se modifica a la correspondiente al nivel 2 ( $T_2$ ) y, una vez alcanzada y transcurrido un tiempo ( $t_2$ ), se activa el nivel 3 ( $T_3$  y  $t_3$ ). Todos los parámetros de la rampa son accesibles y modificables.

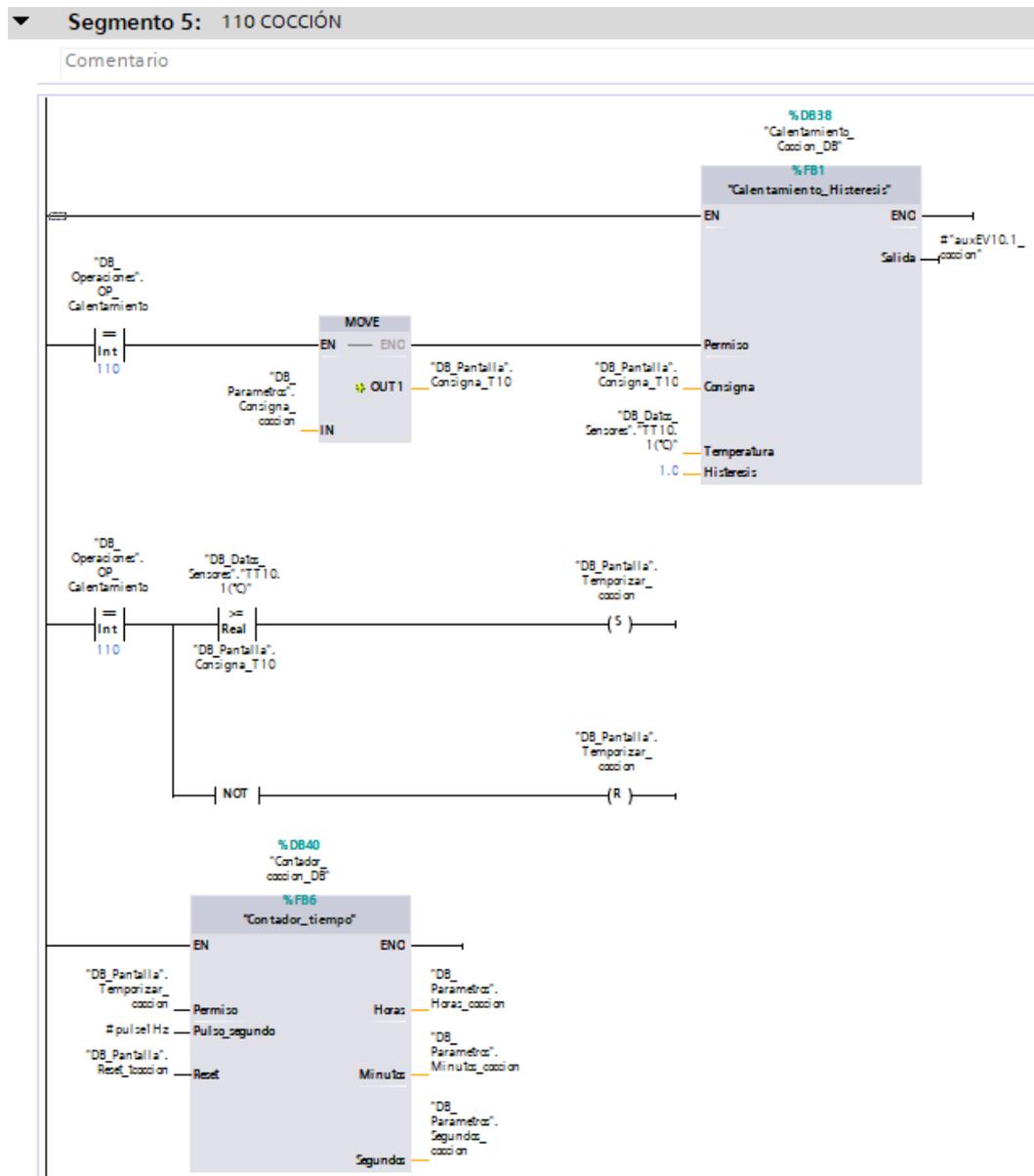


Figura 43. Bloque de programa de la operación 110 COCCIÓN.

### Operaciones de trasvase de producto

Controla variables relacionadas con la operación de bombas, en función de otras variables que indiquen si la operación es segura (niveles de agua o estado de las válvulas automáticas).

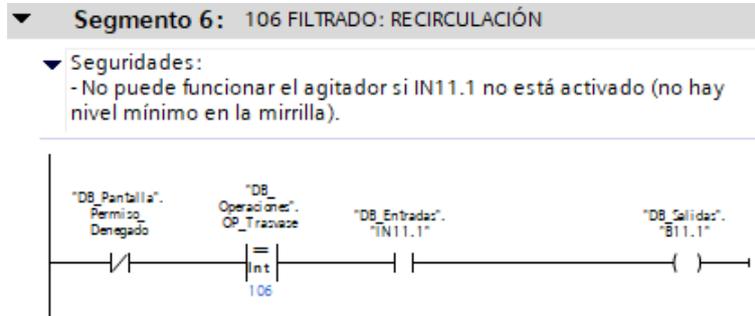


Figura 44. Bloque de programa de la operación 106 FILTRADO: RECIRCULACIÓN.

### Operación sobre elementos concretos

Activa o desactiva las salidas de elementos concretos (focos, válvulas automáticas, bombas y agitadores) en el caso de activación manual por pantalla. Para esto se utilizan variables del bloque de datos *DB\_Pantalla* que son modificables directamente por botones en pantalla.

Estas operaciones pueden ser simultaneas a los demás grupos o solo poder hacerse en caso de que estén activadas operaciones anteriores concretas. Por ejemplo, podrá activarse o desactivarse la bomba B11.1 solamente en caso de que se esté llevando a cabo la operación de recirculación en el filtro.

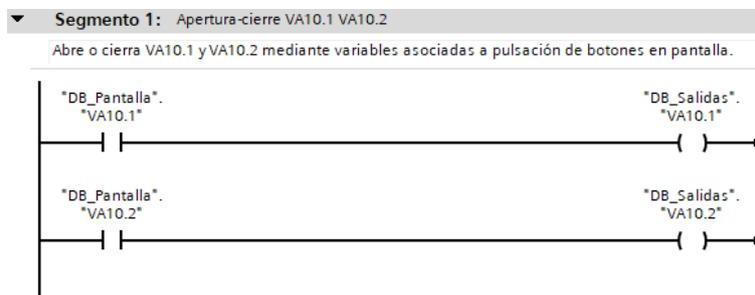


Figura 45. Bloques de programa para apertura o cierre de válvulas automáticas VA10.1 y VA10.2.

## OTROS BLOQUES Y SUBROUTINAS

En este apartado se incluyen bloques que se usan para las operaciones anteriores. Estos se usan para control de temperatura, contador de tiempo o asignar variables secuencialmente (para realizar la rampa de temperatura de la maceración).

### Bloque control de temperatura por histéresis

Para realizar el control de temperatura en los tanques, ya sea mediante calentamiento en Cocina o mediante enfriamiento en Fermentadores, se han creado bloques para el control por histéresis en el que se compara el valor de temperatura con la consigna introducida por el usuario para activar o desactivar las resistencias o la electroválvula correspondiente.

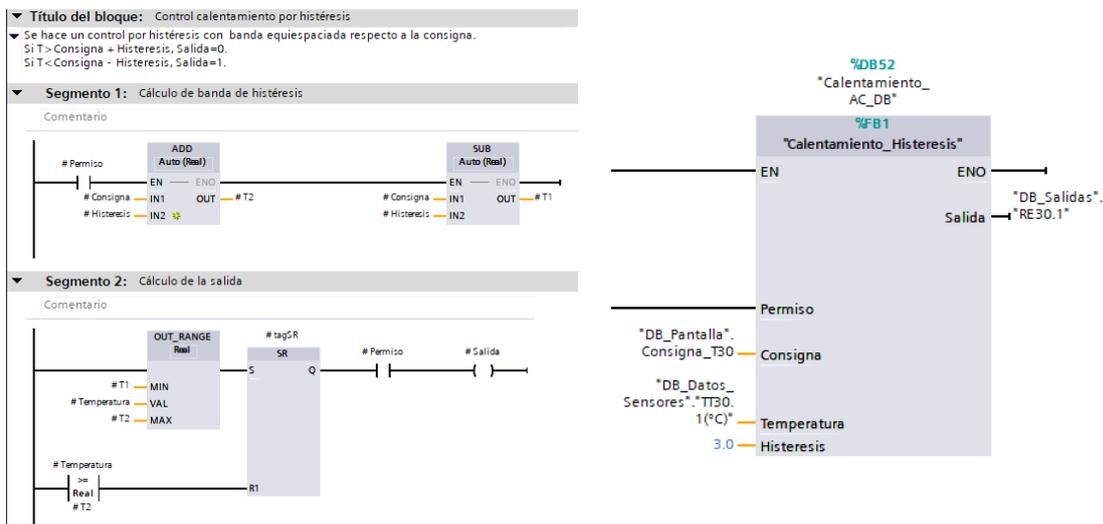


Figura 46. Bloque para el control de temperatura por histéresis.

### Bloque contador de tiempo

Se ha implementado un bloque *Contador de tiempo* (en lenguaje SCL) que cuenta el tiempo en caso de que esté activada la variable *Permiso*. Su entrada es un tren de pulsos de frecuencia 1Hz y la cuenta de tiempo se almacena en tres variables diferenciadas: *segundos*, *minutos* y *horas*. Por último, incluye un reseteo mediante la activación de la entrada *reset*.

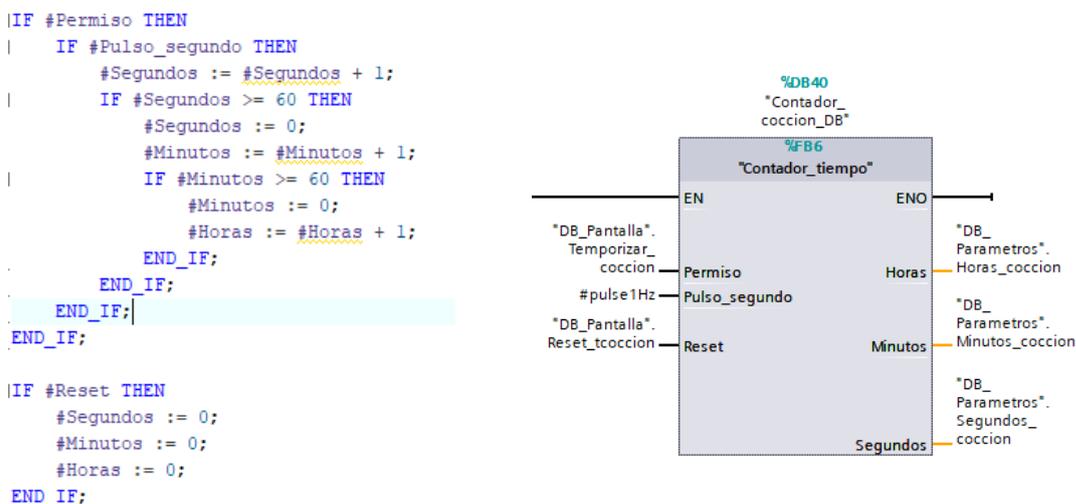


Figura 47. Bloque para contador de segundos, minutos y horas.

### **Bloque rampa de tres niveles**

Para realizar la rampa de maceración de tres niveles se utilizan los bloques de *Calentamiento por histéresis* y *Contador de tiempo* anteriores, a los que se añade un tercer bloque de *Escritura secuencial* (en lenguaje SCL).

Con la activación de este bloque, se asigna el siguiente valor de la secuencia (entradas *Valor1*, *Valor2*, *Valor3*) a la *Variable* y, activa la variable *Aviso\_fin* en caso de finalizar la secuencia. Este bloque únicamente debe activarse mediante un pulso de duración un ciclo de programa (función FTRIG).

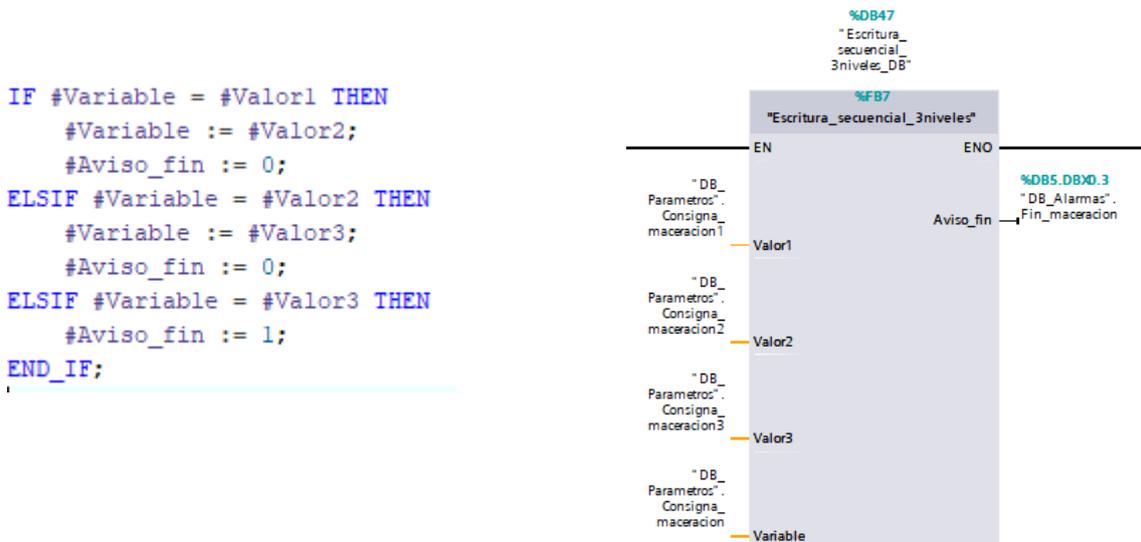


Figura 48. Bloque para realizar la escritura secuencial de 3 niveles.

## BLOQUES DE DATOS Y VARIABLES DEL PLC

En este apartado se indican todas las variables utilizadas para el funcionamiento del programa dentro de sus respectivos bloques de datos.

Tabla 2. Variables del PLC.

Variables PLC (I Q M)					
Variable	Dirección	Tipo de datos	Variable	Dirección	Tipo de datos
SETA_EMERGENCIA	%I0.0	Bool	VFAG11.1	%Q0.1	Bool
REARME	%I0.1	Bool	B10.1	%Q0.2	Bool
R/S	%I0.2	Bool	B12.1	%Q0.4	Bool
VA10.1_Abierta	%I0.3	Bool	B30.1	%Q0.5	Bool
VA10.1_Cerrada	%I0.4	Bool	VA10.1	%Q0.6	Bool
VA10.2_Abierta	%I0.5	Bool	VA10.2	%Q0.7	Bool
VA10.2_Cerrada	%I0.6	Bool	VA11.1	%Q1.0	Bool
VA11.1_Abierta	%I0.7	Bool	VA11.2	%Q1.1	Bool
VA11.1_Cerrada	%I1.0	Bool	EV10.1	%Q1.4	Bool
VA11.2_Abierta	%I1.1	Bool	EV20.1	%Q1.5	Bool
VA11.2_Cerrada	%I1.2	Bool	EV21.1	%Q1.6	Bool
VA11.3_Abierta	%I1.3	Bool	EV22.1	%Q1.7	Bool
VA11.3_Cerrada	%I1.4	Bool	EV23.1	%Q2.0	Bool
VA11.4_Abierta	%I1.5	Bool	EV30.1	%Q2.1	Bool
VA11.4_Cerrada	%I1.6	Bool	Baliza_Verde	%Q2.2	Bool
IN10.1	%I1.7	Bool	Baliza_Naranja	%Q2.3	Bool
IN11.1	%I2.0	Bool	Baliza_Roja	%Q2.4	Bool
IN11.2	%I2.1	Bool	Baliza_Zumbador	%Q2.5	Bool
IN30.1	%I2.2	Bool	Piloto_Rearme	%Q2.6	Bool
IN30.2	%I2.3	Bool	FO10.1	%Q2.7	Bool
IN30.3	%I2.4	Bool	FO11.1	%Q3.0	Bool
DY_General	%I2.5	Bool	FO11.2	%Q3.1	Bool
D10.1	%I2.6	Bool	RE30.1	%Q3.2	Bool
D11.1	%I2.7	Bool	RE30.2	%Q3.3	Bool
GMB10.1	%I3.0	Bool	Habilitacion_AG10.1	%QW256	Word
GMB11.1	%I3.1	Bool	Consigna_AG10.1	%QW258	Word
GMB12.1	%I3.2	Bool	Habilitacion_AG11.1	%QW260	Word
GMB30.1	%I3.3	Bool	Consigna_AG11.1	%QW262	Word

GMAG10.1	%I3.4	Bool	Habilitacion_B11.1	%QW264	Word
GMAG11.1	%I3.5	Bool	Consigna_B11.1	%QW266	Word
DY_EN1	%I3.6	Bool	Clock_Byte	%MB100	Byte
DY_EN2	%I3.7	Bool	Clock_10Hz	%M100.0	Bool
TT10.1	%IW4	Word	Clock_5Hz	%M100.1	Bool
TT20.1	%IW6	Word	Clock_2.5Hz	%M100.2	Bool
TT21.1	%IW8	Word	Clock_2Hz	%M100.3	Bool
TT22.1	%IW10	Word	Clock_1.25Hz	%M100.4	Bool
TT23.1	%IW12	Word	Clock_1Hz	%M100.5	Bool
TT30.1	%IW14	Word	Clock_0.625Hz	%M100.6	Bool
DOS10.1	%IW16	Word	Clock_0.5Hz	%M100.7	Bool
VFAG10.1	%Q0.0	Bool			

Tabla 3. Base de datos DB\_Entradas.

DB_Entradas			
Variable	Tipo de datos	Variable	Tipo de datos
VA10.1_Abierta	Bool	IN11.2	Bool
VA10.1_Cerrada	Bool	IN30.2	Bool
VA10.2_Abierta	Bool	IN30.1	Bool
VA10.2_Cerrada	Bool	DY_General	Bool
VA11.1_Abierta	Bool	D10.1	Bool
VA11.1_Cerrada	Bool	D11.1	Bool
VA11.2_Abierta	Bool	GMB10.1	Bool
VA11.2_Cerrada	Bool	GMB11.1	Bool
VA11.3_Abierta	Bool	GMB12.1	Bool
VA11.3_Cerrada	Bool	GMB30.1	Bool
VA11.4_Abierta	Bool	GMAG10.1	Bool
VA11.4_Cerrada	Bool	GMAG11.1	Bool
IN10.1	Bool	DY_EN1	Bool
IN30.3	Bool	DY_EN2	Bool
IN11.1	Bool		

Tabla 4. Base de datos DB\_Estado\_Equipos.

<b>DB_Estado_Equipos</b>			
<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>
VA10.1_ESTADO	Int	AG10.1_OK	Bool
VA10.2_ESTADO	Int	AG11.1_OK	Bool
VA11.1_ESTADO	Int	TT10.1_OK	Bool
VA11.2_ESTADO	Int	TT20.1_OK	Bool
VA11.3_ESTADO	Int	TT21.1_OK	Bool
VA11.4_ESTADO	Int	TT22.1_OK	Bool
B10.1_OK	Bool	TT23.1_OK	Bool
B11.1_OK	Bool	TT30.1_OK	Bool
B12.1_OK	Bool	DOS10.1_OK	Bool
B30.1_OK	Bool		

Tabla 5. Base de datos DB\_Salidas.

<b>DB_Salidas</b>			
<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>
AG10.1	Bool	EV21.1	Bool
AG11.1	Bool	EV22.1	Bool
B10.1	Bool	EV23.1	Bool
B11.1	Bool	EV30.1	Bool
B12.1	Bool	Baliza_Verde	Bool
B30.1	Bool	Baliza_Naranja	Bool
VA10.1	Bool	Baliza_Roja	Bool
VA10.2	Bool	Baliza_Zumbador	Bool
VA11.1	Bool	FO10.1	Bool
VA11.2	Bool	FO11.1	Bool
VA11.3	Bool	FO11.2	Bool
VA11.4	Bool	RE30.1	Bool
EV10.1	Bool	RE30.2	Bool
EV20.1	Bool		

Tabla 6. Base de datos DB\_Alarmas

<b>DB_Alarmas</b>			
<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>
Lleno_maceracion	Bool	AG11.1 Fallo	Bool
Lleno_riego	Bool	B11.1 Fallo	Bool
Lleno_limpieza	Bool	VA10.1 Roto	Bool
Fin_maceracion	Bool	VA10.2 Roto	Bool
Permiso Denegado	Bool	VA11.1 Roto	Bool
DY_General Caído	Bool	VA11.2 Roto	Bool
GMB10.1 Caído	Bool	VA11.3 Roto	Bool
GMB11.1 Caído	Bool	VA11.4 Roto	Bool
GMB12.1 Caído	Bool	TT10.1 Roto	Bool
GMB30.1 Caído	Bool	TT30.1 Roto	Bool
GMAG10.1 Caído	Bool	TT20.1 Roto	Bool
GMAG11.1 Caído	Bool	TT21.1 Roto	Bool
DY_EN1 Caído	Bool	TT22.1 Roto	Bool
DY_EN2 Caído	Bool	TT23.1 Roto	Bool
AG10.1 Fallo	Bool	DOS10.1 Roto	Bool

Tabla 7. Base de datos DB\_Operaciones.

<b>DB_Operaciones</b>			
<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>
OP_Llenado	Int	OP_LlenadoT30	Bool
OP_Calentamiento	Int	OP_CalentamientoT30	Bool
OP_Trasvase	Int		

Tabla 8. . Base de datos DB\_Parametros

<b>DB_Parametros</b>			
<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>
Consigna_maceracion	Real	Segundos_limpieza	Int
Consigna_maceracion1	Real	Minutos_limpieza	Int
Consigna_maceracion2	Real	Horas_limpieza	Int
Consigna_maceracion3	Real	Segundos_maceracion	Int
Consigna_coccion	Real	Minutos_maceracion	Int
Consigna_limpieza	Real	Horas_maceracion	Int
Consigna_T30	Real	Tmaceracion(min)	Real
Consigna_F20	Real	T1maceracion(min)	Int
Consigna_F21	Real	T2maceracion(min)	Int
Consigna_F22	Real	T3maceracion(min)	Int
Consigna_F23	Real	Freq_AG10.1	Int
ton_FO10.1(s)	Dint	Freq_AG11.1	Int
ton_FO11.1(s)	Dint	Freq_B11.1	Int
ton_FO11.2(s)	Dint	Litros_maceracion	Int
Segundos_coccion	Int	Litros_riego	Int
Minutos_coccion	Int	Litros_limpieza	Int
Horas_coccion	Int		

Tabla 9. Base de datos DB\_Pantalla.

<b>DB_Pantalla</b>			
<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de datos</b>
Permiso_Denegado	Bool	Temporizar_maceracion	Bool
VA10.1	Bool	Temporizar_limpieza	Bool
VA10.2	Bool	Reset_tcoccion	Bool
VA11.1	Bool	Reset_tmaceracion	Bool
VA11.2	Bool	Reset_tlimpieza	Bool
VA11.3	Bool	Consigna_T10	Real
VA11.4	Bool	Consigna_T30	Real

FO10.1	Bool	Consigna_F20	Real
FO11.1	Bool	Consigna_F21	Real
FO11.2	Bool	Consigna_F22	Real
Llenado_T30(tipo)	Bool	Consigna_F23	Real
Volumen_maceracion(L)	Real	Enfriamiento_F20	Bool
Volumen_riego(L)	Real	Enfriamiento_F21	Bool
Volumen_limpieza(L)	Real	Enfriamiento_F22	Bool
Reset_Vmaceracion	Bool	Enfriamiento_F23	Bool
Reset_Vriego	Bool	Calentamiento_T10	Bool
Reset_Vlimpieza	Bool	B11.1	Bool
Temporizar_coccion	Bool		

**NOTA:** La diferencia entre las variables DB\_Pantalla y DB\_Parametros es:

Los parámetros son variables que afectan al funcionamiento del programa y pueden ser o no modificados, mientras que las variables de pantalla se utilizan en botones o para mostrar un determinado valor en un campo de la pantalla. Por ejemplo: en la operación de cocción el programa introduciría el valor de *DB\_Parámetros"Consigna\_coccion"* como consigna, este valor también se trasladaría a *DB\_Parametros"Consigna\_T10"* para mostrarse en el campo de temperatura del tanque 10 en la pantalla HMI.

## 5. Manual de funcionamiento

Por último, se ha realizado el Manual de Funcionamiento de la minicervecería donde se explica el funcionamiento de la instalación de cara a la utilización de la pantalla, táctil por parte del operario. Para el uso general de la instalación el operario deberá recibir formación sobre los procedimientos de utilización del equipo definidos por la empresa.

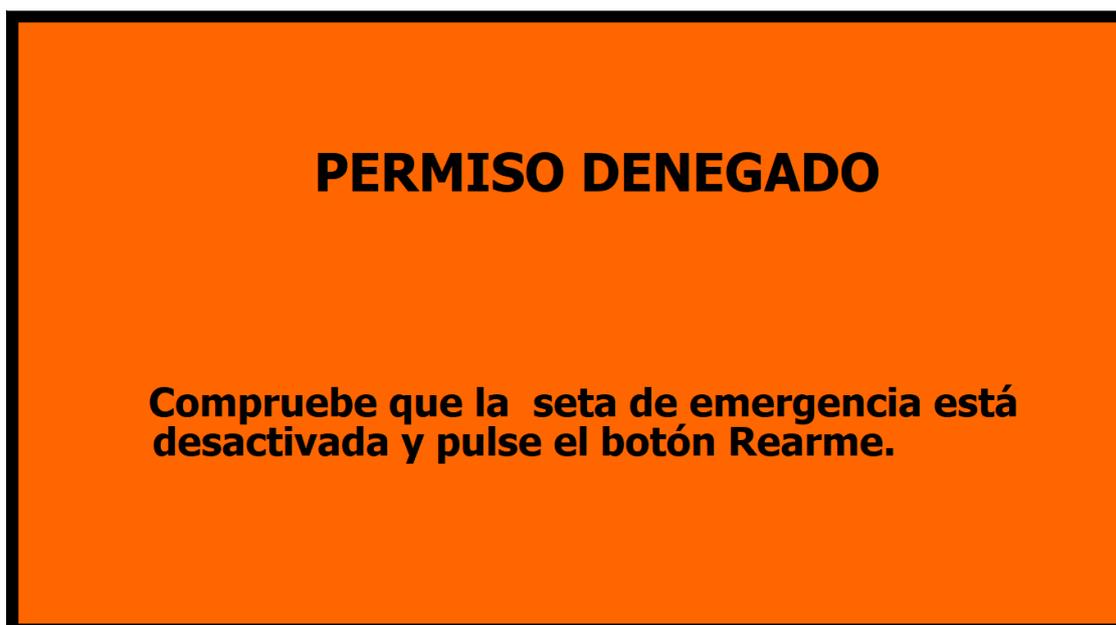
### 5.1 Funcionamiento del programa

#### VENTANA DE INICIO



#### VENTANA DE PERMISO DENEGADO

En el caso de que se pulse la seta de emergencia, aparecerá la ventana de Permiso Denegado, impidiendo actuar sobre la pantalla.

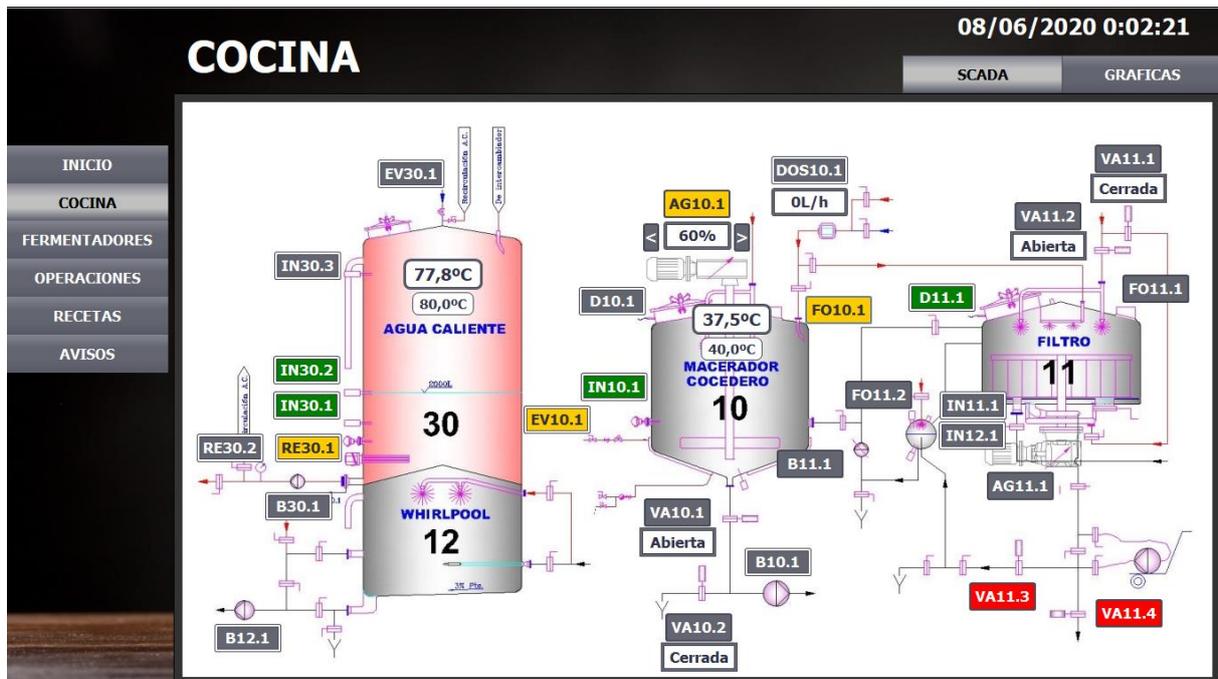


## VENTANA DE COCINA

En esta pantalla se pueden acceder a dos bloques:

- SCADA: visualización, control y actuación sobre los componentes del conjunto Filtro, Cocedero, Tanque AC y Whirlpool.
- GRAFICAS: temperatura de Cocedero y Tanque AC.

### SCADA COCINA



### Código de colores y símbolos

Indicadores:

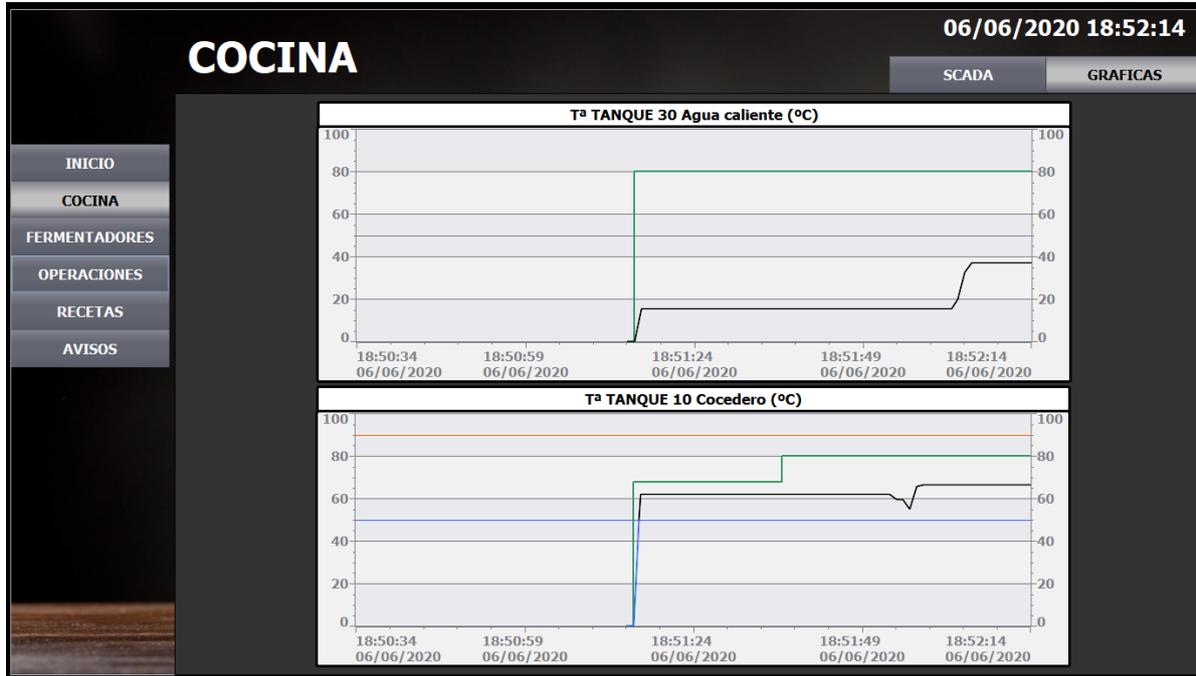
- **Sin recuadro blanco:** son botones y se pueden accionar.
- **Recuadro blanco:** son indicadores, es decir, no son accionables.

Colores:

- **Gris:** sensores con señal inactiva o actuadores que no están en marcha.
- **Amarillo:** actuadores en marcha.
- **Verde:** sensores con señal activa.
- **Rojo:** elementos con fallo.

### GRÁFICAS COCINA

Permiten visualizar las gráficas de temperatura y consigna en el cocedero y el tanque de agua caliente.



### VENTANA FERMENTADORES

#### SCADA FERMENTADORES



Para los tanques fermentadores F20, F21, F22 y F23 se visualiza:

- Valor de temperatura en °C.
- Consigna de temperatura en °C si el enfriamiento está activado.
- Estado de las electroválvulas EV2X.1: abierta o cerrada.
- Estado de los transmisores de temperatura TT2X.1 : en rojo si hay fallo.

### Código de colores y símbolos

Indicadores:

**Sin recuadro blanco:** son botones y se pueden accionar.

**Recuadro blanco:** son indicadores, es decir, no son accionables.

Colores:

**Gris:** sensores con señal inactiva o actuadores que no están en marcha.

**Amarillo:** actuadores en marcha.

**Verde:** sensores con señal activa.

**Rojo:** elementos con fallo.

### Operaciones

**Enfriamiento F20:** activa el enfriamiento del fermentador F20.

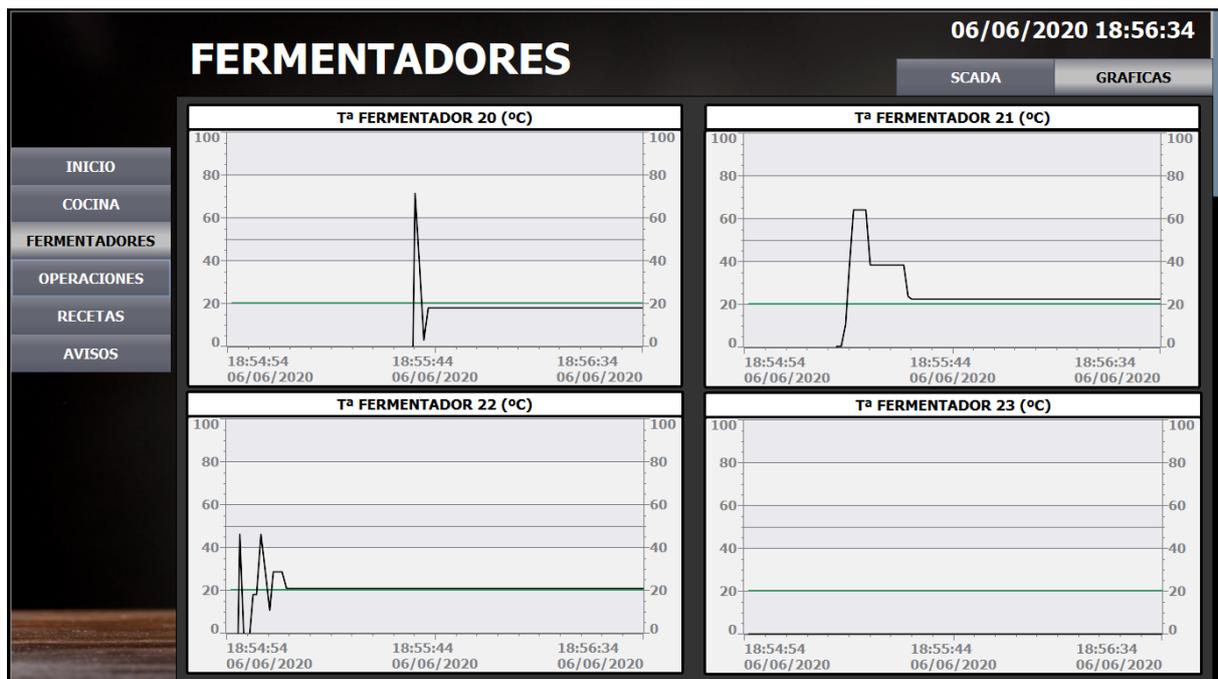
**Enfriamiento F21:** activa el enfriamiento del fermentador F20.

**Enfriamiento F22:** activa el enfriamiento del fermentador F20.

**Enfriamiento F23:** activa el enfriamiento del fermentador F20.

### **SCADA FERMENTADORES**

Permiten la visualización de la temperatura y la consigna en cada uno de los fermentadores.



## VENTANA OPERACIONES

### Operaciones y elementos



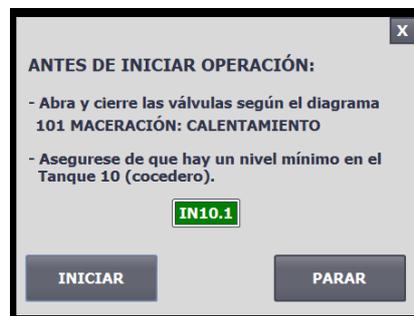
Al accionar los botones, aparecen ventanas emergentes que informan de acciones necesarias antes de empezar las operaciones o campos para modificar parámetros del proceso.

Se pondrán amarillos los botones cuya operación esté iniciada.

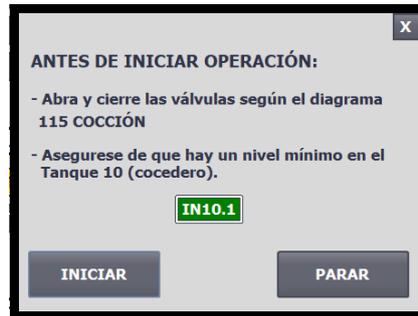
#### Calentamiento en el Tanque 10 (cocedero):

- **Maceración:** al activarlo realiza la rampa de temperatura de tres niveles en el cocedero. Se indicará el tiempo transcurrido en el nivel actual. Cuando finalice la maceración se desactiva la operación y aparece un aviso de “Fin de calentamiento para maceración”.

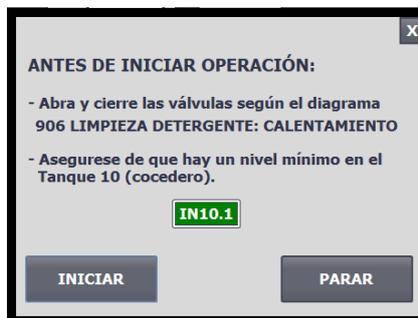
Ventana emergente:



- **Cocción:** se calienta el Tanque 10 hasta la temperatura de cocción. Se indica el tiempo transcurrido desde que se alcanzó la temperatura de cocción.  
Ventana emergente:



- **Limpieza:** se calienta el Cocedero hasta la temperatura de limpieza. Se indica



el tiempo transcurrido desde que se alcanzó la temperatura de limpieza.  
Ventana emergente:

#### **Llenado Tanque 10 (cocedero):**

- **Maceración:** se abre B30.1 y se llena el T10. Se visualizan los litros que se han introducido. Cuando se llene hasta una cantidad determinada (Volumen a introducir), se finaliza la operación y aparece un aviso de "Tanque 10 lleno para proceso de maceración".  
Ventana emergente:



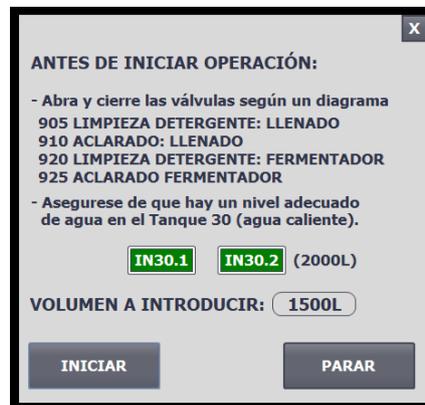
- **Riego bagazo:** se abre B30.1 y se riega el bagazo en T11. Se visualizan los litros regados. Cuando se riegue hasta una cantidad determinada, se finaliza la operación y aparece un aviso de "Fin del riego del bagazo".

Ventana emergente:



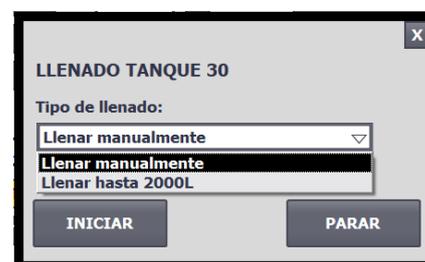
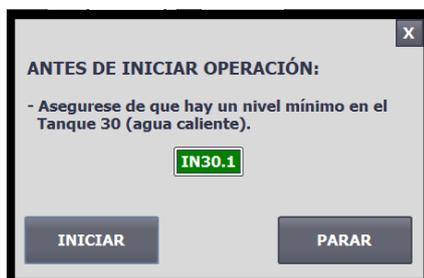
- **Limpieza:** se abre B30.1 y se llena el T10. Se visualizan los litros introducidos. Cuando se llene hasta una cantidad determinada (Volumen a introducir), se finaliza la operación y aparece un aviso de “Tanque 10 lleno para proceso de limpieza”.

Ventana emergente:



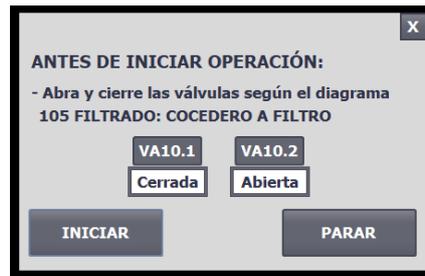
### Operaciones Tanque 30

- **Calentamiento T30:** se calienta el agua dentro del tanque AC hasta la temperatura programada. El nivel IN30.1 debe estar siempre activo.
- **Llenado T30:** se abre EV30.1 y se llena el tanque AC hasta 2000L (interruptor de nivel IN30.2) o manualmente (limitado por el interruptor de nivel IN30.3).



### Operaciones trasvase

Activan o desactivan las válvulas automáticas y bombas para las diferentes operaciones de trasvase de producto o de limpieza de la instalación según los diagramas de flujo. Ejemplo de ventana emergente:



## VENTANA DE RECETAS

Permite ajustar los valores de consigna de temperatura, tiempos de operaciones o litros para fin de operaciones de llenado. También permite modificar otros parámetros como tiempo de encendido de focos.

Requiere permiso de administrador:

**Usuario:** admin      **Contraseña:** Upna2020

06/06/2020 19:01:13

### RECETAS

CALENTAMIENTO EN TANQUE 10 (COCEDERO)

RAMPA MACERACIÓN				COCCIÓN	LIMPIEZA
Temperatura	42,0°C	54,0°C	68,0°C	Temperatura 80,0°C	Temperatura 50,0°C
Tiempo	20min	20min	20min		

CALENTAMIENTO EN TANQUE 30 (AGUA CALIENTE)

TANQUE AC	
Temperatura	80,0°C

ENFRIAMIENTO EN FERMENTADORES

FERMENTADOR F20	FERMENTADOR F21	FERMENTADOR F22	FERMENTADOR F23
Temperatura 20,0°C	Temperatura 20,0°C	Temperatura 20,0°C	Temperatura 20,0°C

LLENADO DE TANQUE 10 (COCEDERO) Y RIEGO DE BAGAZO

MACERACIÓN	RIEGO BAGAZO	LIMPIEZA
Volumen 2500L	Volumen 500L	Volumen 1500L

TIEMPO ENCENDIDO DE FOCOS

FO10.1 (COCEDERO)	FO11.1 (FILTRO)	FO11.2 (MIRILLA)
Tiempo 10min	Tiempo 10min	Tiempo 5min

**Rampa maceración:** Permite definir temperatura y tiempo de cada escalón de la rampa de maceración de 3 niveles.

**Cocción:** permite definir la consigna de temperatura de cocción.

**Limpieza:** permite definir la consigna de temperatura de limpieza

**Tanque AC:** permite definir la consigna de temperatura del tanque de agua caliente.

**Fermentadores F20, F21, F22 y F23:** permite definir la consigna de temperatura para el enfriamiento de los fermentadores.

**Llenado de tanque 10 (cocedero) y riego bagazo:** permite definir el volumen para fin de operación y aviso.

**Tiempo encendido focos:** permite definir los minutos que se mantienen encendidos los focos desde la pulsación desde la pantalla táctil.

## VENTANA DE AVISOS

Se muestran los avisos o alarmas activas. Los avisos se eliminarán cuando desaparezca la causa, las alarmas solo podrán eliminarse manualmente cuando desaparezca la causa.

Los botones inferiores permiten:

N.º	Hora	Fecha	Estado	Texto	Acusar grupo
24	10:35:05	08/06/2020	ES	Fallo de sensor TT23.1	0
17	10:33:01	08/06/2020	E	Fallo de válvula VA11.4	0
16	10:33:01	08/06/2020	E	Fallo de válvula VA11.3	0
103	10:34:49	08/06/2020	E	Fin de maceración	0



Eliminar el historial de alarmas



Descargar las alarmas y avisos en un USB

La eliminación de historial de alarmas requiere permiso de administrador:

**Usuario:** admin      **Contraseña:** Upna2020

## 5.2 Alarmas y avisos

**Avisos:** indican desviaciones leves del funcionamiento normal de la instalación, como temperaturas fuera de rango y alcance del volumen máximo del depósito durante el llenado, o finalización de operaciones.

**Alarmas:** indican fallos en la instalación como fallo en elementos o desviaciones que impiden el funcionamiento general de la instalación

### ALARMAS

Nº	Nombre	Texto
00	Permiso Denegado	Permiso denegado
01	DY_General Caído	Disyuntor general caído
02	GMB10.1 Caído	Guardamotor bomba B10.1 caído
03	GMB11.1 Caído	Guardamotor bomba B11.1 caído
04	GMB12.1 Caído	Guardamotor bomba B12.1 caído
05	GMB30.1 Caído	Guardamotor bomba B30.1 caído
06	GMAG10.1 Caído	Guardamotor agitador AG10.1 caído
07	GMAG11.1 Caído	Guardamotor agitador AG11.1 caído
08	DY_EN1 Caído	Magnetotérmico enchufe 1 caído
09	DY_EN2 Caído	Magnetotérmico enchufe 2 caído
10	AG10.1 Fallo	Fallo en agitador AG10.1
11	AG11.1 Fallo	Fallo en agitador AG11.1
12	B11.1 Fallo	Fallo en bomba B11.1
13	VA10.1 Roto	Fallo de válvula VA10.1
14	VA10.2 Roto	Fallo de válvula VA10.2
15	VA11.1 Roto	Fallo de válvula VA11.1
16	VA11.2 Roto	Fallo de válvula VA11.2
17	VA11.3 Roto	Fallo de válvula VA11.3
18	VA11.4 Roto	Fallo de válvula VA11.4
19	TT10.1 Roto	Fallo de sensor TT10.1
20	TT30.1 Roto	Fallo de sensor TT30.1
21	TT20.1 Roto	Fallo de sensor TT20.1
22	TT21.1 Roto	Fallo de sensor TT21.1
23	TT22.1 Roto	Fallo de sensor TT22.1
24	TT23.1 Roto	Fallo de sensor TT23.1
25	DOS10.1 Roto	Fallo de sensor DOS10.1

## AVISOS

Nº	Nombre	Texto
100	Fin llenado mace	Tanque 10 lleno para proceso de maceración
101	Fin riego bagazo	Fin del riego del bagazo
102	Fin llenado limp	Tanque 10 lleno para proceso de limpieza
103	Fin maceración	Fin de calentamiento para maceración
104	Temp F20 baja	Temperatura baja en Fermentador 20
105	Temp F20 alta	Temperatura alta en Fermentador 20
106	Temp F21 baja	Temperatura baja en Fermentador 21
107	Temp F21 alta	Temperatura alta en Fermentador 21
108	Temp F22 baja	Temperatura baja en Fermentador 22
109	Temp F22 alta	Temperatura alta en Fermentador 22
110	Temp F23 baja	Temperatura baja en Fermentador 23
111	Temp F23 alta	Temperatura alta en Fermentador 23
112	Temp T10 baja	Temperatura baja en Cocedero
113	Temp T10 alta	Temperatura alta en Cocedero
114	Temp T30 baja	Temperatura baja en Tanque AC
115	Temp T30 alta	Temperatura alta en Tanque AC

Tabla 10. Alarmas y avisos de la instalación con código, nombre y descripción.

### 5.3 Seguridades

El equipo cuenta con estos sistemas de seguridad:

- **PARADA DE EMERGENCIA**

Corta el suministro eléctrico en caso de pulsación de la seta de emergencia y solo se reactiva tras el restablecimiento de la posición de la seta de emergencia y pulsando el botón de rearme.

- **SECCIONADOR CON CANDADO**

Corta el suministro eléctrico de todos los equipos para operar en el cuadro con seguridad.

- **INTERRUPTOR DE NIVEL CONTRA REBASE DE CAPACIDAD DE TANQUE:**

El tanque 10 (cocedero) y tanque 30 (agua caliente) cuentan con un interruptor de nivel que desactiva la bomba en caso de superar el nivel máximo de agua.

- **DETECTOR TAPA ACCESO DEPÓSITO**

El tanque 10 (cocedero) y tanque 11 (filtro) cuentan con detectores para detener la agitación cuando se abre la tapa de acceso al depósito. Se evitan posibles atrapamientos, golpes y cortes con las palas del agitador.

- **INTERRUPTOR DE NIVEL CONTRA CALENTAMIENTO EN VACÍO**

El tanque 10 (cocedero) y tanque 30 (agua caliente) cuentan con un interruptor de nivel que desactiva los sistemas de calentamiento en caso de no haber producto.

## 6. Presupuesto

Por último, se ha realizado un presupuesto para la automatización de la minicervecería, que incluye los componentes para automatización (pantalla, PLC y variadores), sensores y actuadores y componentes que componen el armario eléctrico.

El presupuesto detallado, con el desglose de todos los componentes, se puede ver en el documento PRESUPUESTO. A modo de resumen, queda así:

PLC,VARIADORES Y PANTALLA HMI	7.130,00 €
SENSORES Y ACTUADORES	5.695,00 €
ARMARIO ELÉCTRICO	7.106,00 €
PROGRAMACIÓN E INSTALACIÓN	2.100,00 €
<hr/>	
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>19931,00€</b>

### **NO INCLUYE:**

Acometidas, instalación eléctrica de campo ni instalación neumática.

Tampoco incluye transporte de los equipos.

No incluye aquello no descrito específicamente en este documento.

## CONCLUSIONES

Cumpliendo con los objetivos propuestos al inicio del proyecto, se ha logrado establecer la automatización de una instalación de minicervecería seleccionando sensores y actuadores, programando su control y operación y generando los documentos necesarios para llevarla a cabo como diagramas de flujo y esquemas eléctricos.

Desde el punto de vista de la programación se han integrado todas las funcionalidades que se han considerado necesarias para el funcionamiento de la minicervecería de modo semiautomático (paso a paso). Mediante revisiones del programa se ha desarrollado una estructura intuitiva y de fácil comprensión, lo cual es muy importante de cara a realizar modificaciones o a aplicar la misma estructura en otros proyectos.

El realizar una automatización de una instalación de estas características requiere la comprensión de los procesos que lleva a cabo el operario. Por tanto, no solo es importante conocer el funcionamiento general de la instalación a automatizar (dentro de la gran variedad de tipos de instalaciones industriales), sino que también es necesario conocer la forma en que el operario trabaja con la instalación, qué parámetros debe visualizar, qué avisos es interesante generar, la distribución de elementos en pantalla para aumentar la eficacia del control, si puede o no modificar recetas y de qué modo, etc.

El funcionamiento correcto del programa solo se ha simulado mediante programa, cosa que ayuda a la hora de detectar errores en programación y corregirlos. Sin embargo, en una automatización real puede ocurrir que a la hora de la puesta en funcionamiento de la máquina salgan a la luz malos funcionamientos, ya sea por errores conceptuales en el diseño, en la programación, en la elección de elementos, etc. No haber realizado esta parte del trabajo lo ha facilitado enormemente, especialmente si se comparara con la tarea del ingeniero encargado de la automatización.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Peel, «La cerveza en España: origen e historia,» *Bon Viveur*, 2020.
- [2] A. Used, «Los pequeños cerveceros artesanos están en crisis desde que cerró la hostelería,» *Autónomos y Emprendedores*, 2020.
- [3] «Cómo automatizar una microcervecería,» 2019. [En línea]. Available: <https://yolongbrewtech.com/es/how-to-automate-a-microbrewery/>.
- [4] Cervecistas, «El proceso de fabricación de la cerveza,» [En línea]. Available: <https://www.loscervecistas.es/el-proceso-de-fabricacion-de-la-cerveza/>.
- [5] Aurum, «Sistema de limpieza CIP,» [En línea]. Available: <https://www.aurumprocess.com/soluciones-de-proceso/sistemas-de-limpieza-cip/>.
- [6] SagaFluid, «¿Qué es un sistema CIP?,» [En línea]. Available: <https://sagafluid.com/sistema-limpieza-cip/>.
- [7] Omron Electronics S.A., Guía rápida. Relés de estado sólido SSRs.
- [8] IncibeCert, «IncibeCert,» [En línea]. Available: <https://www.incibe-cert.es/blog/caracteristicas-y-seguridad-profinet>. [Último acceso: 2020].
- [9] M. G. Verdú, *Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza*.
- [10] «PLC Programming Blog,» 2019. [En línea].
- [11] Hegamurl, «World of Automation Forum,» 2020. [En línea]. Available: <https://hegamurl.wixsite.com/automation/forum>.
- [12] S. Shapournia, «RealPars,» [En línea]. Available: <https://realpars.com/>. [Último acceso: 2020].

# DIAGRAMAS DE FLUJO

# MINICERVECERÍA

# 3000 LITROS

ÁLVARO IBÁÑEZ MARIÑELARENA

FECHA: MAYO 2020



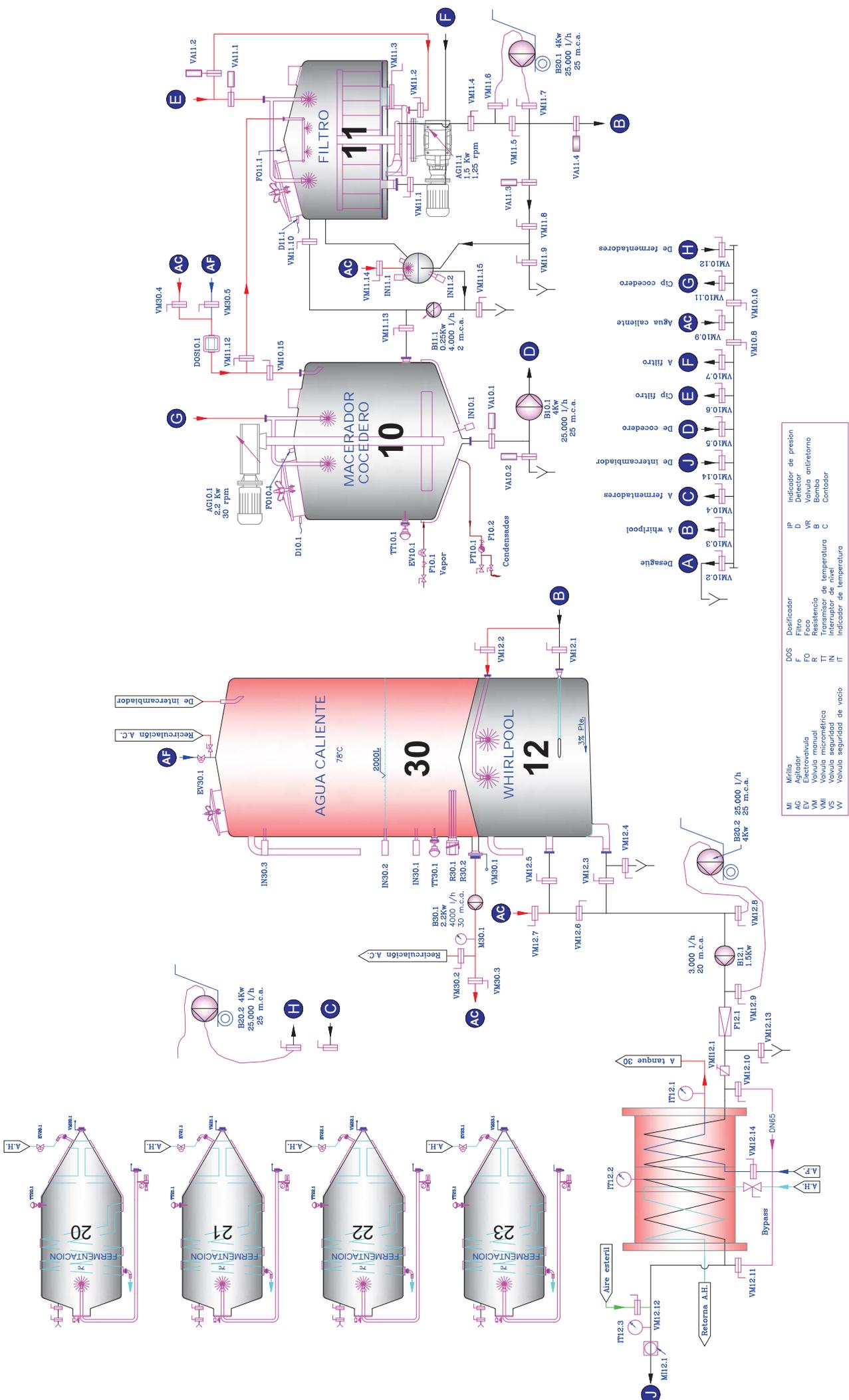
upona

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

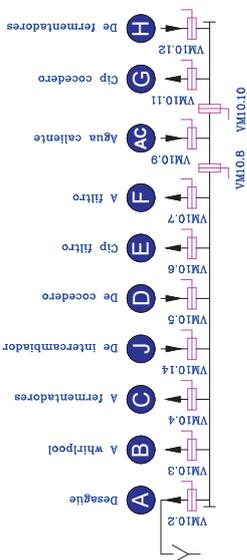
# ÍNDICE

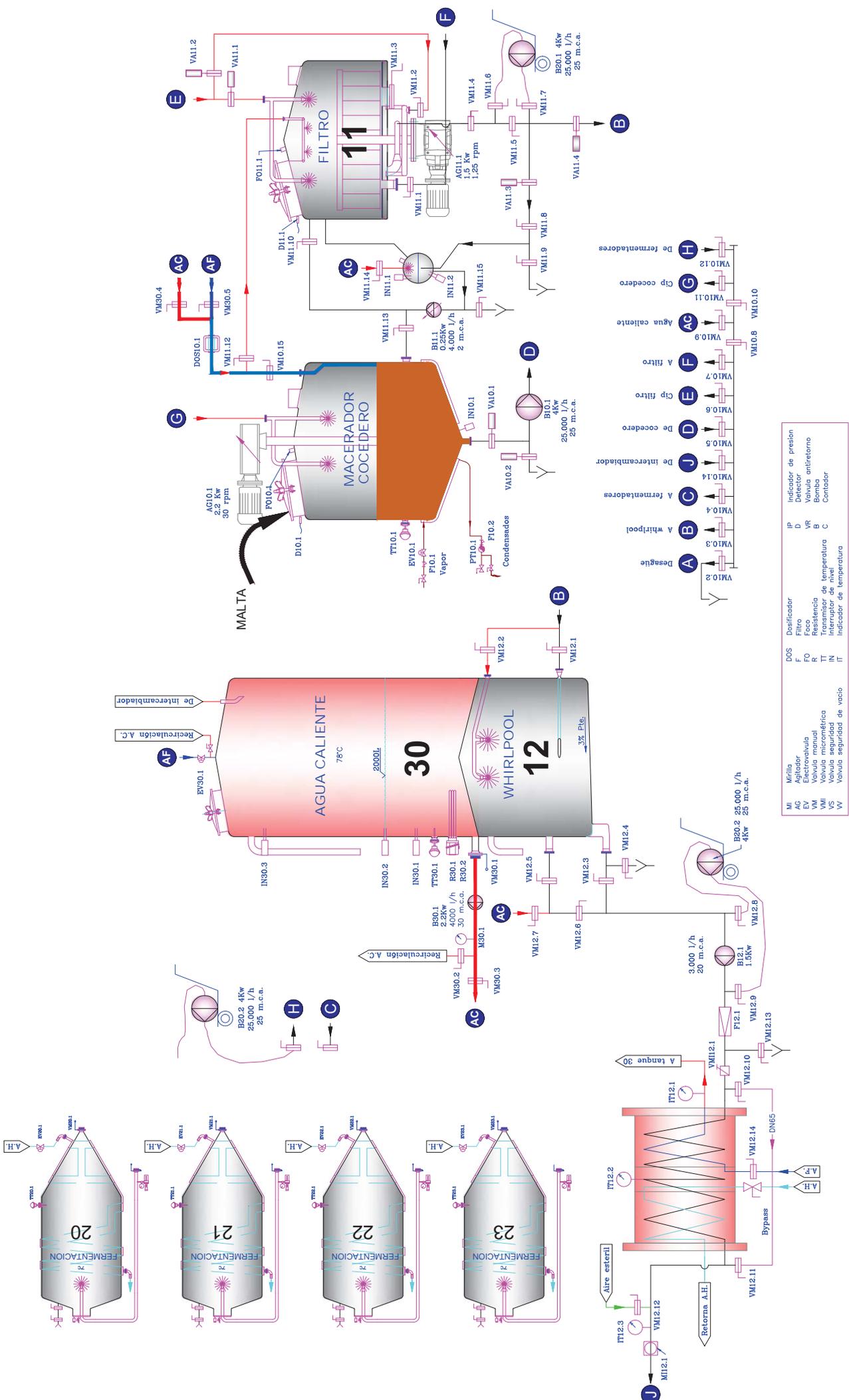
N°	TÍTULO
01	DIAGRAMA GENERAL
02	100 MACERACIÓN: LLENADO
03	101 MACERACIÓN: CALENTAMIENTO
04	105 FILTRADO: COCEDERO A FILTRO
05	106 FILTRADO RECIRCULACIÓN
06	107 FILTRADO: FILTRO A COCEDERO
07	108 FILTRADO: RIEGO BAGAZO
08	109 RETIRADA BAGAZO
09	110 COCCIÓN
10	115 COCEDERO A WHIRLPOOL
11	120 WHIRLPOOL A FERMENTADOR 20
12	121 WHIRLPOOL A FERMENTADOR 21
13	122 WHIRLPOOL A FERMENTADOR 22
14	123 WHIRLPOOL A FERMENTADOR 23
15	900 PREENJUAGUE: COCEDERO Y FILTRO
16	901 PREENJUAGUE: WHIRLPOOL
17	905 LIMPIEZA DETERGENTE: LLENADO

N°	TÍTULO
18	906 LIMPIEZA DETERGENTE: CALENTAMIENTO
19	907 LIMPIEZA DETERGENTE: RECIRCULACIÓN 1
20	908 LIMPIEZA DETERGENTE: RECIRCULACIÓN 2
21	909 LIMPIEZA DETERGENTE: RECIRCULACIÓN 3
22	910 LIMPIEZA DETERGENTE: RECIRCULACIÓN 4
23	911 ACLARADO: RECIRCULACIÓN 1
24	912 ACLARADO: RECIRCULACIÓN 2
25	913 ACLARADO: RECIRCULACIÓN 3
26	914 ACLARADO: RECIRCULACIÓN 4
27	920 LIMPIEZA DETERGENTE FERMENTADOR 20
28	921 LIMPIEZA DETERGENTE FERMENTADOR 21
29	922 LIMPIEZA DETERGENTE FERMENTADOR 22
30	923 LIMPIEZA DETERGENTE FERMENTADOR 23
31	925 ACLARADO FERMENTADOR 20
32	926 ACLARADO FERMENTADOR 21
33	927 ACLARADO FERMENTADOR 22
34	928 ACLARADO FERMENTADOR 23

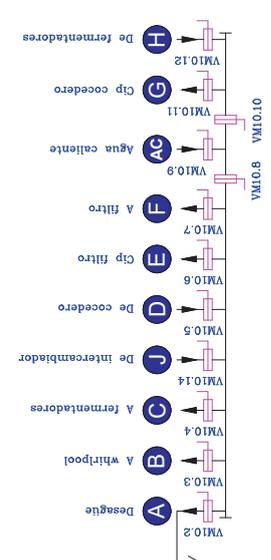


MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Reloj
VM	Valvula	R	Resistencia	ST	Switch
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		

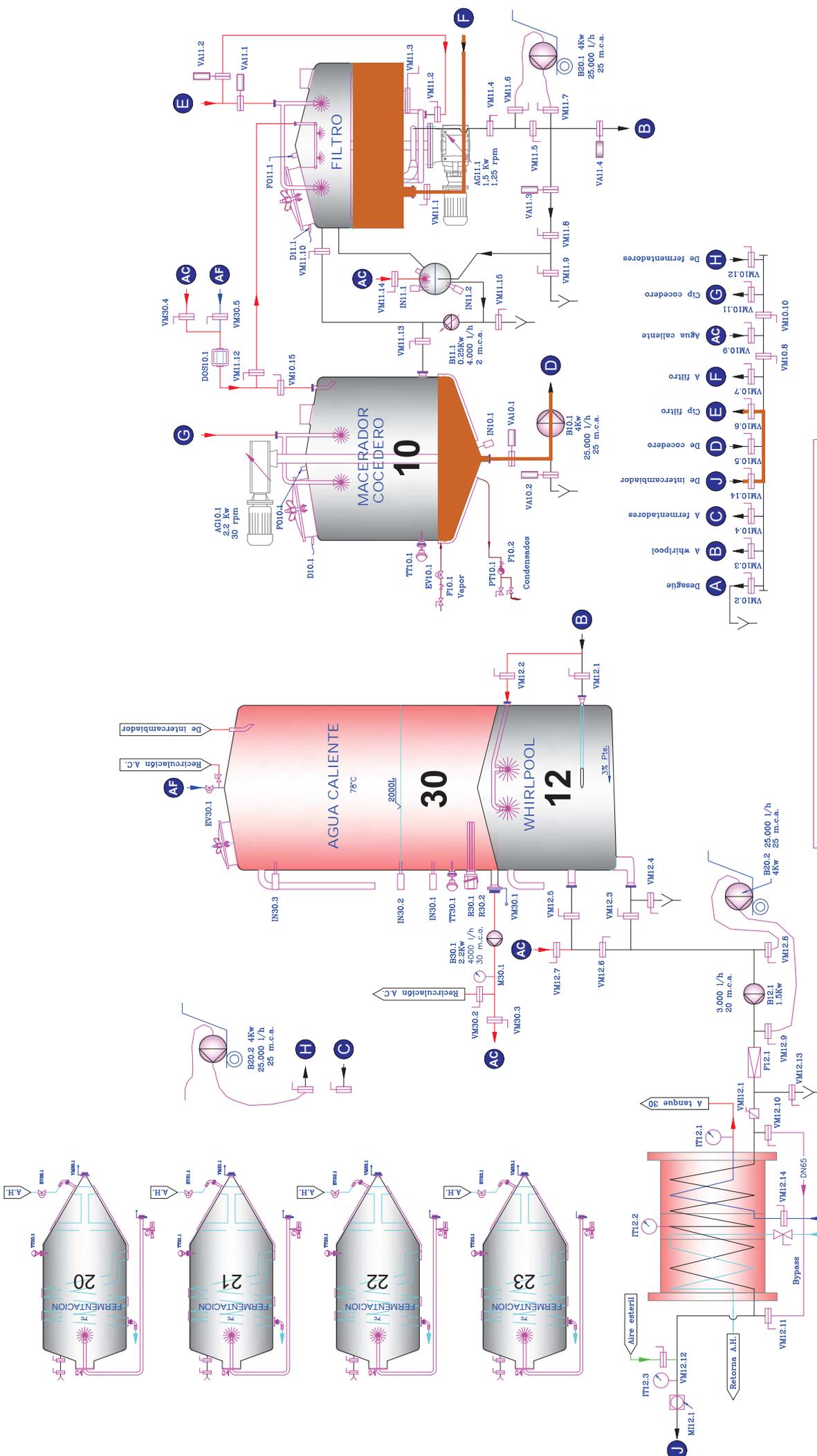




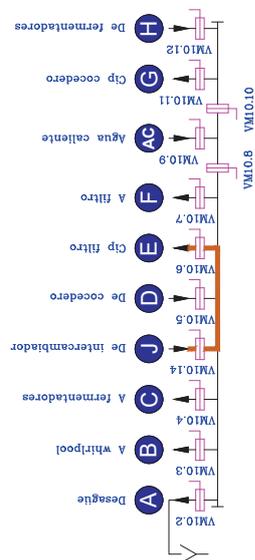
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Boquilla antirretorno
VM	Valvula	RES	Resistencia	ST	Boquilla
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		

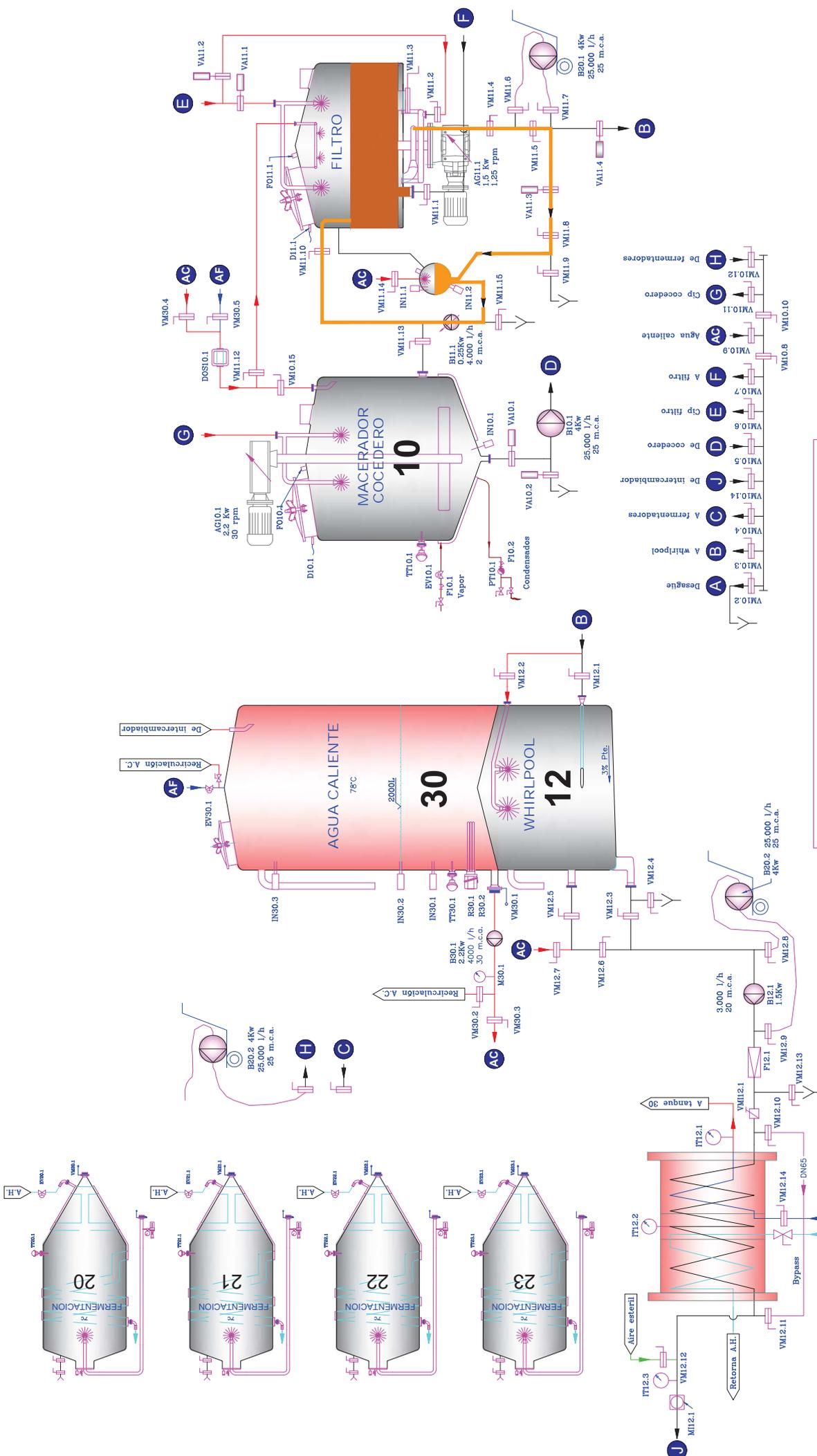




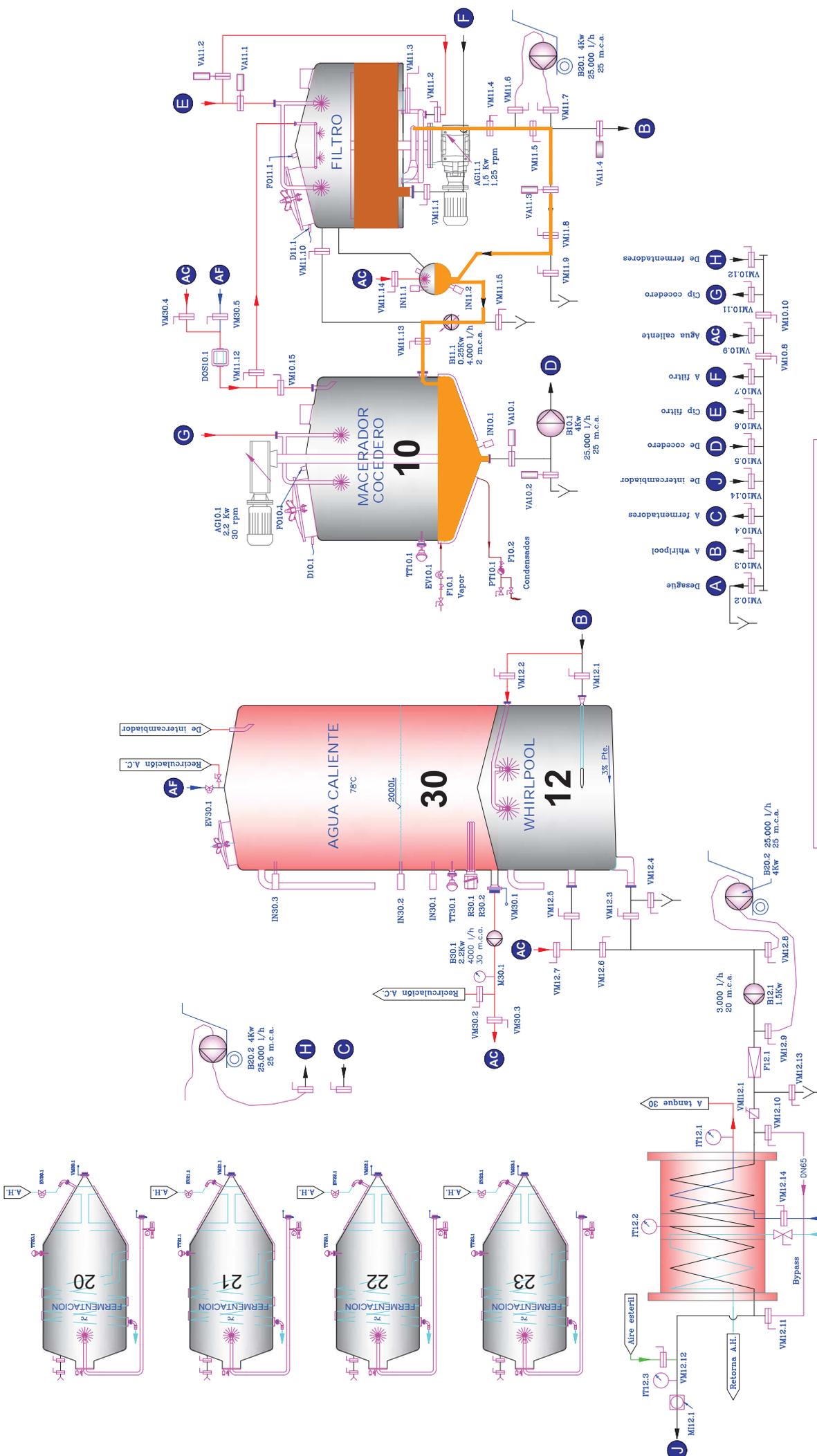


MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
ES	Esfera	RE	Resistencia	ST	Switch
VM	Valvula manual	TR	Transmisor de temperatura	C	Contador
VM	Valvula micrométrica	TT	Transmisor de temperatura		
VS	Valvula seguridad	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		

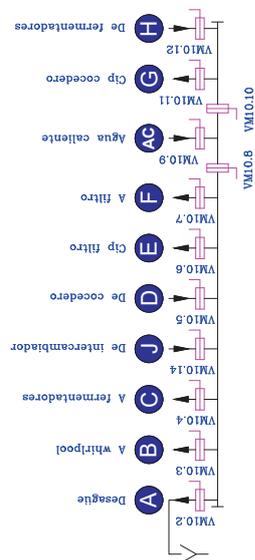


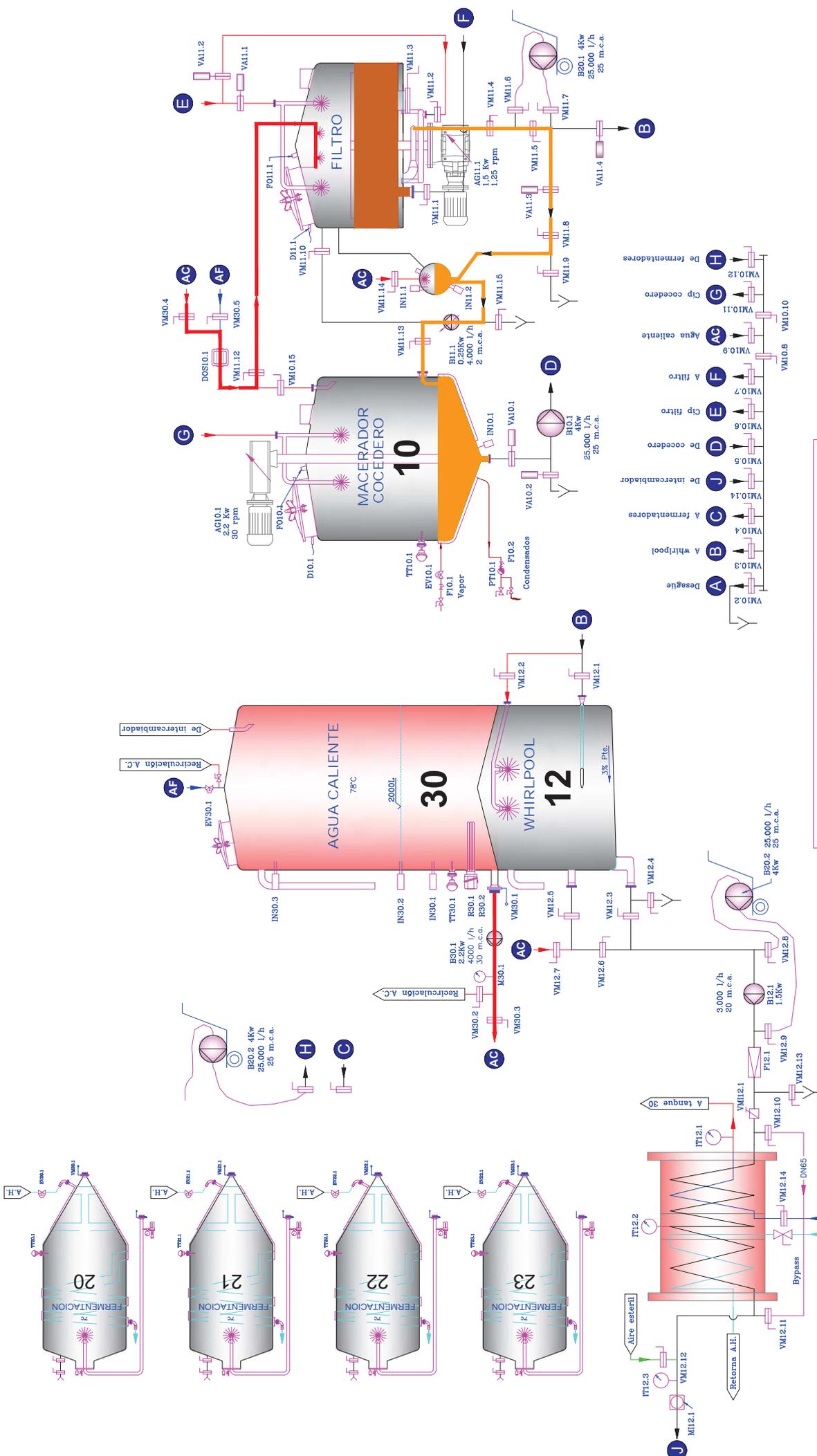


MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VM	Valvula	TT	Transmisor de temperatura	ST	Switch
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VM	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel		
VS	Valvula seguridad de nivel	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				

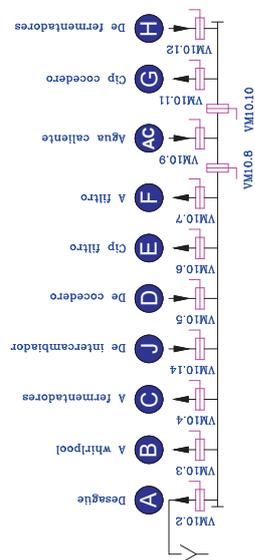


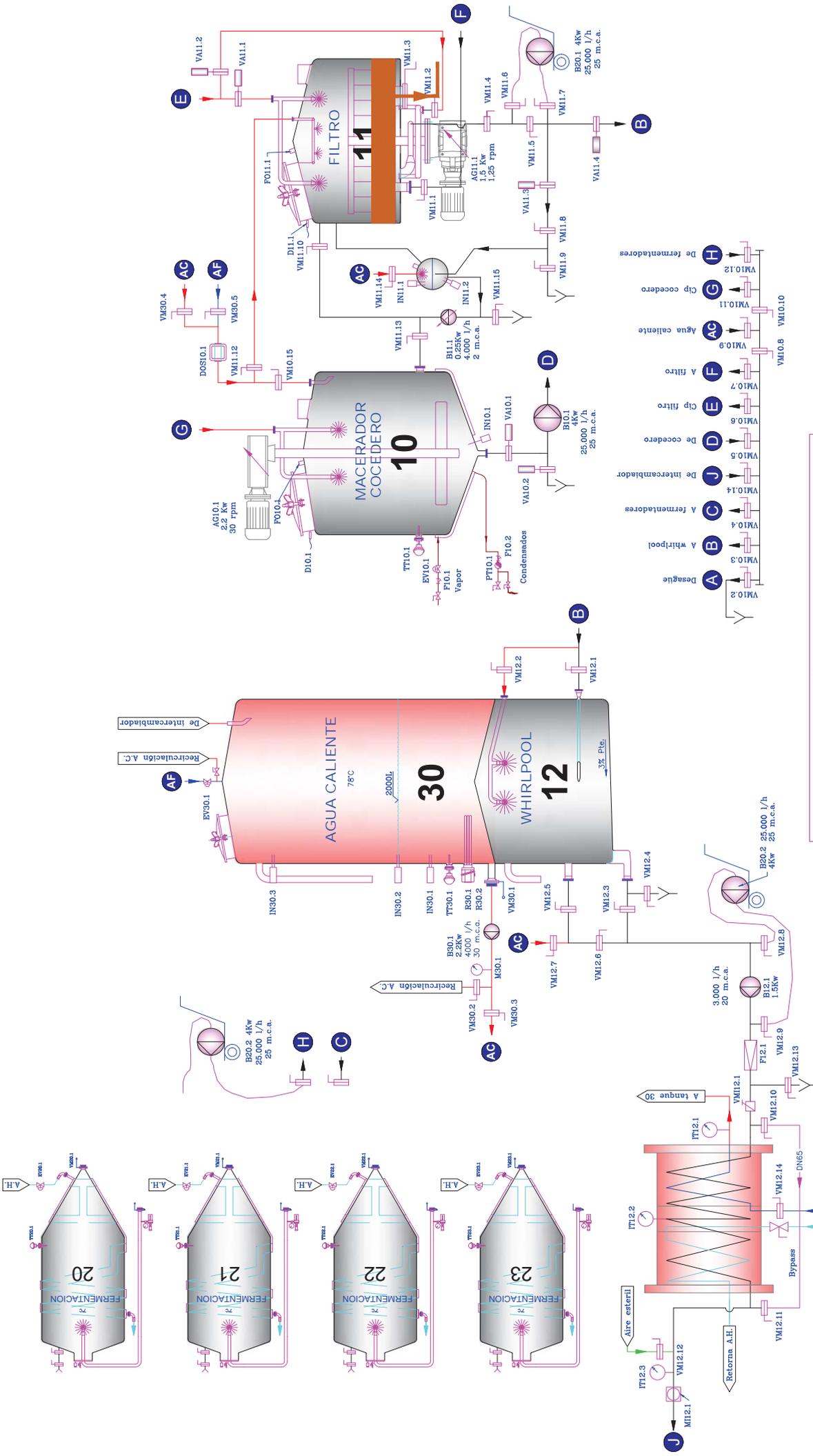
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
ES	Estufa	RS	Resistencia	ST	Switch
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VM	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel		
VS	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				



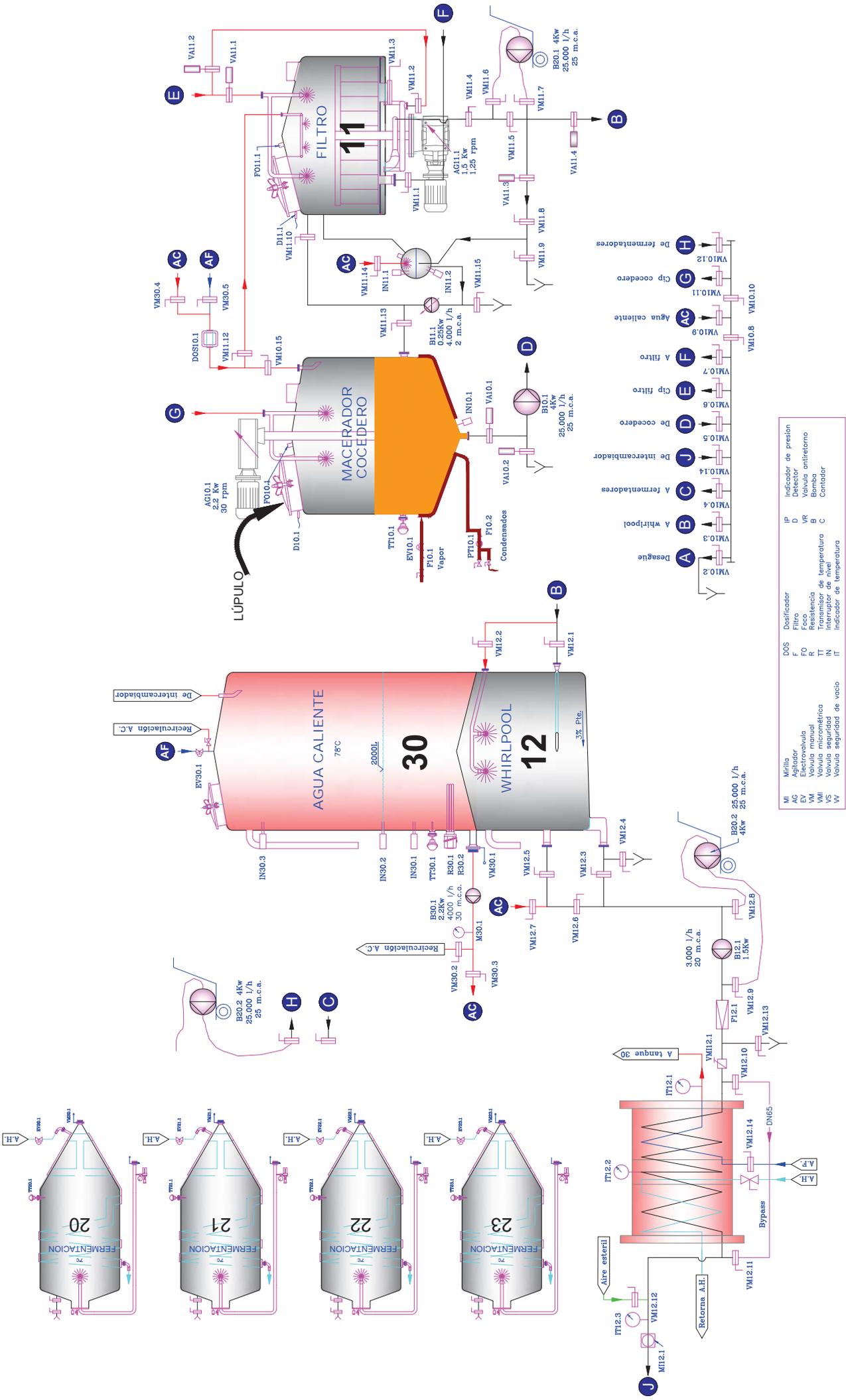


MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	ST	Switch
VI	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel	C	Contador
VS	Valvula seguridad de nivel	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				

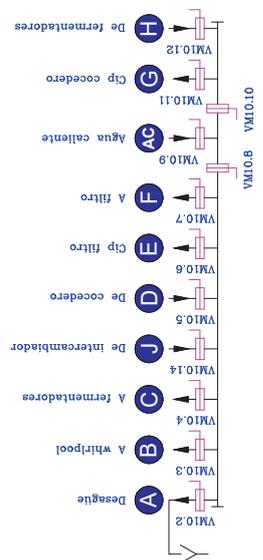


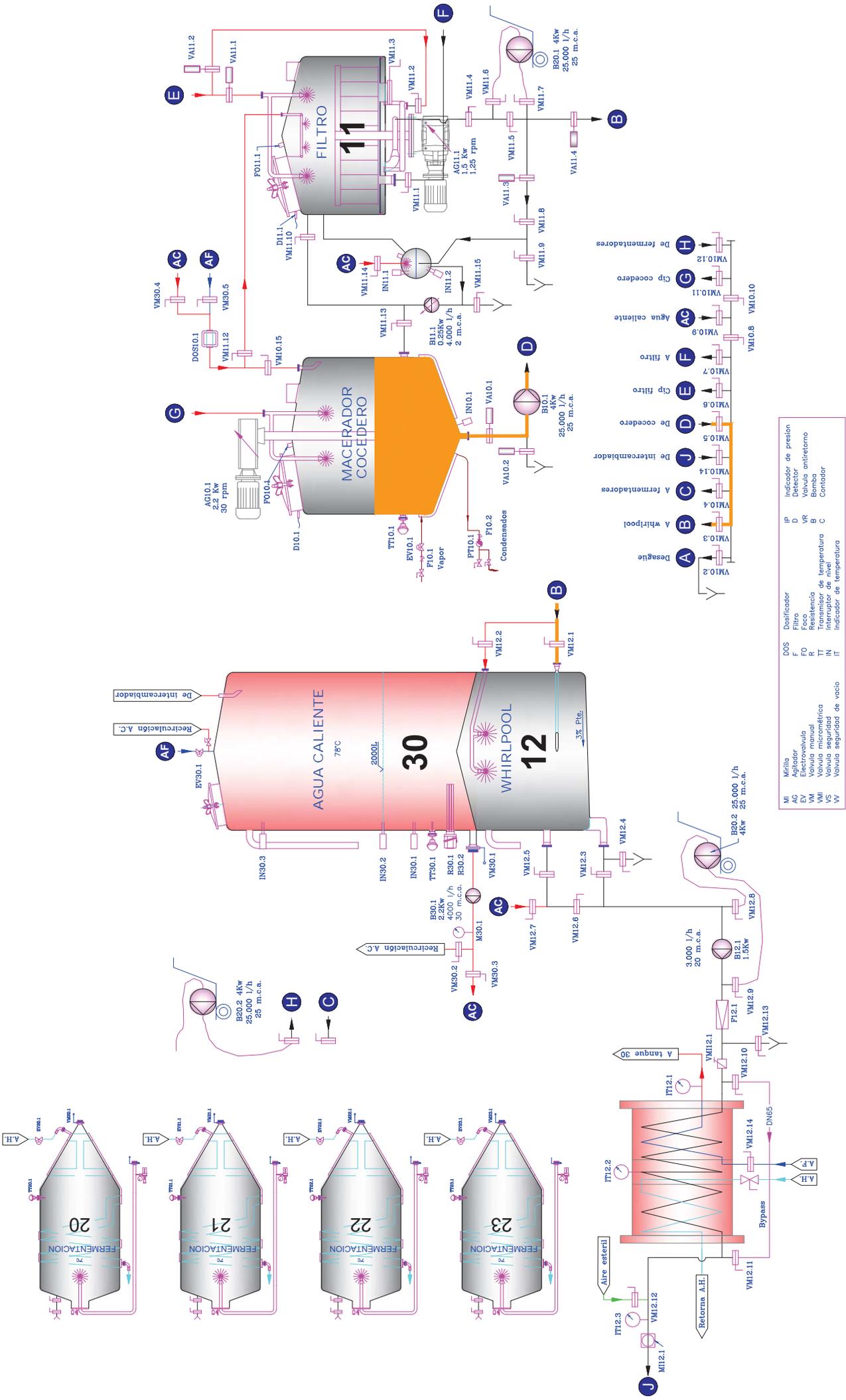


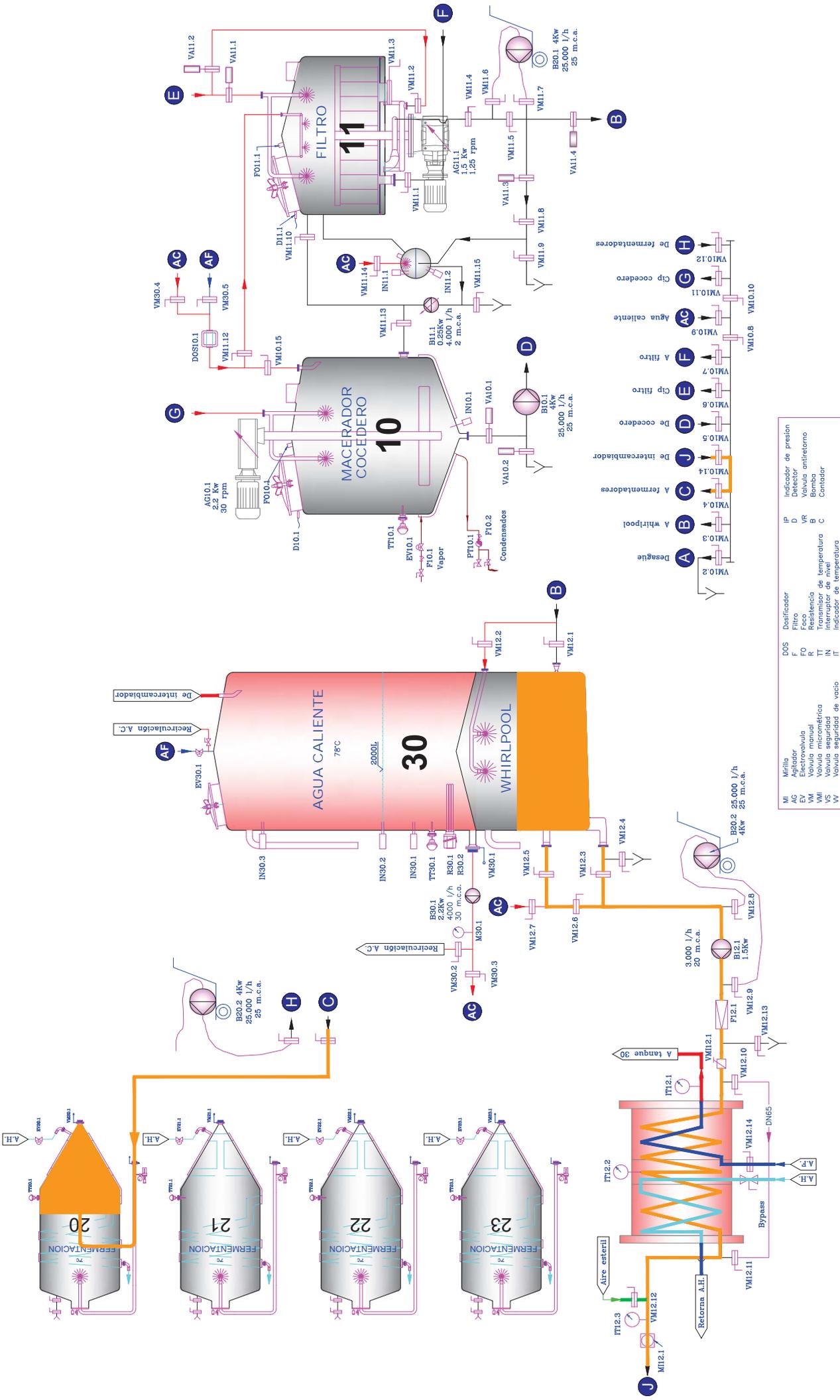
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VM	Valvula	TT	Transmisor de temperatura	ST	Switch
VM	Valvula manual	IN	Interruptor de nivel	C	Contador
VS	Valvula micrométrica	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				

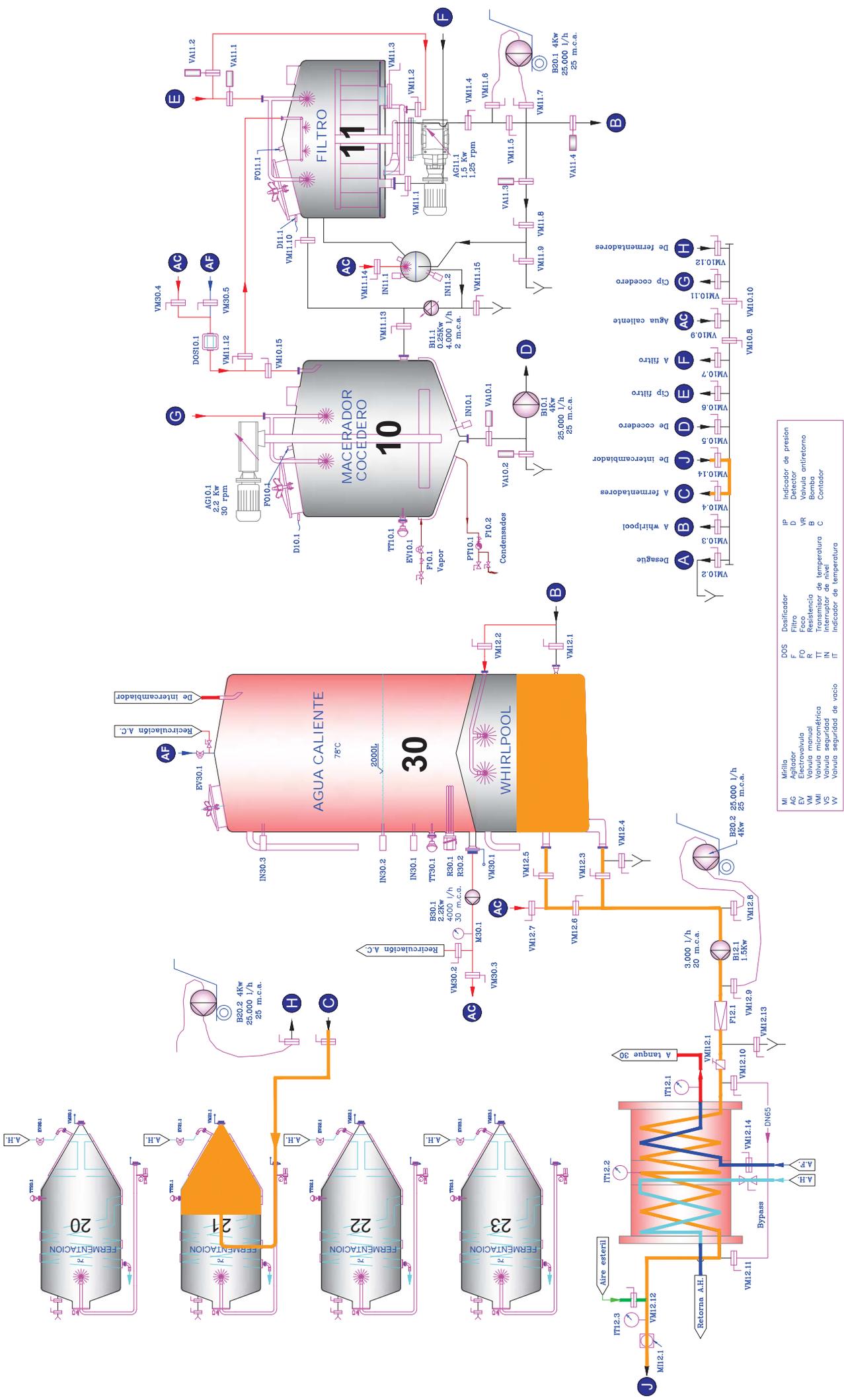


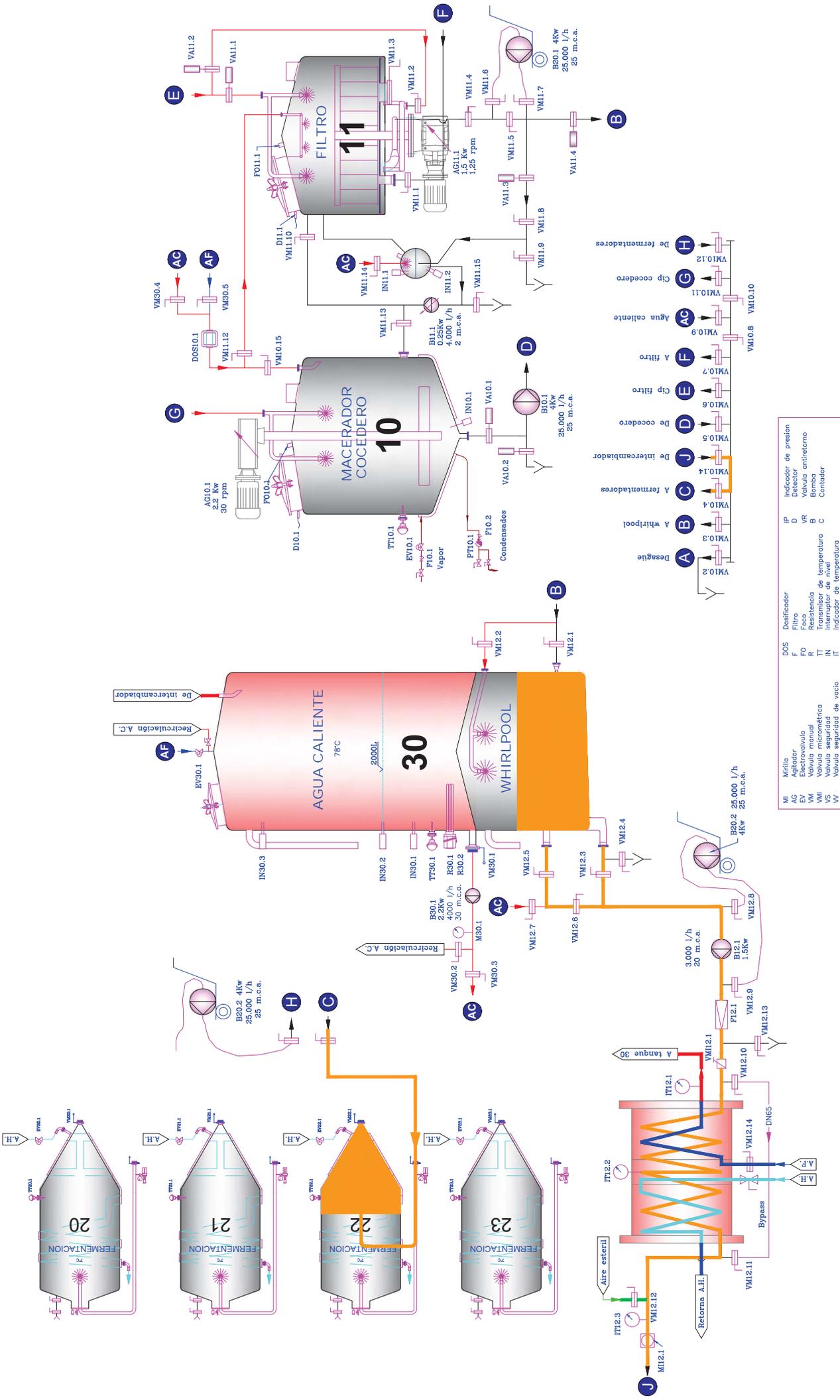
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VA	Valvula	TT	Transmisor de temperatura	ST	Señal de alarma
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		

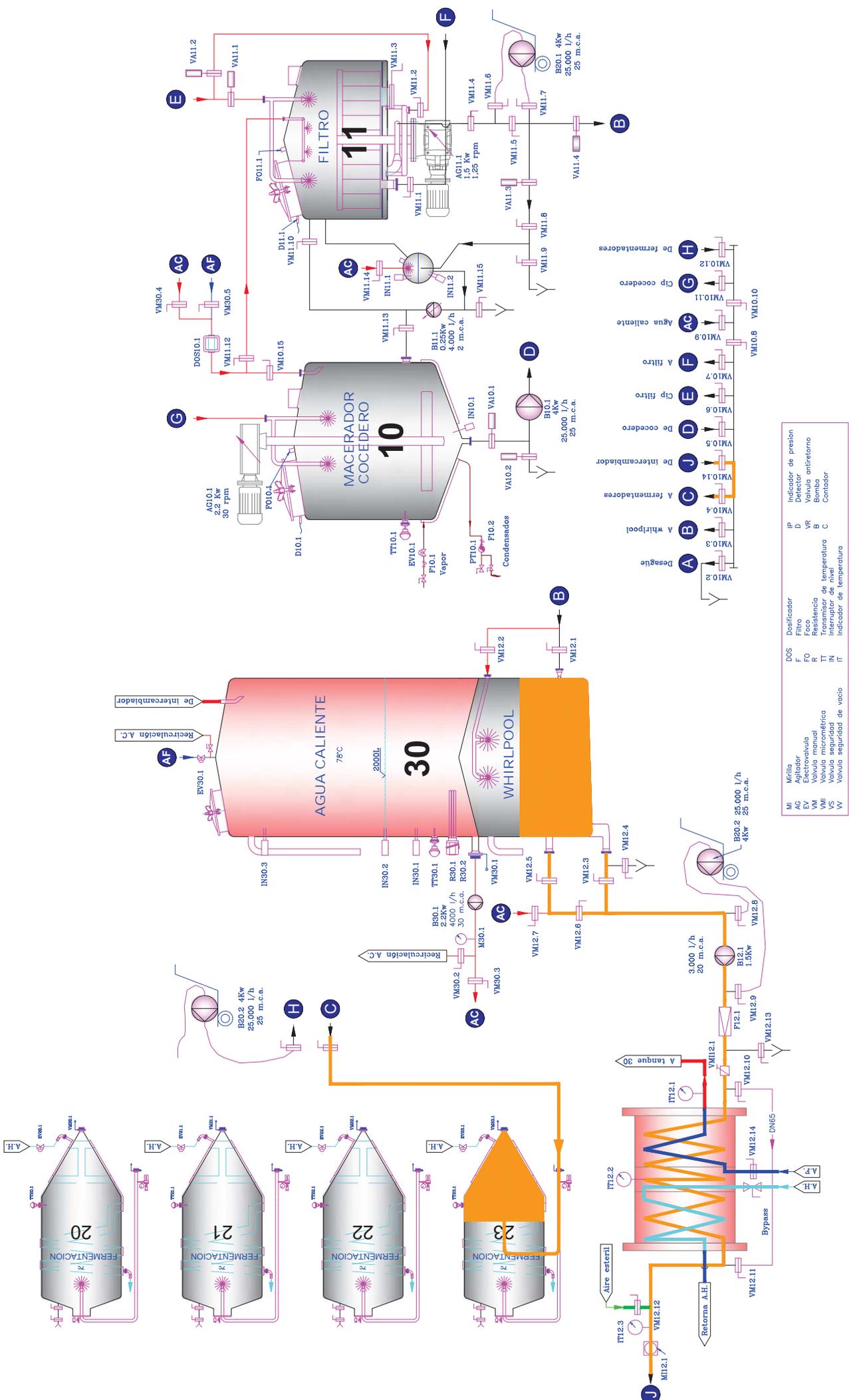


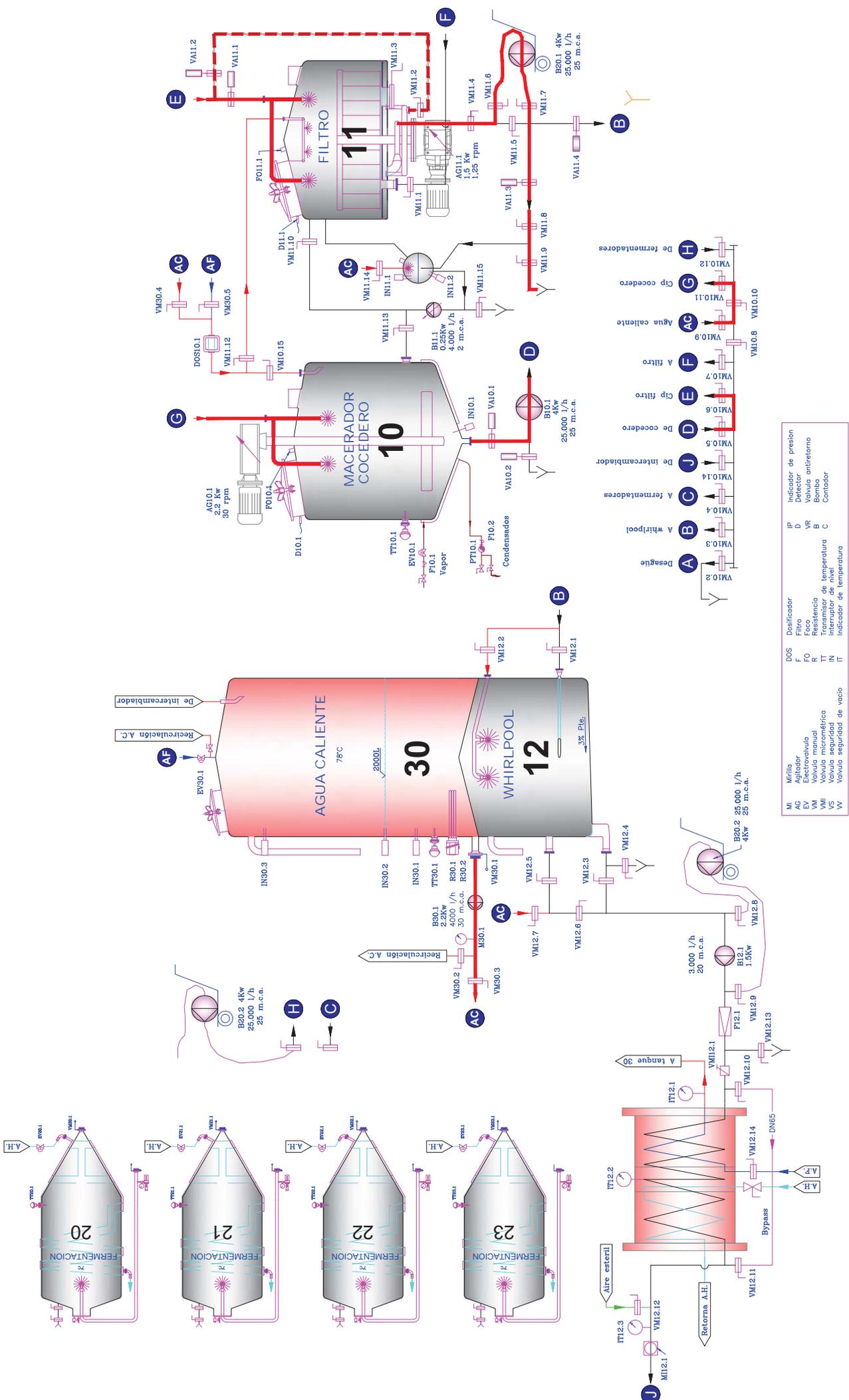




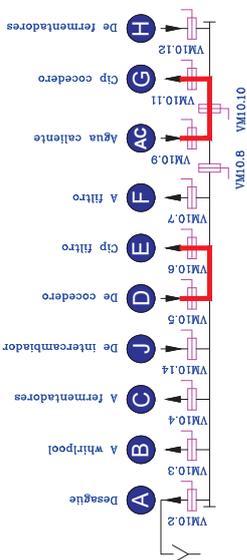


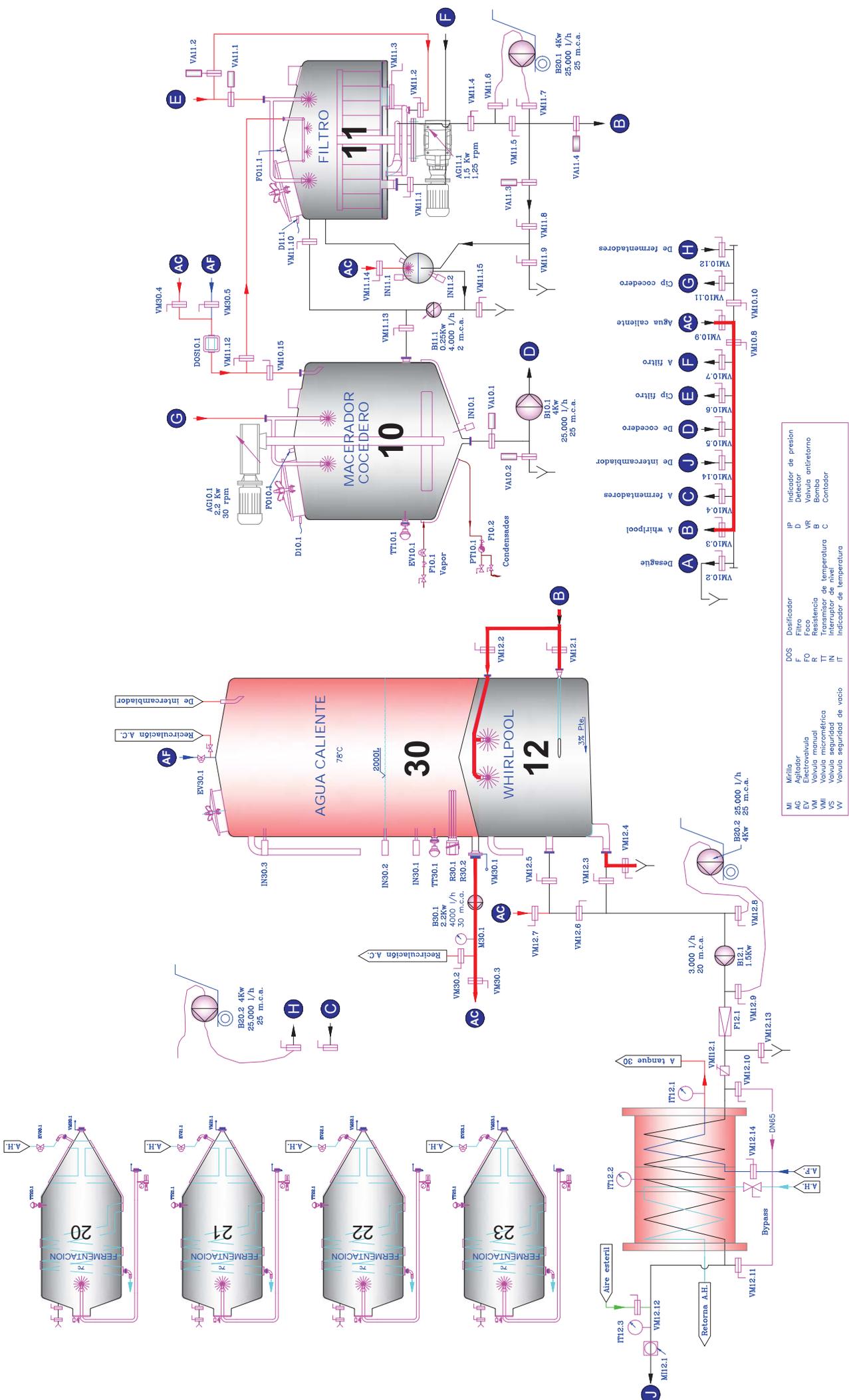




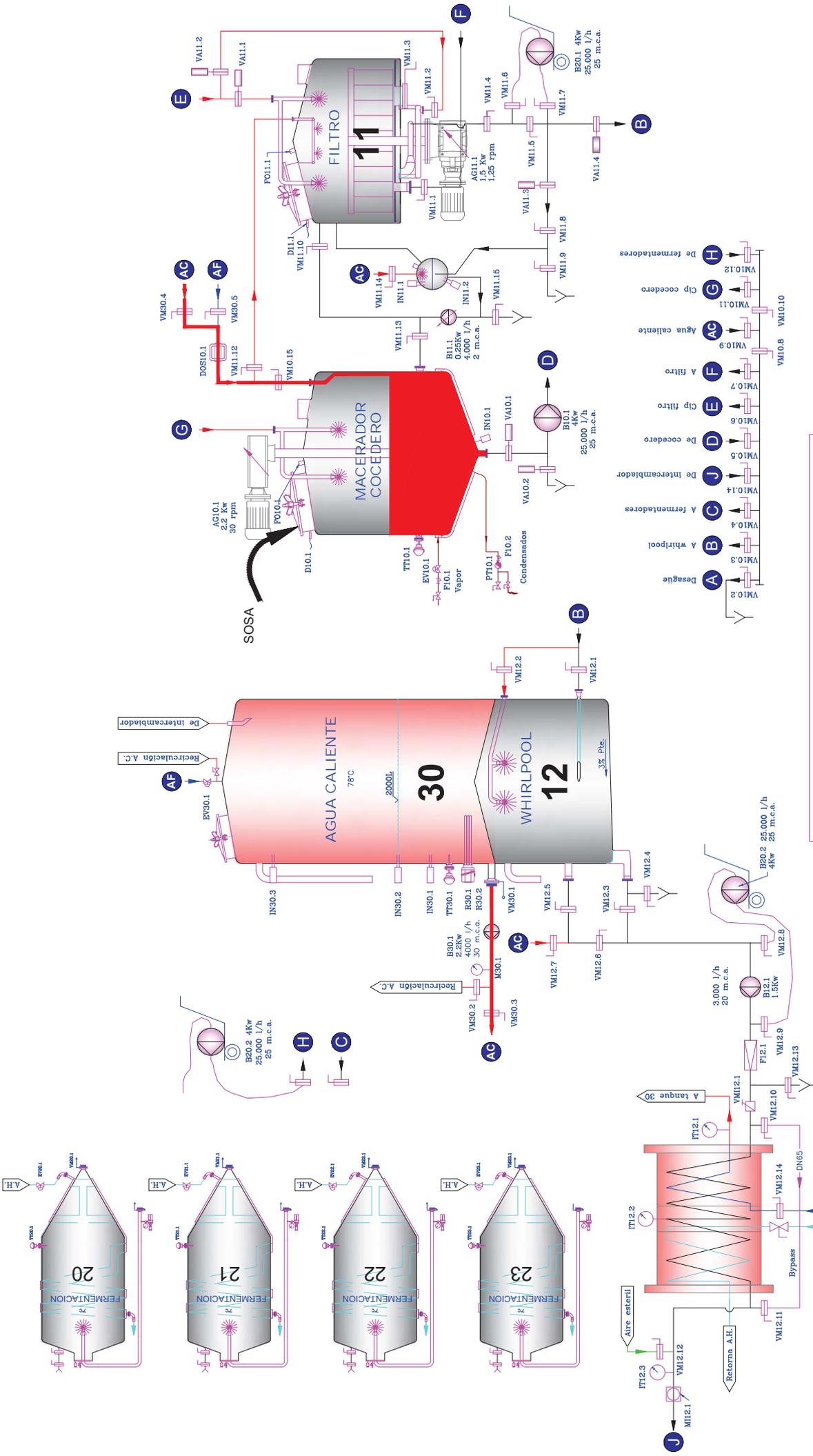


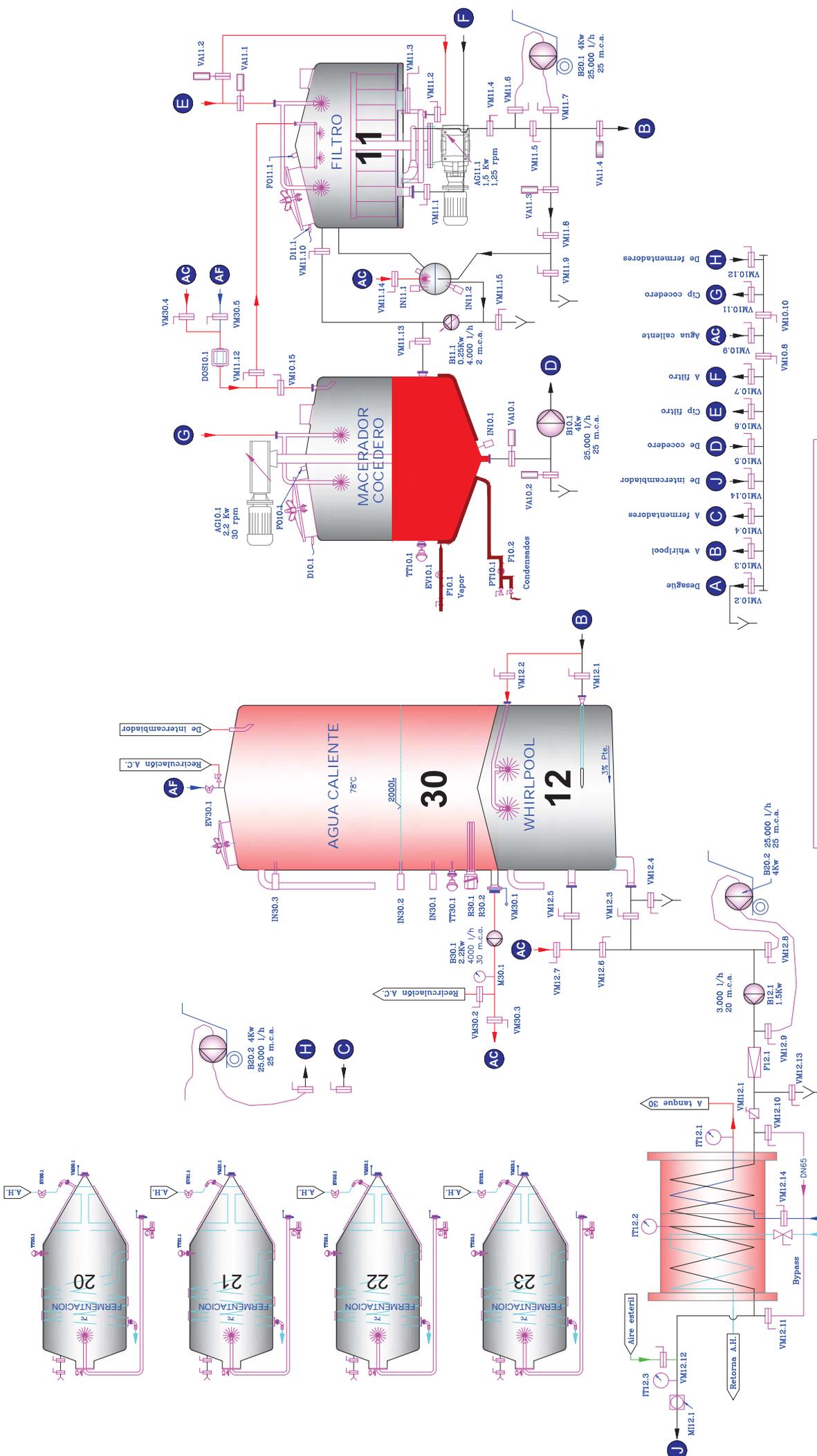
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Reloj
VM	Valvula	RES	Resistencia	ST	Switch
VM	Valvula manual	TR	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula micrométrica	TT	Transmisor de temperatura		
VS	Valvula seguridad	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		

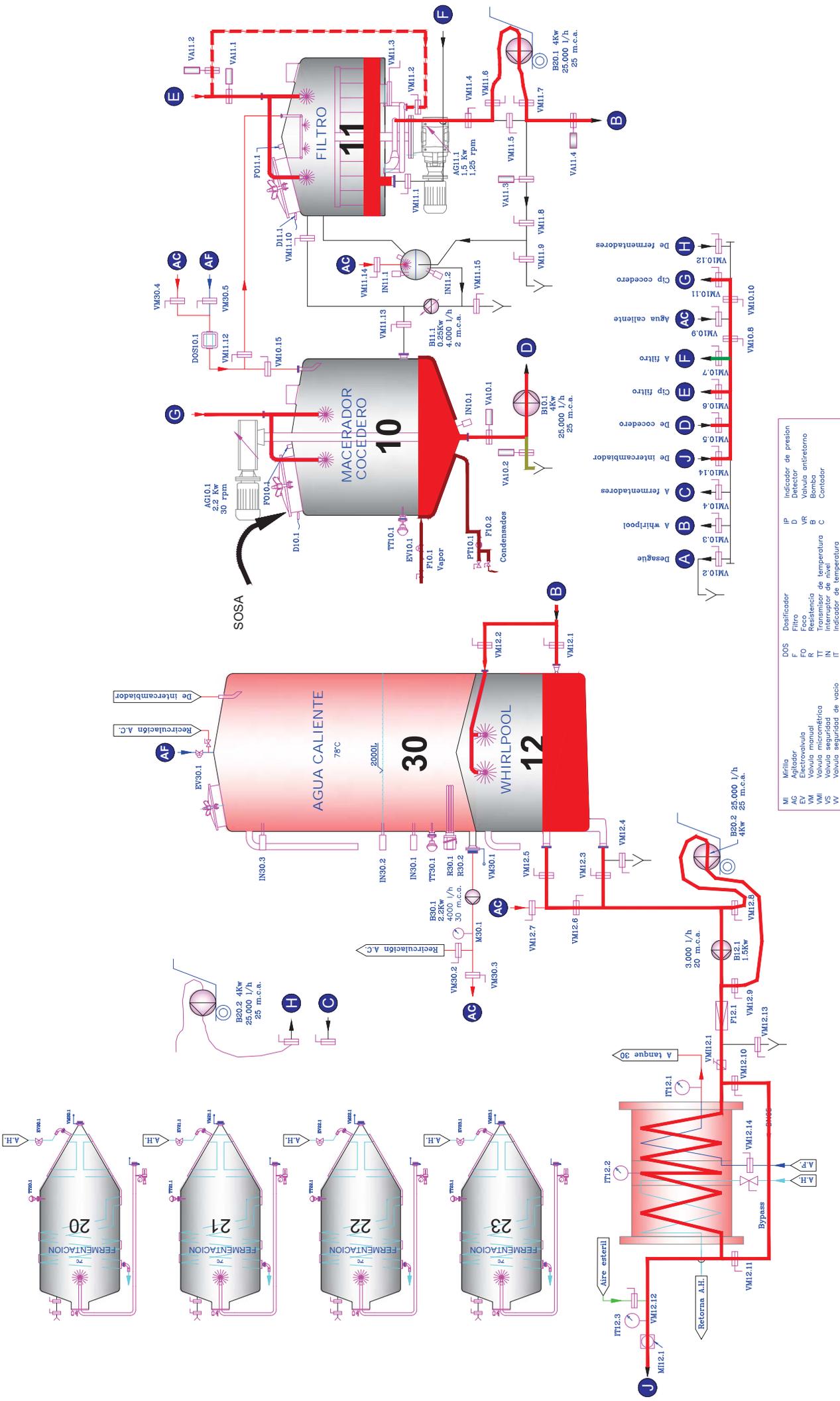


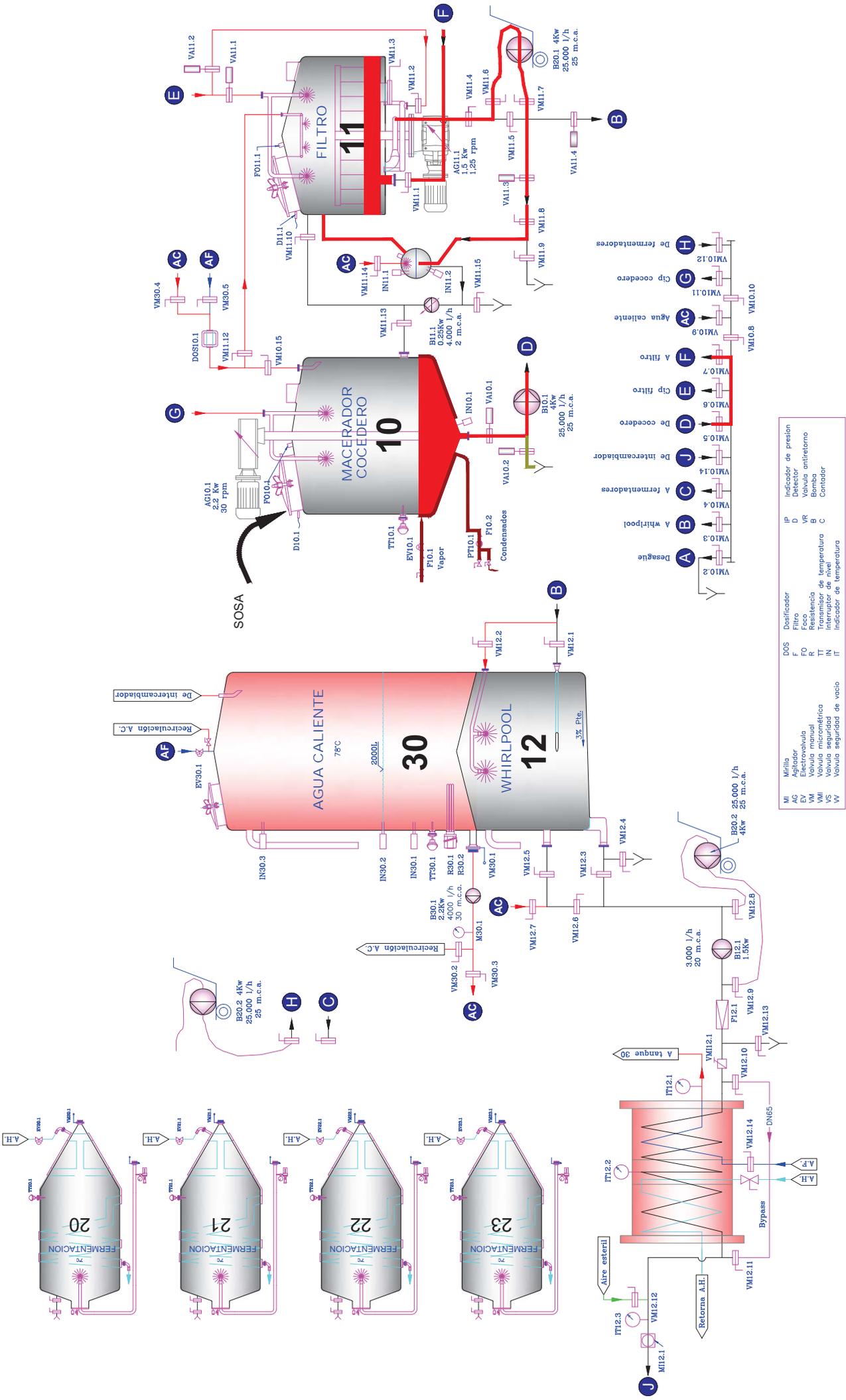


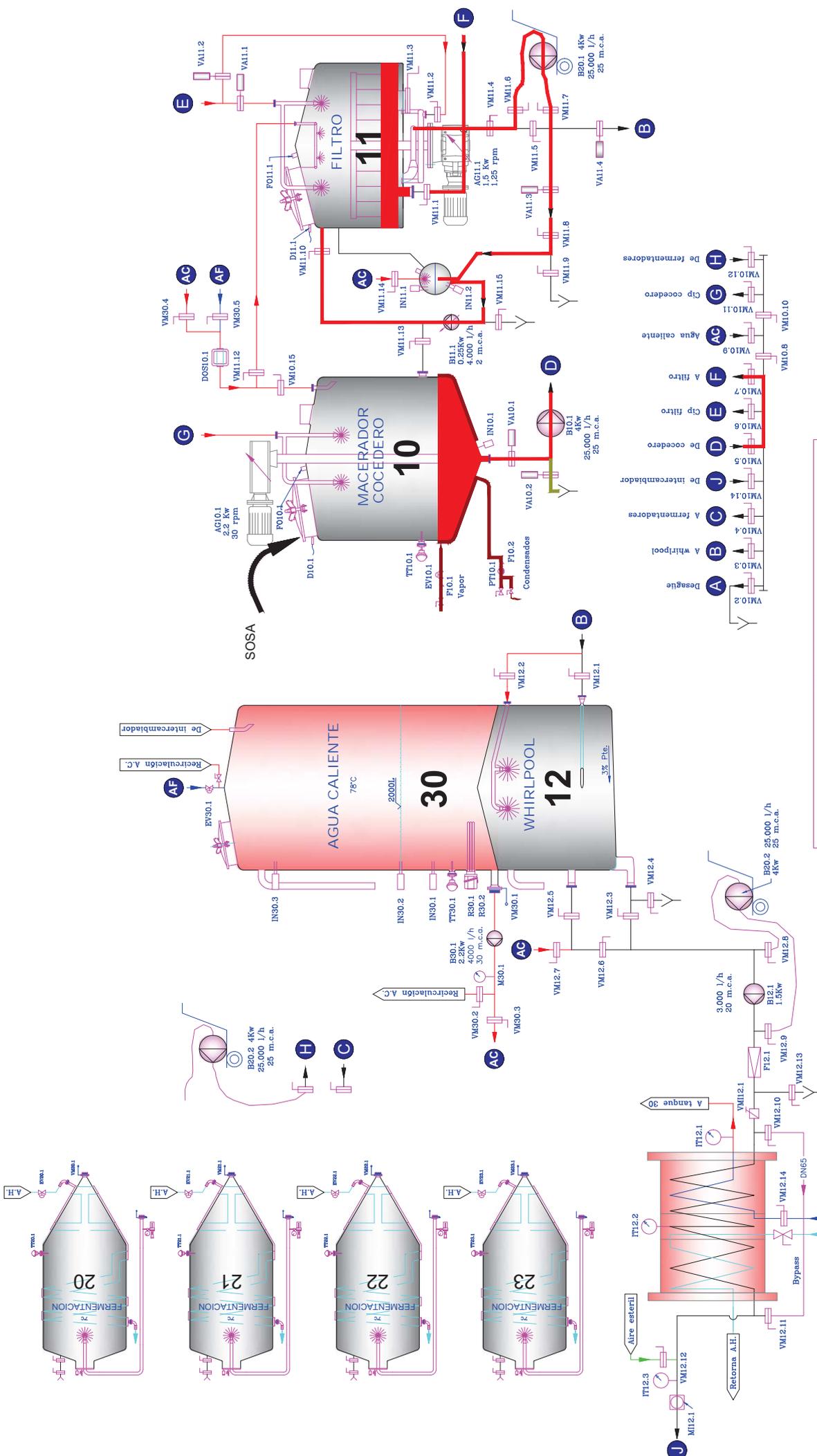
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	ST	Switch
VI	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel	C	Contador
VS	Valvula seguridad de nivel	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				

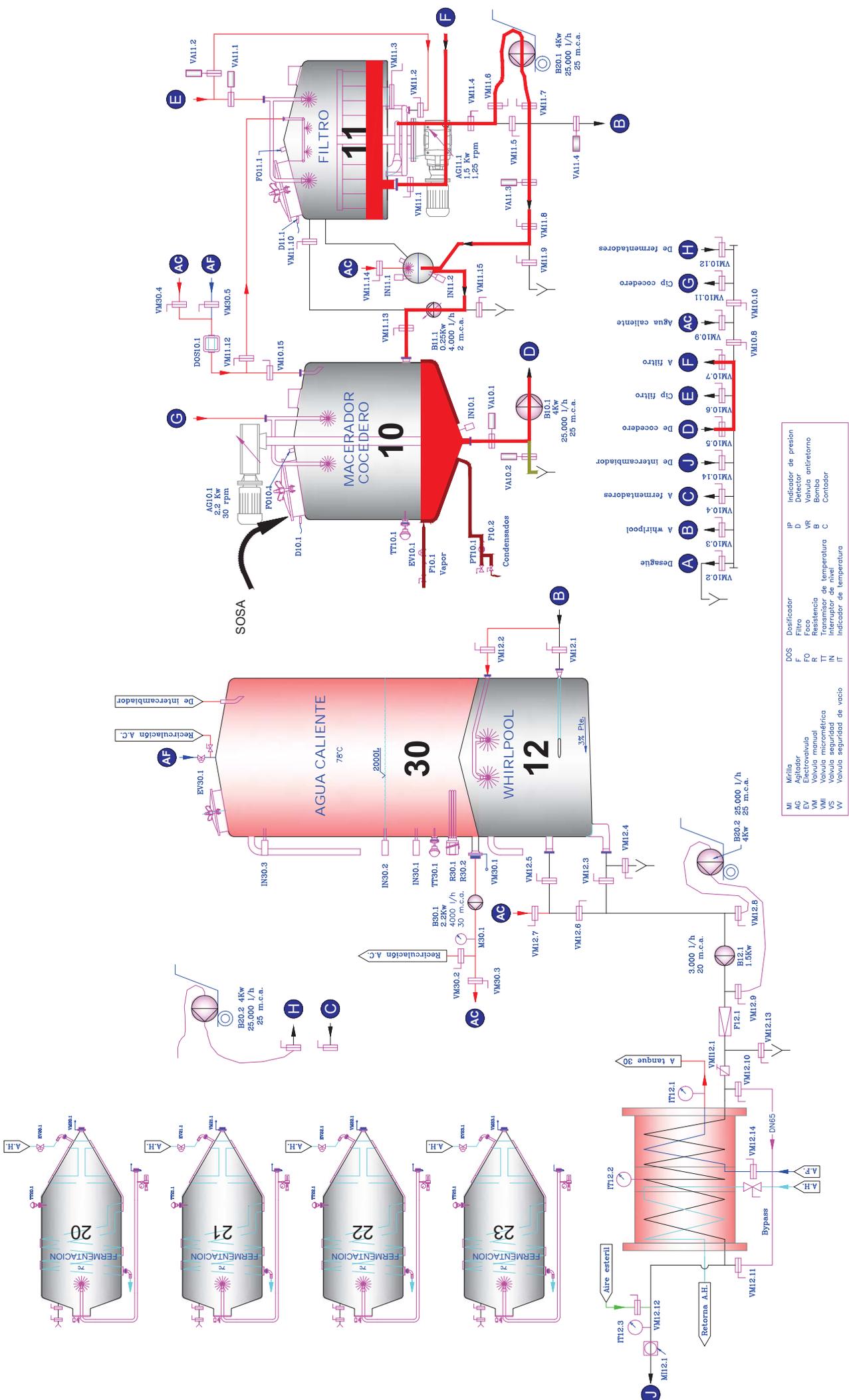


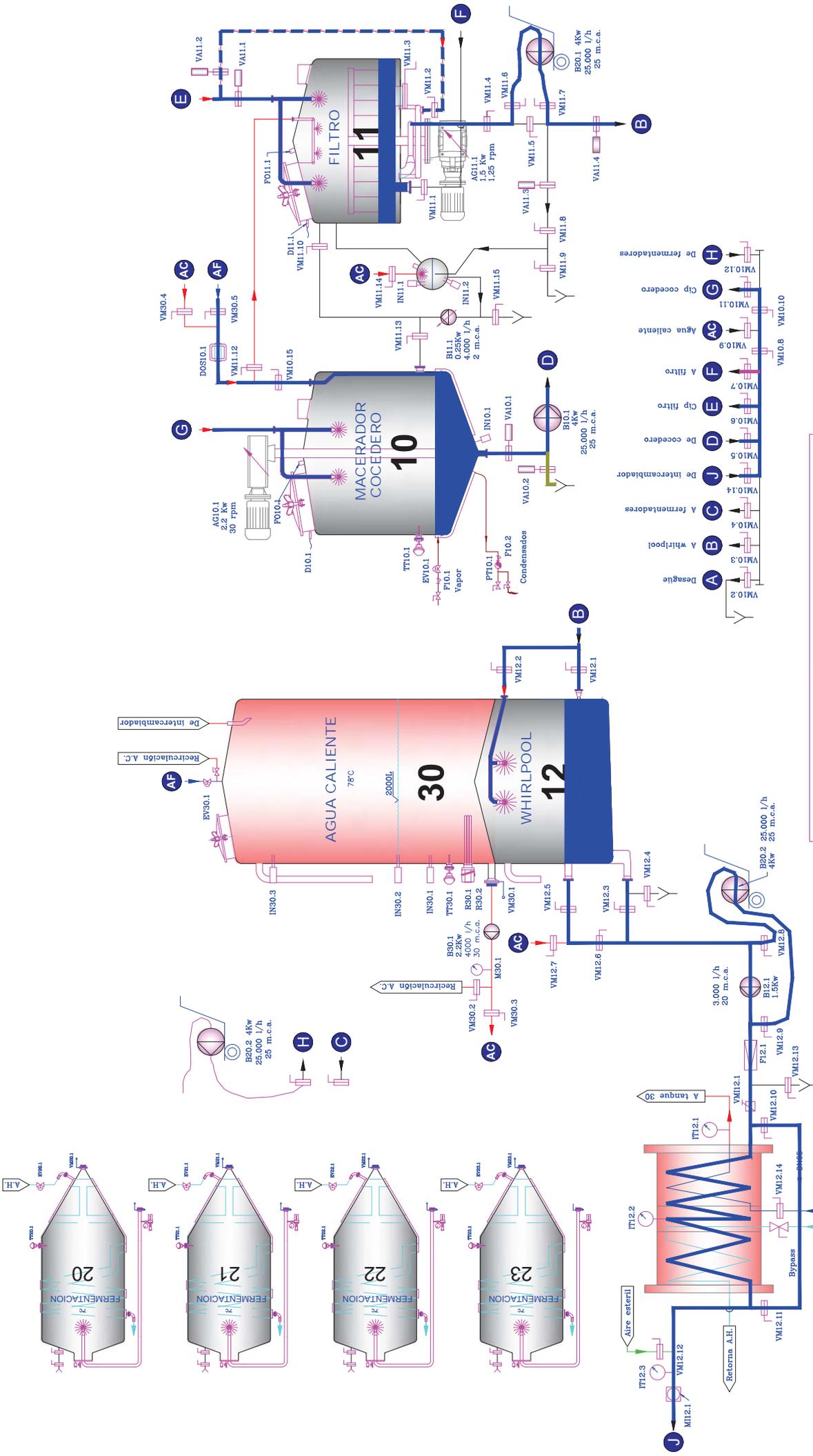




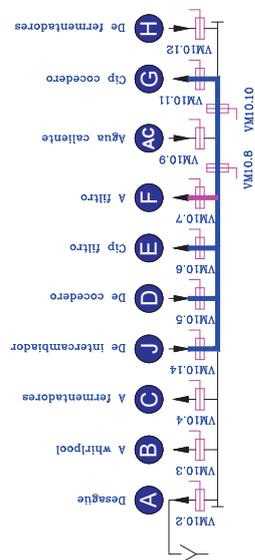


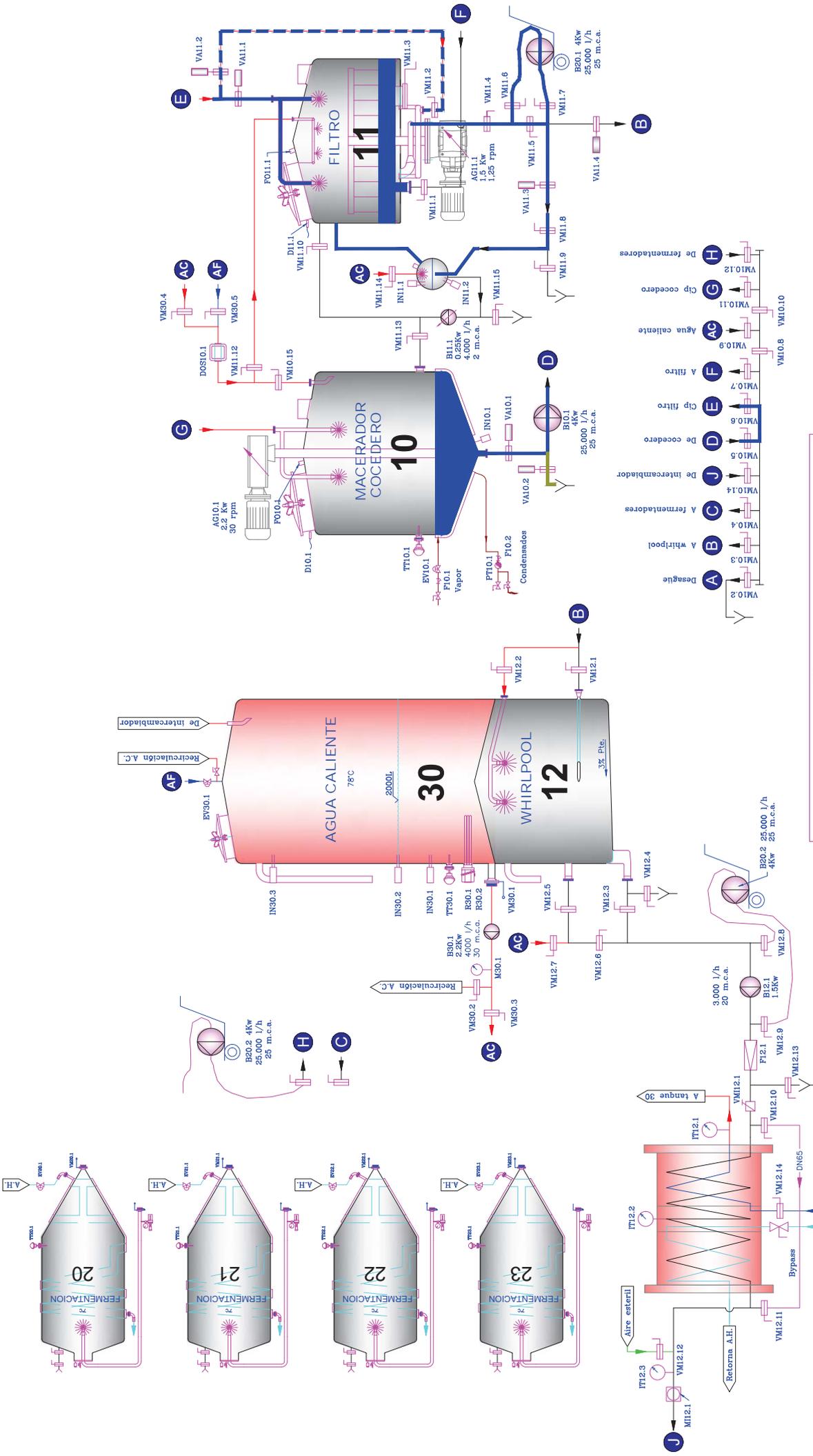




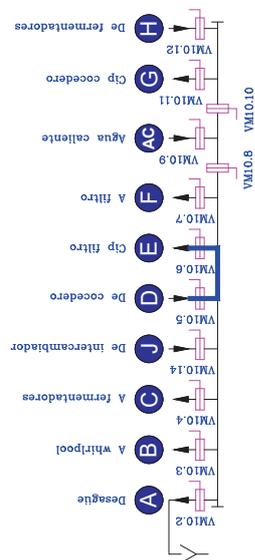


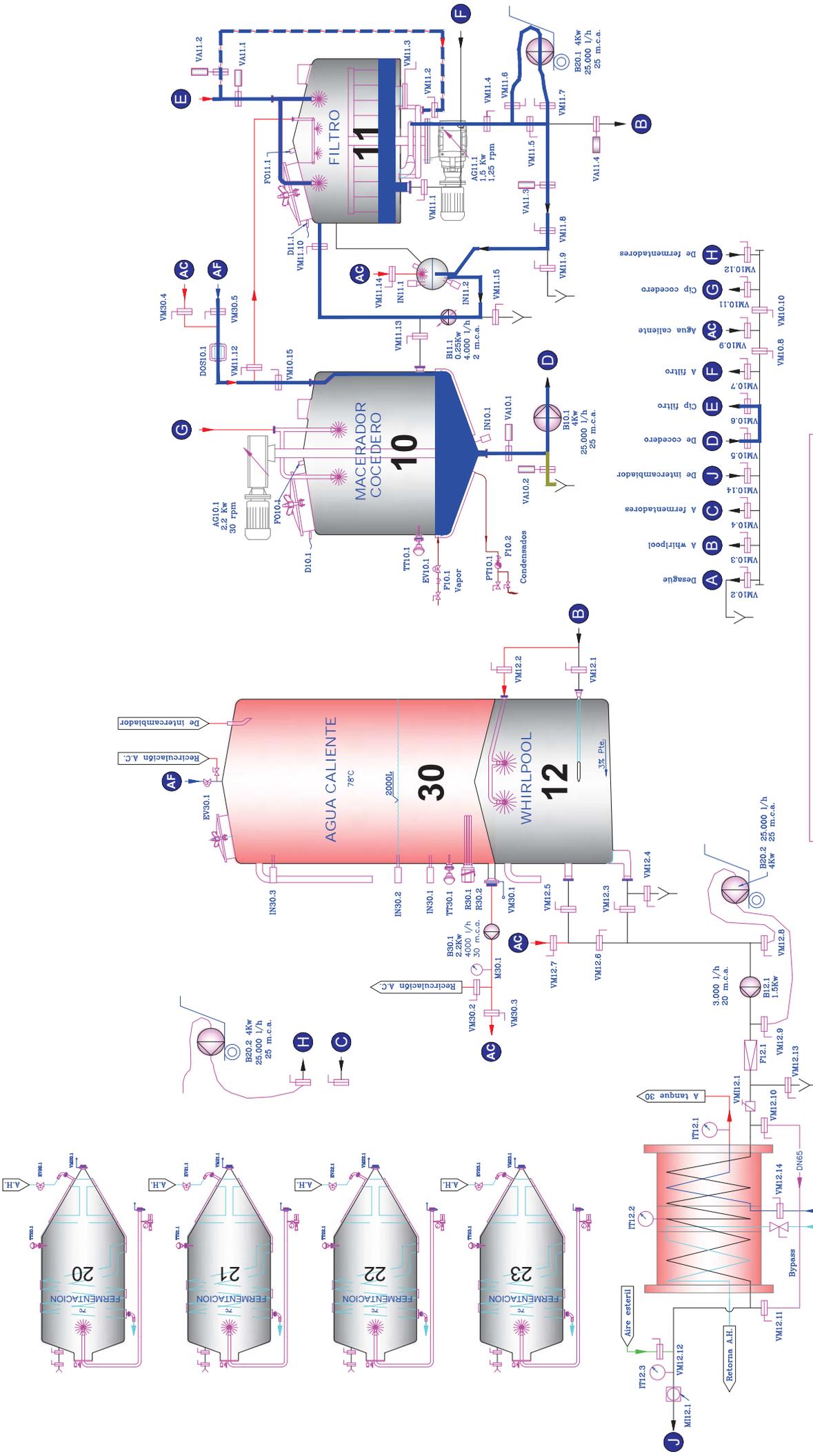
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fermentador	R	Valvula antirretorno
VM	Valvula manual	RES	Resistencia	ST	Boquilla
VM	Valvula micrométrica	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula seguridad	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		



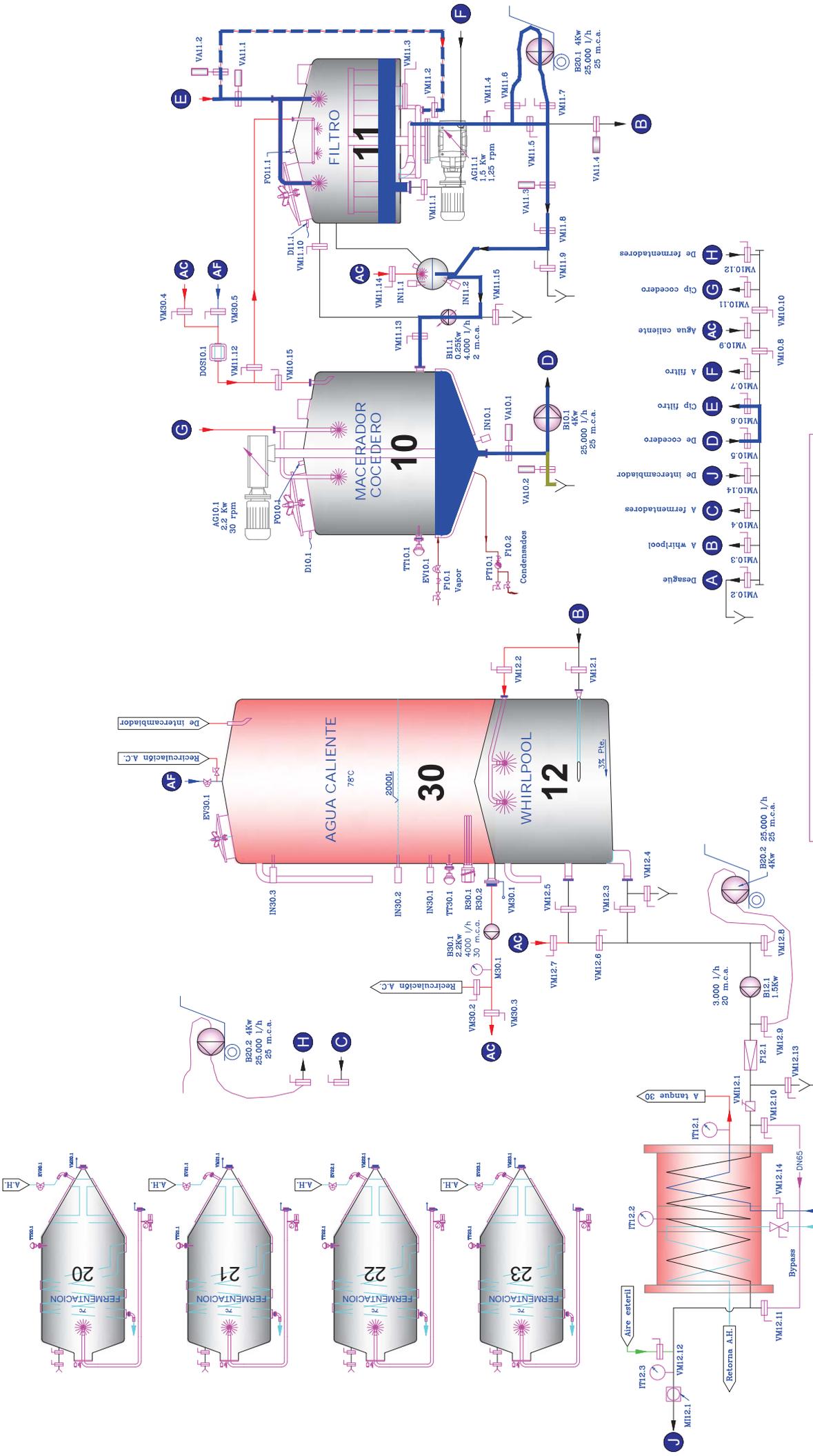


MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
VS	Valvula seguridad de vacío	FO	Fofo	R	Registador
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	ST	Switch anti-retorno
VM	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel	C	Contador
VM	Valvula seguridad de nivel	IT	Indicador de temperatura		

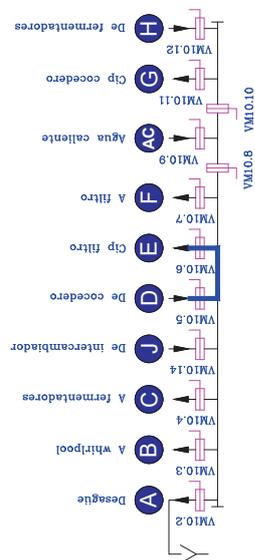


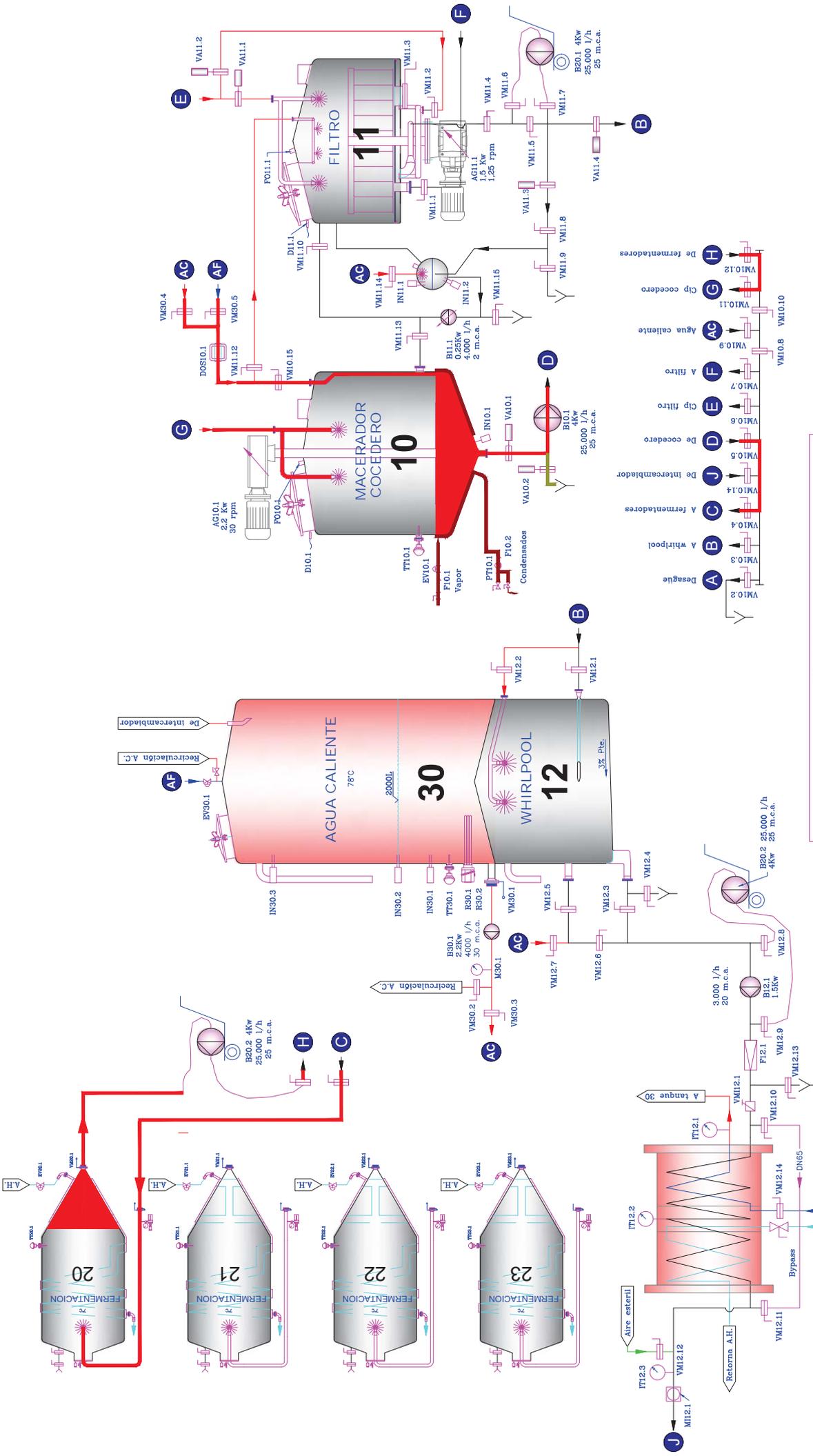


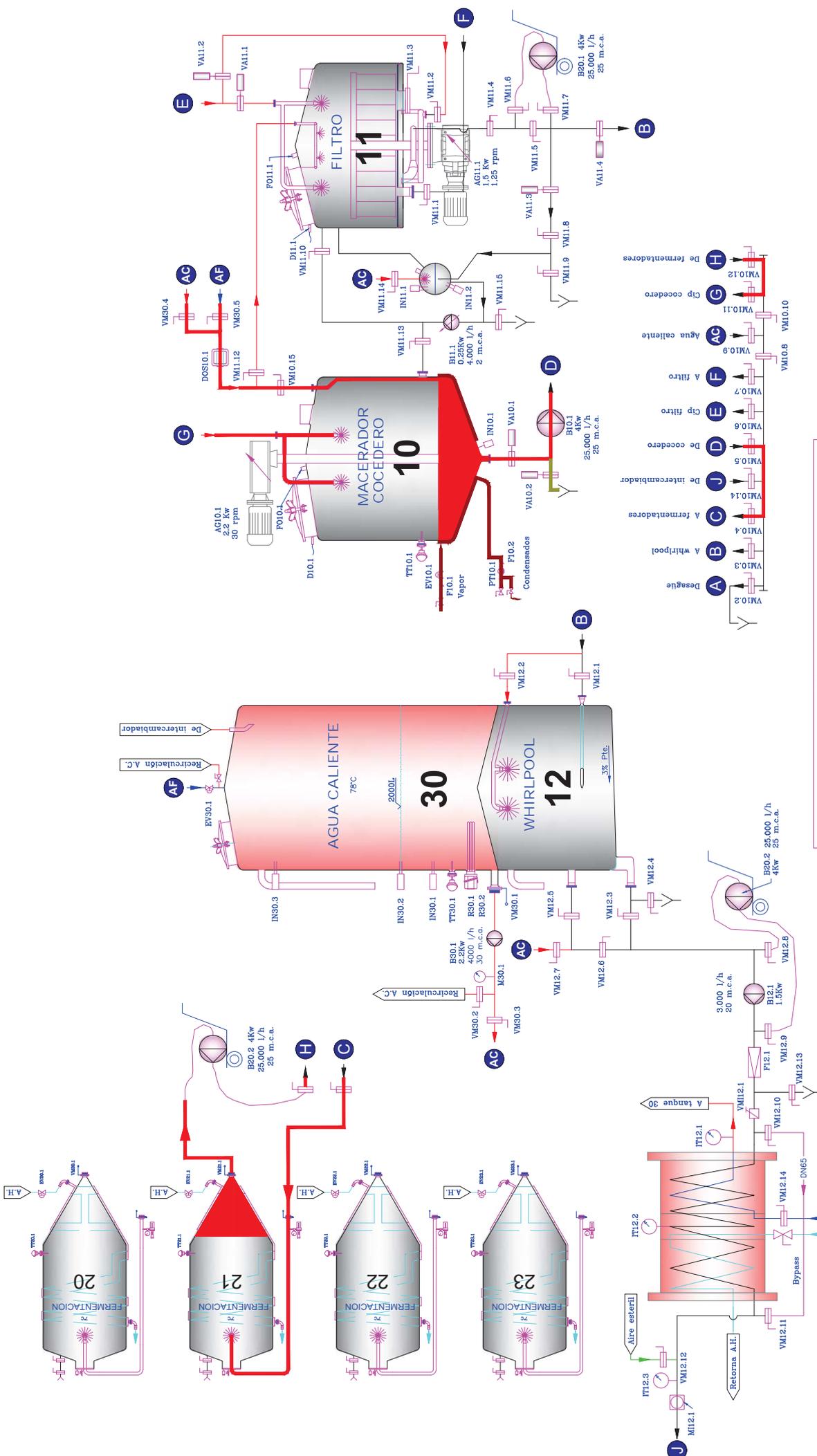
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	ST	Switch
VM	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel	C	Contador
VS	Valvula seguridad de nivel	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				



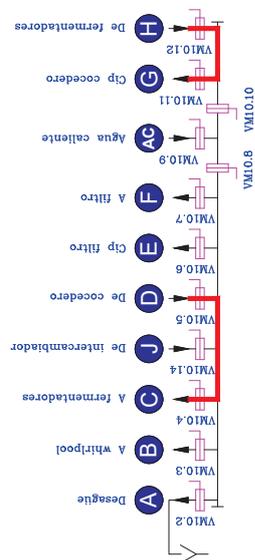
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
ES	Estufa	R	Resistencia	ST	Switch
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VM	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel		
VS	Valvula seguridad	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				

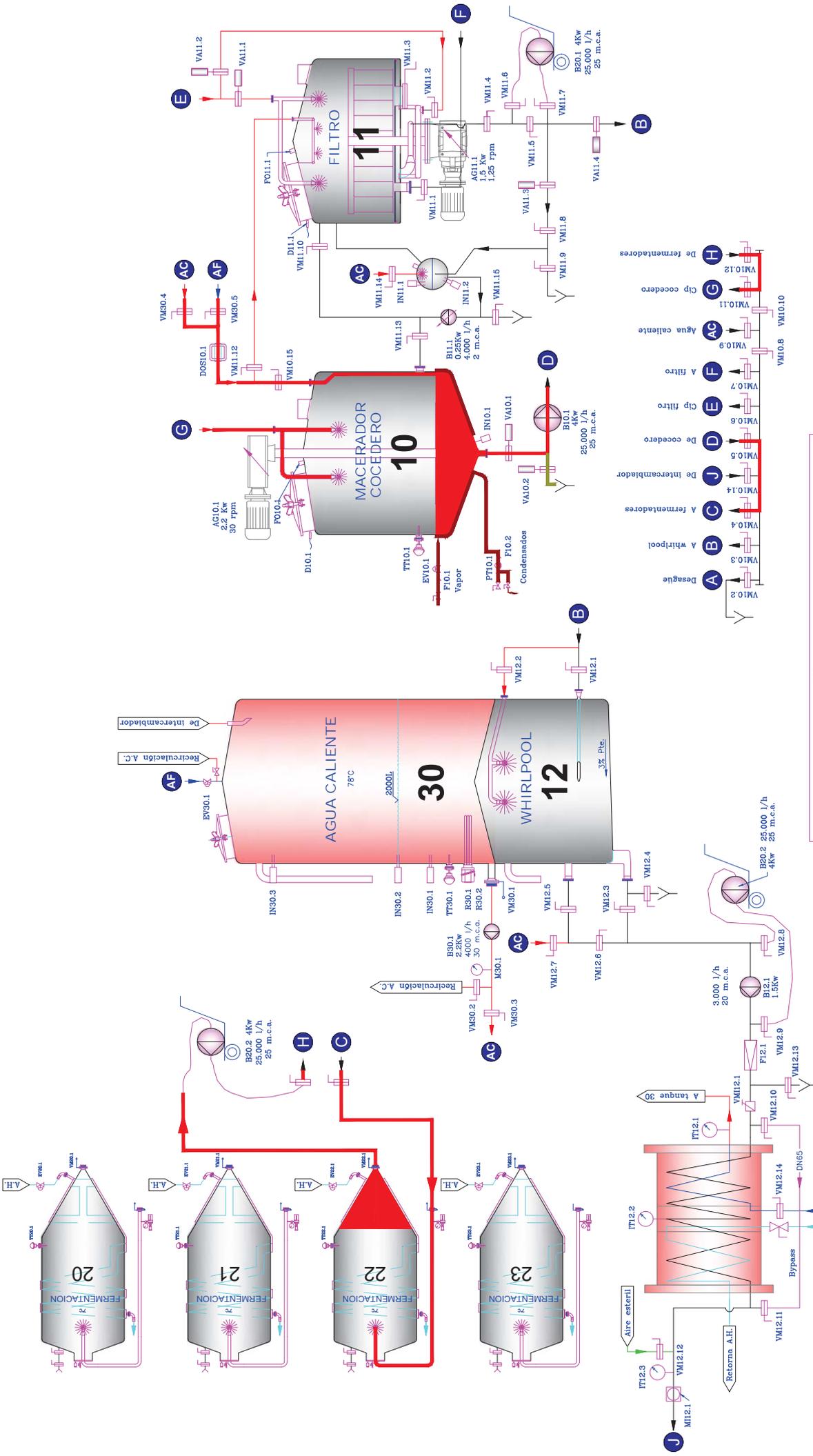




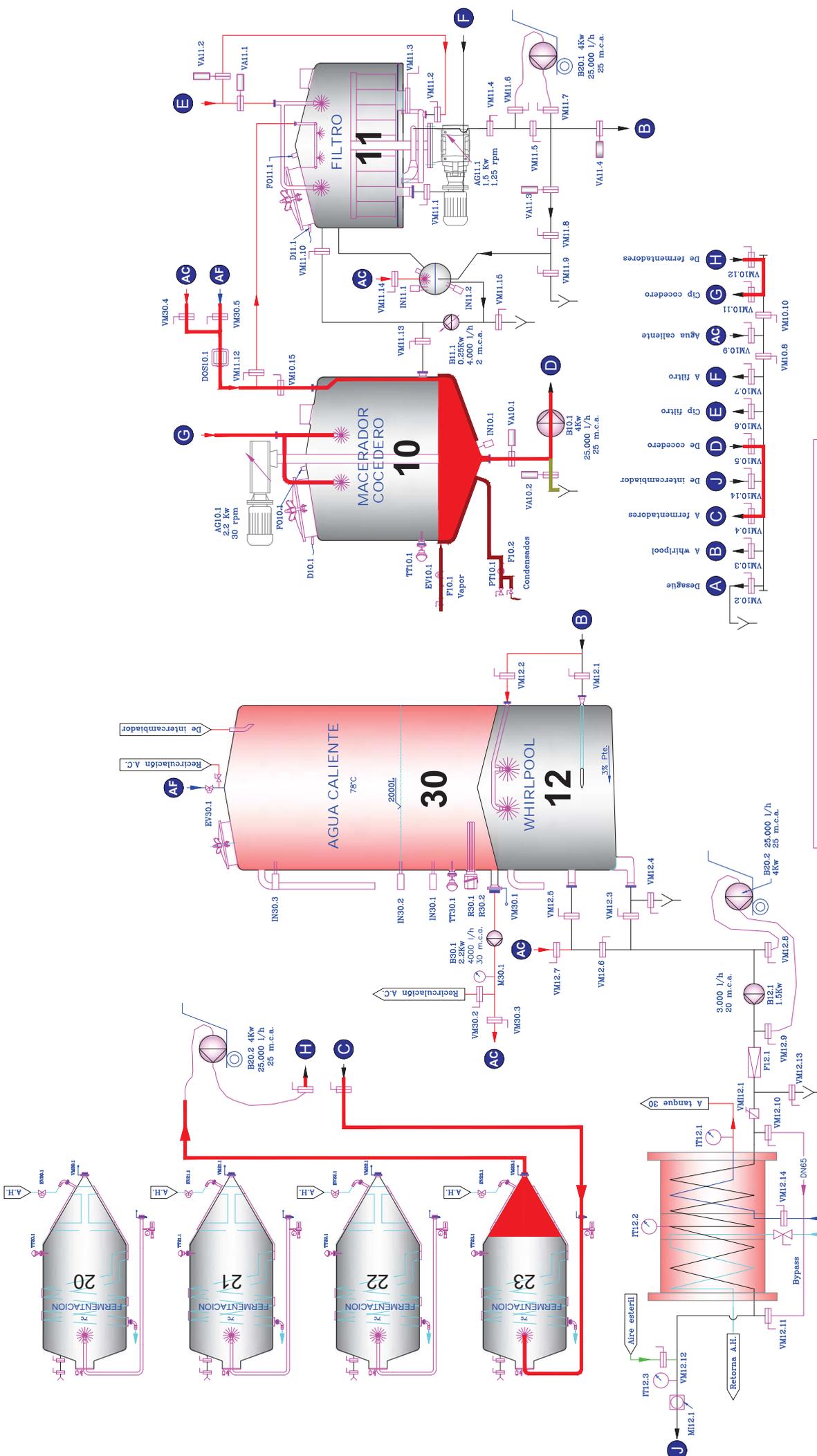


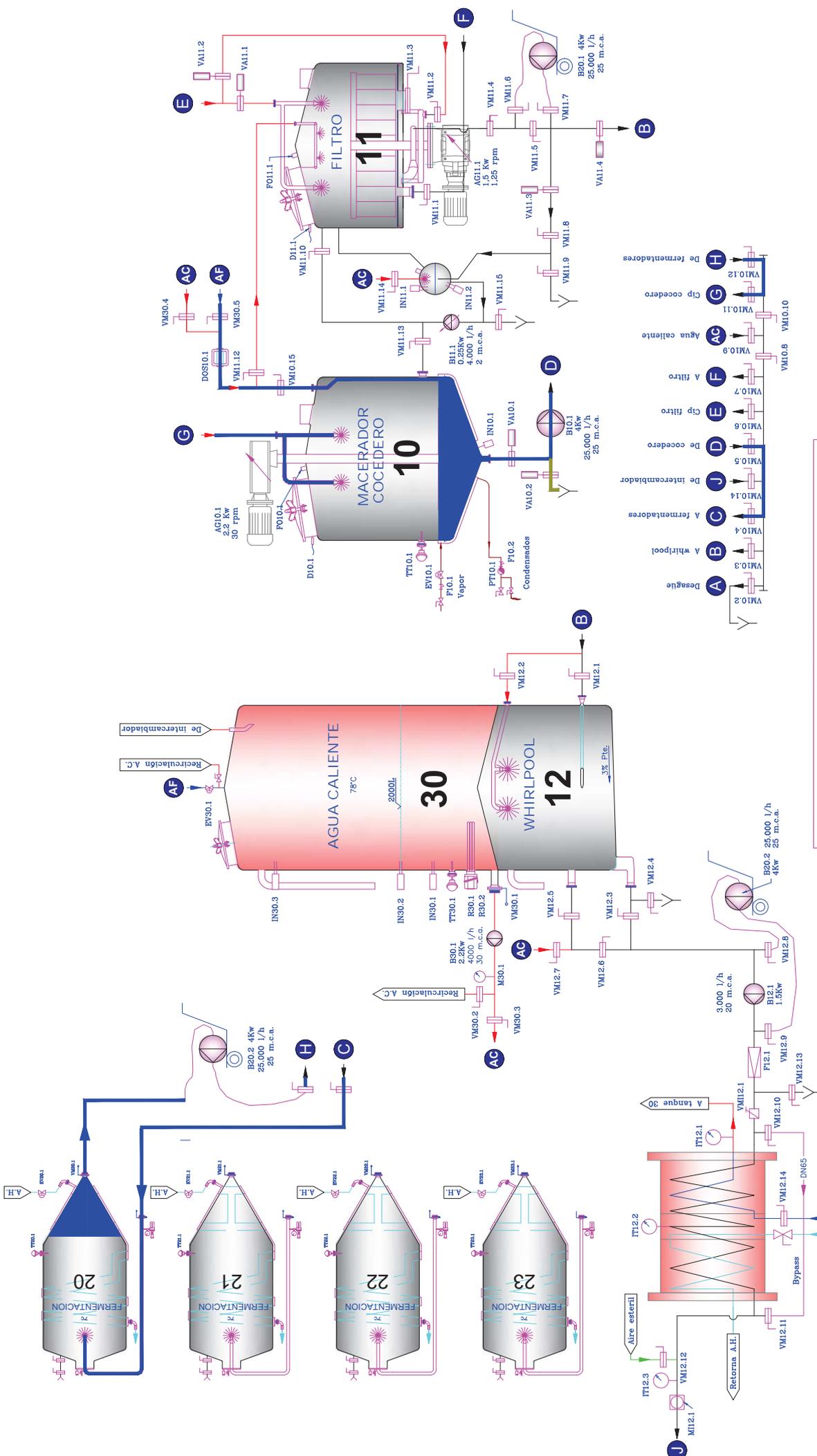
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VM	Valvula manual	RES	Resistencia	ST	Switch
VM	Valvula micrométrica	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula seguridad	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		

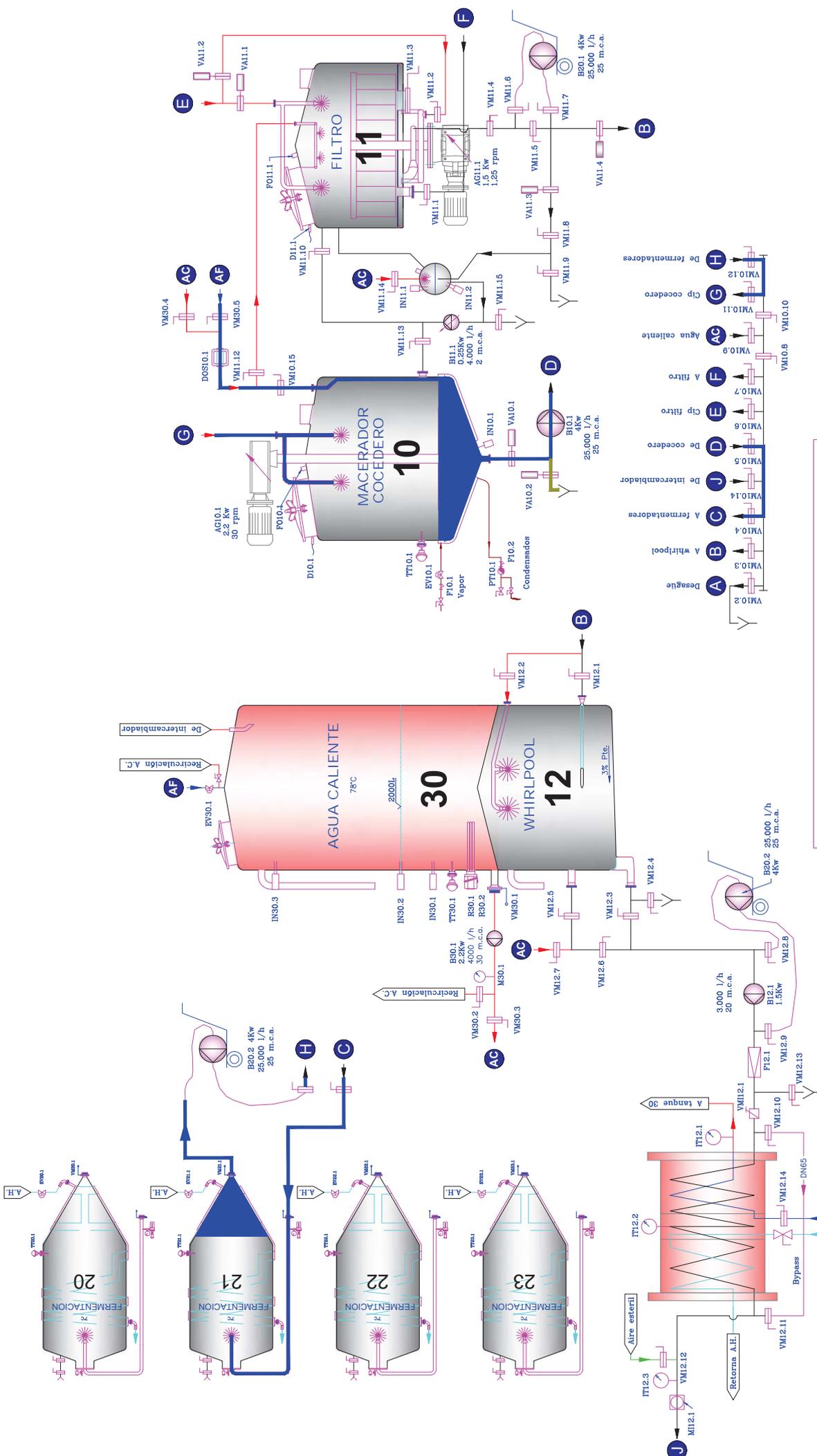




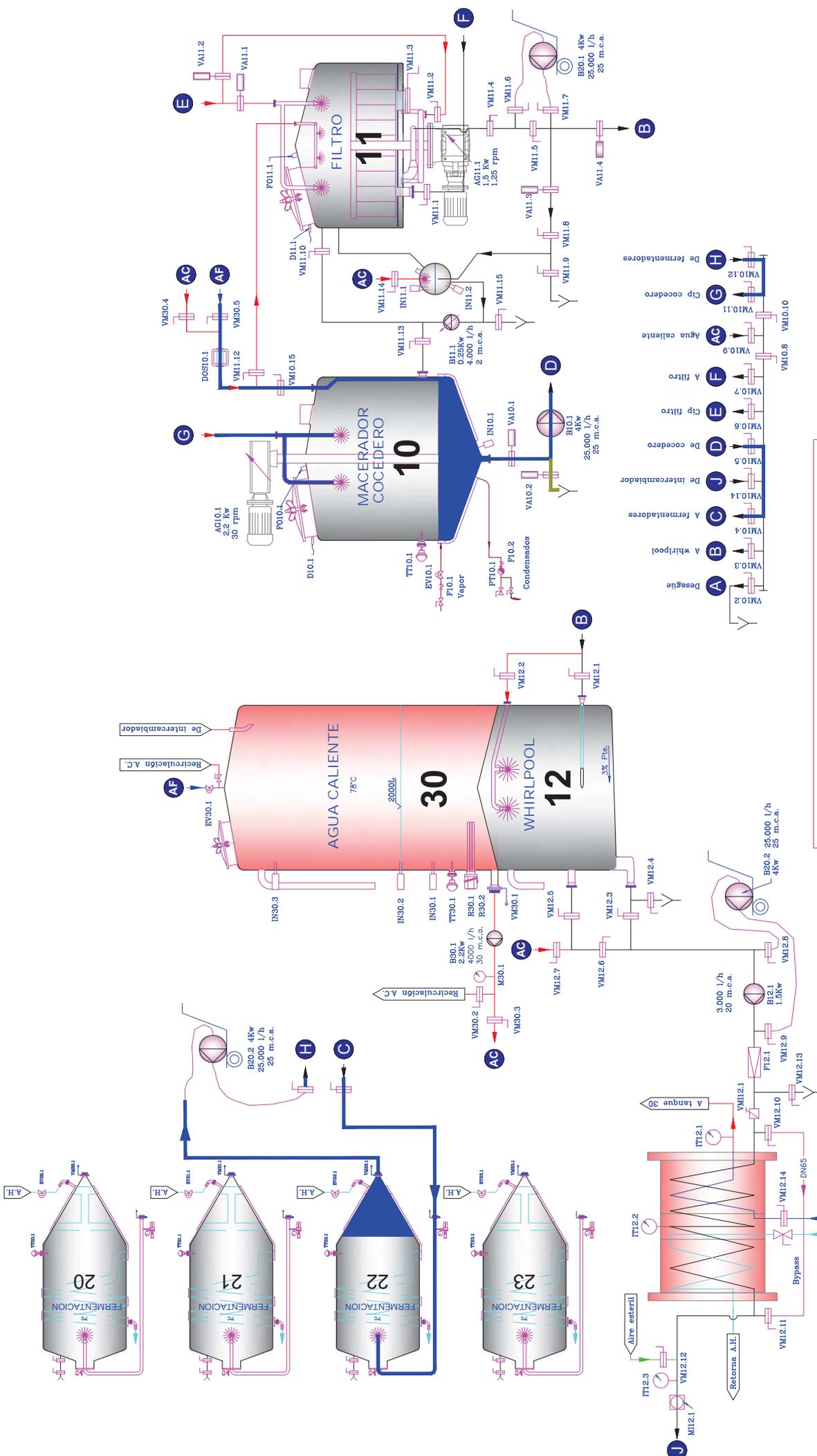
MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
VM	Valvula manual	R	Resistencia	ST	Switch
VM	Valvula micrométrica	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula seguridad	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		



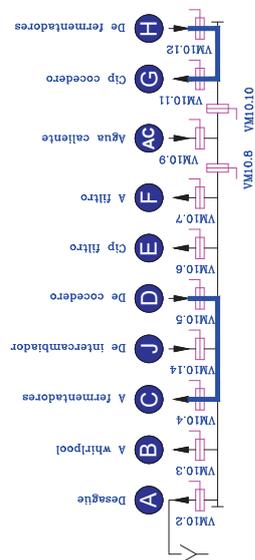


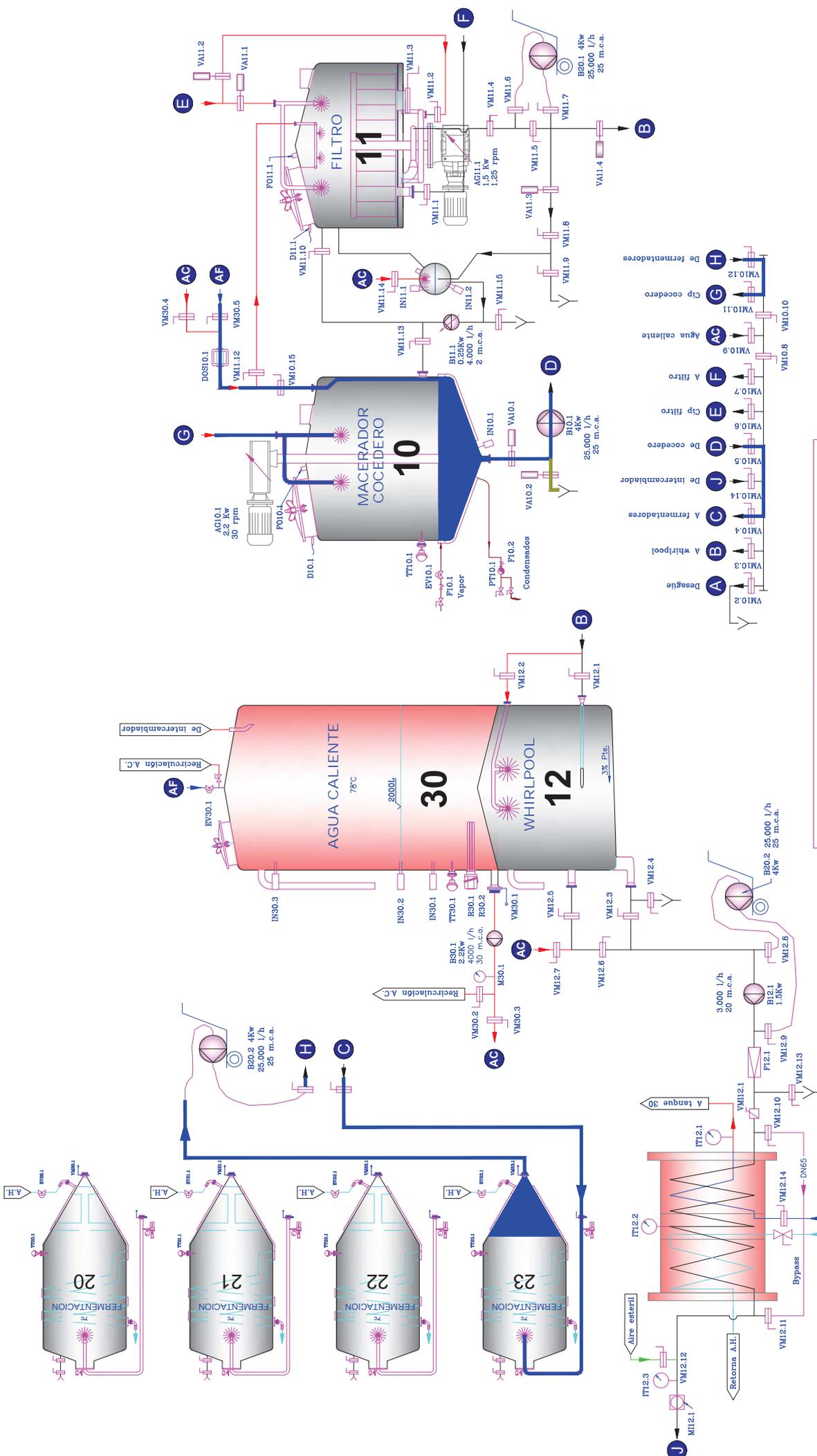


MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Relé
FO	Valvula	R	Resistencia	B	Bomba
VM	Valvula manual	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VM	Valvula micrométrica	IN	Interruptor de nivel		
VS	Valvula seguridad	IT	Indicador de temperatura		
VV	Valvula seguridad de vacío				

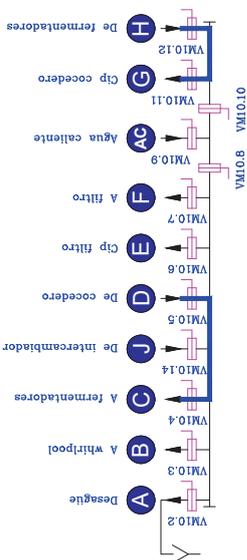


MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	FIL	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	R	Valvula antirretorno
VM	Valvula manual	RES	Resistencia	ST	Boya
VM	Valvula micrométrica	TT	Transmisor de temperatura	C	Contador
VS	Valvula seguridad	IN	Interruptor de nivel		
VV	Valvula seguridad de vacío	IT	Indicador de temperatura		





MI	Mirilla	DOS	Dosificador	IP	Indicador de presión
AG	Agitador	F	Filtro	D	Detector
EV	Evaporador	FO	Fofo	SV	Valvula solenoid
VM	Valvula manual	R	Resistencia	VF	Valvula flotante
VMI	Valvula micrométrica	TT	Transmisor de temperatura	VM	Valvula manual
VS	Valvula seguridad de vacío	IN	Interruptor de nivel	VS	Valvula seguridad de vacío
VI	Valvula de vacío	IT	Indicador de temperatura	VI	Valvula de vacío



# ESQUEMAS ELECTRICOS MINICERVECERÍA 3000 LITROS

ÁLVARO IBÁÑEZ MARÍÑELARENA

FECHA: MAYO 2020

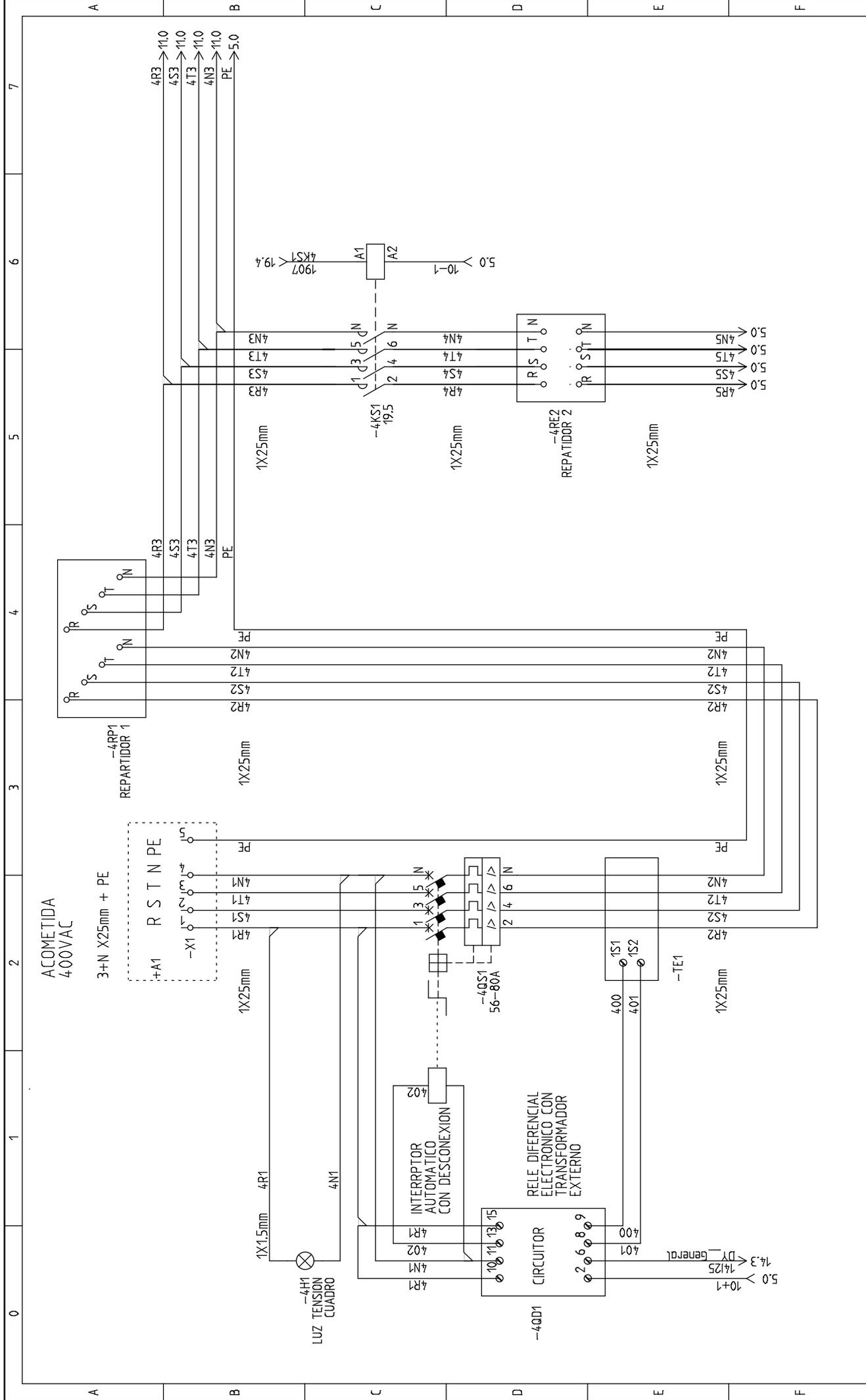


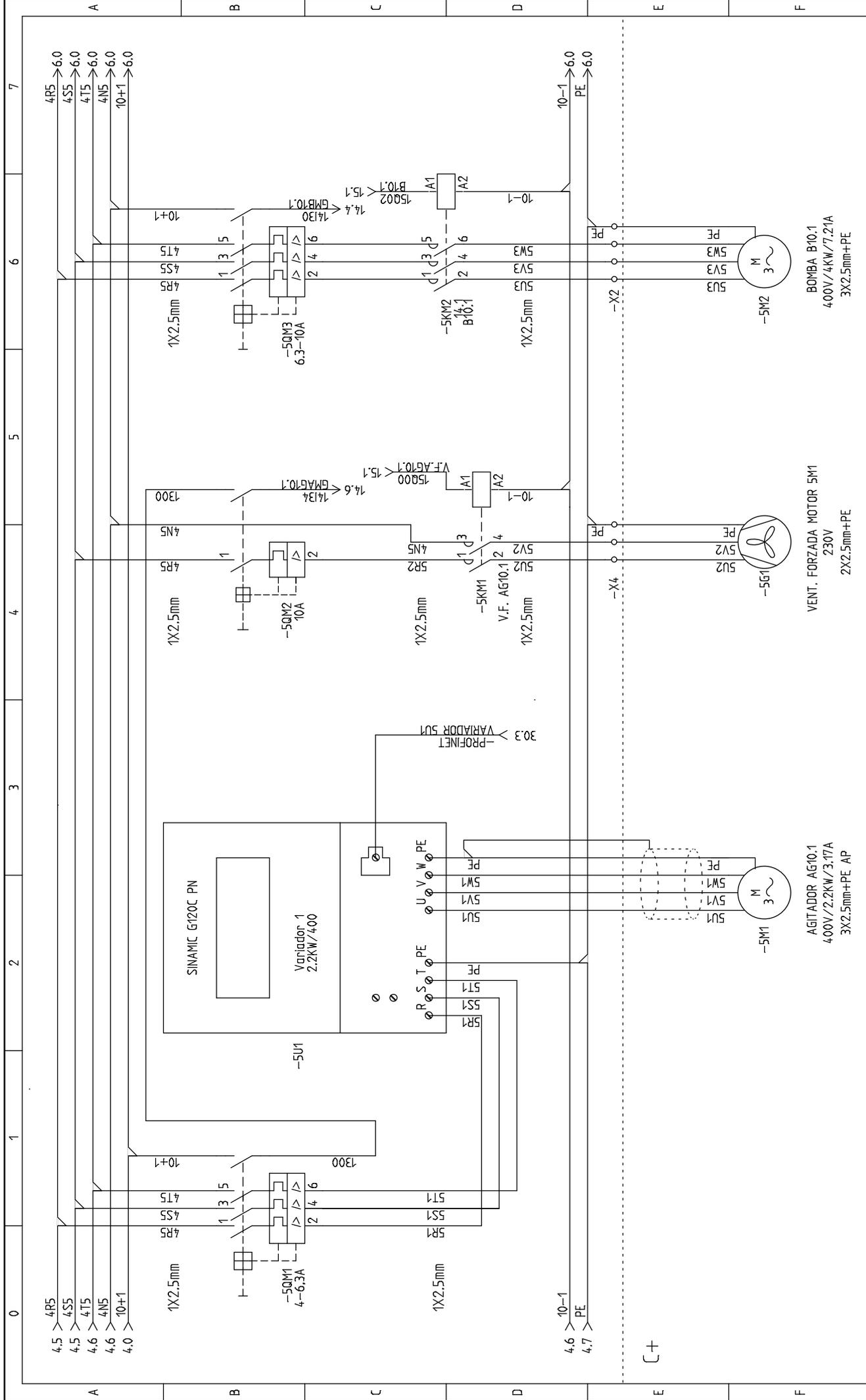
upona

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

PAG	TITULO	PAG	TITULO
1	PORTADA	23	VALVULAS AUTOMATICAS TANQUE 10
2	INDICE	24	INTERRUPTOR DE NIVEL
3	NOMENCLATURA	25	INTERRUPTOR DE NIVEL
4	ALIMENTACION FUERZA	26	ELECTROVALVULAS
5	FUERZA TANQUE 10	27	ELECTROVALVULAS
6	FUERZA TANQUE 11	28	TRANSMISORES DE TEMPERATURA
7	FUERZA TANQUE 12	29	TRANSMISORES DE TEMPERATURA
8	FUERZA TANQUE 30	30	SWITCH
9	RESISTENCIAS TANQUE 30	31	PANTALLA
10	FUENTE DE ALIMENTACION	32	VENTILACION E ILUMINACION
11	ALIMENTACION PLC Y TARJETAS	33	FOCOS
12	ENTRADAS DIGITALES A2	34	BALIZA
13	ENTRADAS DIGITALES A3	35	BORNAS X1, X2 (A.General y Bombas)
14	SALIDAS DIGITALES A4	36	BORNAS X1, X2 (A.General y Bombas)
15	SALIDAS DIGITALES A5	37	BORNAS X5 (Contador de agua)
16	ENTRADAS ANALOGICAS A6	38	BORNAS X6 (D.Magnetico)
17	ENTRADAS ANALOGICAS A7	39	BORNAS X7 (V.Automaticas)
18	ENTRADAS ANALOGICAS A8Y A9	40	LIBRE
19	RELE DE SEGURIDAD PNCIPAL 19A1	41	BORNAS X8 (I.Nivel)
20	LIBRE	42	BORNAS X9 (Electrovalvulas)
21	CONTADOR DE AGUA	43	BORNAS X10 (Trans. de temperatura)
22	DETECTORES MAGNETICOS	44	BORNAS X11 (Focos)

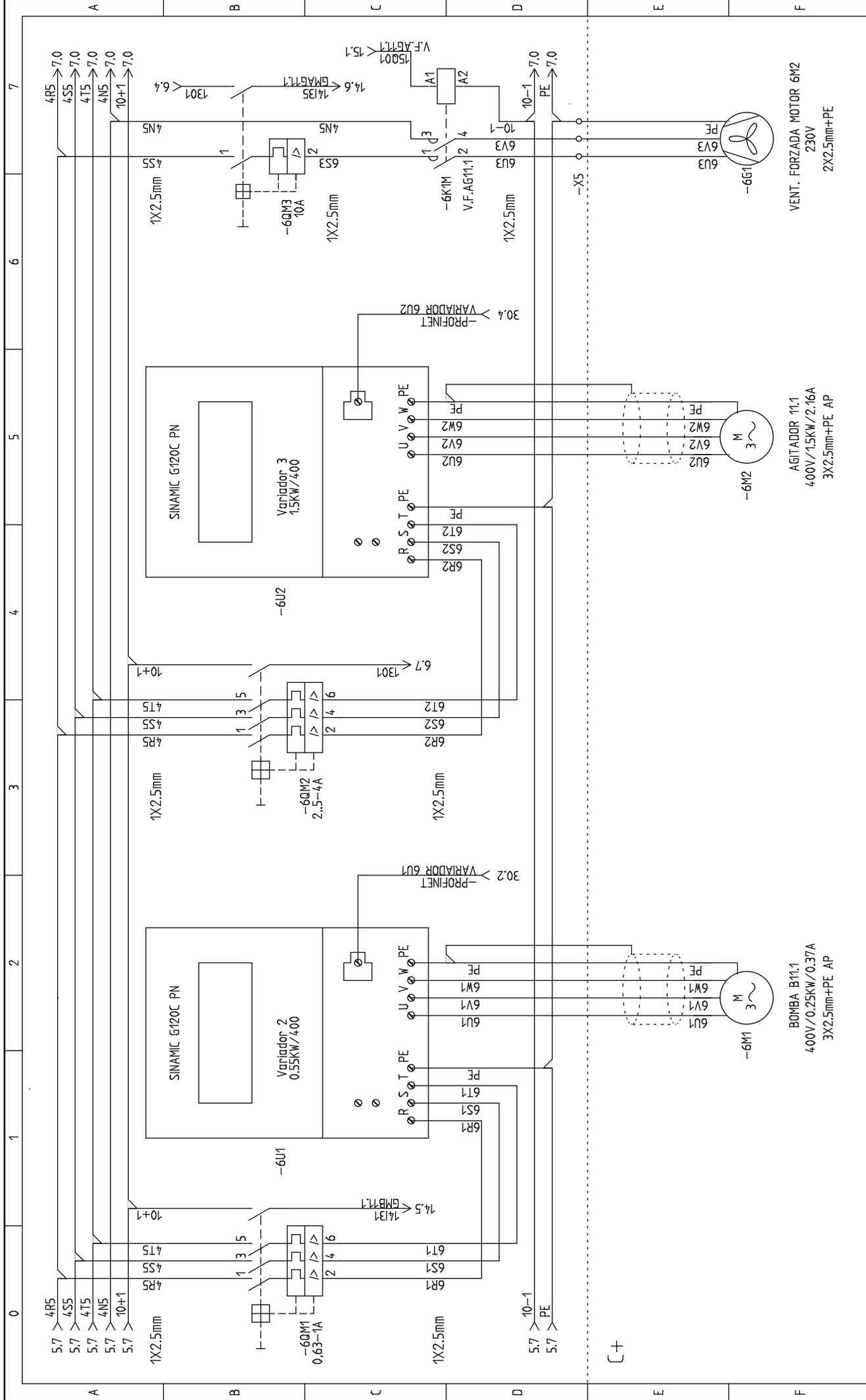




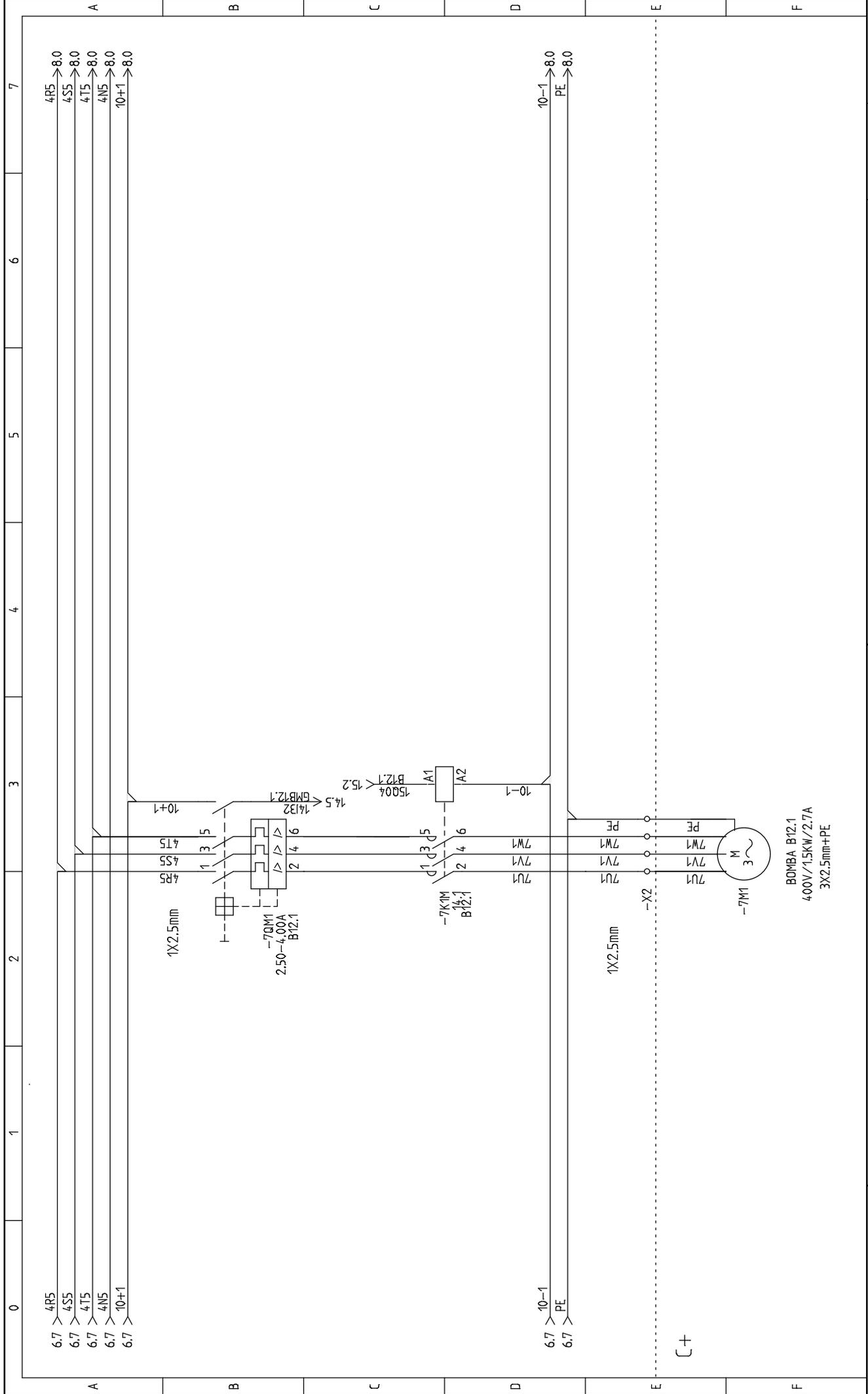


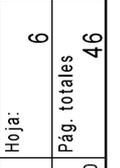
 <b>upna</b> Universidad Pública de Navarra Navarrako Unibertsitatea PUBLIKOA	<b>FUERZA TANQUE 10</b>		Realizado por: <b>ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA</b>	Rev.: <b>B</b>	Hoja: <b>4</b>
				Fecha: <b>MAYO 2020</b>	Pag. totales <b>46</b>

PROGRAMACION DE AUTÓMATA Y PANTALLA TÁCTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS

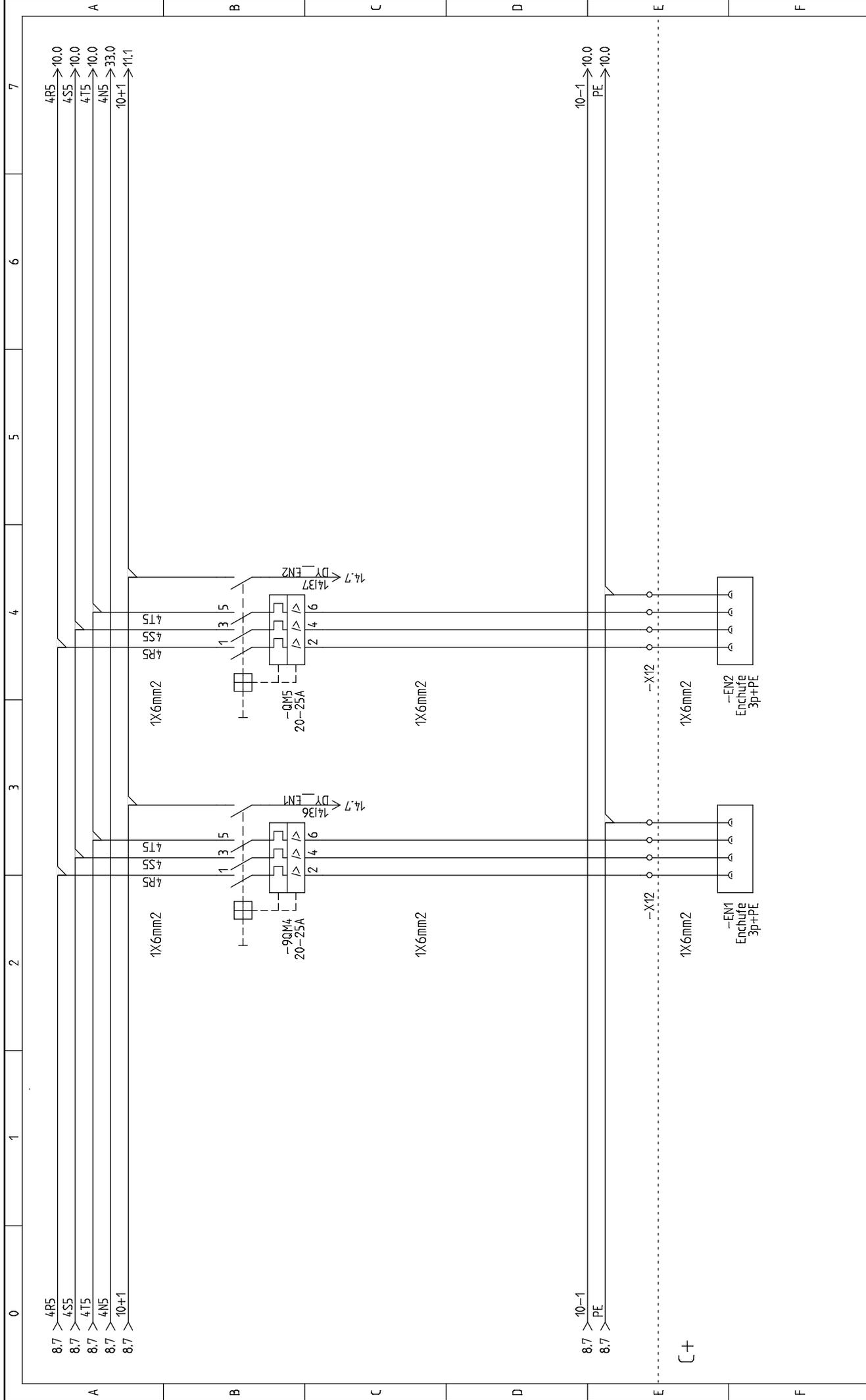


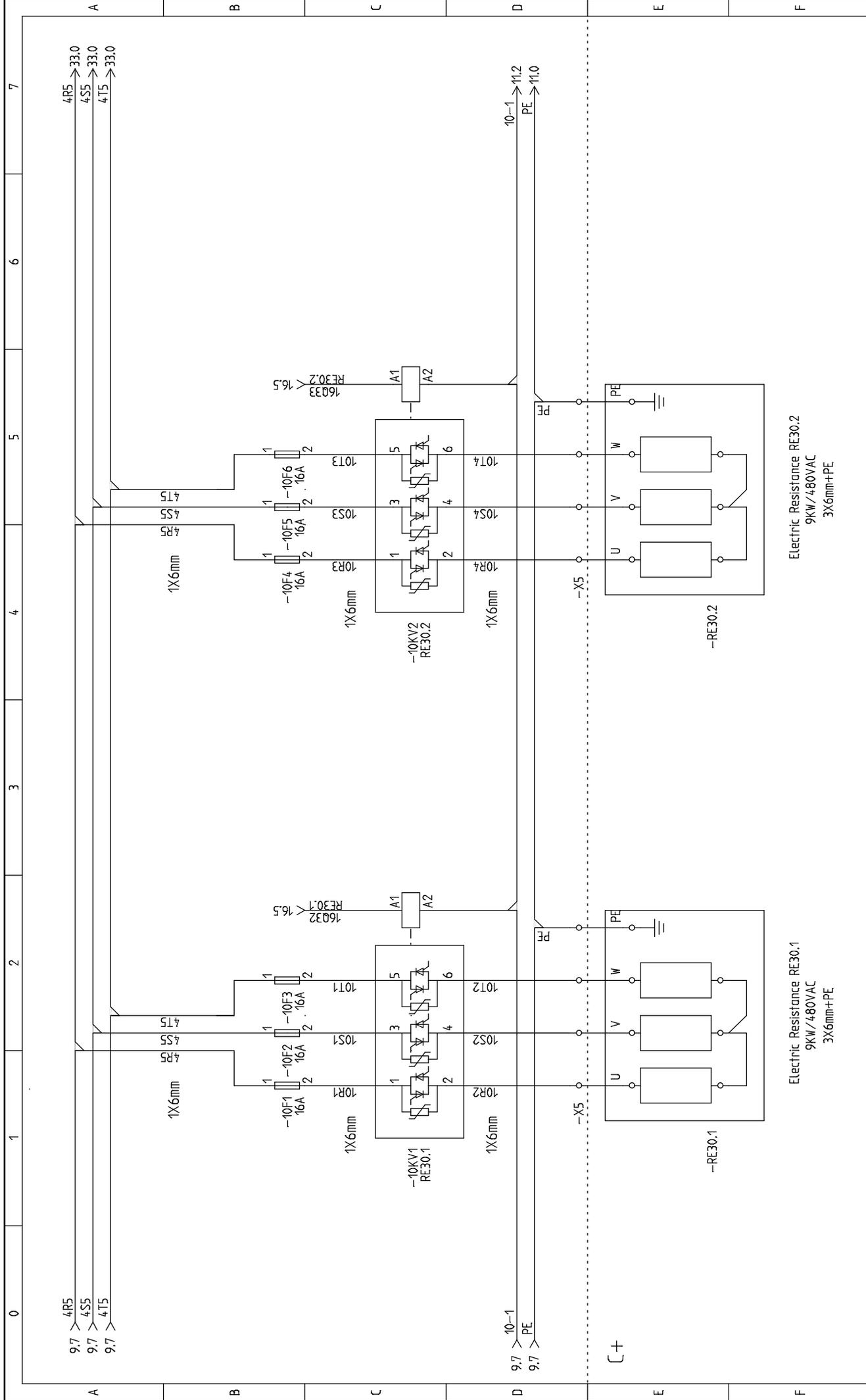
 <b>upna</b> Universidad Pública de Navarra Navarrako Unibertsitatea Puzoska	<b>FUERZA TANQUE 11</b>		PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS	Rev.: B	Hoja: 5
	Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA			Fecha: MAYO 2020	Pág. totales 46

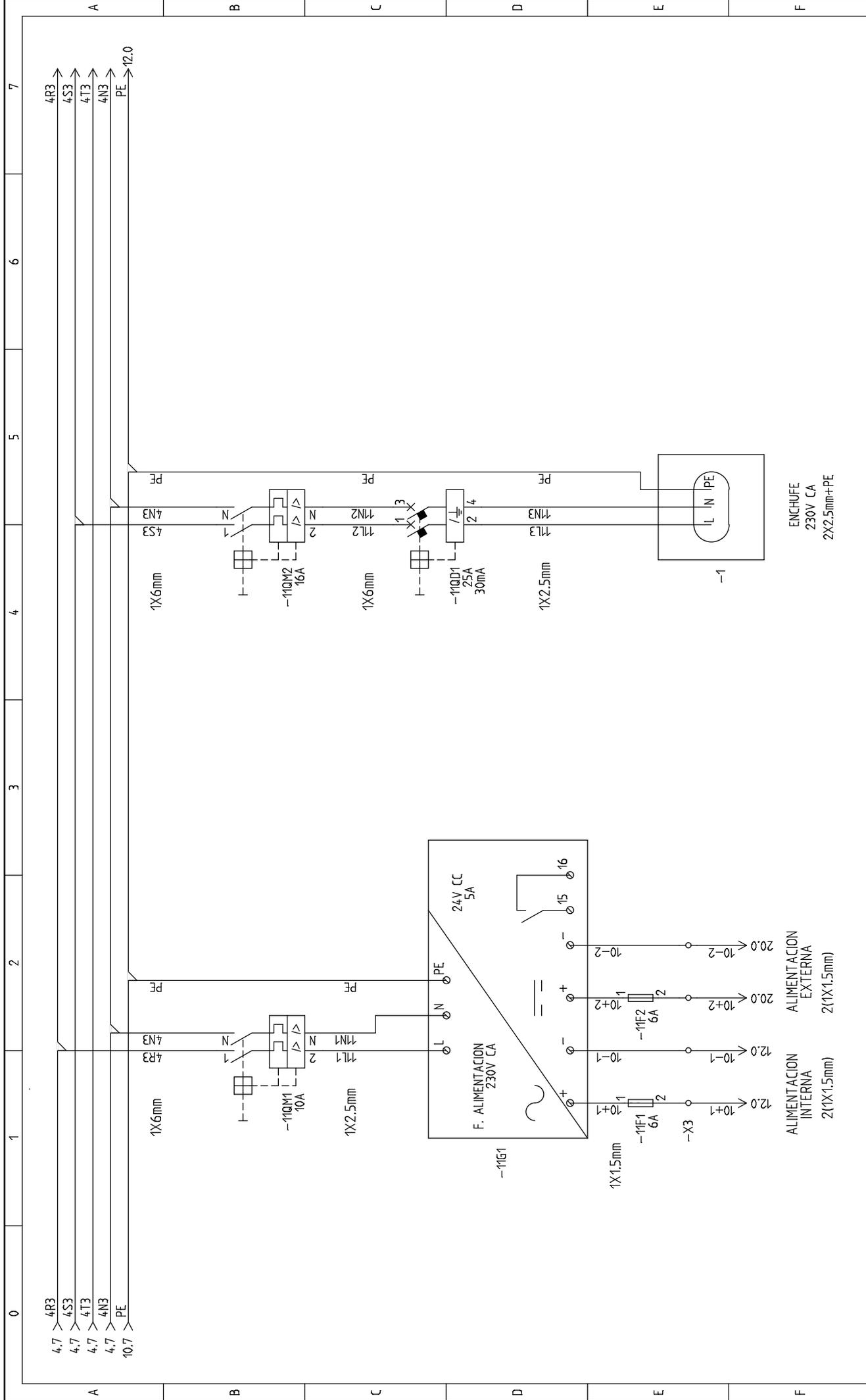


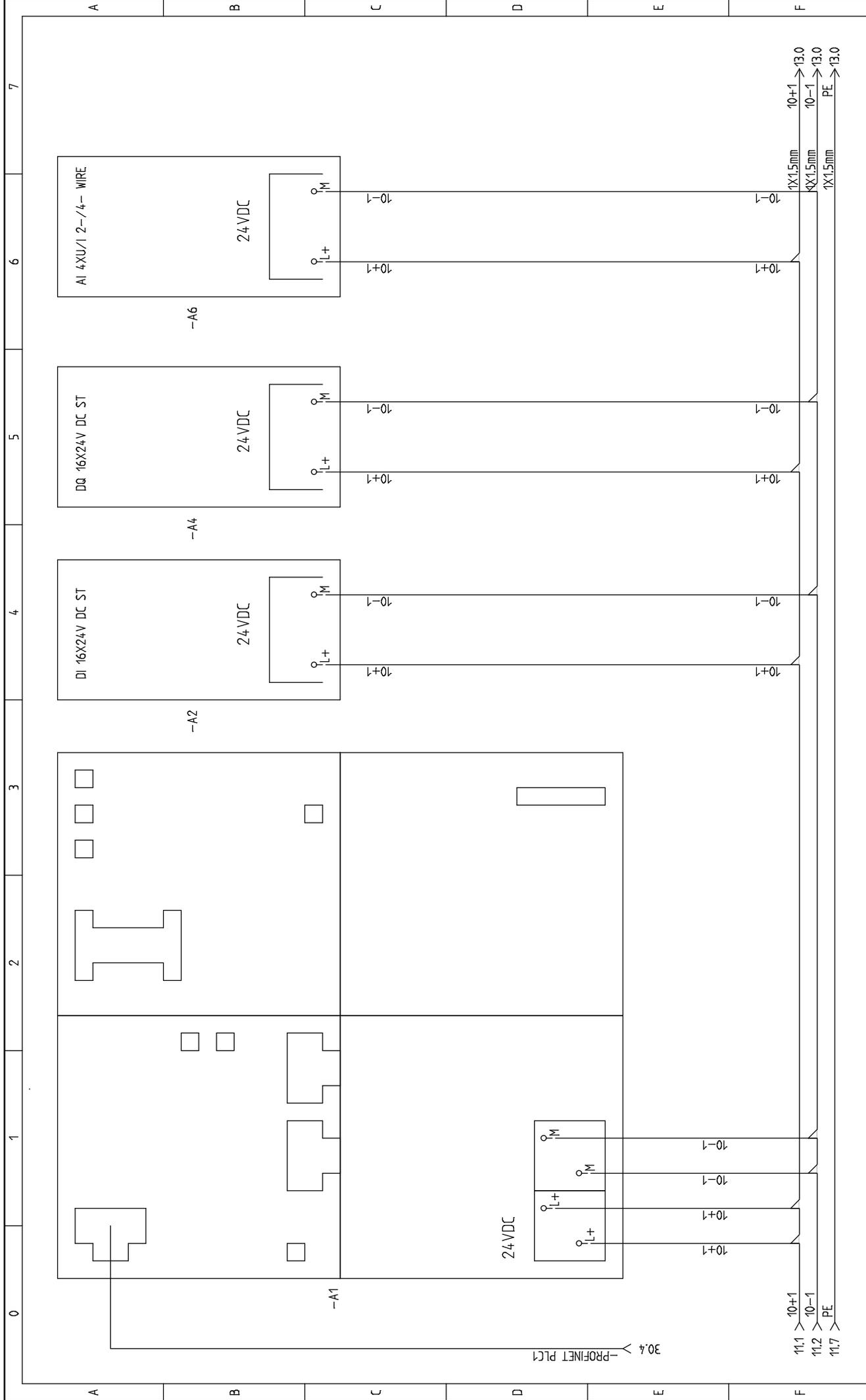
	<p style="text-align: center;"><b>FUERZA TANQUE 12</b></p>	<p>PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICRVERCERÍA DE 3000 LITROS</p>	<p>Rev.: B</p>	<p>Hoja: 6</p>
<p>Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA</p>		<p>Fecha: MAYO 2020</p>	<p>Pag. totales 46</p>	











0	1	2	3	4	5	6	7
A	S.EMERGENCIA REARME R.SEGURIDAD	VA10.1__A VA10.1__C	VA10.2__A VA10.2__A	VA11.1__A VA11.1__C	VA11.2__A VA11.2__C	IN30.2 IN11.2	IN30.3
	10+1 > 14.0 12.7 > 10-1 > 14.0 12.7 > PE > 14.0						
B							
C							
D							
E							
F							



**upna**  
Universidad Pública de Navarra  
Navarro Universitario Pública

## ENTRADAS DIGITALES A2

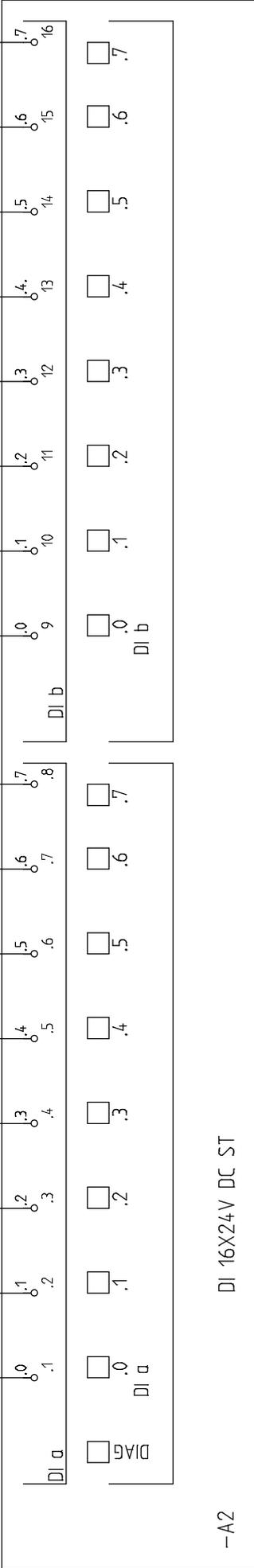
PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS

Rev.: B

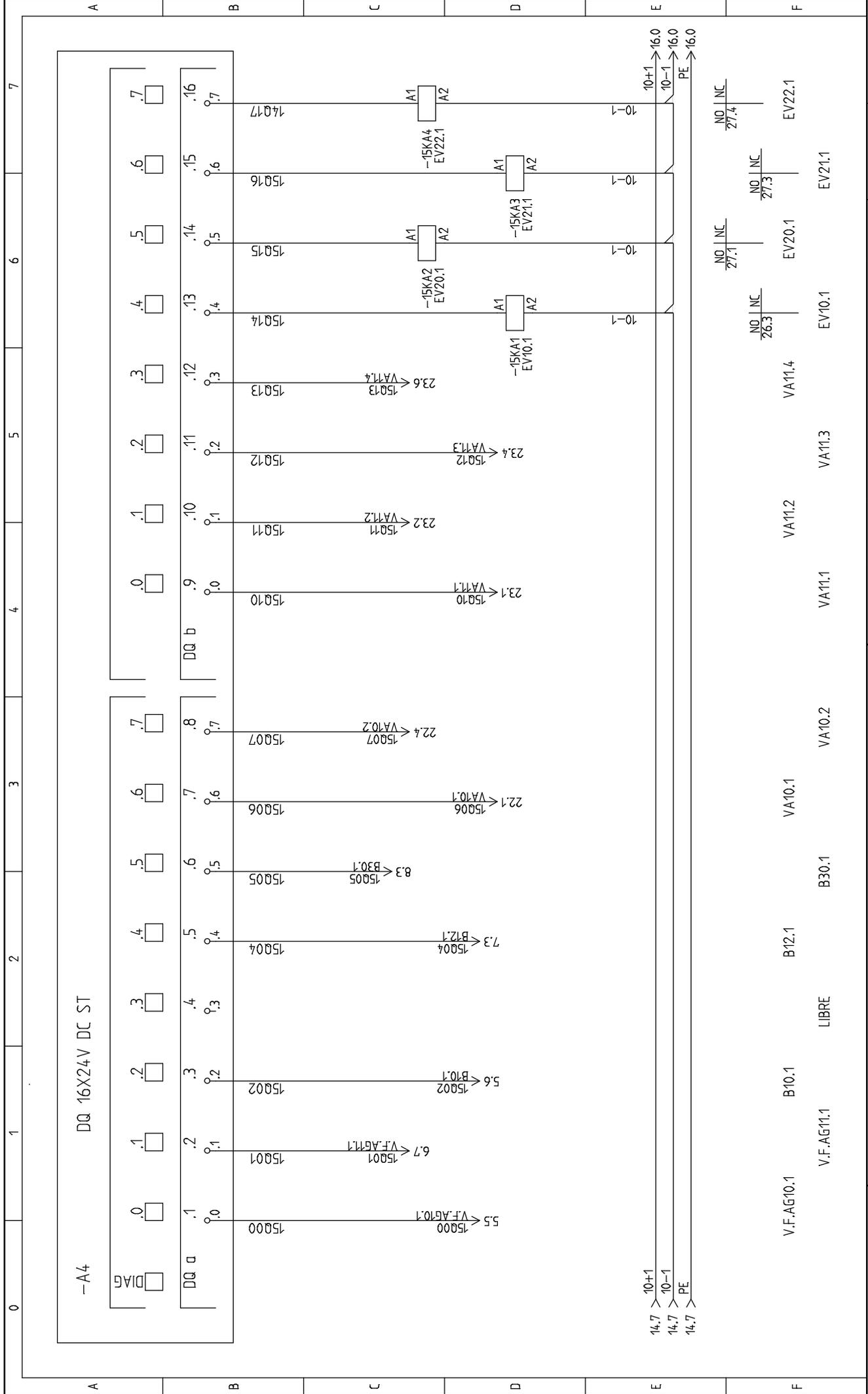
Fecha: MAYO 2020

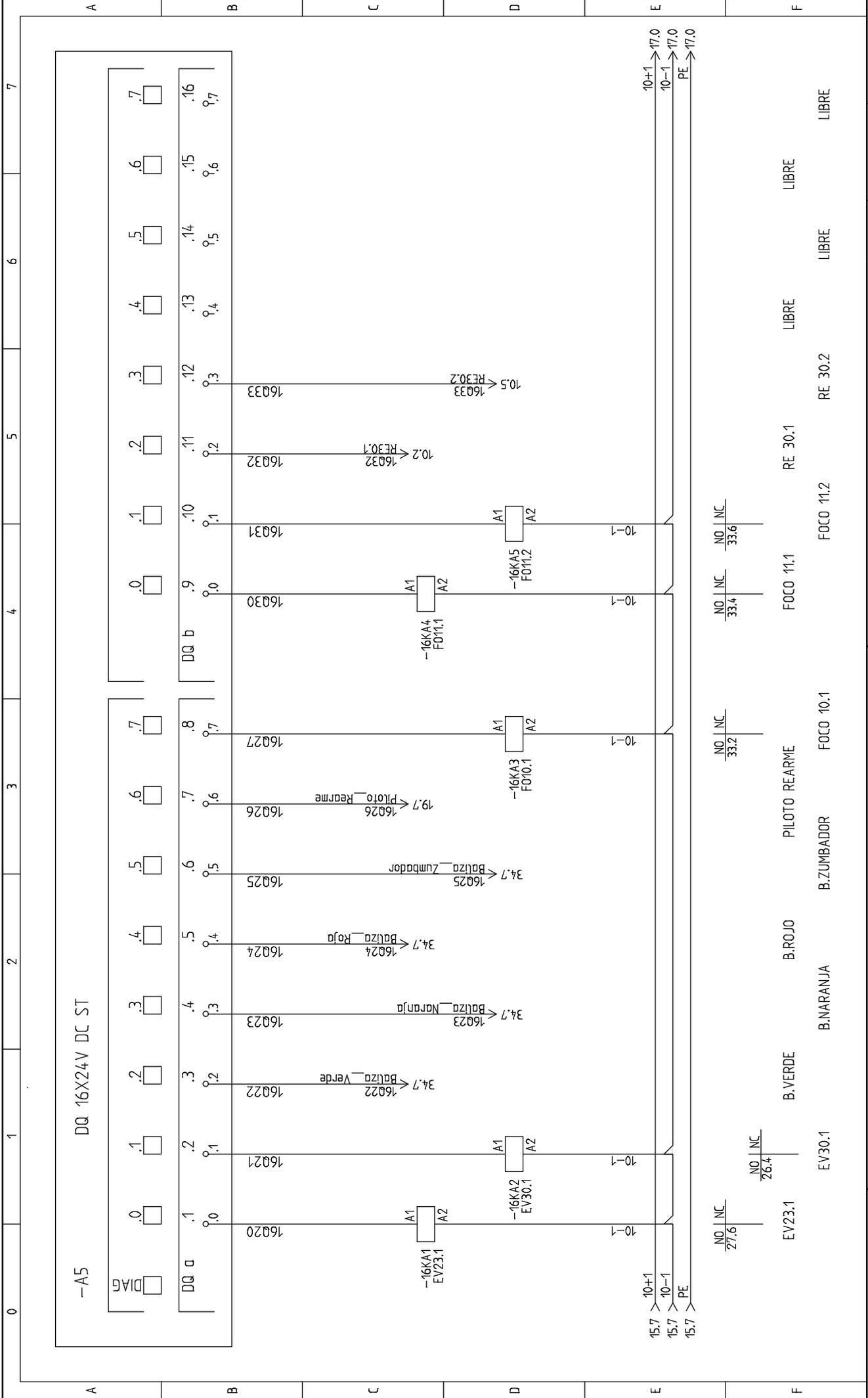
Hoja: 12

Pag. totales 46



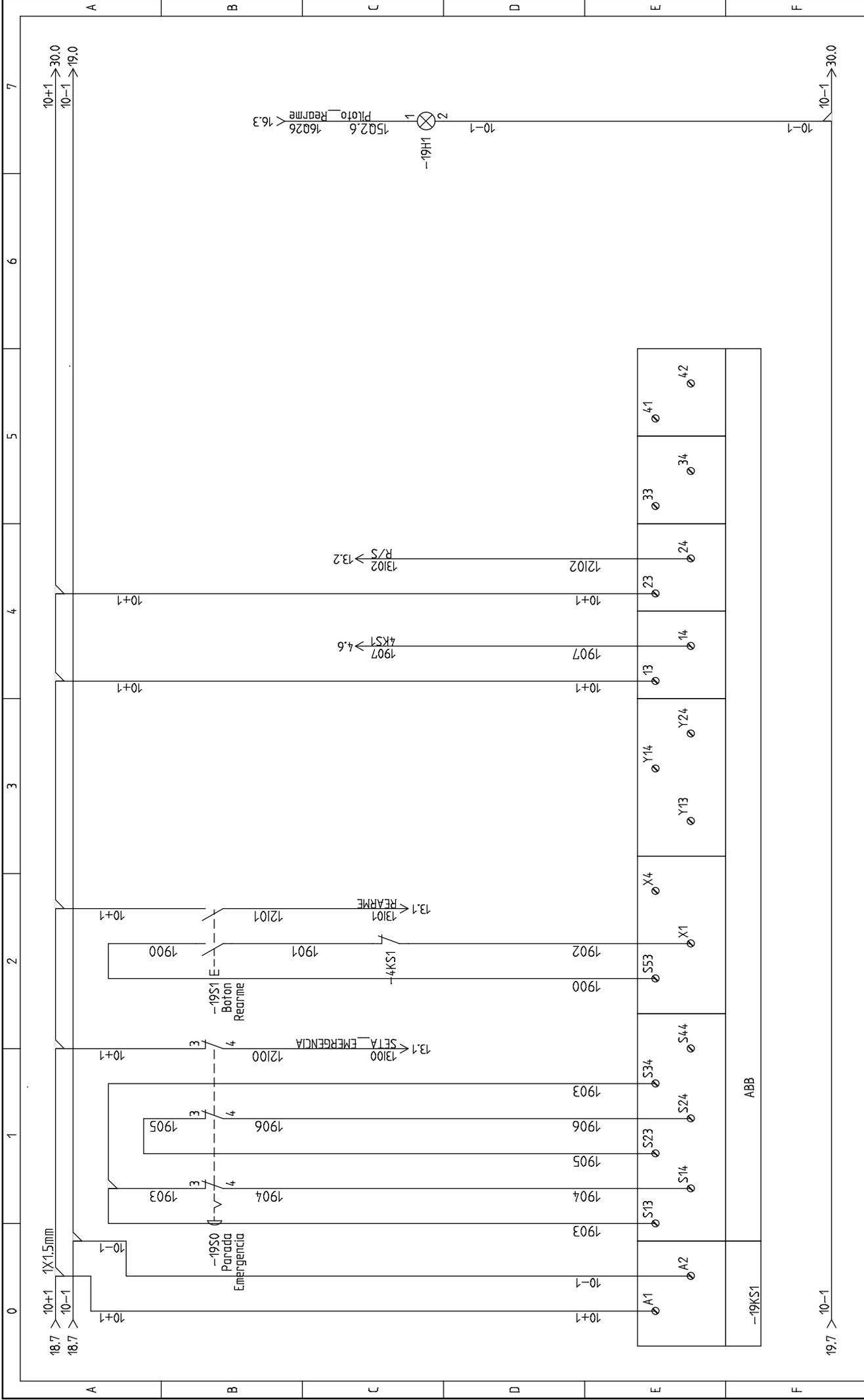


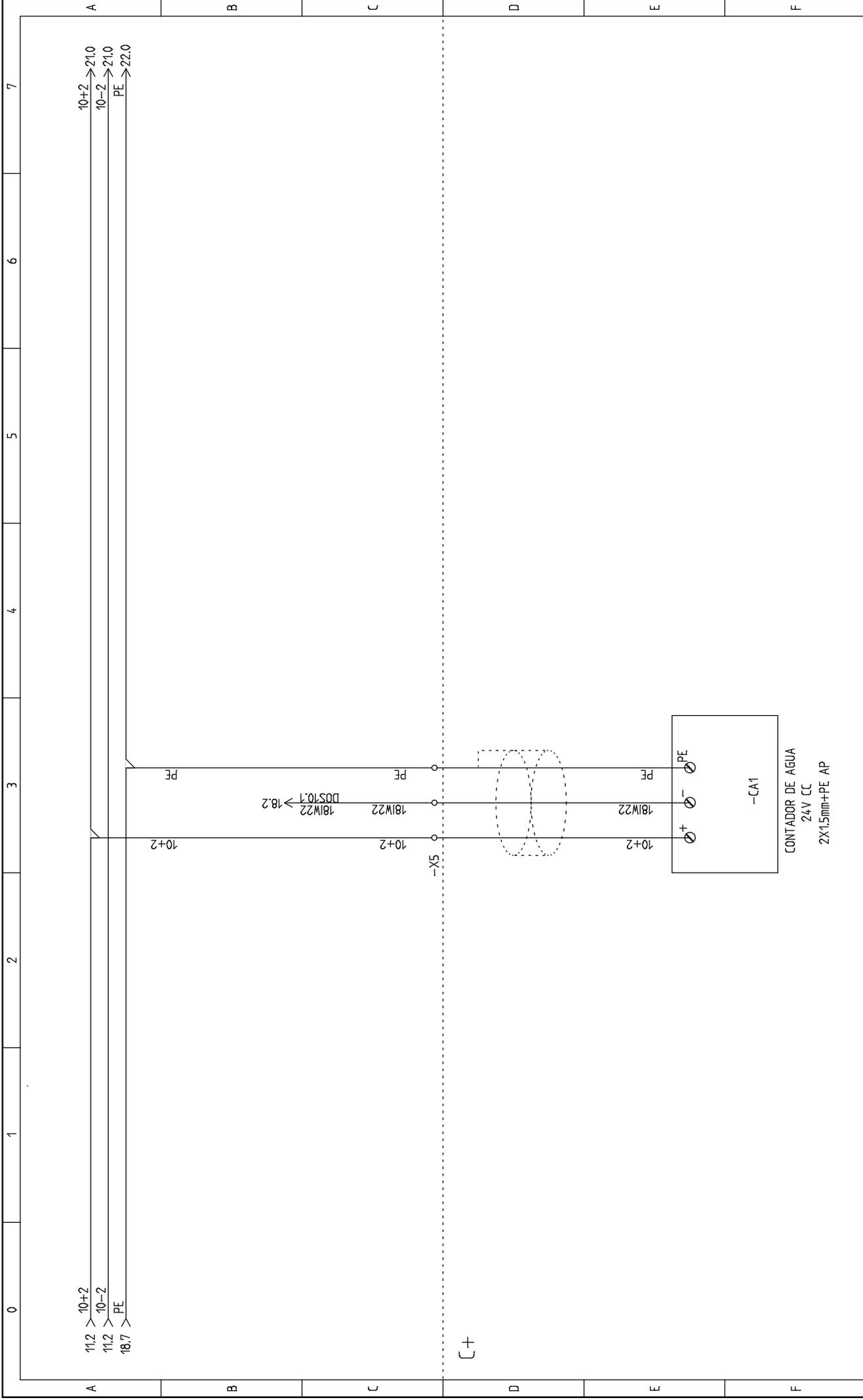


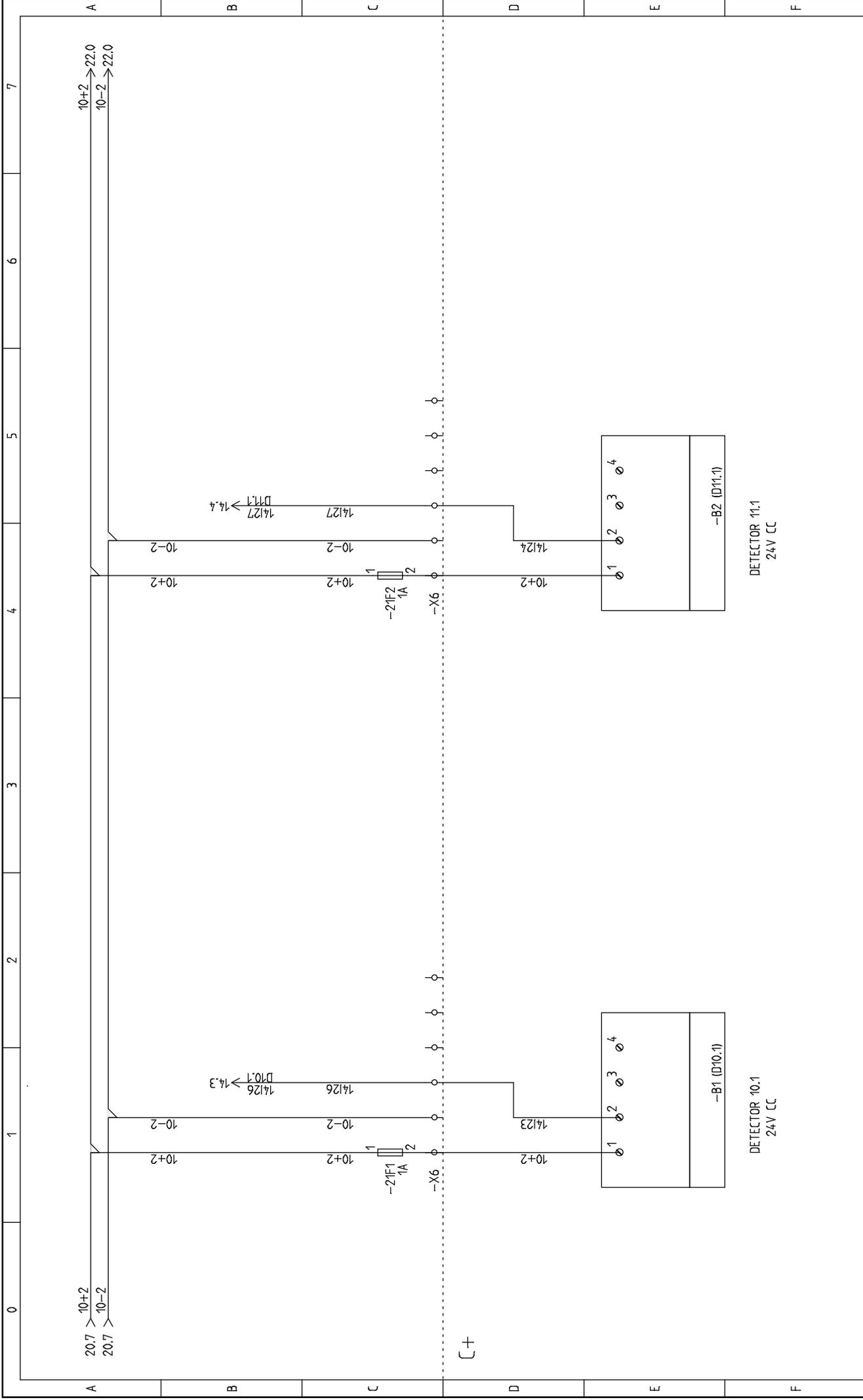




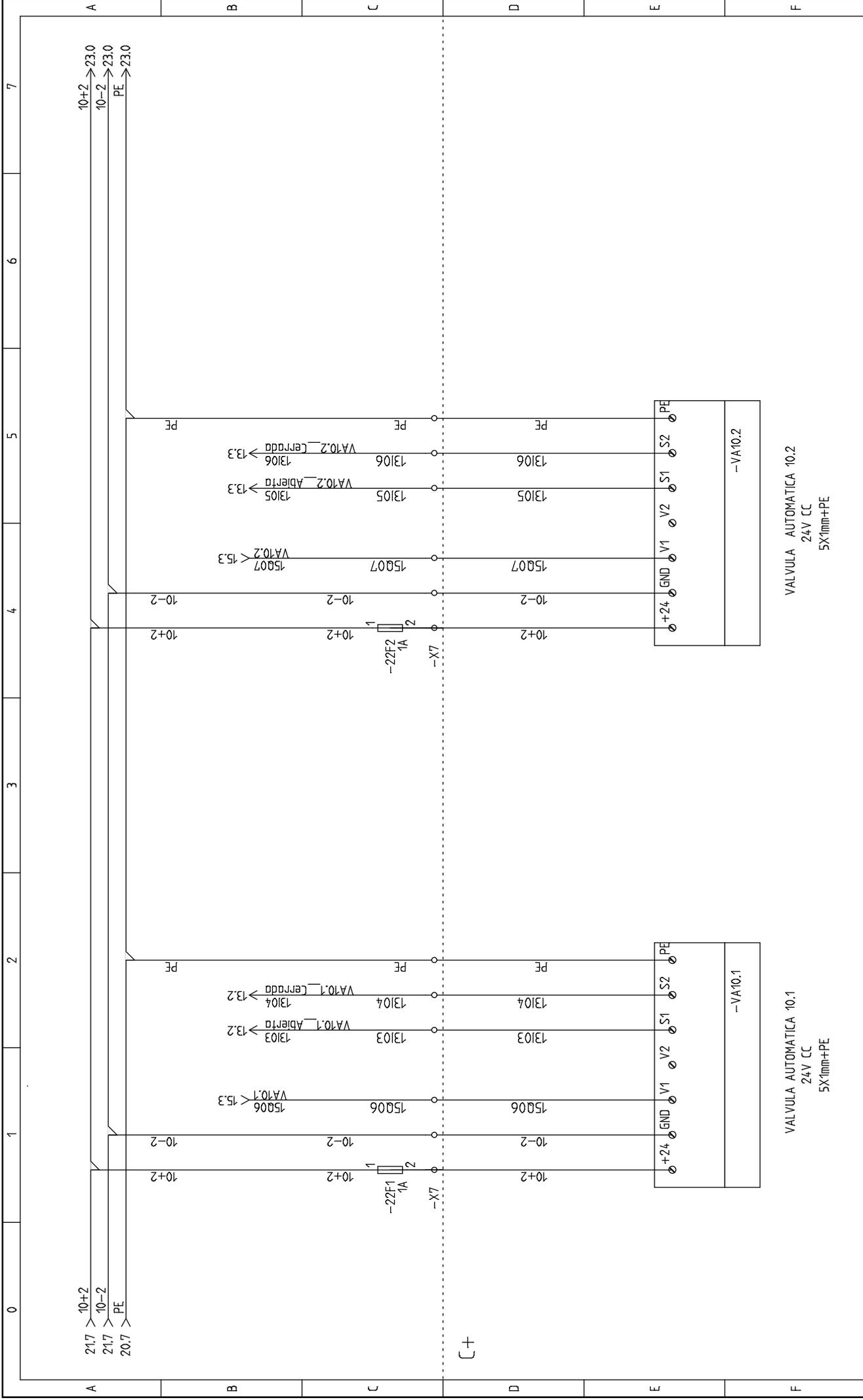


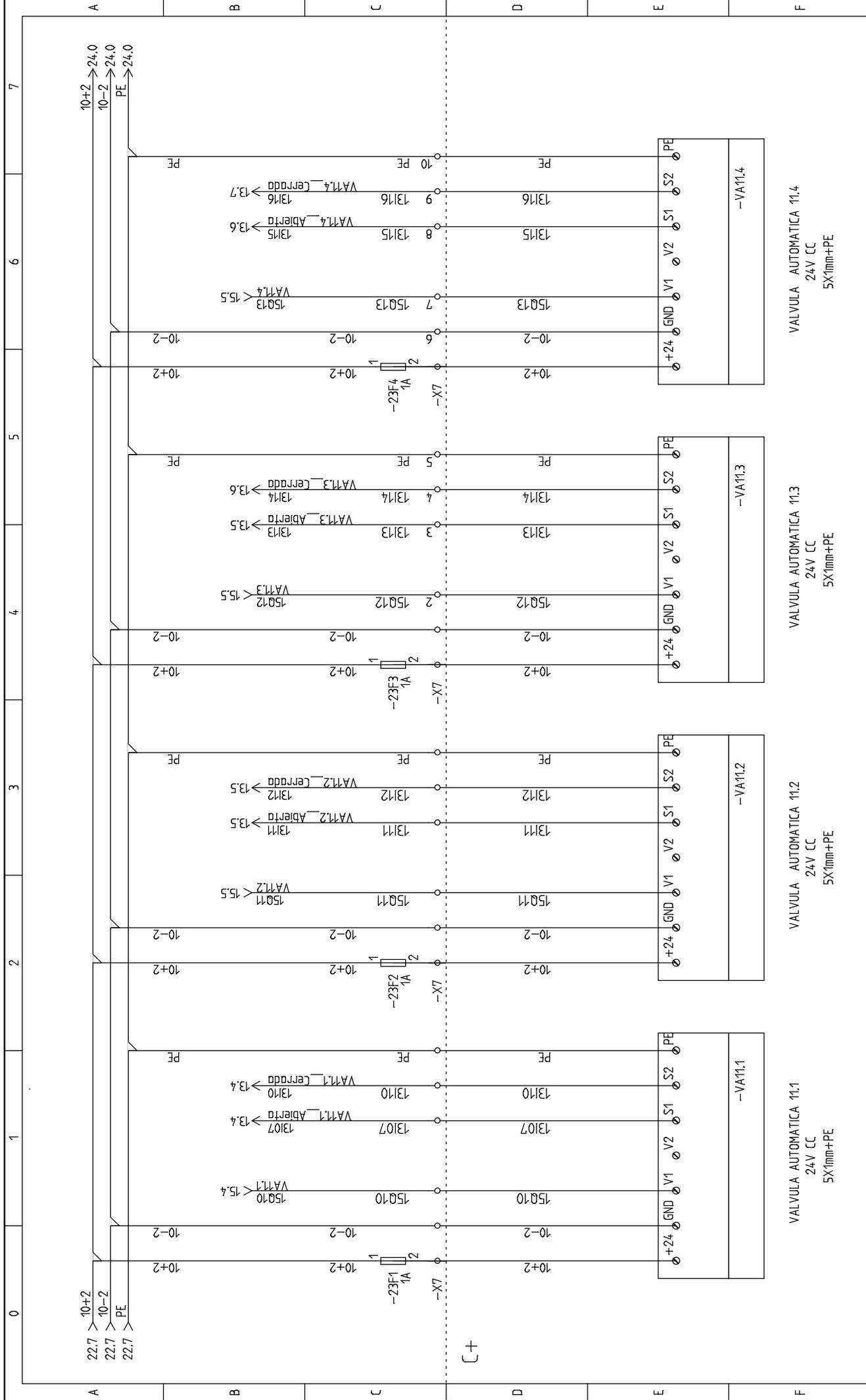


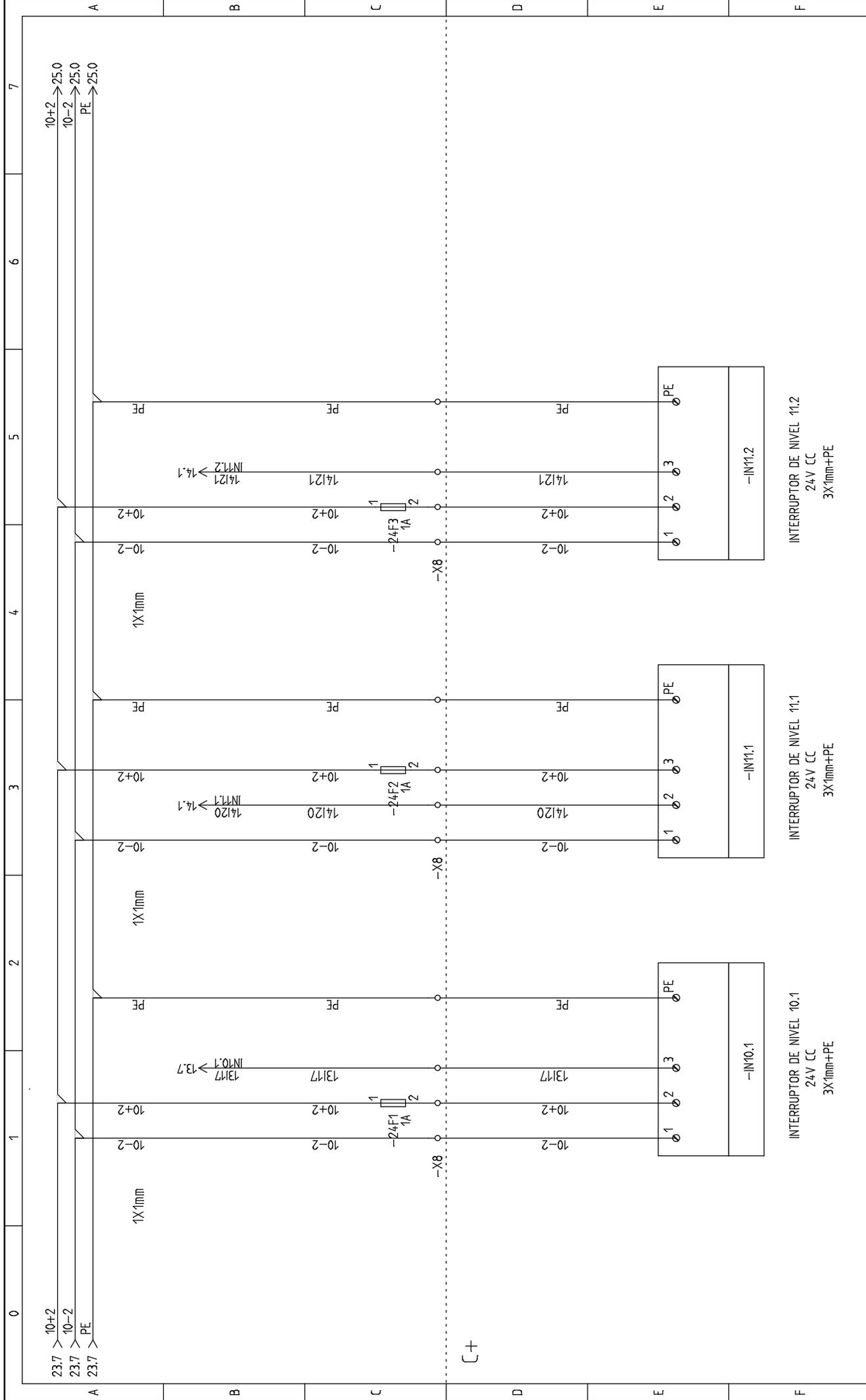


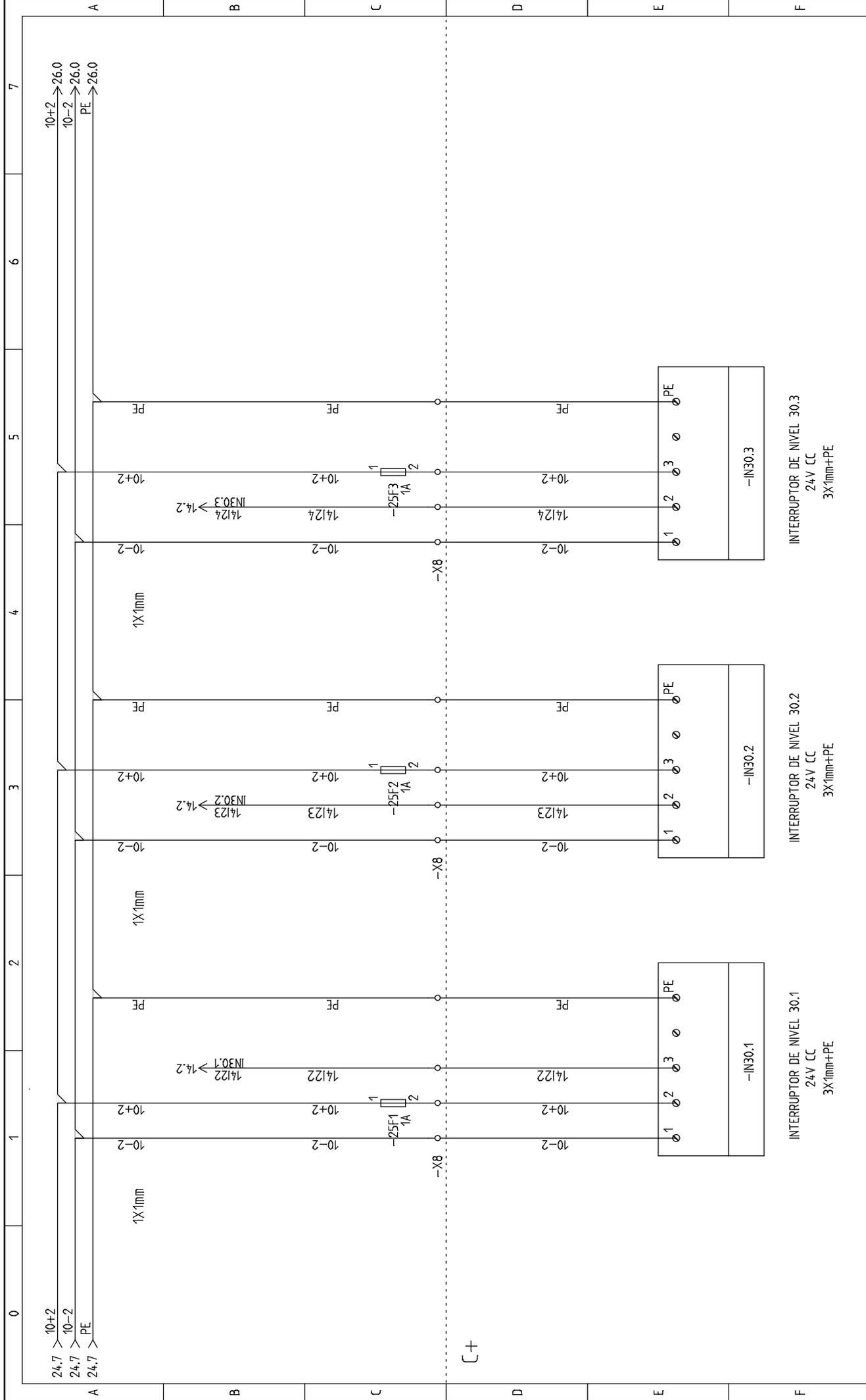


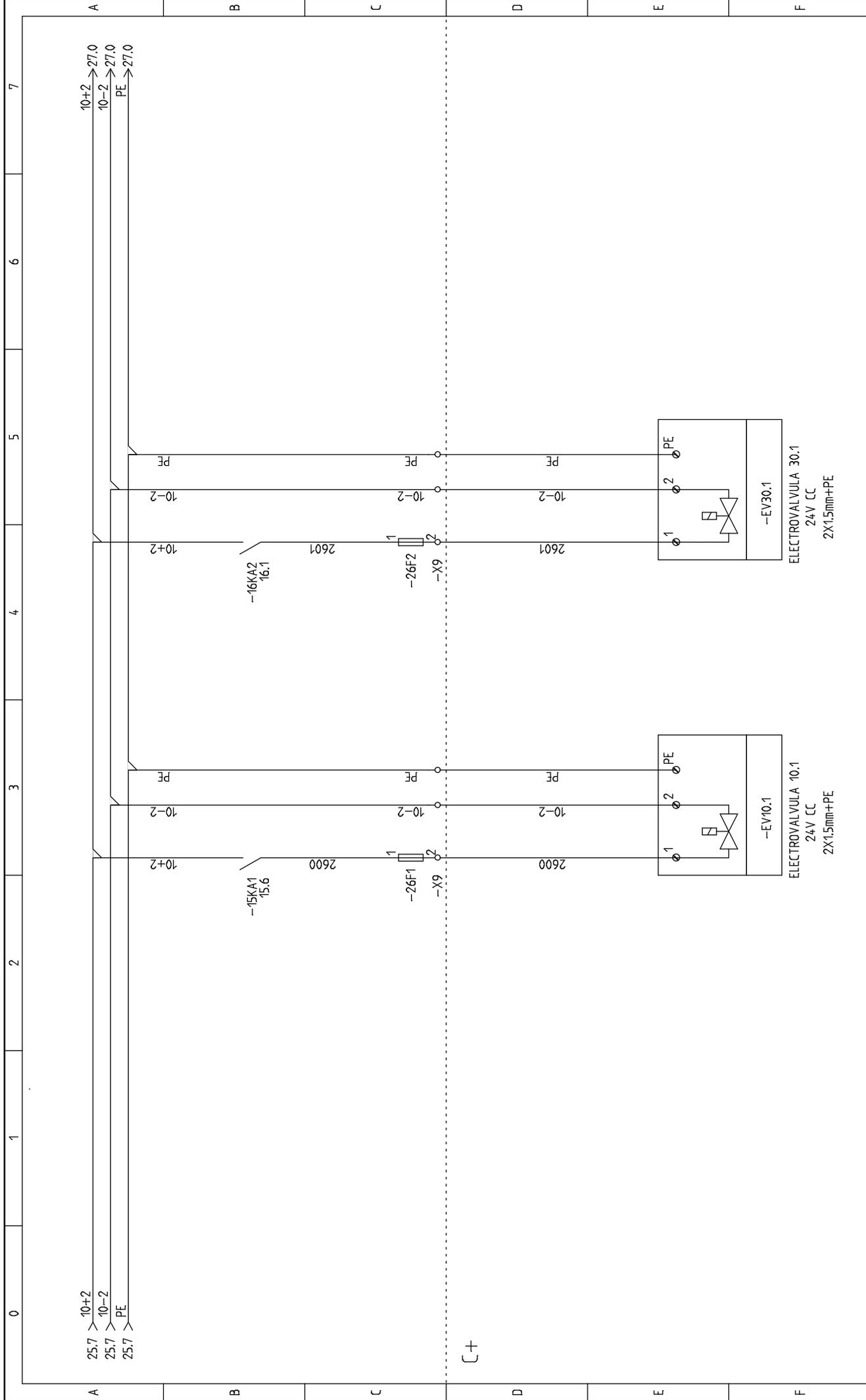
# DETECTORES MAGNÉTICOS





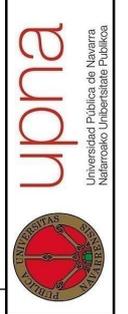


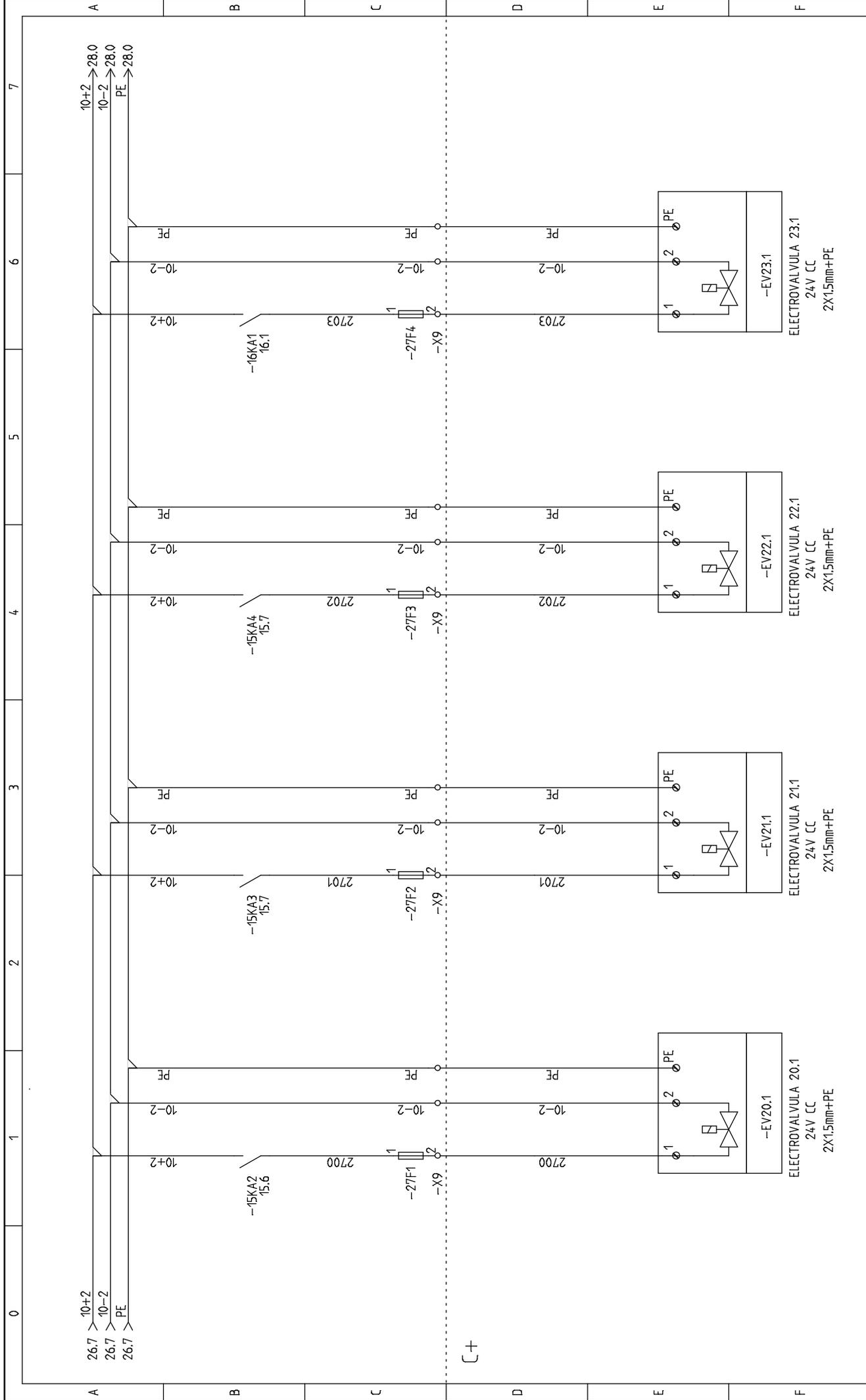




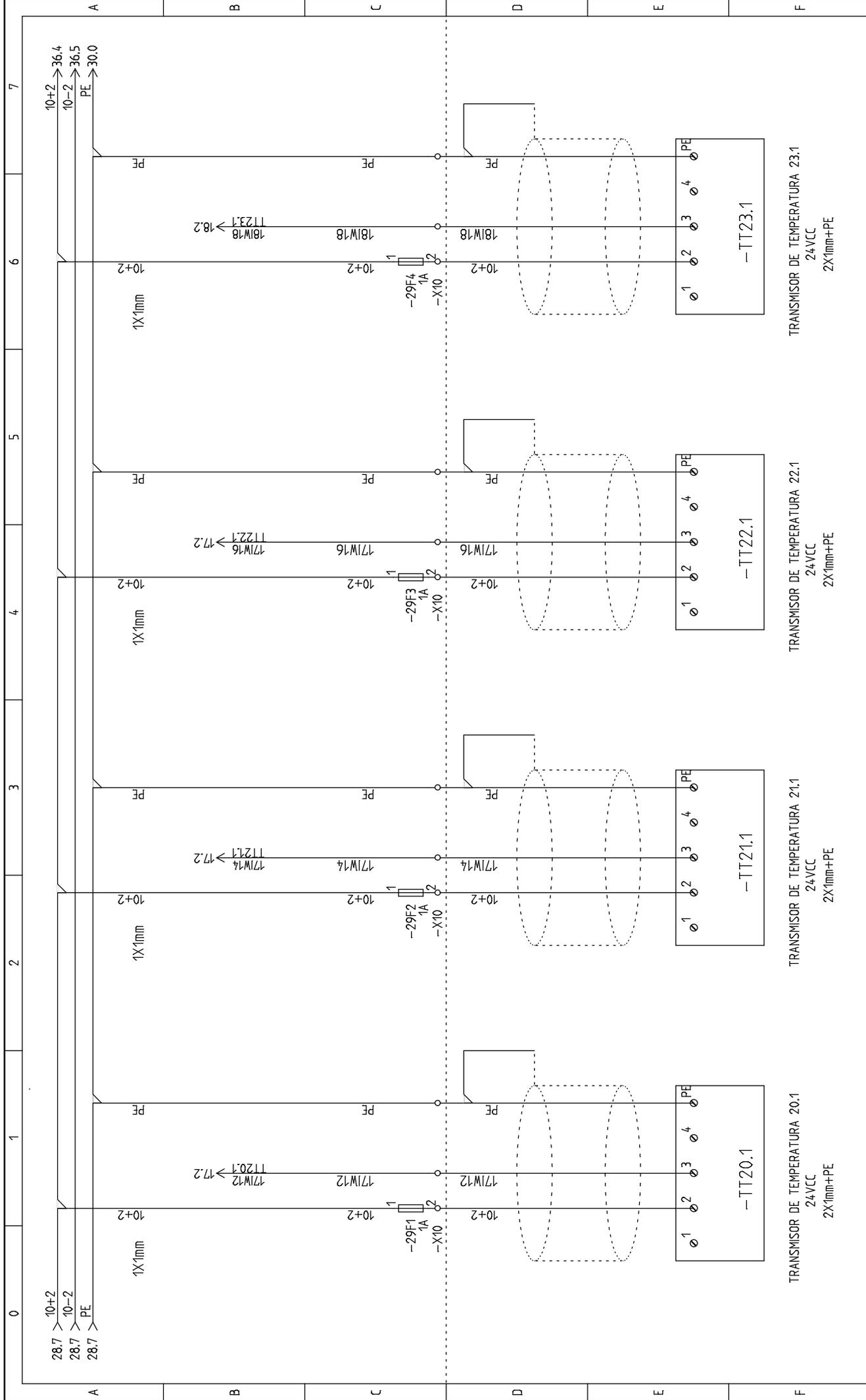
# ELECTROVALVULAS 1

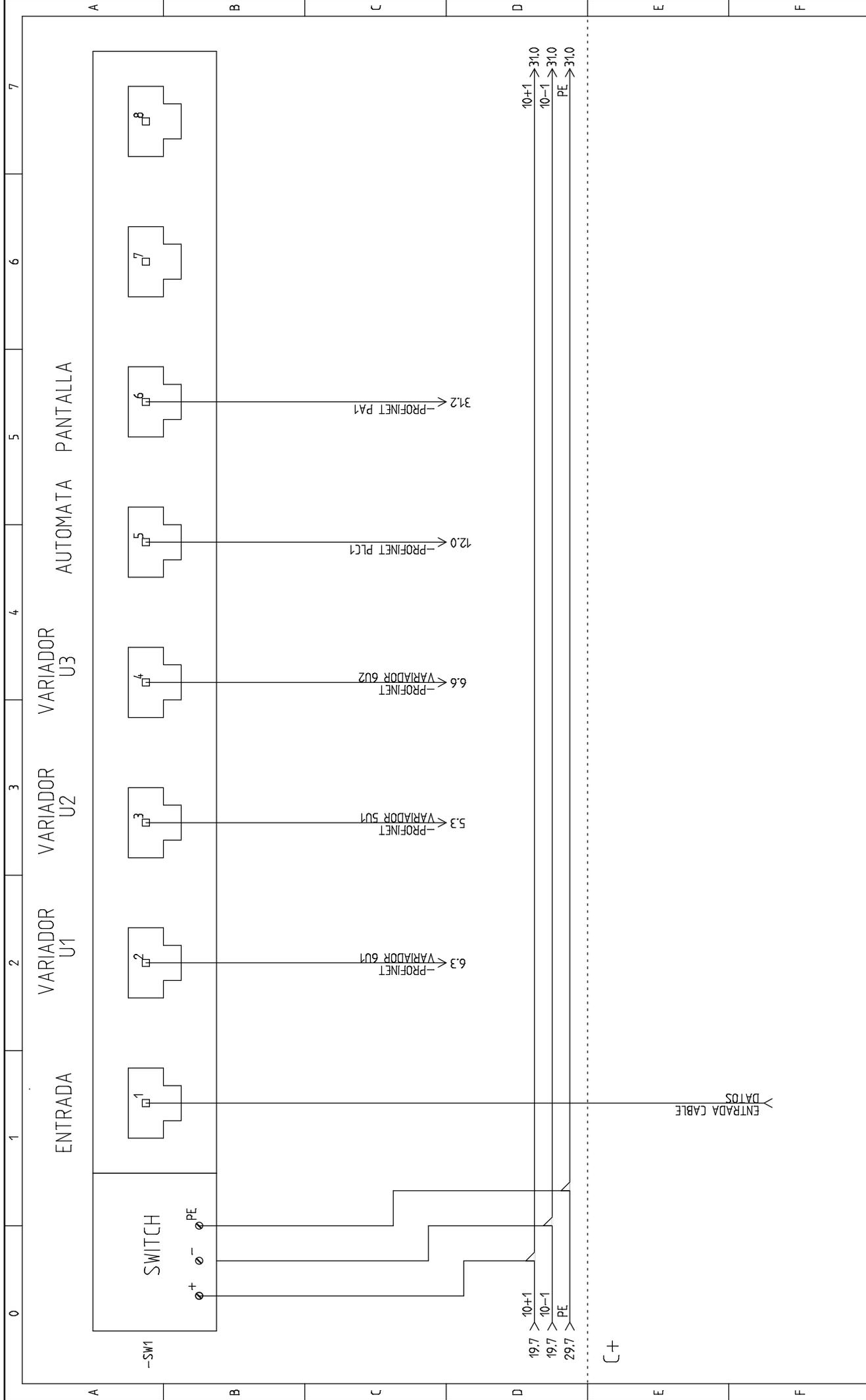
PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELECTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERIA DE 3000 LITROS	Rev.: B	Hoja: 25
Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA	Fecha: MAYO 2020	Pág. totales 46

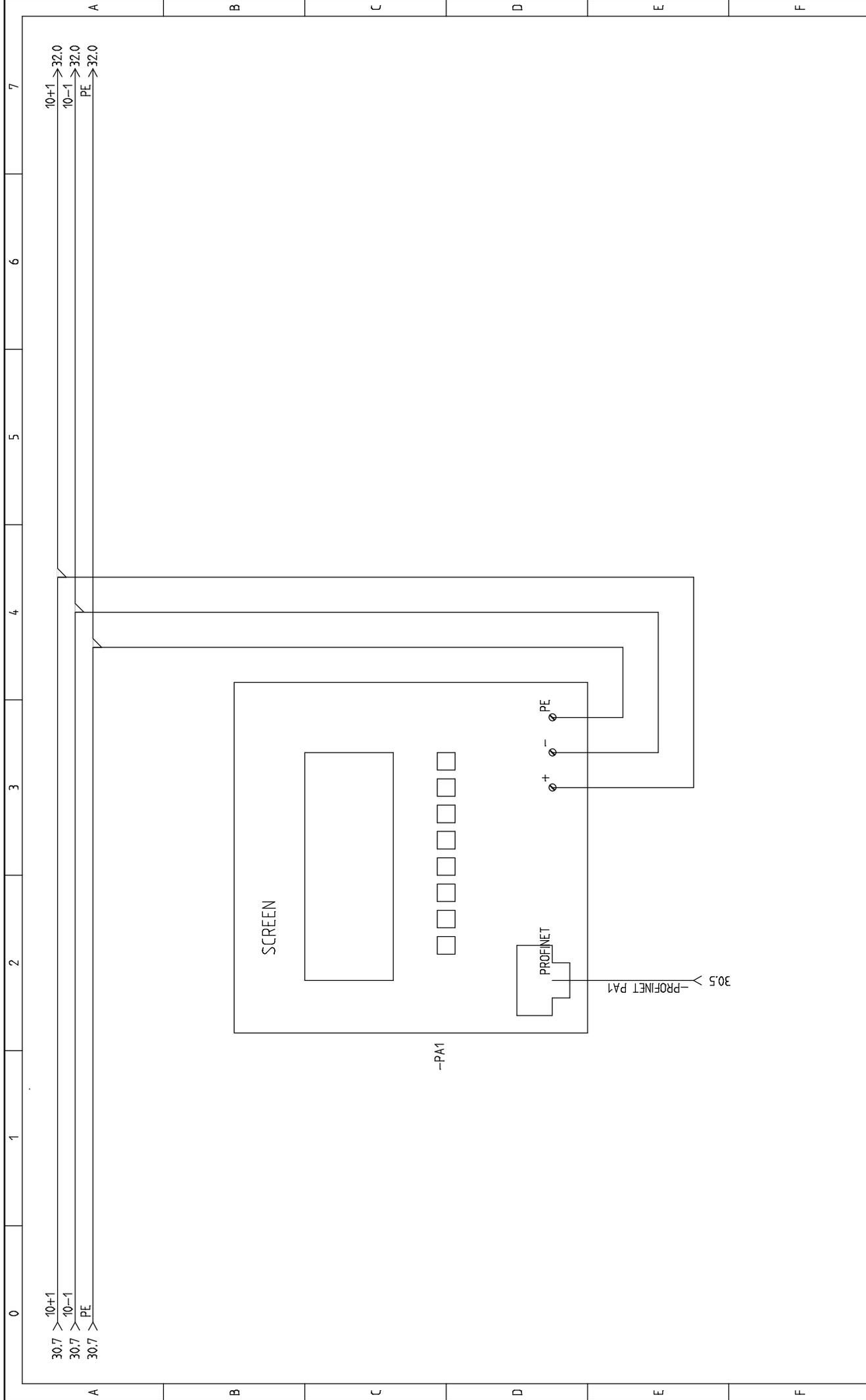










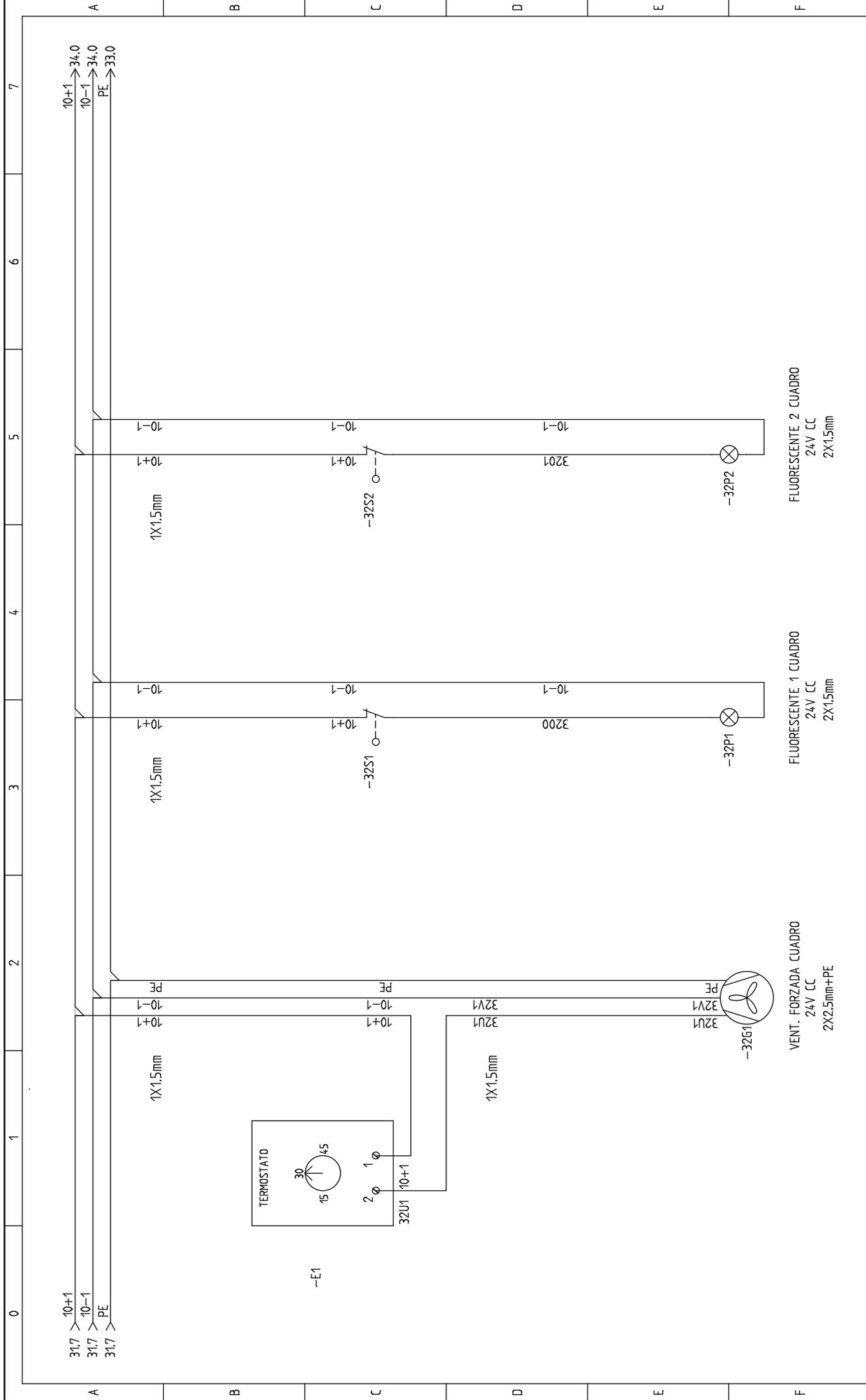


PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS	Rev.: B	Hoja: 30
Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA	Fecha: MAYO 2020	Pág. totales 46

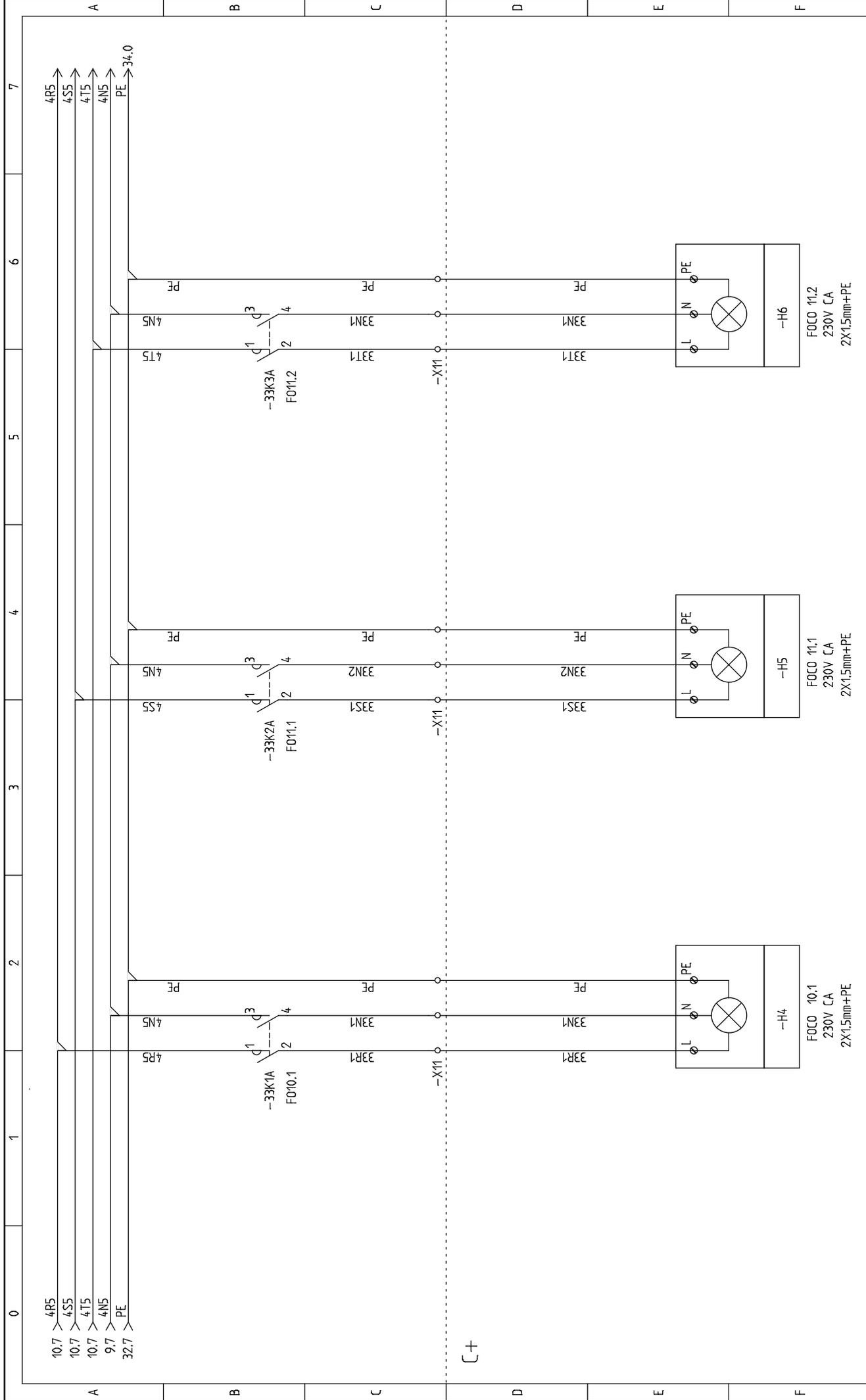
**PANTALLA HMI**




Universidad Pública de Navarra  
 Navarrako Unibertsitatea PUBLIKOA

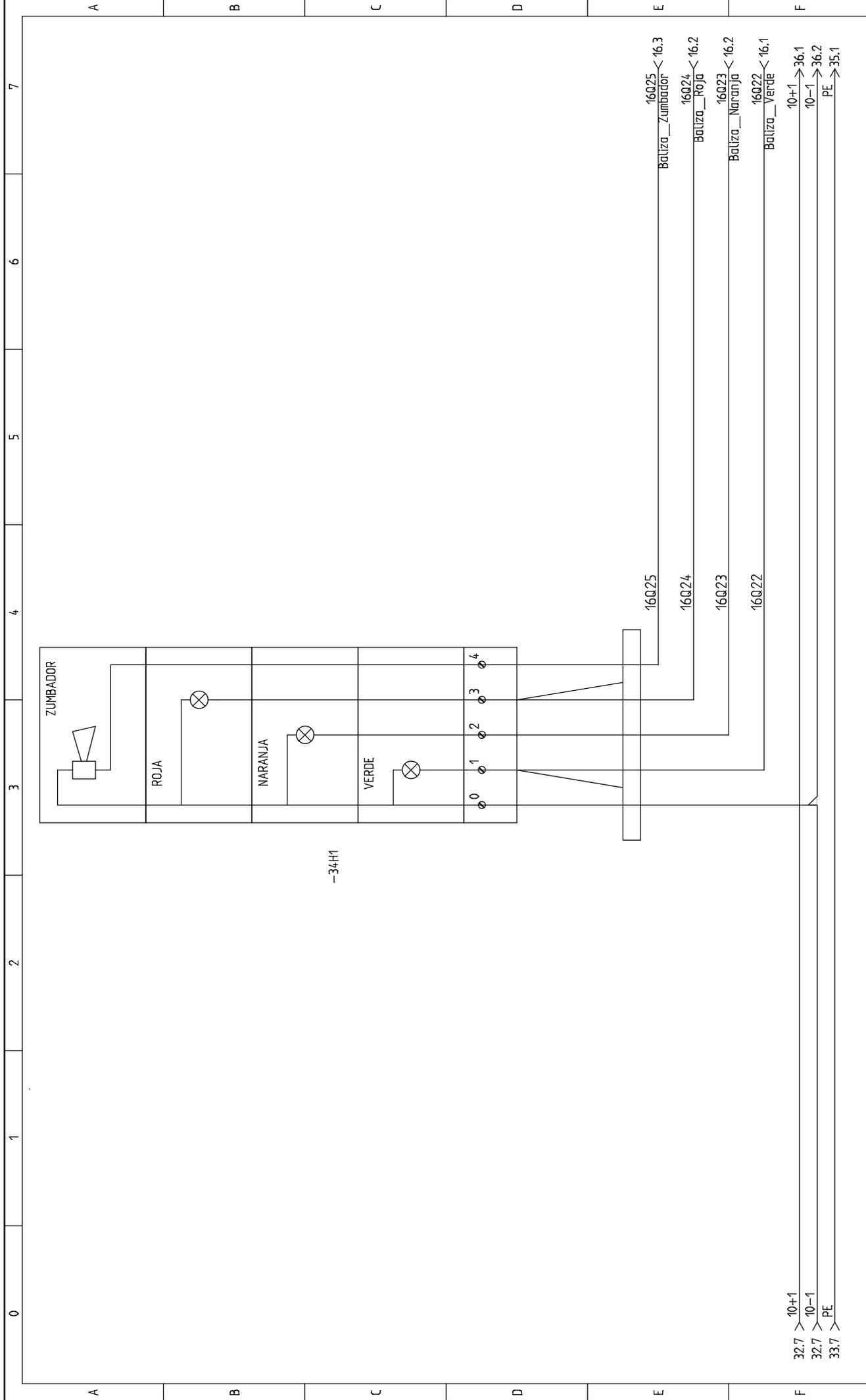


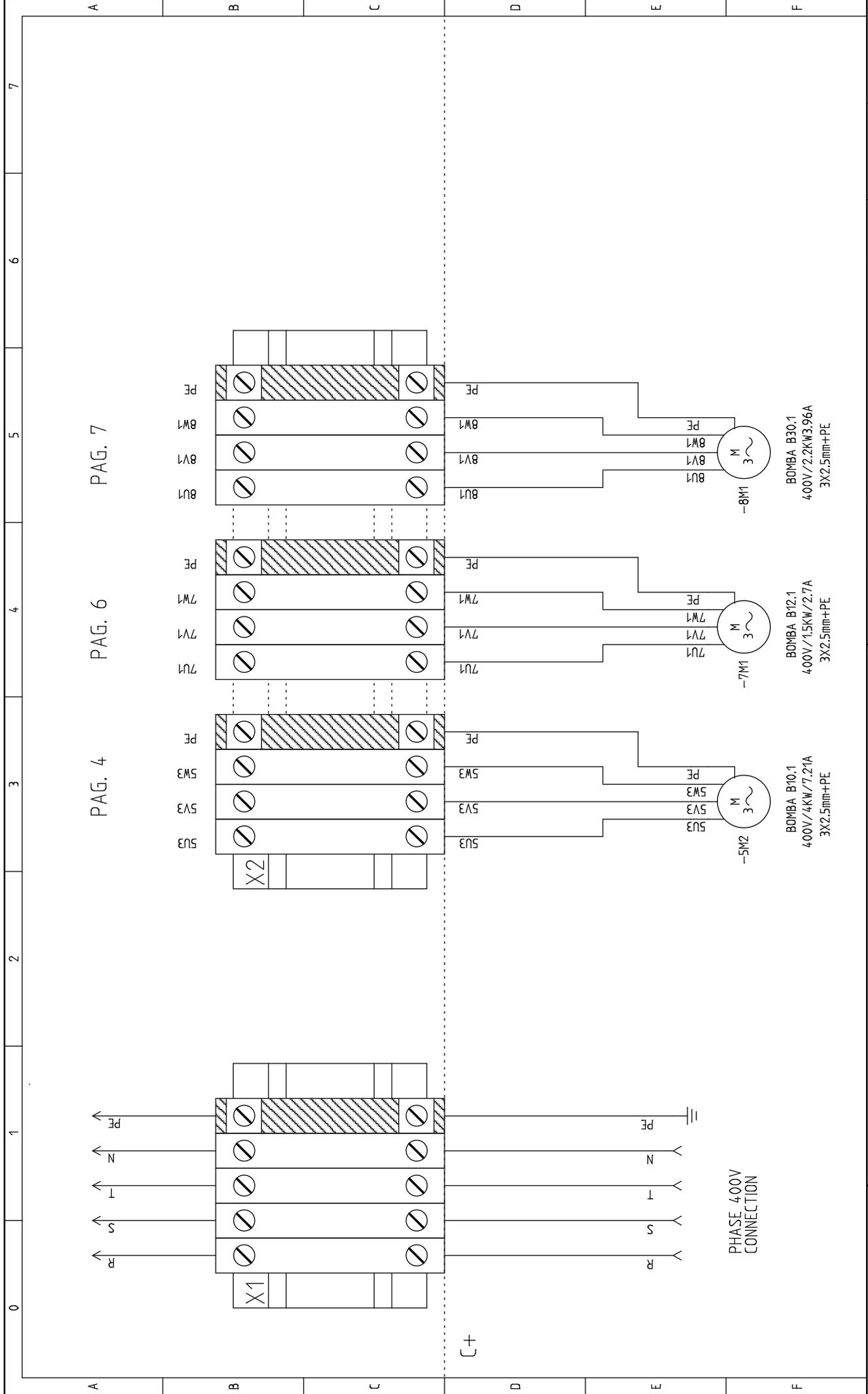
 <b>upna</b> Universidad Pública de Navarra Navarrako Unibertsitatea Puzaldea	<b>VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN CUADRO</b>		PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATA Y PANTALLA TÁCTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICRVERCERÍA DE 3000 LITROS	Rev.: B	Hoja: 31
			Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA	Fecha: MAYO 2020	Pág. totales 46



[+]

# FOCOS

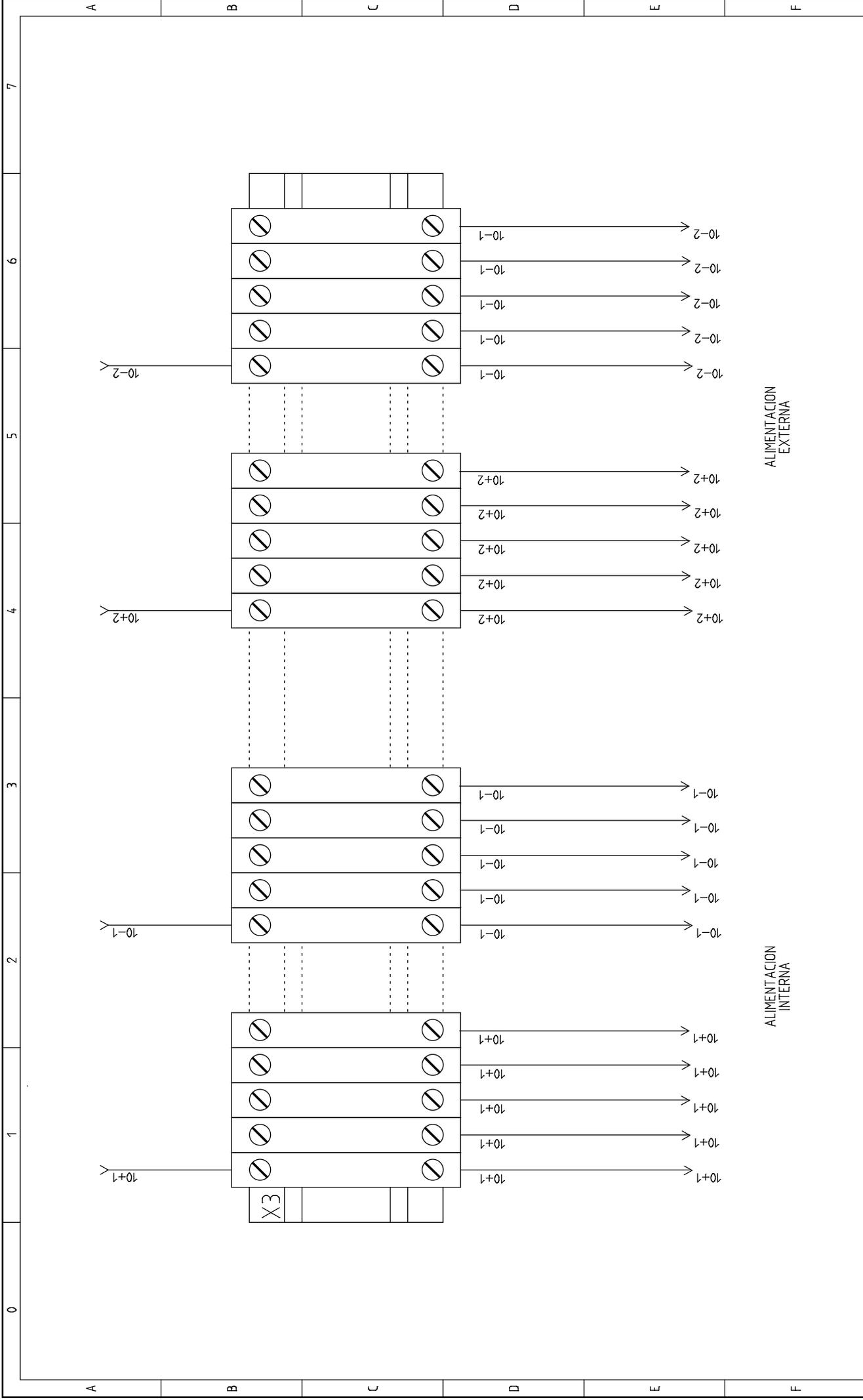




PAG. 7

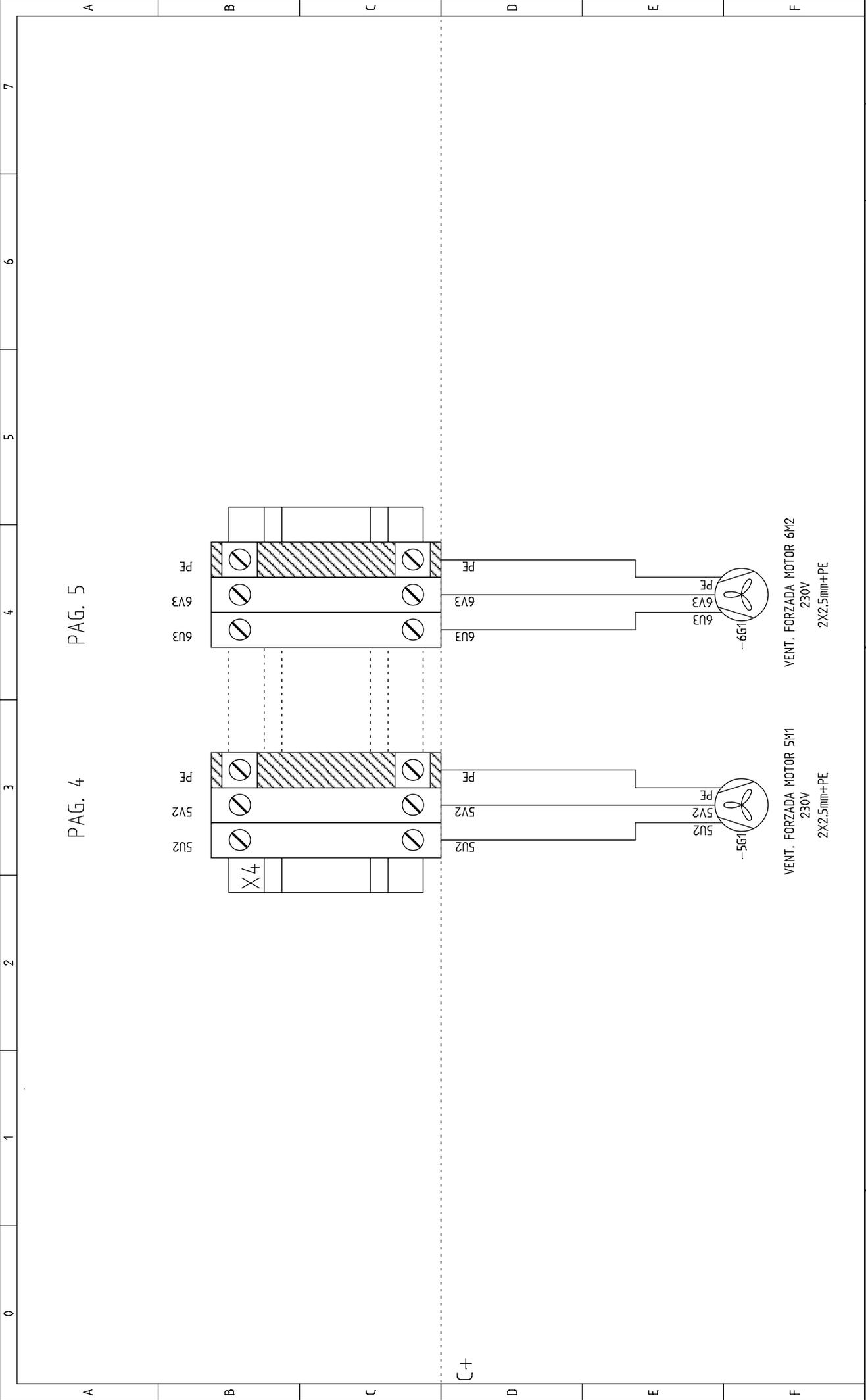
PAG. 6

PAG. 4



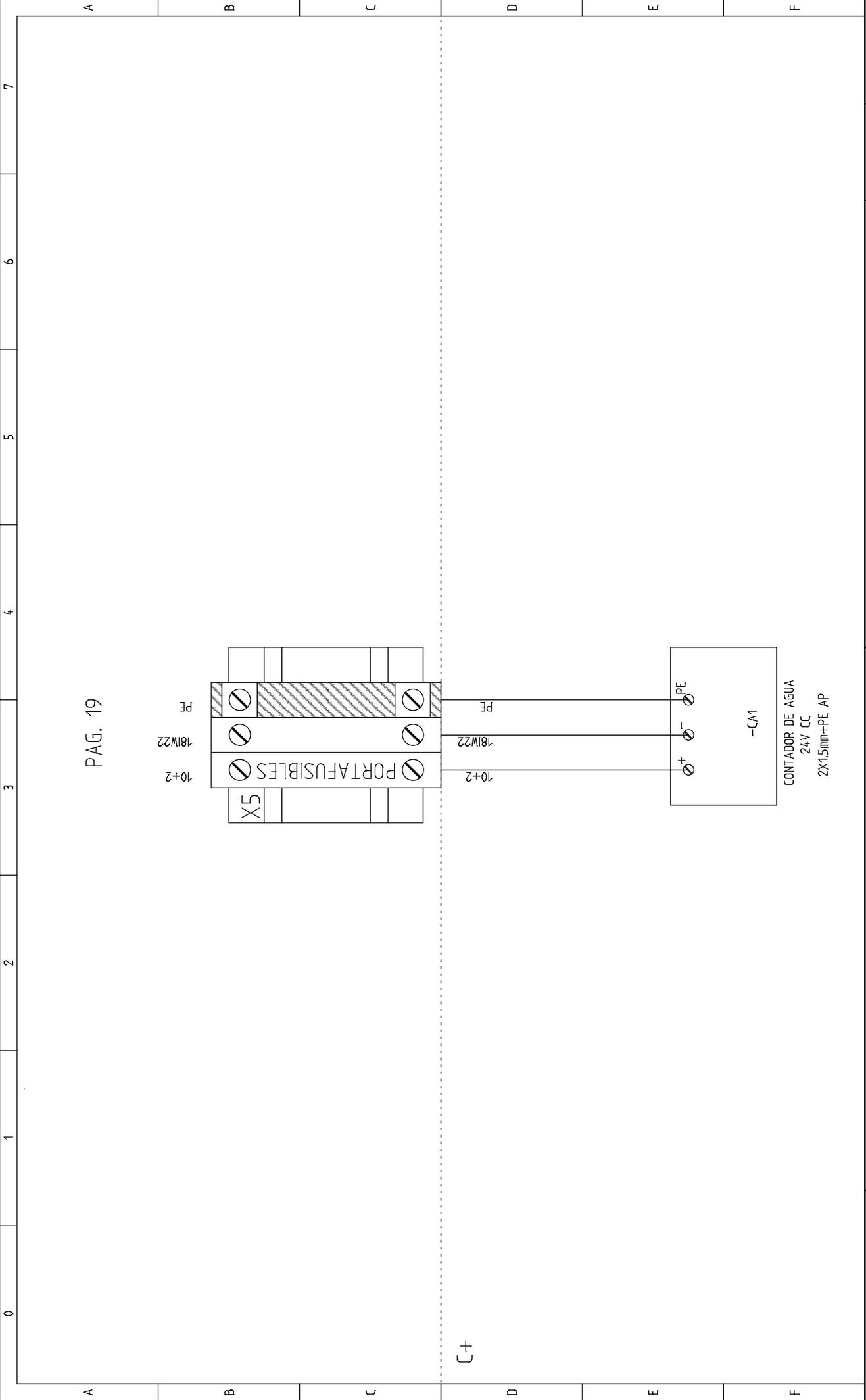
ALIMENTACION INTERNA

ALIMENTACION EXTERNA

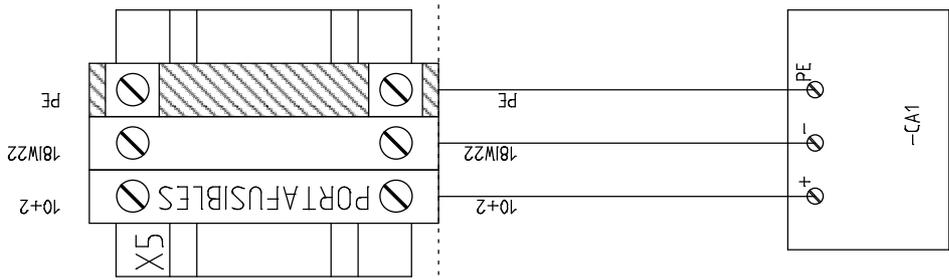


PAG. 4

PAG. 5



PAG. 19

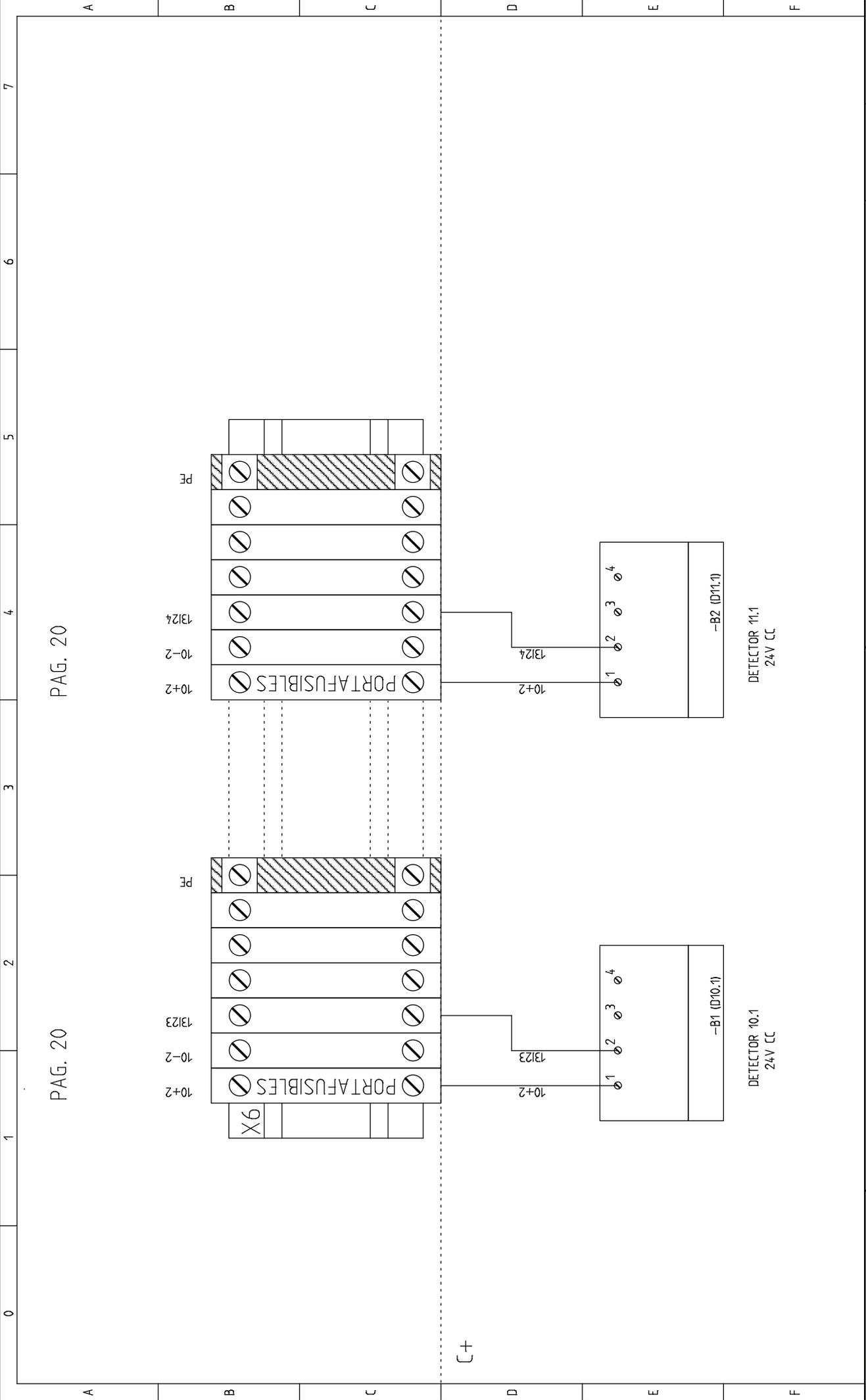


PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS	Rev.: B	Hoja: 37
Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA	Fecha: MAYO 2020	Pág. totales 46



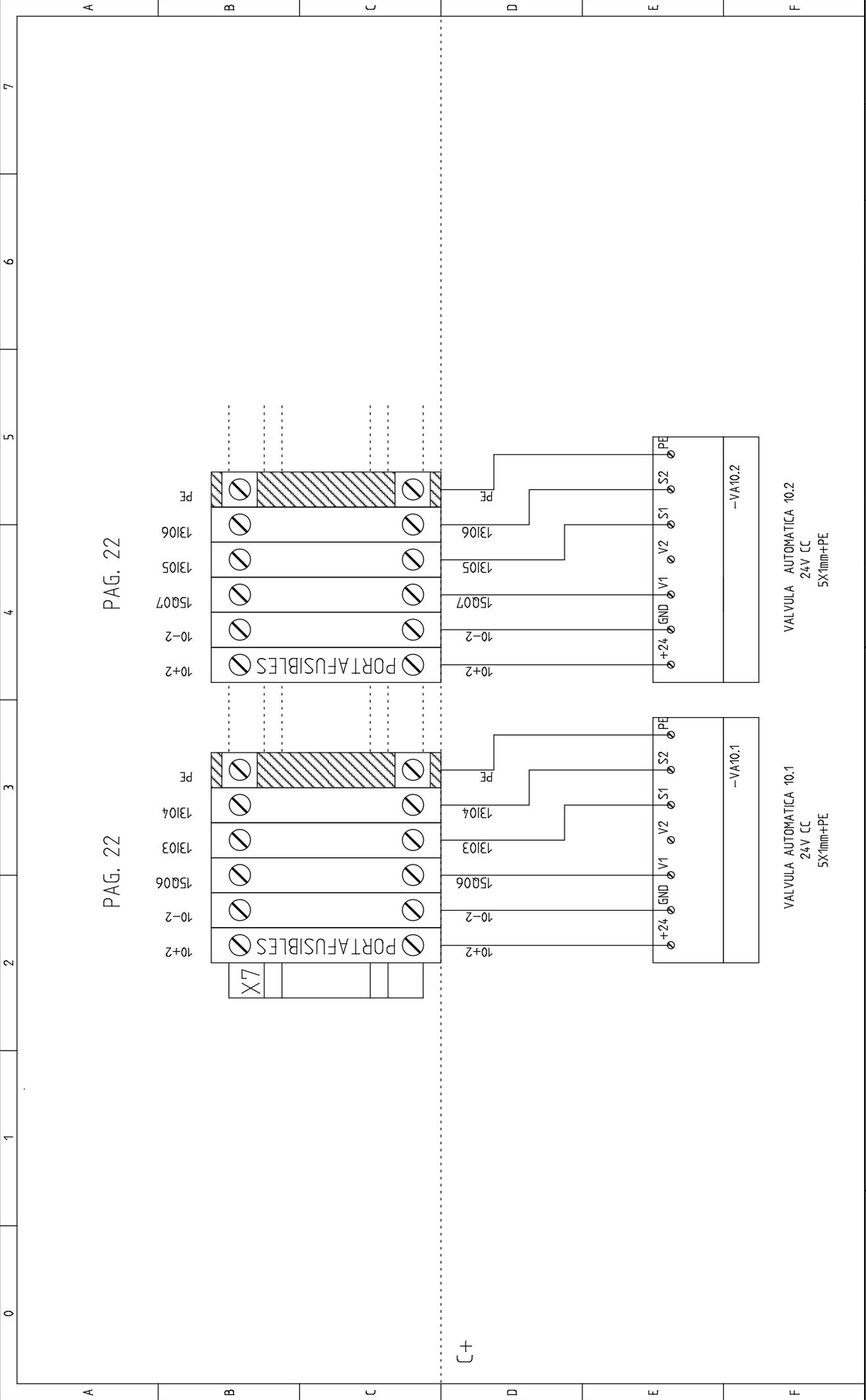
UPNA  
Universidad Pública de Navarra  
Navarro Universitario Pública

## BORNAS X5 (Contador de agua)



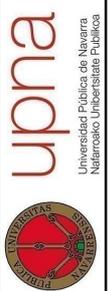
PAG. 20

PAG. 20



PAG. 22

PAG. 22



**BORNAS X7 (V. Automaticas) 1**

PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS

Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA

Rev.: B

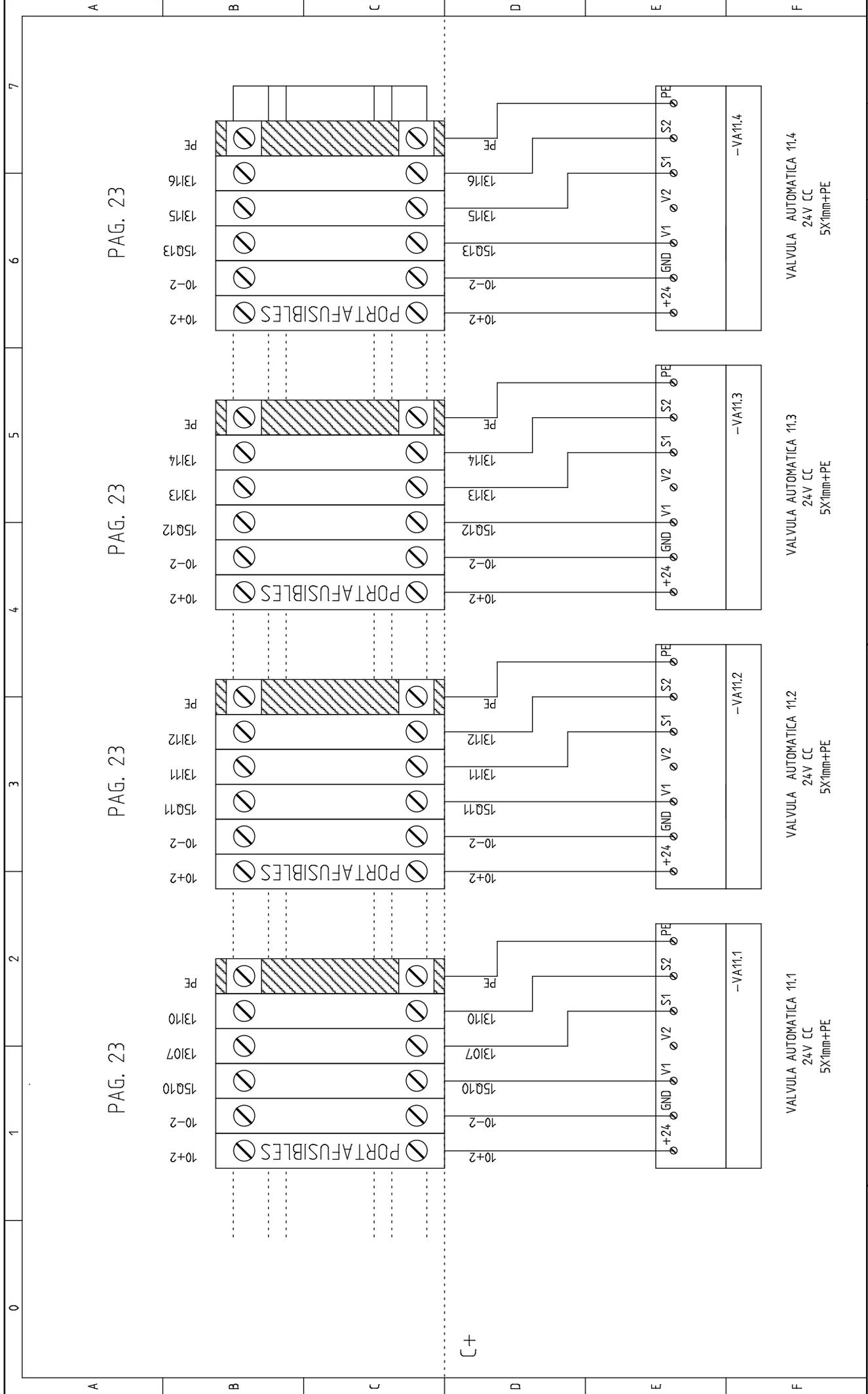
Fecha: MAYO 2020

Hoja:

39

Pág. totales

46

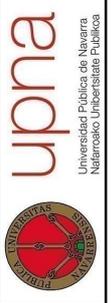


PAG. 23

PAG. 23

PAG. 23

PAG. 23



# BORNAS X7 (V. Automaticas) 2

PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS

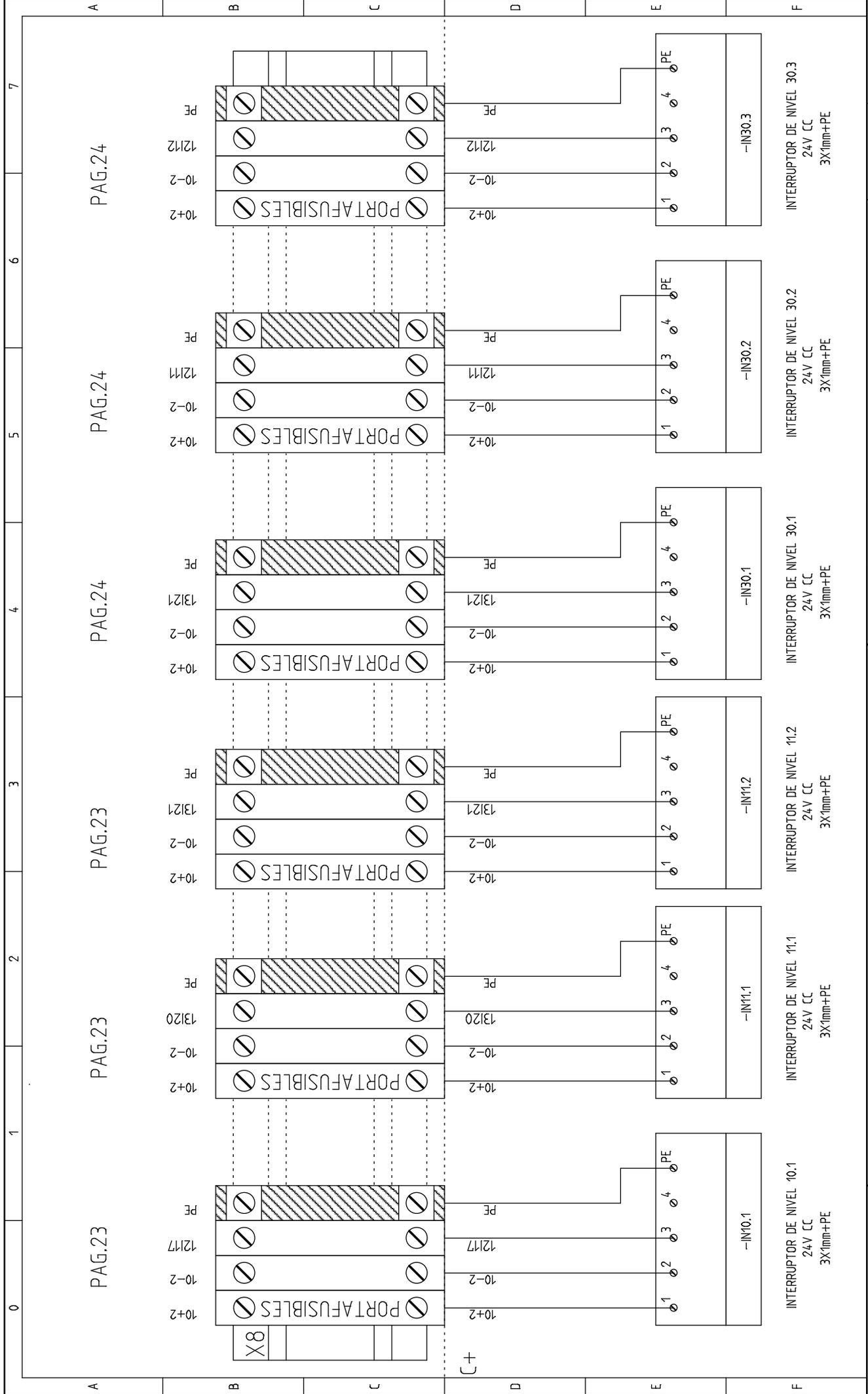
Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA

Rev.: B

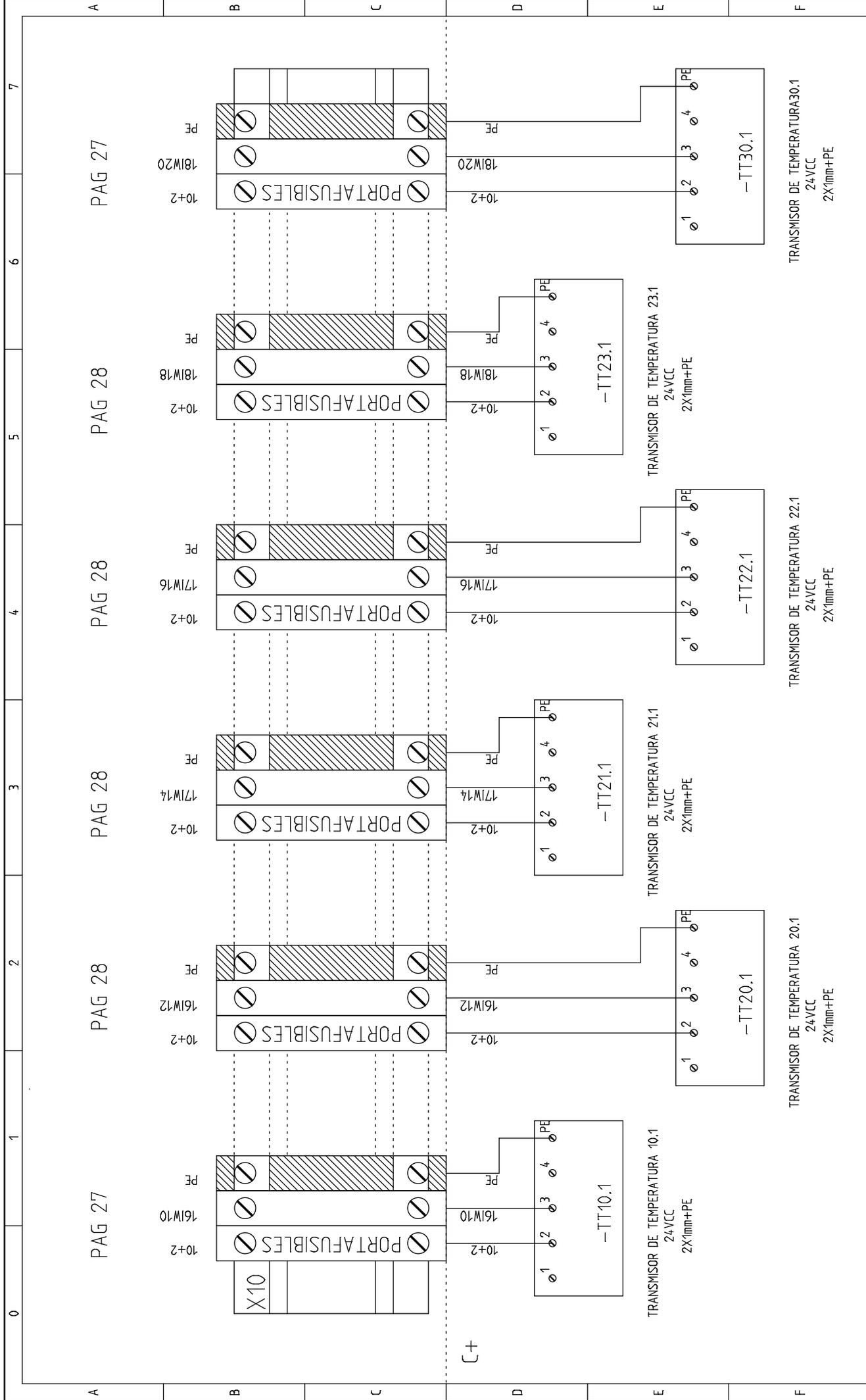
Fecha: MAYO 2020

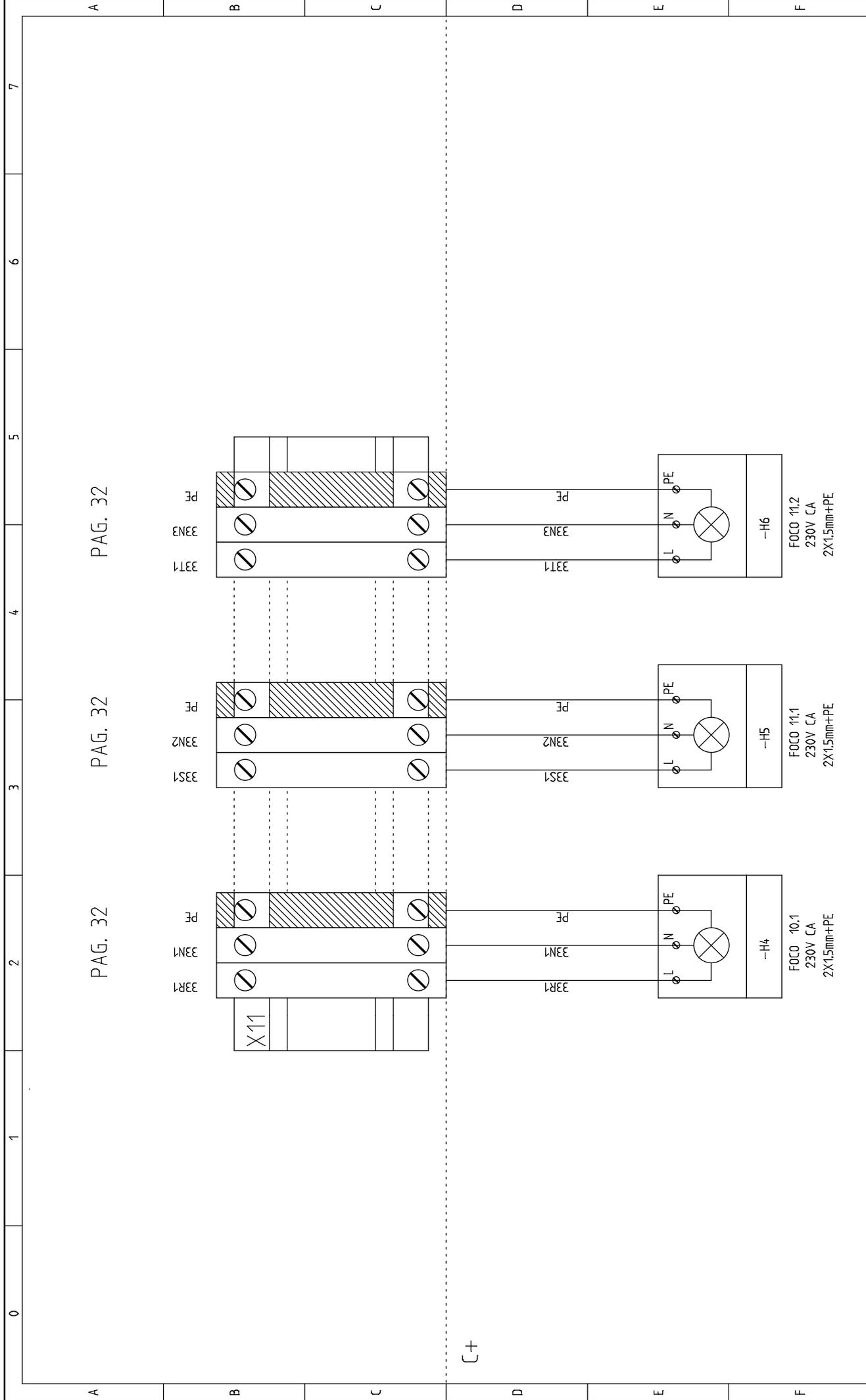
Hoja: 40

Pág. totales 46









PAG. 32

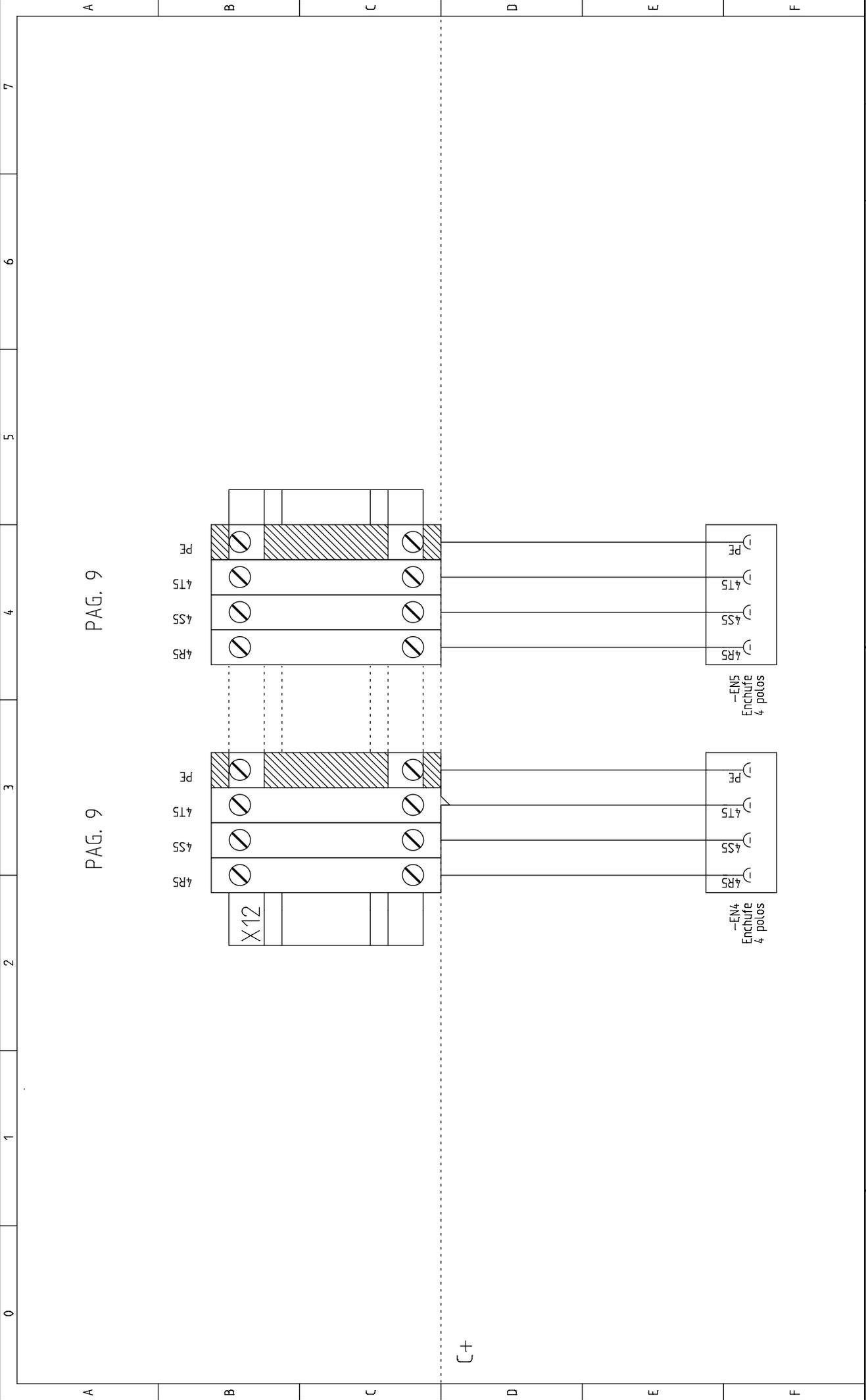
PAG. 32

PAG. 32

Rev.: B	Hoja: 44
Fecha: MAYO 2020	Pág. totales 46

**BORNAS X11 (Focos)**

  
 Universidad Pública de Navarra  
 Navarra Universidad Pública



PAG. 9

PAG. 9

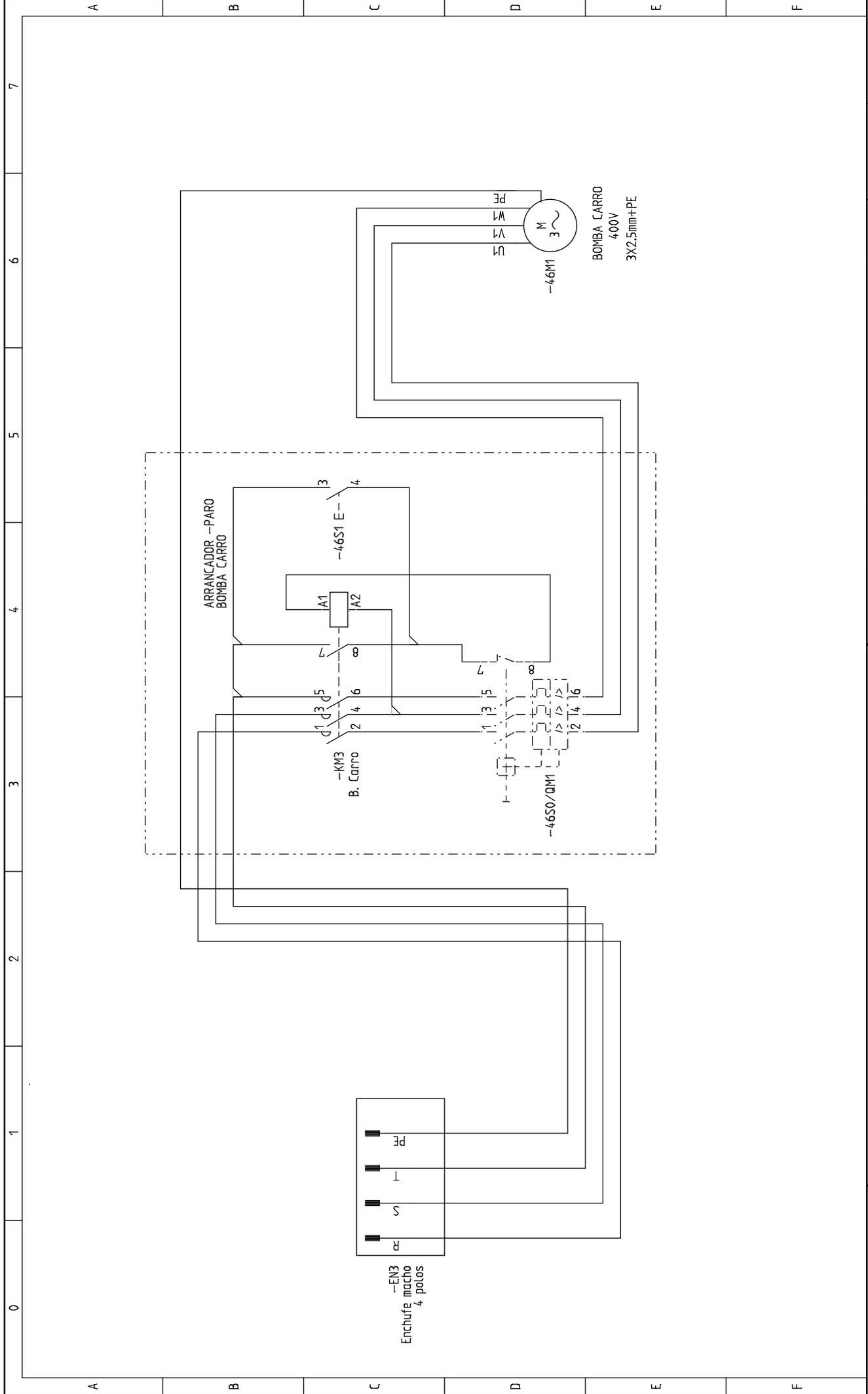
Rev.:	B	Hoja:	45
Fecha:	MAYO 2020	Pág. totales	46

**BORNAS X12 (Enchufes 4p)**

Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA

PROGRAMACION DE AUTÓMATA Y PANTALLA TÁCTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS





 <b>upna</b> Universidad Pública de Navarra Navarrako Unibertsitatea Puzaldea	<b>BOMBA CARRO</b>		PROGRAMACION DE AUTOMATA Y PANTALLA TACTIL, ESQUEMAS ELÉCTRICOS Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE MINICERVECERÍA DE 3000 LITROS	Rev.: B	Hoja: 46
	Realizado por: ÁLVARO IBÁÑEZ MARINELARENA			Fecha: MAYO 2020	Pág. totales 46

PRESUPUESTO

# MINICERVECERÍA 3000 LITROS



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ÁLVARO IBÁÑEZ MARIÑELARENA

FECHA: JUNIO 2020

## 1. PLC, variadores y pantalla HMI

PLC, VARIADORES Y PANTALLA HMI			
UD.	CONCEPTO	€/UD	TOTAL €
1	<p><b>PLC Siemens</b> Modelo: CPU 1511-1 PN CPU con display; memoria de trabajo 150 KB para código y 1 MB para datos; tiempo de operación con bits de 60 ns; concepto de protección de 4 niveles, funciones tecnológicas integradas: Motion Control, regulación, contaje y medición; tracing; controlador PROFINET IO; soporta RT/IRT, Performance Upgrade PROFINET V2.3, 2 puertos, I-device, MRP, MRPD, protocolo de transporte TCP/IP, secure Open User Communication, comunicación S7, servidor web, cliente DNS, OPC UA Server Data Access, modo isócrono, routing; opciones de runtime, firmware V2.5</p> 	550,00	550,00
2	<p><b>Módulo entradas digitales</b> Modelo: DI 16x24VDC BA Módulo de entradas digitales DI16 x 24V DC; en grupos de 16; retardo a la entrada 3,2ms; tipo de entrada 3 (IEC 61131)</p>	160,00	320,00
2	<p><b>Módulo salidas digitales</b> Modelo: DQ 16x24VDC/0.5A ST Módulo de salidas digitales DQ16 x 24V DC / 0,5A; en grupos de 8; 4A por grupo; diagnóstico parametrizable; valor sustitutivo parametrizable para salida; modo isócrono</p>	160,00	320,00
2	<p><b>Módulo entradas analógicas</b> Modelo: AI 4xU/I/RTD/TC ST Módulo de entradas analógicas AI4 x U/I/RTD/TC 16bits; en grupos de 4; 2 canales con medición RTD; tensión en modo común 10V; diagnóstico parametrizable; alarmas de proceso.</p>	260,00	520,00
1	<p><b>Pantalla táctil HMI 19"</b> Modelo: TP1900 Comfort Pantalla de 18,5" TFT, 1366 x 768 píxeles, 16M de colores; pantalla táctil; 1 x MPI/PROFIBUS DP, 1 x interfaz PROFINET/Industrial Ethernet con soporte MRP y RT/IRT (2 puertos); 1 x Ethernet (Gigabit); 2 x slots para tarjetas SD; 3 x USB</p>	3500,00	3500,00

			
1	<p><b>Variador 2.2kW</b>                  Modelo: PM G120C 2,2kW                  Tipo Power Module: IP20, 2,2kW, FA                  Rango tensión: 380 – 480V                  Potencia (HO): 1,5kW                  Potencia (LO): 2,2kW                  Realiment. energía: no                  Posibles métodos frenado: freno manten. motor, frenado corr. continua, frenado combinado, frenado reostático                  Grado prot.: IP20</p>		700,00 700,00
1	<p><b>Variador 1.5kW</b>                  Modelo: PM G120C 1,5kW                  Tipo Power Module: IP20, 1.5kW, FA                  Rango tensión: 380 – 480V                  Potencia (HO): 1,1kW                  Potencia (LO): 1,5kW                  Realiment. energía: no                  Posibles métodos frenado: freno manten. motor, frenado corr. continua, frenado combinado, frenado reostático                  Grado prot.: IP21</p>		620,00 620,00
1	<p><b>Variador 0.55kW</b>                  Modelo: PM G120C 0,55kW                  Tipo Power Module: IP20, 0.55kW, FA                  Rango tensión: 380 – 480V                  Potencia (HO): 0.37kW                  Potencia (LO): 0.55kW                  Realiment. energía: no                  Posibles métodos frenado: freno manten. motor, frenado corr. continua, frenado combinado, frenado reostático                  Grado prot.: IP22</p>		600,00 600,00

**TOTAL € (SIN IVA) 7.130,00**

## 2. Sensores y actuadores

SENSORES Y ACTUADORES			
UD.	CONCEPTO	€/UD	TOTAL €
6	<b>Interruptor de nivel por vibración</b> Liquiphant FTL33 	150,00	900,00
6	<b>Transmisor de temperatura con PT100</b> 	180,00	1080,00
6	<b>Cabezal válvula automática</b> INOXPA C-TOP+ 	300,00	1800,00
6	<b>Electroválvula</b> Spirax Sarco PF51G 	60,00	360,00
1	<b>Dosificador (contador de agua)</b> Bükert Type 8035 	1000,00	1000,00

2	<b>Resistencia para calentamiento de agua</b> 	120,00	240,00
2	<b>Detector magnético</b> 	55,00	110,00
3	<b>Foco</b>	25,00	75,00
1	<b>Baliza rojo-verde-naranja</b> 	130,00	130,00

**TOTAL € (SIN IVA) 5.695,00**

### 3. Armario eléctrico

<b>ARMARIO ELÉCTRICO</b>			
<b>UD.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>€/UD</b>	<b>TOTAL €</b>
2	<b>Piloto cuadro eléctrico y rearme</b>	10,00	20,00
1	<b>Seta de Parada Emergencia</b>	30,00	30,00
1	<b>Relé de seguridad</b> Modelo: ABB 4 2TLA010026R0000 4 canales, 24 Vdc, 120mm, 84mm, Borne, 45mm, RT6	165,00	165,00
1	<b>Relé diferencial</b> Modelo: Circutor RGU-10	130,00	130,00
1	<b>Transformador diferencial toroidal</b>	90,00	90,00
1	<b>Disyuntor magnetotérmico 56-80A</b> Modelo: Schneider TeSys GV3	208,00	208,00

2	<b>Repartidor 125A</b>	40,00	80,00
10	<b>Relé 2p normalmente abierto</b>	30,00	300,00
3	<b>Relé 3p normalmente abierto</b>	80,00	240,00
1	<b>Relé 4p normalmente abierto</b>	100,00	100,00
1	<b>Disyuntor guardamotor 0.63 a 1 A</b> Modelo: GV2ME05 – Schneider	35,00	35,00
2	<b>Disyuntor guardamotor 2.5 a 4 A</b> Modelo: GV2ME08 – Schneider	35,00	70,00
2	<b>Disyuntor guardamotor 4 a 6.3 A</b> Modelo: GV2ME10 – Schneider	35,00	70,00
1	<b>Disyuntor guardamotor 6 a 10 A</b> Modelo: GV2ME14 – Schneider	35,00	35,00
2	<b>Disyuntor guardamotor 20 a 25 A</b> Modelo: GV2ME22 – Schneider	60,00	120,00
2	<b>Interruptor automático magnetotérmico 1 polo 10A</b> Modelo: Legrand (403575)	8,00	16,00
2	<b>Enchufe 4 polos 32A</b>	10,00	20,00
2	<b>Relé de estado sólido</b> Relé de estado sólido trifásico, Montaje en Panel, 50 Arms, 600 V ac, Encendido a tensión cero, Triac	200,00	400,00
1	<b>Fuente de alimentación</b> Montaje en carril DIN ABB, CP-E, 1 salida 24V dc 5A 120W	100,00	100,00
1	<b>Interruptor Automático Magnetotérmico 2P de 16A</b> Modelo: iC60N 6KA SCHNEIDER	15,00	15,00
1	<b>Enchufe 2 polos 16A</b> Hager enchufe carril DIN Schuko 10/16A, 2P+T, 230V	12,00	12,00
1	<b>Interruptor diferencial 25A 30mA</b> iID - 2P - 25A - 30mA - clase AC	20,00	20,00
1	<b>Termostato</b>	15,00	15,00
1	<b>Ventilador cuadro eléctrico</b> Modelo: 156M3 120X120 NSYCVF156M230 230VAC	25,00	25,00
2	<b>Fluorescente cuadro eléctrico 24V</b>	20,00	40,00
50	<b>Bornes grises</b>	1,00	50,00
20	<b>Bornes amarillos</b>	1,00	20,00

20	<b>Bornes portafusibles</b>	4,00	80,00
20	<b>Carril din perforado 755 mm</b>	5,00	100,00
1	<b>Armario eléctrico</b>	4000,00	4000,00
1	<b>Cableado y otros varios</b>	500,00	500,00

**TOTAL € (SIN IVA) 7.106,00**

#### 4. Programación e instalación

<b>PROGRAMACIÓN E INSTALACIÓN</b>			
<b>UD.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>€/UD</b>	<b>TOTAL €</b>
25	<b>Programación (35€/h)</b> Programación del PLC y pantalla táctil. Incluye puesta en marcha de la instalación.	35,00	875,00
1	<b>Amortización Software TIA PORTAL V15 ADVANCED</b> Coste licencia: 1600 € al año. Se ha utilizado durante 2 meses.	267,00	267,00
25	<b>Instalación eléctrica (35€/h)</b> Montaje del armario eléctrico y de los elementos eléctricos (sensores y actuadores) de la instalación.	35,00	875,00

**TOTAL € (SIN IVA) 1.776,00**

## 5. Resumen y totales

PLC,VARIADORES Y PANTALLA HMI	7.130,00 €
SENSORES Y ACTUADORES	5.695,00 €
ARMARIO ELÉCTRICO	7.106,00 €
PROGRAMACIÓN E INSTALACIÓN	1.776,00 €
<hr/>	
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>21.707,00€</b>

### NO INCLUYE:

Acometidas, instalación eléctrica de campo ni instalación neumática.

Tampoco incluye transporte de los equipos.

No incluye aquello no descrito específicamente en este documento.