

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO

Trabajo de fin de grado
Febrero 2026



Autores

Noel Martínez Netto
Julen Porro Fernández
Alma Pérez Parrado
Daniel Pérez Gámiz
Yennifer Xia Chen

Tutora

Meilyn González Cortés

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CÍTRICO

Trabajo de fin de grado
Febrero 2026



Autores

Noel Martínez Netto
Julen Porro Fernández
Alma Pérez Parrado
Daniel Pérez Gámiz
Yennifer Xia Chen

Tutora

Meilyn González Cortés

TABLA DE CONTENIDO

3. Control e instrumentación	2
3.1. Introducción.....	2
3.2. Fundamentos del sistema de control.....	2
3.3. Nomenclatura y simbología.....	3
3.3.1. Nomenclatura de los lazos de control.....	3
3.3.2. Nomenclatura de la instrumentación	4
3.3.3. Simbología de los dispositivos de instrumentación.....	5
3.3.4. Simbología de señales y conexiones	5
3.4. Arquitectura del sistema de control	6
3.4.1. Niveles de sistema de control	6
3.5. Dimensionado del sistema de control.....	8
3.5.1. Clasificación de señales.....	8
3.5.2. Recuento de señales.....	9
3.5.3. Módulos E/S necesarios.....	9
3.5.4. Selección del controlador	10
3.5.5. Distribución por estaciones remotas ET 200MP	11
3.6. Sensores	11
3.6.1. Sensores de nivel	11
3.6.2. Sensor de temperatura	13
3.6.3. Sensor de presión.....	15
3.7. Lista de los lazos de control	17
3.7.1. A-100.....	17
3.7.2. A-200.....	18
3.7.3. A-300.....	19
3.7.4. A-400.....	21
3.7.5. A-600.....	22
3.8. Listado de instrumentación de la planta	23
3.8.1. A-100.....	23
3.8.2. A-200.....	26
3.8.3. A-300.....	30
3.8.4. A-400.....	35
3.8.5. A-600.....	37
3.9. Bibliografía.....	38

3. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

3.1. Introducción

El sistema de control y automatización constituye un elemento esencial en la operación de la planta de producción de ácido cítrico, ya que permite mantener las condiciones óptimas de proceso, garantizar la seguridad de la instalación y asegurar la calidad uniforme del producto final. La automatización posibilita la supervisión continua de las variables críticas, la actuación inmediata ante desviaciones y la coordinación entre las distintas áreas funcionales de la planta.

El objetivo principal del sistema de control es integrar los instrumentos de campo, los equipos de proceso y los elementos finales de actuación dentro de una estrategia común que asegure el funcionamiento estable y eficiente del conjunto. Dado que el proceso combina fermentaciones discontinuas con operaciones de separación y purificación en régimen continuo, el control debe adaptarse a este carácter mixto, manteniendo la continuidad de producción mediante la programación escalonada de los fermentadores y la regulación precisa de las etapas posteriores.

La arquitectura general del sistema se define en apartados posteriores, donde se describe la configuración de control adoptada y su distribución entre los distintos niveles de supervisión. En este apartado se presentan los fundamentos del sistema de control, la nomenclatura empleada para los instrumentos y la simbología utilizada en los diagramas de instrumentación, de acuerdo con la norma ISA 5.1 y las prácticas habituales de la ingeniería de procesos.

3.2. Fundamentos del sistema de control

El sistema de control de la planta tiene como finalidad mantener las condiciones operativas dentro de los rangos establecidos para cada etapa del proceso biotecnológico de producción de ácido cítrico, garantizando la estabilidad, la seguridad y la calidad del producto final. La automatización permite supervisar y ajustar en tiempo real las principales variables de operación, reduciendo la intervención manual y mejorando la fiabilidad global del sistema.

El control de la planta se estructura en torno a un sistema centralizado basado en controladores lógicos programables (PLC) y supervisado mediante una interfaz SCADA ubicada en la sala de control (A-700). Los instrumentos de campo (sensores, transmisores y actuadores) envían las señales de proceso al PLC, que ejecuta la lógica de control y transmite las órdenes de actuación a las válvulas y equipos correspondientes. El sistema SCADA permite además el registro histórico de datos y tendencias de proceso, facilitando el análisis y la trazabilidad operativa.

Dada la naturaleza del proceso, la planta combina fermentaciones discontinuas con operaciones de separación y purificación en régimen continuo. Para mantener un flujo constante de producto, los fermentadores operan de forma escalonada y se controlan individualmente, mientras que las etapas de purificación, evaporación y cristalización trabajan de manera continua bajo control automático.

El sistema gestiona principalmente las variables de temperatura, pH, nivel, caudal, presión y oxígeno disuelto, especialmente relevantes en la fermentación y en las etapas de purificación mediante resinas y evaporación, aplicando estrategias de regulación automáticas y alarmas de seguridad que aseguran el funcionamiento coordinado de todas las áreas de la planta.

3.3. Nomenclatura y simbología

Con el objetivo de asegurar la coherencia entre los diagramas de proceso, los planos P&ID y las tablas de instrumentación, se ha adoptado una nomenclatura estandarizada basada en la norma *ANSI/ISA-5.1 – Instrumentation Symbols and Identification*, publicada por la *International Society of Automation (ISA)*. [1]

Esta norma establece un sistema unificado para identificar de forma única cada instrumento, definir su función y representar su ubicación dentro del proceso. Asimismo, proporciona las bases para la elaboración de los esquemas de control mediante una simbología normalizada que permite interpretar de manera inequívoca los elementos de instrumentación y sus interconexiones.

Los criterios definidos en este apartado se aplicarán a todo el proyecto, garantizando la trazabilidad entre las etiquetas de los equipos descritas en el **Capítulo 2. Equipos** y los códigos de los instrumentos y lazos de control que se presentan en el presente capítulo.

3.3.1. Nomenclatura de los lazos de control

Un lazo de control reúne los instrumentos que actúan conjuntamente para mantener una variable de proceso en un valor determinado o dentro de un rango seguro, integrando el sensor, el controlador (cuando existe) y los elementos finales de control o actuación.

Cada lazo se designa mediante un código que indica la variable regulada y el equipo al que está asociado, siguiendo la estructura:

$$[\textit{Variable} - \textit{CódigoEquipo}]$$

Donde:

- Variable: Letra que identifica la variable de proceso controlada o supervisada, según la primera letra de la norma ISA 5.1.
- CódigoEquipo: Código alfanumérico del equipo principal donde se implementa el lazo, según la nomenclatura definida en el **Capítulo 2. Equipos**.

Por ejemplo, el lazo L-TA101 corresponde al control y supervisión de nivel del tanque de almacenamiento TA-101, mientras que el lazo T-TA101 hace referencia al control de temperatura del mismo tanque. De forma análoga, el lazo F-P103 corresponde al control de caudal de la bomba P-103.

Un mismo equipo puede tener asociados varios lazos de control cuando se supervisan o controlan múltiples variables de proceso. Así, el tanque TA-101 dispone de los lazos L-TA101 (nivel) y T-TA101 (temperatura), ambos actuando de forma independiente sobre el mismo equipo.

La primera letra del código identifica la variable de proceso. En la planta de producción de ácido cítrico, las variables más relevantes son las que se detallan en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1 - Significado de la letra del código de instrumentación según la norma ISA 5.1

Letra	Variable de proceso
T	Temperatura
P	Presión (incluye vacío)
L	Nivel
F	Caudal
A	Variable analítica (concentración)
PH	pH
DO	Oxígeno disuelto
C	Conductividad
S	Velocidad de agitación
K	Tiempo / secuencia de fase batch
PD	Presión diferencial

3.3.2. Nomenclatura de la instrumentación

Cada instrumento que forma parte de un lazo de control se identifica mediante un código alfanumérico que se construye a partir del código del lazo, añadiendo un prefijo de letras que describe el tipo de instrumento y su función según la norma ISA 5.1.

La estructura general utilizada es la siguiente:

$$[\text{LetrasFunción} - \text{CódigoLazo}]$$

Donde:

- **LetrasFunción:** conjunto de letras que identifican la variable medida (primera letra, según la Tabla 3.1) y la función que desempeña el instrumento (letras sucesivas).
- **CódigoLazo:** código del lazo de control al que pertenece el instrumento, según la nomenclatura definida en el apartado 3.3.1.

Las letras sucesivas definen la función que desempeña el instrumento dentro del lazo de control. En la Tabla 3.2 se presentan las letras de función más empleadas en la planta Citrox y su significado.

Tabla 3.2 - Funciones de los instrumentos según las letras del código ISA

Letras sucesivas	Significado	Tipo de elemento
T	Transmisor	Campo (físico)
I	Indicador	Software PLC / HMI
C	Controlador	Software PLC
V	Válvula de control	Campo (físico)
XV	Válvula ON/OFF automática	Campo (físico)
S	Interruptor (<i>Switch</i>)	Campo (físico)
H / L	Alto / Bajo (<i>High / Low</i>)	Modificador de alarma
HH / LL	Muy alto / Muy bajo (enclavamiento)	Contacto campo o PLC
A	Alarma	Software PLC
VFD	Variador de frecuencia	Campo (eléctrico)

Cuando se combinan las letras H (High) y L (Low) de forma duplicada (HH, LL), se indica un nivel de alarma o protección de mayor criticidad. Por ejemplo, LSHH corresponde a un switch de nivel muy alto, mientras que LSLl indica un switch de nivel muy bajo, ambos empleados típicamente para enclavamientos de seguridad.

Las alarmas (A) y los controladores (C) se implementan como funciones software en el PLC, por lo que no corresponden a dispositivos físicos de campo, sino a bloques de programación que procesan las señales de los transmisores y generan las acciones de control o notificación correspondientes.

3.3.3. Simbología de los dispositivos de instrumentación

Los instrumentos de medición y control se representan en los diagramas de proceso e instrumentación (P&ID) mediante símbolos normalizados que permiten identificar de forma rápida su función y ubicación dentro de la planta. Cada símbolo se asocia con el código del instrumento definido según la norma ISA 5.1 y se representa mediante una figura circular, denominada "burbuja", que contiene las letras y números correspondientes a su identificación.

En el presente proyecto se han adoptado dos símbolos diferenciados, coherentes con los principios de la norma ISA 5.1. Los instrumentos físicos instalados directamente sobre el proceso —transmisores, sensores y actuadores de campo— se representan mediante un círculo simple. Las funciones de control y supervisión implementadas en el sistema PLC-SCADA —controladores, indicadores, alarmas y registradores software— se representan mediante un cuadrado con un círculo en su interior cruzado por una línea horizontal, indicando que la función reside en el sistema de control centralizado y no corresponde a un dispositivo físico de campo.

3.3.4. Simbología de señales y conexiones

Las conexiones entre instrumentos y elementos de control se representan en los P&ID mediante dos tipos de líneas. La línea continua indica la vinculación física entre un instrumento y el punto del proceso donde está instalado, sin corresponder a un cable de señal. La línea discontinua representa la señal eléctrica transmitida entre el instrumento

de campo y el sistema de control PLC, que en la planta Citrox se implementa mediante señal analógica estándar de 4–20 mA o señal digital discreta. No se emplean señales neumáticas en la planta, ya que las válvulas de control seleccionadas incorporan el transductor de señal integrado, eliminando la necesidad de instrumentación neumática independiente.

3.4. Arquitectura del sistema de control

El sistema de control de la planta de producción de ácido cítrico se ha concebido como una arquitectura jerárquica basada en controladores lógicos programables (PLC) y supervisión centralizada mediante sistema SCADA, de acuerdo con los principios establecidos por las normas ISA-95 e ISA-88. [2] [3]

Esta configuración permite integrar en un mismo entorno los procesos discontinuos de fermentación y las etapas continuas de purificación y secado, asegurando la coordinación temporal entre ambos regímenes operativos.

El diseño se fundamenta en un PLC centralizado que gestiona la lógica de control de toda la planta mediante módulos de entrada/salida distribuidos por áreas funcionales, conectados a través de una red industrial Ethernet (PROFINET). Sobre este nivel actúa el sistema SCADA, instalado en la sala de control, encargado de la supervisión global, registro de variables, alarmas y consignas operativas.

La arquitectura adoptada responde a criterios de modularidad, fiabilidad y mantenibilidad, permitiendo el aislamiento de áreas durante operaciones de mantenimiento sin comprometer el funcionamiento del conjunto, y posibilitando la futura ampliación de capacidad productiva.

3.4.1. Niveles de sistema de control

3.4.1.1. Nivel de campo

El nivel de campo engloba los instrumentos y elementos finales de control instalados sobre el proceso, correspondientes a los niveles 0 y 1 del marco ISA-95. Su función es medir las variables críticas y ejecutar las acciones físicas ordenadas desde el nivel de control. [4]

En Citrox, esta capa se compone de instrumentación de medida continua, dispositivos discretos de seguridad (p. ej., interruptores de nivel/temperatura para enclavamientos) y actuadores (válvulas de control, válvulas on/off y accionamientos eléctricos). La caída de presión en columnas de carbón activo se monitoriza mediante presión diferencial para detectar colmatación del lecho y soportar la planificación operativa del tratamiento.

La planta combina operación discontinua-escalonada en A-200/A-300 con operación continua en A-400/A-500; por ello, la instrumentación no solo soporta la regulación de consignas, sino también la ejecución de fases y transiciones propias del régimen batch (carga, operación, descarga y limpieza), coordinadas desde el PLC para mantener la continuidad hacia downstream mediante tanques pulmón.

3.4.1.2. Nivel de control

El nivel de control (nivel 2 ISA-95) se encarga de procesar las señales de campo, ejecutar la regulación automática y coordinar la secuenciación operativa de la planta. En Citrox se implementa mediante un PLC centralizado con E/S distribuidas conectadas por red industrial PROFINET. [2]

El PLC integra control regulatorio (p. ej., controladores PID para variables principales) y control secuencial para las etapas discontinuas, incluyendo enclavamientos y alarmas lógicas asociadas al funcionamiento seguro y repetible del proceso.

La estructura de control batch se plantea conforme a ISA-88, separando la lógica en fases operativas y permitiendo la coordinación de equipos discontinuos en operación escalonada para alimentar de forma estable las etapas continuas posteriores. [3]. Así, el control PLC enlaza funcionalmente la operación batch (upstream) y continua (downstream), minimizando fluctuaciones y optimizando el rendimiento de la planta.

La selección de la arquitectura PLC frente a DCS se basa en la naturaleza y escala de la instalación. Según el *White Paper* de Siemens, “*DCS or PLC?*” [5], en plantas con un único producto, receta fija y riesgos operativos moderados, como la planta Citrox de ácido cítrico anhidro, un sistema PLC–SCADA centralizado ofrece la flexibilidad y fiabilidad necesarias, sin requerir la complejidad ni el coste de un DCS. Esta decisión técnica se respalda en la comparativa publicada por el *International Journal of Research Publication and Reviews* [6], donde se recomienda la aplicación de sistemas PLC en procesos con cambios de receta poco frecuentes y control regulatorio de complejidad elevada.

El diseño adoptado en Citrox optimiza la fiabilidad, escalabilidad y coste, asegurando el soporte lógico necesario para que el sistema SCADA (nivel 3) ejerza la supervisión, trazabilidad y gestión operativa centralizada.

3.4.1.3. Nivel de supervisión

El sistema SCADA constituye el nivel 3 del modelo ISA-95 y se sitúa sobre el nivel de control (PLC, nivel 2) y los dispositivos de campo (niveles 0–1). Su función es supervisar el proceso, adquirir y almacenar datos, gestionar alarmas y permitir la operación segura mediante consignas y modos de operación desde la sala de control [2], [7]. En plantas como Citrox, orientadas a un único producto, con una receta fija y un régimen de operación estable, la norma ISA-95 establece que el nivel 3 puede resolverse mediante un SCADA sin necesidad de implementar un sistema MES completo, ya que este último se orienta a funciones de planificación, gestión de órdenes de fabricación, logística interna y optimización a escala empresarial, no requeridas en este proyecto [2]. Esta elección es coherente con la filosofía de control adoptada en el nivel 2, donde se seleccionó un PLC frente a un DCS por su adecuación a procesos con baja variabilidad de receta y necesidades de supervisión centralizada moderadas [5] [6].

En la planta Citrox, el SCADA monitoriza en tiempo real las variables críticas de las áreas diferentes áreas, presentando tendencias, estados y consignas operativas por pantalla y por equipo. Proporciona históricos de variables, registro de eventos y auditoría de acciones de operador para asegurar la trazabilidad del proceso y el análisis de desviaciones. Gestiona un sistema de alarmas con prioridad y acuse, asociado a umbrales

y estados críticos (por ejemplo, desviaciones de temperatura, pH y oxígeno disuelto en fermentación; pH fuera de rango en precipitación/acidificación; turbidez en el licor filtrado; niveles y caudales en servicios). Las alarmas quedan registradas con sello temporal y datos de quien reconoce y actúa. Facilita la operación en modos manual o automático, la introducción de consignas autorizadas y la visualización HMI por áreas y equipos, garantizando la segregación de roles y minimizando errores de operación [7] [8].

El SCADA está instalado en la sala de control (A-700) y se comunica con el PLC central mediante red Ethernet industrial (PROFINET). Dispone de estaciones de operador y servidor de datos para históricos de tendencias, alarmas y eventos. La arquitectura sigue el modelo de referencia SCADA (servidor de datos, servidores de aplicación/alarma y clientes HMI), con acceso autenticado y dominio de operación local. Esta configuración proporciona la capa supervisora necesaria para la gestión operativa centralizada y la trazabilidad de la planta, en coherencia con la jerarquía ISA-95 adoptada [2] [7].

El SCADA gestiona las recetas maestras aplicables a los fermentadores TF-301 a TF-307 y su ejecución repetitiva, mientras el PLC ejecuta las fases de control (carga, fermentación, descarga, limpieza). El sistema registra por lote la evolución de variables y los eventos clave, lo que permite trazabilidad por batch y análisis de desempeño de ciclo, en línea con el marco ISA-88 para procesos por lotes [3].

3.5. Dimensionado del sistema de control

Una vez definida la arquitectura del sistema de control y los niveles de supervisión, es necesario cuantificar los requisitos de hardware que deben satisfacerse para implementarla. El punto de partida de este dimensionado es el recuento de señales de campo, que permite determinar el número y tipo de módulos de entradas y salidas necesarios y, a partir de ello, seleccionar el modelo de PLC y la configuración de estaciones remotas que mejor se adapta a la planta Citrox.

3.5.1. Clasificación de señales

El recuento de señales se realiza desde el punto de vista del PLC. Se denomina señal de entrada toda aquella información que un instrumento de campo transmite al PLC para su procesamiento: los transmisores de temperatura, nivel, caudal, presión, pH u oxígeno disuelto generan señales analógicas de entrada (AI), mientras que los interruptores de nivel, los sensores de posición de válvula y los contactos de confirmación generan señales digitales de entrada (DI). Por su parte, se denomina señal de salida toda orden que el PLC emite hacia un actuador: las válvulas de control y los variadores de frecuencia reciben señales analógicas de salida (AO), y las válvulas de apertura/cierre todo-nada reciben señales digitales de salida (DO).

Los controladores-indicadores presentes en el listado de instrumentación —LIC, TIC, FIC, AIC y similares— no se contabilizan en este recuento, ya que no corresponden a dispositivos físicos de campo sino a bloques de lógica de control implementados en el software del PLC, que procesan las señales recibidas de los transmisores y generan las órdenes correspondientes a los elementos finales de control.

3.5.2. Recuento de señales

A partir de la clasificación definida en el apartado anterior, se ha realizado el recuento de todas las señales físicas presentes en el listado de instrumentación de la planta, agrupadas por área funcional. La Tabla 3.3 recoge el resultado de este recuento, distinguiendo entre entradas analógicas (AI), salidas analógicas (AO), entradas digitales (DI) y salidas digitales (DO).

Tabla 3.3 – Recuento de señales por áreas

Tipo de módulo	Capacidad por módulo	Señales con reserva (+20%)	Módulos necesarios
Entradas analógicas (AI)	8 canales	206	26
Salidas analógicas (AO)	8 canales	178	23
Entradas digitales (DI)	32 canales	129	5
Salidas digitales (DO)	32 canales	71	3
TOTAL		584	57

El recuento total asciende a 485 señales físicas, distribuidas de forma desigual entre las áreas de la planta. El área A-300, correspondiente a la fermentación, concentra el mayor volumen con 188 señales, lo que representa aproximadamente el 39% del total. Esta concentración es consecuencia directa de la alta densidad de instrumentación requerida en los fermentadores: cada uno de los siete fermentadores TF-301 a TF-307 incorpora control de temperatura, pH, oxígeno disuelto, nivel, presión, caudal de aire y velocidad de agitación, lo que multiplica el número de señales por equipo respecto al resto de áreas.

Con el fin de garantizar la adaptabilidad del sistema ante una posible expansión futura de la capacidad productiva de la planta, se aplica una reserva estándar de ingeniería del 20% sobre el total de señales. Esto eleva el número de señales de dimensionado a 584, que es el valor que se toma como referencia para el cálculo de módulos en el apartado siguiente.

3.5.3. Módulos E/S necesarios

A partir del recuento de señales con reserva del 20%, se calcula el número de módulos de entradas y salidas necesarios para dar cobertura a toda la instrumentación de la planta. Los módulos seleccionados pertenecen a la familia SIMATIC S7-1500 de Siemens, con las siguientes capacidades por módulo: 8 canales para módulos analógicos (AI y AO) y 32 canales para módulos digitales (DI y DO). La Tabla 3.4 recoge el resultado del cálculo.

Tabla 3.4 – Módulos de E/S necesarios para el dimensionado del sistema de control

Área	AI	AO	DI	DO	Total
A-100	34	18	27	18	97
A-200	40	20	29	39	128
A-300	66	77	43	2	188
A-400	19	22	6	0	47
A-600	12	11	2	0	25
TOTAL	171	148	107	59	485
+20% reserva	206	178	129	71	584

El resultado total es de 57 módulos de E/S. Este valor supera la capacidad de alojamiento del rack local de la CPU, que en la familia S7-1500 admite un máximo de aproximadamente 32 módulos. Por tanto, no es posible centralizar toda la instrumentación en un único rack junto a la CPU, y se hace necesario distribuir los módulos entre varias estaciones remotas, una por área funcional, conectadas al PLC central mediante red PROFINET. Esta conclusión condiciona directamente tanto la selección del modelo de CPU como la configuración de estaciones remotas, que se desarrollan en los apartados 3.5.4 y 3.5.5 respectivamente.

3.5.4. Selección del controlador

A partir del dimensionado realizado en los apartados anteriores, se selecciona el controlador lógico programable SIMATIC S7-1500 de Siemens como unidad central del sistema de control de la planta Citrox. Esta elección se justifica por tres razones específicas del proyecto.

En primer lugar, el volumen total de señales físicas de la planta asciende a 485, cifra que supera la capacidad operativa del rango S7-1200, orientado a instalaciones de menor escala. El S7-1500 está diseñado para gestionar este orden de magnitud de señales con tiempos de ciclo reducidos y capacidad de procesamiento suficiente para atender simultáneamente todos los lazos de control activos de la planta.

En segundo lugar, el proceso de producción de ácido cítrico combina una etapa discontinua en el upstream —que abarca desde el pretratamiento de la melaza hasta la fermentación— con una etapa continua en el downstream de purificación, evaporación y cristalización. En la etapa discontinua, múltiples equipos requieren no solo el control regulatorio de variables de proceso, sino también la gestión secuencial de sus fases de operación: carga, operación, descarga y limpieza CIP. Esta gestión implica la apertura y cierre coordinado de válvulas, el arranque y parada de equipos, y la verificación de condiciones entre fases. Los fermentadores TF-301 a TF-307 constituyen el ejemplo más exigente de esta lógica, incorporando además fases de esterilización e inoculación, pero el mismo principio se aplica a otros equipos del upstream. Todo ello se estructura bajo una lógica secuencial conforme a la norma ISA-88. El S7-1500 incorpora de forma nativa las funciones necesarias para implementar esta estructura de control batch dentro del mismo entorno de programación que gestiona el control continuo del downstream, lo que permite integrar ambos regímenes operativos en un único sistema coherente.

En tercer lugar, el S7-1500 es el controlador central de referencia para las estaciones remotas SIMATIC ET 200MP, que comparten los mismos módulos de E/S y se configuran y programan desde el mismo entorno TIA Portal. Esta compatibilidad nativa simplifica tanto la puesta en marcha como el mantenimiento del sistema, al disponer de una única plataforma de ingeniería para toda la instalación.

3.5.5. Distribución por estaciones remotas ET 200MP

Como se ha concluido en el apartado 3.5.3, el número total de módulos de E/S necesarios supera la capacidad del rack local de la CPU. Por ello, los módulos se distribuyen entre estaciones remotas SIMATIC ET 200MP, una por área funcional, conectadas al PLC central mediante red PROFINET. Esta distribución permite mantener el cableado de señales corto en cada zona, facilita el mantenimiento eléctrico localizado por área y permite aislar una estación para intervención sin afectar a la operación del resto de la planta.

La Tabla 3.5 recoge el número de módulos asignados a cada estación remota.

Tabla 3.5 – Distribución de módulos de E/S por estación remota ET 200MP

Área	Módulos AI	Módulos AO	Módulos DI	Módulos DO	Total módulos
A-100	5	3	1	1	10
A-200	5	3	1	2	11
A-300	9	10	2	1	22
A-400	3	3	1	0	7
A-600	2	2	1	0	5
TOTAL	24	21	6	4	55

Ninguna de las estaciones supera los 30 módulos admitidos por una unidad ET 200MP, por lo que una estación por área es suficiente en todos los casos. El área A-300 es la que mayor carga concentra con 22 módulos, lo que es coherente con el elevado volumen de señales de la zona de fermentación identificado en el apartado 3.5.2.

3.6. Sensores

En este apartado se recogen las fichas técnicas de los sensores seleccionados para la planta, organizadas por variable medida (nivel, temperatura, presión, caudal y analíticas).

Las fichas se han elaborado a partir de la documentación de fabricante y se han resumido para incluir únicamente los parámetros relevantes para el diseño y la operación del proceso.

3.6.1. Sensores de nivel

En la planta Citrox se han seleccionado dos modelos de sensores de nivel, ya que los requisitos de medida no son homogéneos en todos los equipos. Esta decisión responde a un criterio técnico-económico: se reserva la instrumentación de mayores prestaciones para aquellos puntos donde el proceso impone condiciones más exigentes, mientras que en el resto de los depósitos se emplean soluciones más simples y económicas que cumplen adecuadamente la función de control y seguridad requerida.

Para los fermentadores se ha seleccionado el transmisor de nivel radar sin contacto VEGAPULS 64, ya que la formación de espuma durante la fermentación exige una medida fiable sin contacto con el medio. Asimismo, el equipo debe tolerar las condiciones térmicas asociadas a los ciclos de limpieza/esterilización, y este modelo admite temperaturas de proceso de -196 a $+200$ °C. Finalmente, permite una configuración compatible con el servicio por materiales en contacto disponibles en 316L y juntas en PTFE, adecuados para un entorno con requisitos higiénicos y de CIP.

En la Tabla 3.6 se observa la hoja de especificaciones de este sensor:

Tabla 3.6 – Hoja de especificaciones del sensor de nivel 1

	HOJA DE ESPECIFICACIONES SENSOR NIVEL (1)			
	Fabricante	VEGA Grieshaber KG	Descripción	Transmisor de nivel radar sin contacto de 80 GHz para líquidos.
Modelo	VEGAPULS 64			
Características de medida				
Principio de media	Radar FMCW (sin contacto)			
Rango de medida	Hasta 30m			
Precisión	≤ ±1 mm			
Tiempo de respuesta	< 1s			
Condiciones de proceso				
	Mínima		Máxima	
Temperatura de proceso (° C)	-196		+200	
Presión de proceso (bar)	-1		+25	
Temperatura ambiente (° C)	-40		+80	
Construcción e instalación				
Conexión a proceso	Rosca G¾", Brida DN50-DN100 PN16			
Materiales (contacto)	Acero inoxidable 316L			
Juntas	PTFE			
Imagen				
				

Los tanques de almacenamiento y preparación (áreas A-200, A-300, A-500) operan con líquidos de densidad estable sin generación de espuma, lo que descarta la necesidad de tecnología radar. El sensor capacitivo FMI51/FMI52 con varilla de contacto en acero inoxidable 316L proporciona precisión equivalente ($\leq \pm 1$ mm) al VEGAPULS 64 radar, con un coste aproximadamente 60% inferior. La capacidad de operar hasta 100 bar y

temperaturas de -80 a +200 °C cubre con holgura las condiciones de proceso (presión atmosférica, 50-90 °C) incluyendo ciclos CIP. Las conexiones tri-clamp y juntas PTFE garantizan diseño higiénico 3-A/EHEDG, mientras que la salida 4-20 mA HART mantiene compatibilidad con la red PROFINET del sistema de control.

Esta estrategia de selección dual (radar para fermentadores críticos con espuma, capacitivo para tanques de almacenamiento estáticos) optimiza el presupuesto de instrumentación.

En la Tabla 3.7 se observa la hoja de especificaciones de este sensor:

Tabla 3.7 – Hoja de especificaciones del sensor de nivel 2

	HOJA DE ESPECIFICACIONES SENSOR NIVEL (2)			
	Fabricante	Endress+Hauser	Descripción	Transmisor de nivel capacitivo con contacto para medida continua en líquidos.
	Modelo	Liquicap M FMI51/FMI52		
Características de medida				
Principio de media	Capacitivo (con contacto)			
Rango de medida	Hasta 30 m			
Precisión	≤ ±1 mm			
Tiempo de respuesta	< 1 s			
Condiciones de proceso				
	Mínima		Máxima	
Temperatura de proceso (° C)	-80		200	
Presión de proceso (bar)	-1		100	
Temperatura ambiente (° C)	-50		70	
Construcción e instalación				
Conexión a proceso	Rosca G½", G¾", G1", G1½", NPT / Brida DN50-DN100 / Tri-Clamp 1", 1½", 2"			
Materiales (contacto)	Acero inoxidable 316L			
Juntas	PTFE			
Imagen				
				

3.6.2. Sensor de temperatura

La medición de temperatura en la planta abarca rangos operativos amplios: desde 5 °C en circuitos de refrigeración hasta 165 °C en líneas de vapor de proceso. El transmisor

iTHERM CompactLine TM311 con Pt100 Clase A cubre el rango completo de -50 a +200 °C con precisión de $\pm 0,48$ °C @ 200 °C, cumpliendo los requisitos de control en fermentadores ($35 \pm 0,5$ °C), tanques de pretratamiento (50-90 °C), evaporador E-601 (60 °C) y cristizador K-601 (enfriamiento $60 \rightarrow 15$ °C). La longitud de inmersión seleccionable (50-500 mm) permite adaptación a la geometría de cada equipo, garantizando tiempo de respuesta adecuado ($T_{90} < 8$ s) para control PID con banda de control estrecha en fermentación.

El material 316L en vaina y carcasa, junto con juntas EPDM y certificaciones 3-A Sanitary / EHEDG, asegura compatibilidad con diseño higiénico y ciclos CIP (hasta 90 °C). La conexión G1/2" / brida DN50 PN16 / tri-clamp 1,5"/2" permite integración directa en líneas y equipos sin requerir accesorios adicionales en condiciones estándar. La salida 4-20 mA mantiene homogeneidad de protocolo con el resto de instrumentación de campo y compatibilidad con la red PROFINET del PLC.

Para puntos de medición donde la temperatura supera los 200 °C —líneas de vapor de caldera CL-601 (4 bar, 142 °C), ciclos SIP (121 °C), esterilización de fermentadores (120-140 °C)—, se incorpora el accesorio Thermowell TWA50, vaina de protección en acero inoxidable que aísla el sensor del contacto directo con fluidos de alta temperatura y presión, extendiendo su rango de operación hasta 400 °C sin comprometer la precisión de medición ni la integridad del transmisor. Esta solución permite mantener un único modelo de sensor en toda la planta, simplificando inventario, calibración y formación del personal de mantenimiento. En la Tabla 3.8 se observa la hoja de especificaciones de este sensor:

Tabla 3.8 – Hoja de especificaciones del sensor de temperatura

HOJA DE ESPECIFICACIONES SENSOR TEMPERATURA				
	Fabricante	Endress+Hauser	Descripción	Transmisor de temperatura compacto con sensor Pt100 integrado para aplicaciones sanitarias
	Modelo	iTHERM CompactLine TM311		
Características de medida				
Principio de media	Pt100 Clase A (IEC 60751)			
Rango de medida	-50 a +200 °C			
Exactitud	±0,5 °C @ 50 °C ±0,48 °C @ 200 °C			
Tiempo de respuesta	T90 < 8 s (agua 0,4 m/s)			
Condiciones de proceso				
	Mínima		Máxima	
Temperatura de proceso (° C)	-50		+200	
Presión de proceso (bar)	-1		+50	
Temperatura ambiente (° C)	-40		+85	
Construcción e instalación				
Conexión a proceso	G1/2" A (ISO 228-1) / Brida DN50 PN16 / Tri-clamp 1,5" o 2"			
Material vaina	Acero inoxidable 316L			
Longitud inmersión	50/100/150/300/500 mm (selección según aplicación)			
Material carcasa	Acero inoxidable 316L			
Junta	EPDM			
Certificación	3-A Sanitary, FDA, EHEDG			
Accesorios	Thermowell TWA50 para T > 200 ° C			
Imagen				
				

3.6.3. Sensor de presión

La medición de presión en la planta Citrox abarca condiciones operativas heterogéneas: presión positiva moderada en fermentadores (~1.04 bar), vacío en evaporador y cristizador (0.1–0.5 atm), y líneas de bombeo con transitorios hidráulicos. Esto exige un transmisor versátil en rango (-1 a +40 bar configurable), con sobrepresión admisible elevada (160 bar) que tolere golpes de ariete sin fallo de medida.

El diseño de membrana cerámica flush (diafragma a ras) responde al requisito de higiene del proceso biotecnológico: elimina puntos muertos donde proliferarían microorganismos, permite limpieza CIP y esterilización SIP sin desmontaje, y cumple con normativa sanitaria (3-A, FDA, EHEDG). Esto descarta transmisores con membrana saliente o conexiones roscadas no sanitarias. La construcción en AISI 316L garantiza

resistencia a corrosión en contacto con el proceso fermentativo y las corrientes de purificación, coherente con el material especificado en el **Capítulo 2. Equipos** y **Capítulo 4. Tuberías, válvulas, bombas y accesorios**.

El rango térmico de proceso (-40 a 150°C) permite instalar el mismo modelo desde líneas de proceso a temperatura ambiente hasta fermentadores con ciclos de esterilización >121°C, estandarizando repuestos. La exactitud de $\pm 0.3\%$ span es adecuada para lazos PID de control de vacío (evaporador/cristalizador) y alarmas de seguridad (PAH/PAL) en líneas de aire estéril, mientras que la protección IP69K tolera limpieza agresiva CIP sin degradación del instrumento.

La señal 4–20 mA se integra directamente con los módulos AI de los racks ET 200MP (arquitectura PLC-SCADA, **Capítulo 3. Control e instrumentación**), y las conexiones Tri-clamp/G1/2" facilitan montaje en líneas Schedule 10S sin adaptadores intermedios.

En la Tabla 3.9 se observa la hoja de especificaciones de este sensor:

Tabla 3.9 – Hoja de especificaciones del sensor de presión

	HOJA DE ESPECIFICACIONES SENSOR PRESIÓN			
	Fabricante	Endress+Hauser	Descripción	Transmisor de presión compacto con membrana cerámica flush para aplicaciones sanitarias
	Modelo	Cerabar PMP23		
Características de medida				
Principio de media	Membrana cerámica piezorresistiva			
Rango de medida	-1 a +40 bar (configurable)			
Exactitud	±0,3% span			
Sobrepresión admisible	160 bar			
Condiciones de proceso				
	Mínima		Máxima	
Temperatura de proceso (° C)	-40		150	
Temperatura ambiente (° C)	-40		85	
Construcción e instalación				
Conexión a proceso	Tri-clamp, rosca G1/2", brida (múltiples opciones sanitarias)			
Material membrana	Acero inoxidable 316L			
Diseño membrana	Flush (diafragma ras)			
Material carcasa	Acero inoxidable 316L			
Clase protección	IP69K			
Certificación	3-A Sanitary, FDA, EHEDG			
Accesorios	Para medición vapor >100 °C			
Imagen				
				

3.7. Lista de los lazos de control

3.7.1. A-100

En la Tabla 3.10 se muestra la lista de los lazos de control de la A-100

Tabla 3.10 – Tabla con la lista de los lazos de control en el A-100

		LISTA DE LAZOS DE CONTROL		Hoja 1 de 1
		Planta	Citrox	A-100
		Localización	Lérida	
		Fecha	10/02/2026	
Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Configuración
TA-101	L-TA101	Nivel tanque melaza	-	Alarma
	T-TA101	Temperatura tanque	Caudal vapor	Feedback
TA-102	L-TA102	Nivel tanque melaza	-	Alarma
	T-TA102	Temperatura tanque	Caudal vapor	Feedback
P-103	F-P103	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-104	F-P104	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
HE-101	T-HE101	Temperatura melaza	Caudal vapor	Feedback
TA-103	L-TA103	Nivel tanque HCl	-	Alarma
	T-TA103	Temperatura tanque HCl	-	Alarma
P-107	F-P107	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-108	F-P108	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
TA-104	L-TA104	Nivel tanque NaOH	-	Alarma
	T-TA104	Temperatura tanque NaOH	Caudal vapor	Feedback
P-111	F-P111	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-112	F-P112	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
TA-105	L-TA105	Nivel tanque H ₂ SO ₄	-	Alarma
	T-TA105	Temperatura tanque H ₂ SO ₄	-	Alarma
P-115	F-P115	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-116	F-P116	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-117	P-P117	Presión descarga bomba	Velocidad bomba	Feedback
P-118	P-P118	Presión descarga bomba	Velocidad bomba	Feedback
TA-106	L-TA106	Nivel tanque cal	-	Alarma
	T-TA106	Temperatura tanque cal	-	Alarma
TA-107	L-TA107	Nivel tanque cal	-	Alarma
	T-TA107	Temperatura tanque cal	-	Alarma
P-119	F-P119	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
	P-P119	Presión descarga bomba	Velocidad bomba	Feedback
P-120	F-P120	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
	P-P120	Presión descarga bomba	Velocidad bomba	Feedback
TA-108	L-TA108	Nivel tanque agua ósmosis	-	Alarma
	A-TA108	pH agua	-	Alarma
	C-TA108	Conductividad agua	-	Alarma
P-123	F-P123	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-124	F-P124	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
TA-109	L-TA109	Nivel tanque nutrientes	-	Alarma
	T-TA109	Temperatura tanque nutrientes	-	Alarma
P-127	F-P127	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-128	F-P128	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback

3.7.2. A-200

En la Tabla 3.11 se muestra la lista de los lazos de control de la A-200.

Tabla 3.11 - Tabla con la lista de los lazos de control en el A-200

		LISTA DE LAZOS DE CONTROL		Hoja 1 de 1
		Planta	Citrox	A-200
		Localización	Lérida	
		Fecha	10/02/2026	
Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Configuración
HE-202	T-HE202	Temperatura salida agua dilución	Caudal vapor	Feedback
TO-201	L-TO201	Nivel tanque disolución	-	Alarma
P-201	F-P201	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-202	F-P202	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
HE-201	T-HE201	Temperatura salida desmetalización	Caudal vapor	Feedback
TO-202	L-TO202	Nivel tanque desmetalización	-	Alarma
P-205	F-P205	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
P-206	F-P206	Caudal salida tanque	Velocidad bomba	Feedback
HE-203	T-HE203	Temperatura salida hacia filtración	Caudal vapor	Feedback
AC-201	PD-AC201	Presión diferencial columna	-	Alarma
	L-AC201	Nivel Columna	-	Alarma
AC-202	PD-AC202	Presión diferencial columna	-	Alarma
	L-AC202	Nivel Columna	-	Alarma
AC-203	PD-AC203	Presión diferencial columna	-	Alarma
	L-AC203	Nivel Columna	-	Alarma
IX-201	PD-IX201	Presión diferencial columna	-	Alarma
	L-IX-201	Nivel Columna	-	Alarma
IX-202	PD-IX202	Presión diferencial columna	-	Alarma
	L-IX-202	Nivel Columna	-	Alarma
IX-203	PD-IX203	Presión diferencial columna	-	Alarma
	L-IX-203	Nivel Columna	-	Alarma
IX-204	PD-IX204	Presión diferencial columna	-	Alarma
	L-IX-204	Nivel Columna	-	Alarma
TO-203	L-TO203	Nivel tanque pulmón	Válvula entrada/salida	Control ON/OFF
	T-TO203	Temperatura tanque	-	Monitoreo
	A-TO203	pH tanque	-	Monitoreo
TO-204	L-TO204	Nivel tanque pulmón	Válvula entrada/salida	Control ON/OFF
	T-TO204	Temperatura tanque	-	Monitoreo
	A-TO204	pH tanque	-	Monitoreo
P-215	F-P215	Caudal bomba	Velocidad bomba	Feedback
P-216	F-P216	Caudal bomba	Velocidad bomba	Feedback

3.7.3. A-300

En las Tabla 3.12 y Tabla 3.13 se muestran las listas de los lazos de control del A-300

Tabla 3.12 - Tabla 1 con la lista de los lazos de control en el A-300

		LISTA DE LAZOS DE CONTROL		Hoja 1 de 2
		Planta	Citrox	A-300
		Localización	Lérida	
		Fecha	10/02/2026	
Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Configuración
PZ-301	F-PZ301	Caudal entrada pasteurizador	-	Monitoreo
	K-PZ301	Tiempo residencia pasteurización	Recirculación sistema	Control ON/OFF
PZ-301A	T-PZ301A	Temperatura calentamiento	Caudal vapor	Feedback
PZ-301B	T-PZ301B	Temperatura holding/enfriamiento	Caudal agua refrigeración	Feedback
P-303	F-P303	Caudal entrada nutrientes	Velocidad bomba	Feedback
P-304	F-P304	Caudal entrada nutrientes	Velocidad bomba	Feedback
PZ-302	F-PZ302	Caudal entrada pasteurizador	-	Monitoreo
	K-PZ302	Tiempo residencia pasteurización	Recirculación sistema	Control ON/OFF
PZ-302A	T-PZ302A	Temperatura calentamiento	Caudal vapor	Feedback
PZ-302B	T-PZ302B	Temperatura holding/enfriamiento	Caudal agua refrigeración	Feedback
CP-301A	F-CP301A	Caudal aire compresor A	Velocidad compresor	Feedback
CP-301B	F-CP301B	Caudal aire compresor B	Velocidad compresor	Feedback
CP-301	P-CP301	Presión aire colector común	-	Alarma
TF-301	L-TF301	Nivel fermentador	Válvulas entrada melaza/nutrientes y salida	Feedback
	T-TF301	Temperatura fermentación (35±0.5°C)	Caudal agua refrigeración	Feedback
	F-TF301	Caudal aire aireación	Apertura válvula aire	Feedback
	DO-TF301	Oxígeno disuelto	-	Alarma
	P-TF301	Presión fermentador	Apertura válvula salida gases filtrados	Feedback
	PH-TF301	pH caldo fermentación (4.5→2.5)	Dosificación HCl/NaOH	Feedback
	S-TF301	Velocidad agitación	Frecuencia motor agitador (VFD)	Feedback
	K-TF301	Tiempo residencia/volumen batch	-	Monitoreo
TF-302	L-TF302	Nivel fermentador	Válvulas entrada melaza/nutrientes y salida	Feedback
	T-TF302	Temperatura fermentación (35±0.5°C)	Caudal agua refrigeración	Feedback
	F-TF302	Caudal aire aireación	Apertura válvula aire	Feedback
	DO-TF302	Oxígeno disuelto	-	Alarma
	P-TF302	Presión fermentador	Apertura válvula salida gases filtrados	Feedback
	PH-TF302	pH caldo fermentación (4.5→2.5)	Dosificación HCl/NaOH	Feedback
	S-TF302	Velocidad agitación	Frecuencia motor agitador (VFD)	Feedback
	K-TF302	Tiempo residencia/volumen batch	-	Monitoreo
TF-303	L-TF303	Nivel fermentador	Válvulas entrada melaza/nutrientes y salida	Feedback
	T-TF303	Temperatura fermentación (35±0.5°C)	Caudal agua refrigeración	Feedback
	F-TF303	Caudal aire aireación	Apertura válvula aire	Feedback
	DO-TF303	Oxígeno disuelto	-	Alarma
	P-TF303	Presión fermentador	Apertura válvula salida gases filtrados	Feedback
	PH-TF303	pH caldo fermentación (4.5→2.5)	Dosificación HCl/NaOH	Feedback
	S-TF303	Velocidad agitación	Frecuencia motor agitador (VFD)	Feedback
	K-TF303	Tiempo residencia/volumen batch	-	Monitoreo
TF-304	L-TF304	Nivel fermentador	Válvulas entrada melaza/nutrientes y salida	Feedback
	T-TF304	Temperatura fermentación (35±0.5°C)	Caudal agua refrigeración	Feedback
	F-TF304	Caudal aire aireación	Apertura válvula aire	Feedback
	DO-TF304	Oxígeno disuelto	-	Alarma
	P-TF304	Presión fermentador	Apertura válvula salida gases filtrados	Feedback
	PH-TF304	pH caldo fermentación (4.5→2.5)	Dosificación HCl/NaOH	Feedback
	S-TF304	Velocidad agitación	Frecuencia motor agitador (VFD)	Feedback
	K-TF304	Tiempo residencia/volumen batch	-	Monitoreo

Tabla 3.13 - Tabla 2 con la lista de los lazos de control en el A-300

		LISTA DE LAZOS DE CONTROL		Hoja 2 de 2
		Planta	Citrox	A-300
		Localización	Lérida	
		Fecha	10/02/2026	
Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Configuración
TF-305	L-TF305	Nivel fermentador	Válvulas entrada melaza/nutrientes y salida	Feedback
	T-TF305	Temperatura fermentación (35±0.5°C)	Caudal agua refrigeración	Feedback
	F-TF305	Caudal aire aireación	Apertura válvula aire	Feedback
	DO-TF305	Oxígeno disuelto	-	Alarma
	P-TF305	Presión fermentador	Apertura válvula salida gases filtrados	Feedback
	PH-TF305	pH caldo fermentación (4.5→2.5)	Dosificación HCl/NaOH	Feedback
	S-TF305	Velocidad agitación	Frecuencia motor agitador (VFD)	Feedback
	K-TF305	Tiempo residencia/volumen batch	-	Monitoreo
TF-306	L-TF306	Nivel fermentador	Válvulas entrada melaza/nutrientes y salida	Feedback
	T-TF306	Temperatura fermentación (35±0.5°C)	Caudal agua refrigeración	Feedback
	F-TF306	Caudal aire aireación	Apertura válvula aire	Feedback
	DO-TF306	Oxígeno disuelto	-	Alarma
	P-TF306	Presión fermentador	Apertura válvula salida gases filtrados	Feedback
	PH-TF306	pH caldo fermentación (4.5→2.5)	Dosificación HCl/NaOH	Feedback
	S-TF306	Velocidad agitación	Frecuencia motor agitador (VFD)	Feedback
	K-TF306	Tiempo residencia/volumen batch	-	Monitoreo
TF-307	L-TF307	Nivel fermentador	Válvulas entrada melaza/nutrientes y salida	Feedback
	T-TF307	Temperatura fermentación (35±0.5°C)	Caudal agua refrigeración	Feedback
	F-TF307	Caudal aire aireación	Apertura válvula aire	Feedback
	DO-TF307	Oxígeno disuelto	-	Alarma
	P-TF307	Presión fermentador	Apertura válvula salida gases filtrados	Feedback
	PH-TF307	pH caldo fermentación (4.5→2.5)	Dosificación HCl/NaOH	Feedback
	S-TF307	Velocidad agitación	Frecuencia motor agitador (VFD)	Feedback
	K-TF307	Tiempo residencia/volumen batch	-	Monitoreo
TO-301	L-TO301	Nivel tanque almacenamiento	Válvulas entrada/salida	Feedback
	T-TO301	Temperatura licor	-	Monitoreo
TO-302	L-TO302	Nivel tanque almacenamiento	Válvulas entrada/salida	Feedback
	T-TO302	Temperatura licor	-	Monitoreo
FI-303	L-FI303	Nivel filtro	Válvula control nivel	Feedback
	F-FI303	Caudal filtración	Válvula control caudal	Feedback

3.7.4. A-400

En la Tabla 3.14 se muestra la lista de los lazos de control de la A-400

Tabla 3.14 - Tabla con la lista de los lazos de control en el A-400

		LISTA DE LAZOS DE CONTROL		Hoja 1 de 1
		Planta	Citrox	A-400
		Localización	Lérida	
		Fecha	10/02/2026	
Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Configuración
TO-401	L-TO401	Nivel tanque precipitación	Velocidad bombas entrada	Feedback
	T-TO401	Temperatura precipitación	Apertura válvula control temperatura	Feedback
	PH-TO401	pH precipitación con cal	Caudal dosificación lechada cal	Feedback
FI-401	L-FI401	Nivel filtro	Apertura válvula descarga	Feedback
VGC-404	F-VGC404	Caudal agua limpieza filtro	Apertura válvula agua CIP	Feedback
TO-402	L-TO402	Nivel tanque precipitación	Velocidad bombas entrada	Feedback
	T-TO402	Temperatura precipitación	Apertura válvula control temperatura	Feedback
	PH-TO402	pH precipitación con H ₂ SO ₄	Caudal dosificación ácido sulfúrico	Feedback
FI-402	L-FI402	Nivel filtro	Apertura válvula descarga	Feedback
VGC-408	F-VGC408	Caudal agua limpieza filtro	Apertura válvula agua CIP	Feedback
WH-401	F-WH401	Caudal agua recuperación	Apertura válvula control caudal	Feedback
FI-403	L-FI403	Nivel filtro yeso	Apertura válvula descarga	Feedback
VGC-411	F-VGC411	Caudal agua lavado filtro	Apertura válvula agua lavado	Feedback
KE-401	L-KE401	Nivel cristalizador	Velocidad bombas entrada	Feedback
	T-KE401	Temperatura cristalización	Apertura válvula agua refrigeración	Feedback
FI-404	L-FI404	Nivel filtro ácido cítrico	Apertura válvula descarga	Feedback
VGC-415	F-VGC415	Caudal agua limpieza filtro	Apertura válvula agua CIP	Feedback
DY-401	F-DY401	Caudal secador	Apertura válvula control caudal	Feedback
DY-402	F-DY402	Caudal secador	Apertura válvula control caudal	Feedback

3.7.5. A-600

En la Tabla 3.15 se muestra la lista de los lazos de control de la A-600

Tabla 3.15 - Tabla con la lista de los lazos de control en el A-600

		LISTA DE LAZOS DE CONTROL		Hoja 1 de 1
		Planta	Citrox	A-600
		Localización	Lérida	
		Fecha	10/02/2026	
Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Configuración
CL-601	P-CL601	Presión vapor caldera	Apertura válvula control presión	Feedback
CH-601	T-CH601	Temperatura agua refrigeración	-	Monitoreo
P-601	F-P601	Caudal bomba vapor	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-602	F-P602	Caudal bomba vapor	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-603	F-P603	Caudal bomba agua caliente	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-604	F-P604	Caudal bomba agua caliente	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-605	P-P605	Presión bomba agua proceso	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-606	P-P606	Presión bomba agua proceso	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-607	F-P607	Caudal bomba agua refrigeración	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-608	F-P608	Caudal bomba agua refrigeración	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-609	F-P609	Caudal bomba agua servicios	Velocidad bomba (VFD)	Feedback
P-610	F-P610	Caudal bomba agua servicios	Velocidad bomba (VFD)	Feedback

3.8. Listado de instrumentación de la planta

3.8.1. A-100

En las Tabla 3.16, Tabla 3.17 y Tabla 3.18 se muestran los listados de instrumentación del A-100.

Tabla 3.16 – Tabla 1 del listado de instrumentación del A-100

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 1 de 3	
		Planta	Citrox	A-100	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
TA-101	L-TA101	LT-L-TA101	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA101	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA101	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA101	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA101	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA101	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA101 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA101 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA101	TT-T-TA101	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TA101	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TA101	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TIC-T-TA101	Controlador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-TA101	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
		TSHH-T-TA101	Switch temperatura muy alta	Contacto	Campo
TA-102	L-TA102	LT-L-TA102	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA102	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA102	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA102	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA102	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA102	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA102 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA102 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA102	TT-T-TA102	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TA102	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TA102	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TIC-T-TA102	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-TA102	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
		TSHH-T-TA102	Switch temperatura muy alta	Contacto	Campo
P-103	F-P103	FT-F-P103	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P103	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P103	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-104	F-P104	FT-F-P104	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P104	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P104	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
HE-101	T-HE101	TT-T-HE101	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-HE101	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-HE101	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
TA-103	L-TA103	LT-L-TA103	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA103	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA103	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA103	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA103	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA103	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA103 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA103 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA103	TT-T-TA103	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TA103	Indicador temperatura local	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TA103	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TA103	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TSHH-T-TA103	Switch temperatura muy alta	Contacto	Campo

Tabla 3.17 – Tabla 2 del listado de instrumentación del A-100

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 2 de 3	
		Planta	Citrox	A-100	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
P-107	F-P107	FT-F-P107	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P107	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P107	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-108	F-P108	FT-F-P108	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P108	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P108	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
TA-104	L-TA104	LT-L-TA104	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA104	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA104	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA104	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA104	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA104	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA104 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA104 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA104	TT-T-TA104	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TA104	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TA104	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TIC-T-TA104	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TSHH-T-TA104	Switch temperatura muy alta	Contacto	Campo
		TCV-T-TA104	Válvula control vapor/agua caliente	Eléctrica	Campo
P-115	F-P115	FT-F-P115	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P115	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P115	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-116	F-P116	FT-F-P116	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P116	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P116	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
TA-105	L-TA105	LT-L-TA105	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA105	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA105	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA105	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA105	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA105	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA105 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA105 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA105	TT-T-TA105	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TA105	Indicador temperatura local	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TA105	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TA105	Alarma temperatura baja	Software	PLC
P-111	F-P111	FT-F-P111	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P111	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P111	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-112	F-P112	FT-F-P112	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P112	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P112	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-117	P-P117	PSHH-P-P117	Switch presión alta	Contacto	Local bomba
P-118	P-P118	PSHH-P-P118	Switch presión alta	Contacto	Local bomba
TA-106	L-TA106	LT-L-TA106	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA106	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA106	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA106	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA106	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA106	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA106 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA106 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA106	TT-T-TA106	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TA106	Indicador temperatura	Eléctrica	Campo

Tabla 3.18 – Tabla 3 del listado de instrumentación del A-100

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 3 de 3	
		Planta	Citrox	A-100	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
TA-107	L-TA107	LIT-L-TA107	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA107	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA107	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA107	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA107	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA107	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA107 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA107 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA107	TT-T-TA107	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TA107	Indicador temperatura local	Eléctrica	Campo
P-119	P-P119	PSH-P-P119	Switch presión alta	Contacto	Local bomba
	F-P119	FT-F-P119	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P119	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P119	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-120	P-P120	PSH-P-P120	Switch presión alta	Contacto	Local bomba
	F-P120	FT-F-P120	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P120	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P120	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
TA-108	L-TA108	LT-L-TA108	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA108	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA108	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA108	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA108	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA108	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA108 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA108 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	A-TA108	AT-A-TA108	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AAH-A-TA108	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-A-TA108	Alarma pH bajo	Software	PLC
	C-TA108	CT-C-TA108	Transmisor conductividad	Eléctrica	Campo
		CAH-C-TA108	Alarma conductividad alta	Software	PLC
		CAL-C-TA108	Alarma conductividad baja	Software	PLC
P-123	F-P123	FT-F-P123	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P123	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P123	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-124	F-P124	FT-F-P124	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P124	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P124	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
TA-109	L-TA109	LT-L-TA109	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TA109	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TA109	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TA109	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TA109	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TA109	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TA109 (in)	Válvula interlock entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TA109 (out)	Válvula interlock salida	Eléctrica	Campo
	T-TA109	TT-T-TA109	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TA109	Indicador temperatura local	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TA109	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TA109	Alarma temperatura baja	Software	PLC
P-127	F-P127	FT-F-P127	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P127	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P127	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-128	F-P128	FT-F-P128	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P128	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P128	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba

3.8.2. A-200

En las Tabla 3.19, Tabla 3.20, Tabla 3.21 y Tabla 3.22 se muestran los listados de instrumentación del A-200.

Tabla 3.19 - Tabla 1 del listado de instrumentación del A-200

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 1 de 4	
		Planta	Citrox	A-200	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
HE-202	T-HE202	TT-T-HE202	Transmisor temperatura salida	Eléctrica	Campo
		TIC-T-HE202	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-HE202	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
TO-201	L-TO201	LT-L-TO201	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TO201	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LCV-L-TO201 (H2O)	Válvula control agua dilución	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TO201 (MEL)	Válvula control melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TO201 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TO201	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO201	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
P-201	F-P201	FT-F-P201	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P201	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P201	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-202	F-P202	FT-F-P202	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P202	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P202	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
HE-201	T-HE201	TT-T-HE201	Transmisor temperatura salida	Eléctrica	Campo
		TIC-T-HE201	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-HE201	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
TO-202	L-TO202	LT-L-TO202	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TO202	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LCV-L-TO202 (MEL)	Válvula control melaza diluida	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TO202 (FCP)	Válvula control ferrocianuro potásico	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TO202 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TO202	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO202	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
P-205	F-P205	FT-F-P205	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P205	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P205	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-206	F-P206	FT-F-P206	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P206	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P206	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
HE-203	T-HE203	TT-T-HE203	Transmisor temperatura salida	Eléctrica	Campo
		TIC-T-HE203	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-HE203	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
Sistema AC	F-VGC204	FT-F-VGC204	Transmisor caudal distribución	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VGC204	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-VGC204	Válvula control caudal general	Eléctrica	Campo
AC-201	PD-AC201	PDIT-PD-AC201	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-AC201	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-AC201	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
	L-AC201	LSHH-L-AC201	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-AC201	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	-	XV-F-VBC207	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
		XV-F-VBC208	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC209	XV-F-VBC209	Válvula entrada agua limpieza	Digital	Campo
		FIT-F-VBC209	Indicador-transmisor caudal agua	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC210	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
		XV-F-VBC211	Válvula descarga agua residual	Digital	Campo
		FS-F-VBC211	Switch caudal agua residual	Contacto	Campo
AC-202	PD-AC202	PDIT-PD-AC202	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-AC202	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-AC202	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
	L-AC202	LSHH-L-AC202	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-AC202	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	-	XV-F-VBC212	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
		XV-F-VBC213	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC214	XV-F-VBC214	Válvula entrada agua limpieza	Digital	Campo
		FIT-F-VBC214	Indicador-transmisor caudal agua	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC215	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
		XV-F-VBC216	Válvula descarga agua residual	Digital	Campo
		FS-F-VBC216	Switch caudal agua residual	Contacto	Campo

Tabla 3.20 - Tabla 2 del listado de instrumentación del A-200

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 2 de 4	
		Planta	Citrox	A-200	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
AC-202	PD-AC202	PDIT-PD-AC202	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-AC202	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-AC202	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
	L-AC202	LSHH-L-AC202	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-AC202	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	-	XV-F-VBC212	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
	-	XV-F-VBC213	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC214	XV-F-VBC214	Válvula entrada agua limpieza	Digital	Campo
		FIT-F-VBC214	Indicador-transmisor caudal agua	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC215	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
	F-VBC216	XV-F-VBC216	Válvula descarga agua residual	Digital	Campo
		FS-F-VBC216	Switch caudal agua residual	Contacto	Campo
AC-203	PD-AC203	PDIT-PD-AC203	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-AC203	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-AC203	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
	L-AC203	LSHH-L-AC203	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-AC203	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	-	XV-F-VBC217	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
	-	XV-F-VBC218	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC219	XV-F-VBC219	Válvula entrada agua limpieza	Digital	Campo
		FIT-F-VBC219	Indicador-transmisor caudal agua	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC220	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
	F-VBC221	XV-F-VBC221	Válvula descarga agua residual	Digital	Campo
		FS-F-VBC221	Switch caudal agua residual	Contacto	Campo
IX-201	-	XV-F-VBC222	Válvula entrada melaza sistema catiónico	Digital	Campo
	PD-IX201	PDIT-PD-IX201	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-IX201	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-IX201	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
	L-IX201	LSHH-L-IX201	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-IX201	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	-	XV-F-VBC223	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC224	FT-F-VBC224	Transmisor caudal agua limpieza	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VBC224	Controlador-indicador caudal agua	Software	PLC
		FCV-F-VBC224	Válvula control agua limpieza	Eléctrica	Campo
	F-VBC225	XV-F-VBC225	Válvula entrada ácido regeneración	Digital	Campo
		FIT-F-VBC225	Indicador-transmisor caudal ácido	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC226	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
	F-VBC227	XV-F-VBC227	Válvula descarga agua residual	Digital	Campo
		FS-F-VBC227	Switch caudal agua residual	Contacto	Campo
IX-202	PD-IX202	PDIT-PD-IX202	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-IX202	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-IX202	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
	L-IX202	LSHH-L-IX202	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-IX202	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	-	XV-F-VBC228	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
	-	XV-F-VBC229	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC230	FT-F-VBC230	Transmisor caudal agua limpieza	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VBC230	Controlador-indicador caudal agua	Software	PLC
		FCV-F-VBC230	Válvula control agua limpieza	Eléctrica	Campo
	F-VBC231	XV-F-VBC231	Válvula entrada ácido regeneración	Digital	Campo
		FIT-F-VBC231	Indicador-transmisor caudal ácido	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC232	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
	F-VBC233	XV-F-VBC233	Válvula descarga agua residual	Digital	Campo
		FS-F-VBC233	Switch caudal agua residual	Contacto	Campo
Sistema IX catiónico	C-IX201/2-A	CIT-C-IX201/2-A	Transmisor conductividad salida melaza	Eléctrica	Campo
	C-IX201/2-B	CIT-C-IX201/2-B	Transmisor conductividad residuos	Eléctrica	Campo

Tabla 3.21 - Tabla 3 del listado de instrumentación del A-200

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 3 de 4	
		Planta	Citrox	A-200	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
IX-203	-	XV-F-VBC234	Válvula entrada melaza sistema aniónico	Digital	Campo
	PD-IX203	PDIT-PD-IX203	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-IX203	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-IX203	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
	L-IX203	LSHH-L-IX203	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-IX203	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	-	XV-F-VBC235	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC236	FT-F-VBC236	Transmisor caudal agua limpieza	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VBC236	Controlador-indicador caudal agua	Software	PLC
		FCV-F-VBC236	Válvula control agua limpieza	Eléctrica	Campo
	F-VBC237	XV-F-VBC237	Válvula entrada base regeneración	Digital	Campo
		FIT-F-VBC237	Indicador-transmisor caudal base	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC238	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
IX-204	PD-IX204	PDIT-PD-IX204	Transmisor presión diferencial	Eléctrica	Campo
		PAL-PD-IX204	Alarma presión diferencial baja	Software	PLC
		PAH-PD-IX204	Alarma presión diferencial alta	Software	PLC
		LSHH-L-IX204	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
	L-IX204	LSLL-L-IX204	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		XV-F-VBC240	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
	-	XV-F-VBC241	Válvula salida melaza	Digital	Campo
	F-VBC242	FT-F-VBC242	Transmisor caudal agua limpieza	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VBC242	Controlador-indicador caudal agua	Software	PLC
		FCV-F-VBC242	Válvula control agua limpieza	Eléctrica	Campo
	F-VBC243	XV-F-VBC243	Válvula entrada base regeneración	Digital	Campo
		FIT-F-VBC243	Indicador-transmisor caudal base	Eléctrica	Campo
	-	XV-F-VBC244	Válvula salida agua limpieza	Digital	Campo
Sistema IX aniónico	C-IX203/4-A	CIT-C-IX203/4-A	Transmisor conductividad salida melaza	Eléctrica	Campo
	C-IX203/4-B	CIT-C-IX203/4-B	Transmisor conductividad residuos	Eléctrica	Campo
TO-203	L-TO203	LT-L-TO203	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TO203	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAL-L-TO203	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LAH-L-TO203	Alarma nivel alto	Software	PLC
		XV-L-TO203 (in)	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
		XV-L-TO203 (out)	Válvula salida melaza	Digital	Campo
		LSHH-L-TO203	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO203	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	T-TO203	TT-T-TO203	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TO203	Indicador temperatura	Software	PLC
		TAL-T-TO203	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TAH-T-TO203	Alarma temperatura alta	Software	PLC
	A-TO203	AT-A-TO203	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AI-A-TO203	Indicador pH	Software	PLC
		AAL-A-TO203	Alarma pH bajo	Software	PLC
		AAH-A-TO203	Alarma pH alto	Software	PLC
TO-204	L-TO204	LT-L-TO204	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TO204	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAL-L-TO204	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LAH-L-TO204	Alarma nivel alto	Software	PLC
		XV-L-TO204 (in)	Válvula entrada melaza	Digital	Campo
		XV-L-TO204 (out)	Válvula salida melaza	Digital	Campo
		LSHH-L-TO204	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO204	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	T-TO204	TT-T-TO204	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TO204	Indicador temperatura	Software	PLC
		TAL-T-TO204	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TAH-T-TO204	Alarma temperatura alta	Software	PLC
	A-TO204	AT-A-TO204	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AI-A-TO204	Indicador pH	Software	PLC
		AAL-A-TO204	Alarma pH bajo	Software	PLC
		AAH-A-TO204	Alarma pH alto	Software	PLC

Tabla 3.22 - Tabla 4 del listado de instrumentación del A-200

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 4 de 4	
		Planta	Citrox	A-200	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
P-215	F-P215	FT-F-P215	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P215	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P215	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-216	F-P216	FT-F-P216	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P216	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P216	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba

3.8.3. A-300

En las Tabla 3.23, Tabla 3.24, Tabla 3.25, Tabla 3.26 y Tabla 3.27 se muestran los listados de instrumentación de la A-300.

Tabla 3.23 - Tabla 1 del listado de instrumentación del A-300

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 1 de 5	
		Planta	Citrox	A-300	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
PZ-301	F-PZ301	FIT-F-PZ301	Transmisor caudal entrada	Eléctrica	Campo
	K-PZ301	KV-K-PZ301 (in)	Sensor entrada pasteurizador	Contacto	Campo
		KIC-K-PZ301	Controlador tiempo residencia	Software	PLC
		KV-K-PZ301 (out)	Actuador válvula 3 vías salida	Digital	Campo
		FS-K-PZ301	Switch confirmación esterilización	Contacto	Campo
PZ-301A	T-PZ301A	TT-T-PZ301A	Transmisor temperatura calentamiento	Eléctrica	Campo
		TIC-T-PZ301A	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-PZ301A	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
PZ-301B	T-PZ301B	TT-T-PZ301B	Transmisor temperatura holding	Eléctrica	Campo
		TIC-T-PZ301B	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-PZ301B	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
P-303	F-P303	FT-F-P303	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P303	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P303	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
P-304	F-P304	FT-F-P304	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P304	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P304	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local bomba
PZ-302	F-PZ302	FIT-F-PZ302	Transmisor caudal entrada	Eléctrica	Campo
	K-PZ302	KV-K-PZ302 (in)	Sensor entrada pasteurizador	Contacto	Campo
		KIC-K-PZ302	Controlador tiempo residencia	Software	PLC
		KV-K-PZ302 (out)	Actuador válvula 3 vías salida	Digital	Campo
		FS-K-PZ302	Switch confirmación esterilización	Contacto	Campo
PZ-302A	T-PZ302A	TT-T-PZ302A	Transmisor temperatura calentamiento	Eléctrica	Campo
		TIC-T-PZ302A	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-PZ302A	Válvula control vapor	Eléctrica	Campo
PZ-302B	T-PZ302B	TT-T-PZ302B	Transmisor temperatura holding	Eléctrica	Campo
		TIC-T-PZ302B	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-PZ302B	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
CP-301A	F-CP301A	FT-F-CP301A	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
		FIC-F-CP301A	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-CP301A	Variador frecuencia compresor	Eléctrica	Local compresor
CP-301B	F-CP301B	FT-F-CP301B	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
		FIC-F-CP301B	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-CP301B	Variador frecuencia compresor	Eléctrica	Local compresor
CP-301	P-CP301	PIT-P-CP301	Transmisor presión aire común	Eléctrica	Campo
		PAL-P-CP301	Alarma presión baja	Software	PLC
		PAH-P-CP301	Alarma presión alta	Software	PLC
TF-301	L-TF301	LT-L-TF301	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TF301	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TF301	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TF301	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LCV-L-TF301 (MEL)	Válvula control entrada melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF301 (NUT)	Válvula control entrada nutrientes	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF301 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TF301	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TF301	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	T-TF301	TT-T-TF301	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-TF301	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TF301	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TF301	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TCV-T-TF301	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
	F-TF301	FT-F-TF301	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
		FIC-F-TF301	Controlador-indicador caudal aire	Software	PLC
		FCV-F-TF301	Válvula control aire aireación	Eléctrica	Campo
	DO-TF301	DOIT-DO-TF301	Transmisor oxígeno disuelto	Eléctrica	Campo
		DOAL-DO-TF301	Alarma oxígeno disuelto bajo	Software	PLC
	P-TF301	PT-P-TF301	Transmisor presión fermentador	Eléctrica	Campo
		PIC-P-TF301	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PAH-P-TF301	Alarma presión alta	Software	PLC
		PAL-P-TF301	Alarma presión baja	Software	PLC
		PCV-P-TF301	Válvula control salida gases	Eléctrica	Campo

Tabla 3.24 - Tabla 2 del listado de instrumentación del A-300

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 2 de 5	
		Planta	Cítrox	A-300	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
TF-301	PH-TF301	AT-PH-TF301	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AIC-PH-TF301	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TF301	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TF301	Alarma pH bajo	Software	PLC
		ACV-PH-TF301 (HCL)	Válvula control dosificación HCl	Eléctrica	Campo
		ACV-PH-TF301 (NAOH)	Válvula control dosificación NaOH	Eléctrica	Campo
	S-TF301	ST-S-TF301	Transmisor velocidad agitación	Eléctrica	Campo
		SIC-S-TF301	Controlador-indicador agitación	Software	PLC
		VFD-S-TF301	Variador frecuencia agitador	Eléctrica	Local equipo
	K-TF301	KV-K-TF301 (MEL)	Sensor entrada melaza	Contacto	Campo
		KV-K-TF301 (NUT)	Sensor entrada nutrientes	Contacto	Campo
		KV-K-TF301 (out)	Sensor salida fermentador	Contacto	Campo
TF-302	L-TF302	LT-L-TF302	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TF302	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TF302	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TF302	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LCV-L-TF302 (MEL)	Válvula control entrada melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF302 (NUT)	Válvula control entrada nutrientes	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF302 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TF302	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TF302	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	T-TF302	TT-T-TF302	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-TF302	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TF302	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TF302	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TCV-T-TF302	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
		FT-F-TF302	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
	F-TF302	FIC-F-TF302	Controlador-indicador caudal aire	Software	PLC
		FCV-F-TF302	Válvula control aire aireación	Eléctrica	Campo
		DOIT-DO-TF302	Transmisor oxígeno disuelto	Eléctrica	Campo
	DO-TF302	DOAL-DO-TF302	Alarma oxígeno disuelto bajo	Software	PLC
		PT-P-TF302	Transmisor presión fermentador	Eléctrica	Campo
	P-TF302	PIC-P-TF302	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PAH-P-TF302	Alarma presión alta	Software	PLC
		PAL-P-TF302	Alarma presión baja	Software	PLC
		PCV-P-TF302	Válvula control salida gases	Eléctrica	Campo
		AT-PH-TF302	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
	PH-TF302	AIC-PH-TF302	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TF302	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TF302	Alarma pH bajo	Software	PLC
		ACV-PH-TF302 (HCL)	Válvula control dosificación HCl	Eléctrica	Campo
		ACV-PH-TF302 (NAOH)	Válvula control dosificación NaOH	Eléctrica	Campo
		ST-S-TF302	Transmisor velocidad agitación	Eléctrica	Campo
	S-TF302	SIC-S-TF302	Controlador-indicador agitación	Software	PLC
		VFD-S-TF302	Variador frecuencia agitador	Eléctrica	Local equipo
		KV-K-TF302 (MEL)	Sensor entrada melaza	Contacto	Campo
	K-TF302	KV-K-TF302 (NUT)	Sensor entrada nutrientes	Contacto	Campo
		KV-K-TF302 (out)	Sensor salida fermentador	Contacto	Campo
		LT-L-TF303	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
TF-303	L-TF303	LIC-L-TF303	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TF303	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TF303	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LCV-L-TF303 (MEL)	Válvula control entrada melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF303 (NUT)	Válvula control entrada nutrientes	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF303 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TF303	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TF303	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		TT-T-TF303	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
	T-TF303	TIC-T-TF303	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TF303	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TF303	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TCV-T-TF303	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
		FT-F-TF303	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
	F-TF303	FIC-F-TF303	Controlador-indicador caudal aire	Software	PLC
		FCV-F-TF303	Válvula control aire aireación	Eléctrica	Campo

Tabla 3.25 - Tabla 3 del listado de instrumentación del A-300

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 3 de 5	
		Planta	Citrox	A-300	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
TF-303	DO-TF303	DOIT-DO-TF303	Transmisor oxígeno disuelto	Eléctrica	Campo
		DOAL-DO-TF303	Alarma oxígeno disuelto bajo	Software	PLC
	P-TF303	PT-P-TF303	Transmisor presión fermentador	Eléctrica	Campo
		PIC-P-TF303	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PAH-P-TF303	Alarma presión alta	Software	PLC
		PAL-P-TF303	Alarma presión baja	Software	PLC
		PCV-P-TF303	Válvula control salida gases	Eléctrica	Campo
	PH-TF303	AT-PH-TF303	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AIC-PH-TF303	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TF303	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TF303	Alarma pH bajo	Software	PLC
		ACV-PH-TF303 (HCL)	Válvula control dosificación HCl	Eléctrica	Campo
		ACV-PH-TF303 (NAOH)	Válvula control dosificación NaOH	Eléctrica	Campo
	S-TF303	ST-S-TF303	Transmisor velocidad agitación	Eléctrica	Campo
		SIC-S-TF303	Controlador-indicador agitación	Software	PLC
		VFD-S-TF303	Variador frecuencia agitador	Eléctrica	Local equipo
	K-TF303	KV-K-TF303 (MEL)	Sensor entrada melaza	Contacto	Campo
		KV-K-TF303 (NUT)	Sensor entrada nutrientes	Contacto	Campo
		KV-K-TF303 (out)	Sensor salida fermentador	Contacto	Campo
TF-304	L-TF304	LT-L-TF304	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TF304	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TF304	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TF304	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LCV-L-TF304 (MEL)	Válvula control entrada melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF304 (NUT)	Válvula control entrada nutrientes	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF304 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TF304	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TF304	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	T-TF304	TT-T-TF304	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-TF304	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TF304	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TF304	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TCV-T-TF304	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
	F-TF304	FT-F-TF304	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
		FIC-F-TF304	Controlador-indicador caudal aire	Software	PLC
		FCV-F-TF304	Válvula control aire aireación	Eléctrica	Campo
	DO-TF304	DOIT-DO-TF304	Transmisor oxígeno disuelto	Eléctrica	Campo
		DOAL-DO-TF304	Alarma oxígeno disuelto bajo	Software	PLC
	P-TF304	PT-P-TF304	Transmisor presión fermentador	Eléctrica	Campo
		PIC-P-TF304	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PAH-P-TF304	Alarma presión alta	Software	PLC
		PAL-P-TF304	Alarma presión baja	Software	PLC
		PCV-P-TF304	Válvula control salida gases	Eléctrica	Campo
	PH-TF304	AT-PH-TF304	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AIC-PH-TF304	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TF304	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TF304	Alarma pH bajo	Software	PLC
		ACV-PH-TF304 (HCL)	Válvula control dosificación HCl	Eléctrica	Campo
		ACV-PH-TF304 (NAOH)	Válvula control dosificación NaOH	Eléctrica	Campo
	S-TF304	ST-S-TF304	Transmisor velocidad agitación	Eléctrica	Campo
		SIC-S-TF304	Controlador-indicador agitación	Software	PLC
		VFD-S-TF304	Variador frecuencia agitador	Eléctrica	Local equipo
	K-TF304	KV-K-TF304 (MEL)	Sensor entrada melaza	Contacto	Campo
		KV-K-TF304 (NUT)	Sensor entrada nutrientes	Contacto	Campo
		KV-K-TF304 (out)	Sensor salida fermentador	Contacto	Campo
TF-305	L-TF305	LT-L-TF305	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TF305	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TF305	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TF305	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LCV-L-TF305 (MEL)	Válvula control entrada melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF305 (NUT)	Válvula control entrada nutrientes	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF305 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TF305	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TF305	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	T-TF305	TT-T-TF305	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-TF305	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC

Tabla 3.26 - Tabla 4 del listado de instrumentación del A-300

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 4 de 5	
		Planta	Citrox	A-300	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
TF-305	T-TF305	TAH-T-TF305	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TF305	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TCV-T-TF305	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
	F-TF305	FT-F-TF305	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
		FIC-F-TF305	Controlador-indicador caudal aire	Software	PLC
		FCV-F-TF305	Válvula control aire aireación	Eléctrica	Campo
	DO-TF305	DOIT-DO-TF305	Transmisor oxígeno disuelto	Eléctrica	Campo
		DOAL-DO-TF305	Alarma oxígeno disuelto bajo	Software	PLC
	P-TF305	PT-P-TF305	Transmisor presión fermentador	Eléctrica	Campo
		PIC-P-TF305	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PAH-P-TF305	Alarma presión alta	Software	PLC
		PAL-P-TF305	Alarma presión baja	Software	PLC
		PCV-P-TF305	Válvula control salida gases	Eléctrica	Campo
	PH-TF305	AT-PH-TF305	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AIC-PH-TF305	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TF305	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TF305	Alarma pH bajo	Software	PLC
		ACV-PH-TF305 (HCL)	Válvula control dosificación HCl	Eléctrica	Campo
		ACV-PH-TF305 (NAOH)	Válvula control dosificación NaOH	Eléctrica	Campo
	S-TF305	ST-S-TF305	Transmisor velocidad agitación	Eléctrica	Campo
		SIC-S-TF305	Controlador-indicador agitación	Software	PLC
		VFD-S-TF305	Variador frecuencia agitador	Eléctrica	Local equipo
	K-TF305	KV-K-TF305 (MEL)	Sensor entrada melaza	Contacto	Campo
		KV-K-TF305 (NUT)	Sensor entrada nutrientes	Contacto	Campo
		KV-K-TF305 (out)	Sensor salida fermentador	Contacto	Campo
TF-306	L-TF306	LT-L-TF306	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TF306	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TF306	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TF306	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LCV-L-TF306 (MEL)	Válvula control entrada melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF306 (NUT)	Válvula control entrada nutrientes	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF306 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TF306	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TF306	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
	T-TF306	TT-T-TF306	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-TF306	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TF306	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TF306	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TCV-T-TF306	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
	F-TF306	FT-F-TF306	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
		FIC-F-TF306	Controlador-indicador caudal aire	Software	PLC
		FCV-F-TF306	Válvula control aire aireación	Eléctrica	Campo
	DO-TF306	DOIT-DO-TF306	Transmisor oxígeno disuelto	Eléctrica	Campo
		DOAL-DO-TF306	Alarma oxígeno disuelto bajo	Software	PLC
	P-TF306	PT-P-TF306	Transmisor presión fermentador	Eléctrica	Campo
		PIC-P-TF306	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PAH-P-TF306	Alarma presión alta	Software	PLC
		PAL-P-TF306	Alarma presión baja	Software	PLC
		PCV-P-TF306	Válvula control salida gases	Eléctrica	Campo
	PH-TF306	AT-PH-TF306	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AIC-PH-TF306	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TF306	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TF306	Alarma pH bajo	Software	PLC
		ACV-PH-TF306 (HCL)	Válvula control dosificación HCl	Eléctrica	Campo
		ACV-PH-TF306 (NAOH)	Válvula control dosificación NaOH	Eléctrica	Campo
	S-TF306	ST-S-TF306	Transmisor velocidad agitación	Eléctrica	Campo
		SIC-S-TF306	Controlador-indicador agitación	Software	PLC
		VFD-S-TF306	Variador frecuencia agitador	Eléctrica	Local equipo
	K-TF306	KV-K-TF306 (MEL)	Sensor entrada melaza	Contacto	Campo
		KV-K-TF306 (NUT)	Sensor entrada nutrientes	Contacto	Campo
		KV-K-TF306 (out)	Sensor salida fermentador	Contacto	Campo
TF-307	L-TF307	LT-L-TF307	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TF307	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TF307	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TF307	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LCV-L-TF307 (MEL)	Válvula control entrada melaza	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF307 (NUT)	Válvula control entrada nutrientes	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TF307 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
		LSHH-L-TF307	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TF307	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo

Tabla 3.27 – Tabla 5 del listado de instrumentación del A-300

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 5 de 5	
		Planta	Citrox	A-300	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
TF-307	T-TF307	TT-T-TF307	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-TF307	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TF307	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TF307	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		TCV-T-TF307	Válvula control agua refrigeración	Eléctrica	Campo
	F-TF307	FT-F-TF307	Transmisor caudal aire	Eléctrica	Campo
		FIC-F-TF307	Controlador-indicador caudal aire	Software	PLC
		FCV-F-TF307	Válvula control aire aireación	Eléctrica	Campo
	DO-TF307	DOIT-DO-TF307	Transmisor oxígeno disuelto	Eléctrica	Campo
		DOAL-DO-TF307	Alarma oxígeno disuelto bajo	Software	PLC
	P-TF307	PT-P-TF307	Transmisor presión fermentador	Eléctrica	Campo
		PIC-P-TF307	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PAH-P-TF307	Alarma presión alta	Software	PLC
		PAL-P-TF307	Alarma presión baja	Software	PLC
		PCV-P-TF307	Válvula control salida gases	Eléctrica	Campo
		AT-PH-TF307	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
	PH-TF307	AIC-PH-TF307	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TF307	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TF307	Alarma pH bajo	Software	PLC
		ACV-PH-TF307 (HCL)	Válvula control dosificación HCl	Eléctrica	Campo
		ACV-PH-TF307 (NAOH)	Válvula control dosificación NaOH	Eléctrica	Campo
		ST-S-TF307	Transmisor velocidad agitación	Eléctrica	Campo
	S-TF307	SIC-S-TF307	Controlador-indicador agitación	Software	PLC
		VFD-S-TF307	Variador frecuencia agitador	Eléctrica	Local equipo
		KV-K-TF307 (MEL)	Sensor entrada melaza	Contacto	Campo
	K-TF307	KV-K-TF307 (NUT)	Sensor entrada nutrientes	Contacto	Campo
		KV-K-TF307 (out)	Sensor salida fermentador	Contacto	Campo
TO-301	L-TO301	LT-L-TO301	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TO301	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TO301	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TO301	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TO301	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO301	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TO301 (in)	Válvula control entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TO301 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
	T-TO301	TT-T-TO301	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TO301	Indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TO301	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TO301	Alarma temperatura baja	Software	PLC
		LT-L-TO302	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
TO-302	L-TO302	LIC-L-TO302	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TO302	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TO302	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TO302	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO302	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		LCV-L-TO302 (in)	Válvula control entrada	Eléctrica	Campo
		LCV-L-TO302 (out)	Válvula control salida	Eléctrica	Campo
	T-TO302	TT-T-TO302	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TO302	Indicador temperatura	Software	PLC
		TAH-T-TO302	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TO302	Alarma temperatura baja	Software	PLC
FI-303	L-FI303	LT-L-FI303	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-FI303	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LCV-L-FI303	Válvula control nivel	Eléctrica	Campo
	F-FI303	FT-F-FI303	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-FI303	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-FI303	Válvula control caudal	Eléctrica	Campo

3.8.4. A-400

En las Tabla 3.28 y Tabla 3.29 se muestran los listados de instrumentación de la A-400.

Tabla 3.28 - Tabla 1 del listado de instrumentación del A-400

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 1 de 2	
		Planta	Cítrix	A-400	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
TO-401	L-TO401	LT-L-TO401	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TO401	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TO401	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TO401	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TO401	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO401	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		VFD-L-TO401 (P1)	Variador bomba entrada 1	Eléctrica	Local equipo
		VFD-L-TO401 (P2)	Variador bomba entrada 2	Eléctrica	Local equipo
	T-TO401	TT-T-TO401	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TO401	Indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-TO401	Válvula control temperatura	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TO401	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TO401	Alarma temperatura baja	Software	PLC
	PH-TO401	AT-PH-TO401	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AIC-PH-TO401	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TO401	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TO401	Alarma pH bajo	Software	PLC
		FCV-PH-TO401 (cal)	Válvula control dosificación cal	Eléctrica	Campo
FI-401	L-FI401	LT-L-FI401	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-FI401	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		FCV-L-FI401	Válvula control nivel	Eléctrica	Campo
VGC-404	F-VGC404	FT-F-VGC404	Transmisor caudal agua limpieza	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VGC404	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-VGC404	Válvula control caudal limpieza	Eléctrica	Campo
TO-402	L-TO402	LT-L-TO402	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-TO402	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAH-L-TO402	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LAL-L-TO402	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LSHH-L-TO402	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-TO402	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		VFD-L-TO402 (P1)	Variador bomba entrada 1	Eléctrica	Local equipo
		VFD-L-TO402 (P2)	Variador bomba entrada 2	Eléctrica	Local equipo
	T-TO402	TT-T-TO402	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TI-T-TO402	Indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-TO402	Válvula control temperatura	Eléctrica	Campo
		TAH-T-TO402	Alarma temperatura alta	Software	PLC
		TAL-T-TO402	Alarma temperatura baja	Software	PLC
	PH-TO402	AT-PH-TO402	Transmisor pH	Eléctrica	Campo
		AIC-PH-TO402	Controlador-indicador pH	Software	PLC
		AAH-PH-TO402	Alarma pH alto	Software	PLC
		AAL-PH-TO402	Alarma pH bajo	Software	PLC
		FCV-PH-TO402 (H2SO4)	Válvula control dosificación ácido	Eléctrica	Campo
FI-402	L-FI402	LT-L-FI402	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-FI402	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		FCV-L-FI402	Válvula control nivel	Eléctrica	Campo
VGC-408	F-VGC408	FT-F-VGC408	Transmisor caudal agua limpieza	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VGC408	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-VGC408	Válvula control caudal limpieza	Eléctrica	Campo
WH-401	F-WH401	FT-F-WH401	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-WH401	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-WH401	Válvula control caudal	Eléctrica	Campo

Tabla 3.29 - Tabla 2 del listado de instrumentación del A-400

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 2 de 2	
		Planta	Citrox	A-400	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
FI-403	L-FI403	LT-L-FI403	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-FI403	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LCV-L-FI403	Válvula control nivel	Eléctrica	Campo
VGC-411	F-VGC411	FT-F-VGC411	Transmisor caudal agua lavado	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VGC411	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-VGC411	Válvula control caudal lavado	Eléctrica	Campo
KE-401	L-KE401	LT-L-KE401	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-KE401	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LAL-L-KE401	Alarma nivel bajo	Software	PLC
		LAH-L-KE401	Alarma nivel alto	Software	PLC
		LSHH-L-KE401	Switch nivel muy alto	Contacto	Campo
		LSLL-L-KE401	Switch nivel muy bajo	Contacto	Campo
		VFD-L-KE401 (P1)	Variador bomba entrada 1	Eléctrica	Local equipo
		VFD-L-KE401 (P2)	Variador bomba entrada 2	Eléctrica	Local equipo
	T-KE401	TT-T-KE401	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-KE401	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
		TCV-T-KE401	Válvula control temperatura	Eléctrica	Campo
FI-404	L-FI404	LT-L-FI404	Transmisor nivel	Eléctrica	Campo
		LIC-L-FI404	Controlador-indicador nivel	Software	PLC
		LCV-L-FI404	Válvula control nivel	Eléctrica	Campo
VGC-415	F-VGC415	FT-F-VGC415	Transmisor caudal agua limpieza	Eléctrica	Campo
		FIC-F-VGC415	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-VGC415	Válvula control caudal limpieza	Eléctrica	Campo
DY-401	F-DY401	FT-F-DY401	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-DY401	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-DY401	Válvula control caudal	Eléctrica	Campo
DY-402	F-DY402	FT-F-DY402	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-DY402	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		FCV-F-DY402	Válvula control caudal	Eléctrica	Campo

3.8.5. A-600

En la Tabla 3.30 se muestra el listado de instrumentación de la A-600.

Tabla 3.30 - Tabla del listado de instrumentación del A-600

		LISTA DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja 1 de 1	
		Planta	Citrox	A-600	
		Localización	Lérida		
		Fecha	10/02/2026		
Equipo	Lazo	Instrumento (TAG)	Descripción	Tipo señal	Ubicación
CL-601	P-CL601	PT-P-CL601	Transmisor presión	Eléctrica	Campo
		PIC-P-CL601	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PCV-P-CL601	Válvula control presión vapor	Eléctrica	Campo
CH-601	T-CH601	TT-T-CH601	Transmisor temperatura	Eléctrica	Campo
		TIC-T-CH601	Controlador-indicador temperatura	Software	PLC
P-601	F-P601	FT-F-P601	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P601	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P601	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-602	F-P602	FT-F-P602	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P602	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P602	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-603	F-P603	FT-F-P603	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P603	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P603	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-604	F-P604	FT-F-P604	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P604	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P604	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-605	P-P605	PT-P-P605	Transmisor presión	Eléctrica	Campo
		PIC-P-P605	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PSHH-P-P605	Switch presión muy alta	Contacto	Campo
		VFD-P-P605	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-606	P-P606	PT-P-P606	Transmisor presión	Eléctrica	Campo
		PIC-P-P606	Controlador-indicador presión	Software	PLC
		PSHH-P-P606	Switch presión muy alta	Contacto	Campo
		VFD-P-P606	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-607	F-P607	FT-F-P607	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P607	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P607	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-608	F-P608	FT-F-P608	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P608	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P608	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-609	F-P609	FT-F-P609	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P609	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P609	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo
P-610	F-P610	FT-F-P610	Transmisor caudal	Eléctrica	Campo
		FIC-F-P610	Controlador-indicador caudal	Software	PLC
		VFD-F-P610	Variador frecuencia bomba	Eléctrica	Local equipo

3.9. Bibliografía

- [1] International Society of Automation (ISA), «ANSI/ISA-5.1 – Instrumentation Symbols and Identification,» *ISA, Research Triangle Park, NC*, 2023.
- [2] International Society of Automation (ISA), «ISA-95: Enterprise-Control System Integration,» *ISA, Research Triangle Park, NC*, 2024.
- [3] International Society of Automation (ISA), «ISA-88 – Batch Control Standard,» *ISA, Research Triangle Park, NC*, 2024.
- [4] Corso Systems, «Everything You Need to Know About ISA-95,» Corso Systems, Junio 2023. [En línea]. Available: <https://corsosystems.com/posts/isa-95-101>.
- [5] Siemens AG, «DCS or PLC? White Paper,» Siemens AG, Junio 2019. [En línea]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:55f0c13a-8da4-4540-ba11-27ed29de2396/pawp-00015-0619-dcs-or-plc-whitepaper-sii.pdf>.
- [6] International Journal of Research Publication and Reviews (IJRPR), «Compare Between PLC and DCS Systems in Industrial Control,» International Journal of Research Publication and Reviews (IJRPR), Agosto 2024. [En línea]. Available: <https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE8/IJRPR32405.pdf>.
- [7] International Society of Automation (ISA), «ISA112 SCADA System Model Architecture,» International Society of Automation (ISA), 26 Enero 2022. [En línea]. Available: https://www.isa.org/getmedia/8883748c-12bc-42e7-8785-b0fbf481e83b/ISA112_SCADA-Systems_SCADA-model-architecture_rev2022-01-26.pdf.
- [8] GL-Tec, «How SCADA Systems Drive Quality Control in Biopharmaceutical Production,» GL-Tec Industrial Solutions, Mayo 2023. [En línea]. Available: <https://www.gl-tec.com/industry-articles/259-how-scada-systems-drive-quality-control-in-biopharmaceutical-production.html>.
- [9] PROFIBUS & PROFINET International (PI), «PROFINET System Description,» *PI Organization, Karlsruhe*, 2024.
- [10] Siemens AG, «SIMATIC S7-1500 Automation System and ET 200MP Distributed I/O Manual,» *Siemens AG Industrial Automation Division*, 2024.
- [11] Siemens AG, «TIA Portal – Diagnostic Functions Manual,» *Siemens AG Automation Software Division*, 2024.