

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**Diseño y desarrollo de solución de automatización de  
proceso industrial por lotes mediante la integración PLC-  
SCADA utilizando normativa ANSI/ISA 88.**

## **PROYECTO DE TITULACIÓN**

Previo la obtención del Título de:

**Magister en Automatización y Control**

Presentado por:

Renato Andrés Dueñas Miranda

Luis Orlando Armijos Cevallos

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2025

# DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a mis padres que gracias a sus enseñanzas me formaron como una persona determinada a cumplir todo lo que se proponga. Lo dedico a mi esposa e hijos que son el motor de vida que cualquier hombre necesita para salir adelante. Y lo dedico a Dios que es parte de mi vida y que a pesar de no ser devoto, siempre lo tengo presente en todas las acciones que realizo.

**Renato Dueñas**

Este proyecto se lo dedico a mis padres y a mi hermana, quienes han sido una motivación para ser una excelente persona y un excelente profesional, quienes me han cuidado a lo largo de todos estos años y me han enseñado la importancia de trabajar duro y esforzarse para lograr todos los sueños que uno se proponga.

**Luis Armijos**

# AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento va dirigido a mi familia, quienes han sido una fuente constante de inspiración y apoyo en mi carrera profesional a través de mi educación. Agradezco también a mi equipo de trabajo en Automation Solutions Ecuador, mi actual lugar de trabajo y refugio, que me ha permitido crecer como profesional. Reconozco que convertirse en un profesional no solo depende de la formación académica, sino también de la experiencia práctica en el campo, ya que hay aspectos que solo se aprenden trabajando.

**Renato Dueñas**

Un eterno agradecimiento a mi familia, por haberme dado ese apoyo y ejemplo, empujándome a seguir adelante y siempre estando conmigo en los momentos difíciles. También, a mi tutora, la ingeniera Patricia Pasmay, quien ha sido una gran guía para lograr desarrollar este trabajo.

**Luis Armijos**

# DECLARACIÓN EXPRESA

Nosotros Renato Andrés Dueñas Miranda y Luis Orlando Armijos Cevallos acordamos y reconocemos que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 20 de marzo del 2025.

Renato Andrés Dueñas Miranda

Luis Orlando Armijos Cevallos

# COMITÉ EVALUADOR

---

**Mgtr. Patricia Pasmay**

PROFESOR TUTOR

---

**PhD. Efrén Herrera**

PROFESOR EVALUADOR

# RESUMEN

El objetivo de este proyecto es demostrar la importancia de la norma ANSI ISA-88 en los procesos industriales por lotes, aplicándola a un caso práctico: la programación de un proceso de fabricación de jugos utilizando sistemas de PLC y SCADA.

El estudio evalúa dos plataformas de automatización, Studio 5000 de Rockwell Automation y TIA Portal de Siemens, ambas integradas con la norma ANSI ISA-88. TIA Portal ofrece una interfaz unificada para programar PLC, HMI y redes, mientras que Studio 5000 está diseñado para trabajar en estrecha colaboración con esta norma, ofreciendo herramientas como Phase Manager para gestionar procesos por lotes complejos de manera más eficiente.

El análisis incluye la creación de fases de equipos mediante Phase Manager y módulos de control mediante addons, UDTs y programación en SFC y Ladder. Este enfoque permite el desarrollo de un sistema modular, escalable, flexible y robusto. Un desglose detallado de las fases de equipamiento, incluidas las fases de unidades, fases de entrada y salida, muestra el nivel de control alcanzado en la gestión de las operaciones del sistema. Además, se examina el uso eficiente de la memoria del sistema, garantizando que los recursos se gestionen adecuadamente para mantener un rendimiento confiable.

Finalmente, los resultados indican que no hay una respuesta definitiva para determinar cuál software es mejor, ya que depende en gran medida de las necesidades específicas y del entorno del proyecto. Studio 5000 podría ser la opción óptima si el enfoque principal es la implementación detallada y especializada de procesos por lote. Por otro lado, TIA Portal podría ser más adecuado para quienes buscan una solución más económica con una interfaz unificada y alta flexibilidad.

**Palabras Clave:** ANSI/ISA 88, SCADA, proceso por lote, fases y unidades, escalable, modular.

# ABSTRACT

The objective of this project is to demonstrate the importance of the ANSI ISA-88 standard in industrial batch processes, applying it to a practical case: the programming of a juice manufacturing process using PLC and SCADA systems.

The study evaluates two automation platforms, Rockwell Automation's Studio 5000 and Siemens' TIA Portal, and their integration with the ANSI ISA-88 standard. While TIA Portal offers a unified interface for programming PLCs, HMIs, and networking, Studio 5000 is designed to work closely with the standard, offering tools like Phase Manager to manage complex batch processes more efficiently.

The analysis includes the creation of equipment phases using Phase Manager and control modules using addons, UDTs and programming in SFC and Ladder. This approach allows the development of a modular, scalable, flexible and robust system. A detailed breakdown of the equipment phases, including unit phases, input and output phases, shows the level of control achieved in the management of system operations. In addition, the efficient use of system memory is examined, ensuring that resources are properly managed to maintain reliable performance.

Finally, the results indicate that there is no definitive answer to determine which software is best, as it depends largely on the specific needs and environment of the project. Studio 5000 might be the optimal choice if the primary focus is the detailed and specialized implementation of batch processes. On the other hand, TIA Portal might be better suited for those looking for a more economical solution with a unified interface and high flexibility.

**Keywords:** *ANSI/ISA 88, SCADA, batch process, phases and units, scalable, modular.*

# ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1.....	9
1.    Introducción .....	9
1.1    Descripción del problema .....	9
1.2    Justificación del problema .....	9
1.3    Objetivos.....	10
1.3.1    Objetivo General .....	10
1.3.2    Objetivos Específicos.....	10
1.4    Marco teórico.....	10
1.4.1    Proceso Industrial .....	10
1.4.2    Tipos de Procesos .....	11
1.4.3    Norma ISA-88 .....	13
1.4.4    Aplicaciones de la norma ISA-88 en el mundo industrial .....	14
1.4.5    Modelo Físico.....	14
1.4.6    Aplicaciones de norma ISA-88.....	17
CAPÍTULO 2.....	11
2.    Metodología .....	11
2.1    Dimensionamiento y Diseño del Proyecto .....	11
2.1.1    Diseño del Modelo de Proceso .....	13
2.1.2    Diseño del Modelo Físico.....	14
2.1.3    Diagrama P&ID .....	15
2.1.4    Software de programación del PLC y SCADA .....	17
2.2    Programación del Proceso .....	18
2.3    Verificación de métricas para la evaluación de resultados .....	20
CAPÍTULO 3.....	22
3.    RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	22
3.1    Programación del PLC .....	22
3.1.1    Programación en Studio 5000.....	22



3.1.2	Programación en TIA Portal.....	40
3.2	Resultados Finales.....	47
CAPÍTULO 4.....		50
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	50
4.1	Conclusiones.....	50
4.2	Recomendaciones.....	51

# ABREVIATURAS

ANSI	American National Standards Institute Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
ISA	International Society of Automation Sociedad Internacional de Automatización
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition Control de Supervisión y Adquisición de Datos
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram/Drawing Diagrama de Tuberías e Instrumentación
PLC	Programmable Logic Controllers Controladores Lógicos Programables
UDTs	User-Defined Data Types Tipo de Dato Definido por el Usuario
SFC	Sequential Function Charts Diagramas de Función Secuencial
HMI	Human Machine Interface Interface Humano Máquina

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Proceso Industrial.....	11
Figura 1. 2 Intercambiador de calor como proceso continuo. ....	12
Figura 1. 3 Modelo físico. ....	16
Figura 1. 4 SCADA de una planta de balanceado para aves.. ....	17
Figura 1. 5 SCADA de una planta productora de balanceado para camarones y peces..	18
Figura 2. 1 Etapa 1 del Proyecto. ....	12
Figura 2. 2 Diagrama P&ID.....	16
Figura 2. 3 Etapa 2 del Proyecto .....	19
Figura 2. 4 Studio 5000 vs TIA Portal .....	20
Figura 2. 5 Verificación de cumplimiento de norma.. ....	21
Figura 3. 1 Lista de señales generada usando la normativa ISA-88 para definir tags...22	
Figura 3. 2 Ejemplo de la pestaña "controller tags" en el Studio 5000. ....	23
Figura 3. 3 Ejemplo de la pestaña del "Tag Browser" de Ignition .....	24
Figura 3. 4 Creación de una nueva fase de equipo y elementos que componen a una fase de equipo. ....	25
Figura 3. 5 Monitor de fases de equipo para la unidad 90EP10CM02. ....	25
Figura 3. 6 Fase "running" de la unidad 90EP10CM01.. ....	26
Figura 3. 7 Fase "aborting" de la unidad 90EP10CM01. ....	26
Figura 3. 8 Fase "stopping" de la unidad 90EP10CM01 .....	27
Figura 3. 9 Fase "holding" de la unidad 90EP10CM01.....	27
Figura 3. 10 Lógica de la secuencia de las diferentes fases. ....	28
Figura 3. 11 Unidad 90EP10CM03.....	29
Figura 3. 12 Módulo de transferencia en color rojo, módulo de dosificación en color naranja y módulo de pasteurizado y transferencia en color turquesa.....	30
Figura 3. 13 Pantalla de unidades. ....	31
Figura 3. 14 Template de la definición de una unidad.. ....	32
Figura 3. 15 Pantalla del proceso general.. ....	33
Figura 3. 16 Pantalla de saborizado. ....	33
Figura 3. 17 Pantalla de endulzado. ....	34

Figura 3. 18 Módulo de equipo para transferencia EP30.CM05 con sus respectivos módulos de control .....	35
Figura 3. 19 Pantalla de primer mezclado .....	35
Figura 3. 20 Pantalla de pasteurizado. ....	36
Figura 3. 21 Pantalla de vitaminado .....	37
Figura 3. 22 Pantalla de almacenaje .....	38
Figura 3. 23 Pantalla de creación de órdenes .....	39
Figura 3. 24 Pantalla de historia de órdenes .....	39
Figura 3. 25 . Bloque de función FB_TANQUE_LLENO .....	40
Figura 3. 26 . Bloque de función FB_TANQUE_LLENO.....	41
Figura 3. 27 Tanque de agua lleno .....	41
Figura 3. 28 Programación del bloque de función FB_TANQUE_LLENO. ....	42
Figura 3. 29 . Bloque de función FB_DOSIFICACION para la dosificación del agua, y los diferentes ingredientes .....	43
Figura 3. 30 Receta #1 creada .....	43
Figura 3. 31 . Simulación de tanque lleno para cada uno de los ingredientes. ....	44
Figura 3. 32 Inicio al proceso de dosificación. ....	44
Figura 3. 33 Entrada del ingrediente 1.....	45
Figura 3. 34 Entrada del ingrediente 2.....	45
Figura 3. 35 Fin del proceso de dosificación. ....	46
Figura 3. 36 Inicio de la agitación en el tanque de mezclado.. ....	46
Figura 3. 37 Bloque de función FB_MEZCLADO. ....	47
Figura 3. 38 Espacio utilizado en memoria del programa.. ....	49

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Proceso continuo vs proceso por lotes .....	13
Tabla 2. 1 Modelo de Proceso .....	14
Tabla 3. 1 Esquema general de las fases de equipamiento y de los módulos de transferencia usados en el programa .....	49
Tabla A. 1 Modelo físico para el proceso de fabricación de jugos.....	52
Tabla B. 1 Lista de señales Studio 5000.....	55
Tabla B. 2 Lista de señales Ignition.....	66

# CAPÍTULO 1

## 1. Introducción

### 1.1 Descripción del problema

Con el pasar de los años los procesos de fabricación por lotes han tenido un mayor auge en la industria manufacturera, sobre todo en la industria de alimentos y la farmacéutica, debido a la necesidad de crear productos de diferentes recetas.

Uno de los problemas que enfrentan las industrias que utilizan este tipo de procesos es que, al ser mayormente manuales, dependen en gran medida de la habilidad de los operadores. Esta dependencia puede provocar variaciones en la forma de trabajo, lo que resulta en procesos menos consistentes y, en consecuencia, en productos de calidad variable.

Por otro lado, si bien hay industrias que poseen sistemas automatizados en procesos por lotes, estos sistemas no son muy eficientes, ya que no trabajan de manera estándar. Los ingenieros expertos en la materia de control manipulan constantemente los códigos del controlador cuando se necesitan cambios en las recetas (modificaciones en los tiempos de proceso o materia prima) y al momento de implementar algún cambio o mejora en el proceso, los costos y tiempos de implementación resultan elevados.

Otro problema, es la falta de almacenamiento de datos históricos de producción por lotes, porque se los almacena por tiempos, y esto es un inconveniente, ya que no se puede hacer un correcto seguimiento en función al rendimiento y calidad de un lote en específico, y por otro lado si algún lote resulta defectuoso, es muy difícil poder conocer las causas de aquello al no tener un almacenamiento adecuado de los datos históricos.

### 1.2 Justificación del problema

La justificación de este problema se sustenta en la necesidad de exponer un procedimiento que permita mostrar con detalle la implementación de la normativa ANSI/ISA-88 en la industria, por medio de un ejemplo direccionado a la industria alimenticia, en este caso la fabricación de jugos.

Esta norma, nos proporciona una guía y marco de trabajo para diseñar y operar sistema de control de lotes, de manera eficiente, flexible y consistente. Entre las razones claves para aplicar este modelo están: La estandarización, eficiencia en la programación, modularidad, reutilización, adaptabilidad, flexibilidad, reducción de errores, documentación y trazabilidad, formación simplificada, mejora en la colaboración entre equipos de trabajo y una mejora en la calidad del producto final obtenido.

Se considera necesario el uso de normas que proporcionen pautas para programar las transferencias entre unidades a nivel de PLC, para que su implementación sea sencilla y no costosa, para que todos los involucrados en el proceso hablen el mismo lenguaje y finalmente para tener un adecuado control de los diferentes lotes de producción y así lograr fabricar productos de mayor calidad.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Implementar la normativa ANSI/ISA-88 en la programación de procesos industriales para manejar de forma eficiente los recursos de una empresa a nivel de planta y evitar paradas indeseadas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

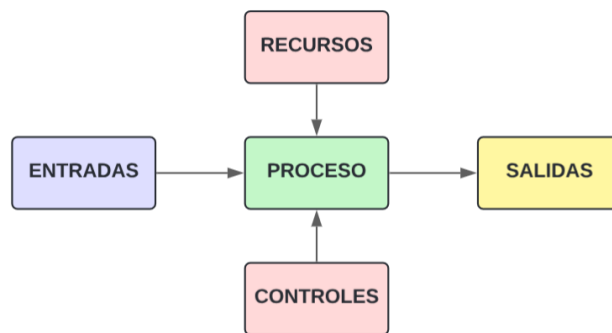
- Crear el modelo de proceso y el modelo físico para la fabricación de jugos aplicando la normativa ANSI/ISA-88.
- Realizar la programación del PLC utilizando el software Studio 5000 de Rockwell Automation.
- Desarrollar el sistema SCADA del proceso utilizando el software Ignition de Inductive Automation.
- Comparar los resultados obtenidos para comprobar la eficiencia del uso de esta normativa.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Proceso Industrial**

Un proceso industrial consiste en una sucesión de actividades de carácter físico o químico para la transformación, traslado o almacenamiento de un material.

Para lograr aquello se utilizan recursos como fuerza laboral, maquinarias, energía, gas, entre otros) y aplicando controles de procesos [1]. Por lo tanto, un proceso industrial transforma materias primas (entradas) en un producto final (salidas) mediante el uso de recursos y la aplicación de controles de procesos, por ejemplo, controles de calidad (preventivos, correctivos, etc.), como se aprecia en la Figura 1.1.



**Figura 1. 1 Proceso Industrial.**

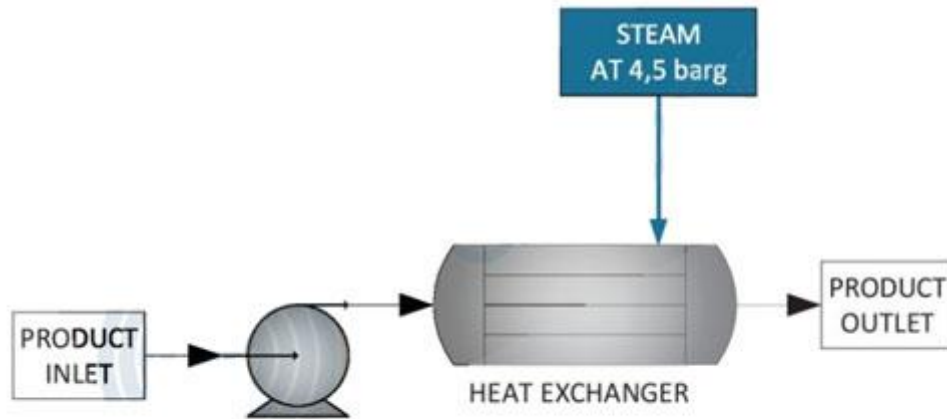
#### **1.4.2 Tipos de Procesos**

Entre los procesos industriales más conocidos están el continuo, el discontinuo, el discreto y el de por lotes [2].

El proceso continuo es uno de los más utilizados a nivel industrial y como su nombre lo indica, en este tipo de proceso la materia prima que se va a transformar es constante durante la producción, obteniendo como salida un producto final de igual manera constante, es decir el flujo productivo es continuo y la fabricación no puede ser interrumpida [3]. Una desventaja de este proceso es que los equipos y las materias primas usadas son exclusivas para un solo producto, lo que significa que, para cambiar de receta, hay que hacer paradas, convirtiéndolo en un sistema no flexible [4].

Un ejemplo se aprecia en la Figura 1.2, que consiste en un intercambiador de calor para calentar agua proveniente a través de una bomba a una temperatura de 80 grados centígrados. En este escenario, el caudal de agua es constante, obteniendo como resultado agua caliente, la cual se dirigirá a otro proceso.





**Figura 1. 2 Intercambiador de calor como proceso continuo [5].**

También encontramos un proceso continuo en las refinerías de petróleo, donde la demanda de los productos petroquímicos es constante y de elevado volumen, así como en la fabricación de papel, de cemento, entre otras industrias.

Por otro lado, el proceso discontinuo es lo opuesto al anterior, ya que el flujo de producción no es constante, es decir permite paradas. Un ejemplo es el proceso de filtración, debido que después de un tiempo determinado requiere la limpieza de los filtros, lo que conlleva a parar el equipo, y ahí surge una desventaja en el proceso, ya que en este caso que no se desee parar, se necesita otro equipo que cubra al anterior, aumentando costos [6].

Una característica fundamental del proceso discreto es que la materia prima no se transforma, es decir no se altera su naturaleza, sino que a través de la adición de diferentes componentes por medio de una secuencia se obtiene un producto final (se lo puede comparar como una línea de ensamblaje). En este proceso, el resultado es reversible, es decir el producto final obtenido puede volverse materia prima, siguiendo la secuencia, pero de manera contraria [7]. Este tipo de proceso lo encontramos generalmente en la industria automovilística o en la industria electrónica, por ejemplo, para la fabricación de celulares se necesita algunos materiales como pantalla LCD, parlante, placa base, cámara, batería, sensores, procesador, los cuales se ensamblan individualmente para obtener como resultado un celular.

Finalmente, en el proceso por lotes, los productos finales se obtienen mediante una cantidad finita de materia prima. Es de gran ayuda en la industria ya que permite elaborar diferentes productos en pequeñas cantidades (a diferencia del continuo), y la fabricación es flexible dado que, a través de los mismos equipos y materia prima, se puede crear diferentes productos por medio de recetas, reduciendo los costos de operación, así como el desperdicio convirtiéndolo en un sistema eficiente [8]. Todas estas ventajas hacen que este proceso se lo pueda encontrar en diferentes industrias. Un ejemplo es la industria farmacéutica, la cual no necesita producir todo el año un mismo tipo de pastilla, por lo tanto, si bien paran la producción de ese lote, utilizando los mismos equipos y materia prima, puede fabricar otro lote, es decir otro tipo de tableta sin detener toda la planta modificando la receta. Otro ejemplo, son las industrias panificadoras, las cuales necesitan producir y comercializar diferentes productos de panadería y lo hacen a través de lotes, utilizando los mismos hornos, mezcladoras, bandejas, entre otros equipos.

A continuación, en la Tabla 1.1 se muestra una comparación entre el proceso continuo y por lotes:

Variable	Continuo	Por Lotes
Mano de Obra	Automatizada o numerosa	Automatizada o no numerosa
Tiempo Muerto	Muy poco	Frecuente
Costos de Equipo	Alto	Bajo
Programación de la Producción	No necesario, dado que la producción es constante	Necesario para disminuir los tiempos de procesamiento
Vida Útil del Producto	Larga	Corta

**Tabla 1. 1 Proceso continuo vs proceso por lotes.**

#### **1.4.3 Norma ISA-88**

La norma encargada de automatizar y controlar los procesos de fabricación por lotes es la ISA-88, la cual tiene como objetivo hacer que estos sistemas sean más confiables, eficientes y flexibles mediante la aplicación de principios, modelos y terminologías [9].

Con la norma se obtienen bastantes beneficios, uno de ellos es la estandarización, ya que la norma utiliza un lenguaje común, facilitando la comunicación entre el equipo de trabajo involucrado en el proceso (operadores, técnicos, jefes inmediatos, etc.), de igual manera la programación tanto del PLC como del SCADA se vuelve más eficiente, debido a que se utiliza un lenguaje de programación estándar y simplificado, es decir la implementación del proceso será más rápida. Como resultado final, se podrán obtener productos más fiables y de mayor calidad, ya que se tendrá un mejor control de las etapas del proceso.

#### **1.4.4 Aplicaciones de la norma ISA-88 en el mundo industrial**

Existen muchos procesos por lotes en la industria alimentaria, por ejemplo, la elaboración de bebidas gaseosas, jugos y salsas, debido que se necesita la aplicación de recetas y diferentes pasos para crear los diferentes productos mencionados, por esta razón el uso de esta normativa es muy importante en este sector industrial para obtener productos con diferentes sabores y variantes de los mismos.

De igual manera, la normativa ANSI/ISA-88 la encontramos en la fabricación de medicamentos e incluso productos de salud, ya que se necesita de una receta madre mediante la cual se puede obtener una variedad de medicamentos mediante la aplicación de diferentes materias primas o al variar el proceso de fabricación

Por otro lado, en el sector químico es donde más se encuentra la normativa, como por ejemplo la industria de pinturas, para crear distintas formulaciones y así obtener una variedad de colores o a la hora de elaborar productos cosméticos de belleza (cremas, esmaltes, etc.) obteniendo productos de alta calidad y de gran variedad, satisfaciendo el mercado.

#### **1.4.5 Modelo Físico**

En el modelo físico encontramos información sobre la relación entre los equipos y áreas involucradas en un proceso de fabricación por lotes. Como se aprecia en la Figura 1.3 el modelo físico consta de siete niveles (empresa, sitio, área, células de proceso, unidad, módulo de equipo y módulo de control). En los cuatros últimos niveles encontraremos información sobre los equipos utilizados para el control y procesamiento del producto.

De estos cuatro niveles, el primero (célula de proceso) contiene a los demás, con el fin de obtener lotes de producción. Por ejemplo, en un proceso de fabricación de pintura, la fabricación de pintura sería la célula de proceso. Por otro lado, el segundo nivel contiene módulos de equipo y de control, en otras palabras, en una unidad encontramos las actividades esenciales de procesamiento, siguiendo el mismo ejemplo de fabricación de pintura, las unidades podrían ser la etapa donde se le da color a la pintura, el proceso de fluidez, de adición de aditivos o de mezclado final. Finalmente, en el módulo de equipo se detallan las actividades inferiores de procesamiento, por ejemplo, en la unidad de color necesitamos dosificar ingredientes y posteriormente mezclar (ambos procesos serían los módulos de equipo), sin embargo, estos necesitan de módulos de control (sensores y actuadores) para funcionar, por ejemplo en el módulo de equipo de dosificación de ingredientes de la unidad de color se necesitarán sensores de pesos, válvulas de control, y bombas o en el módulo de mezclado por ejemplo, se necesitaría de válvulas de control y bombas [10].

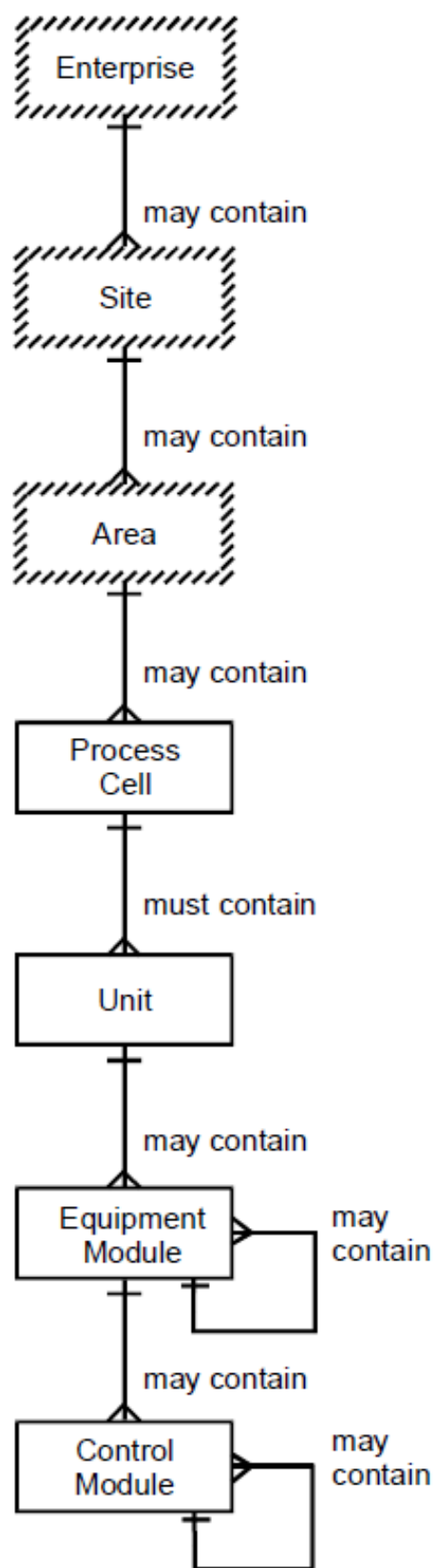
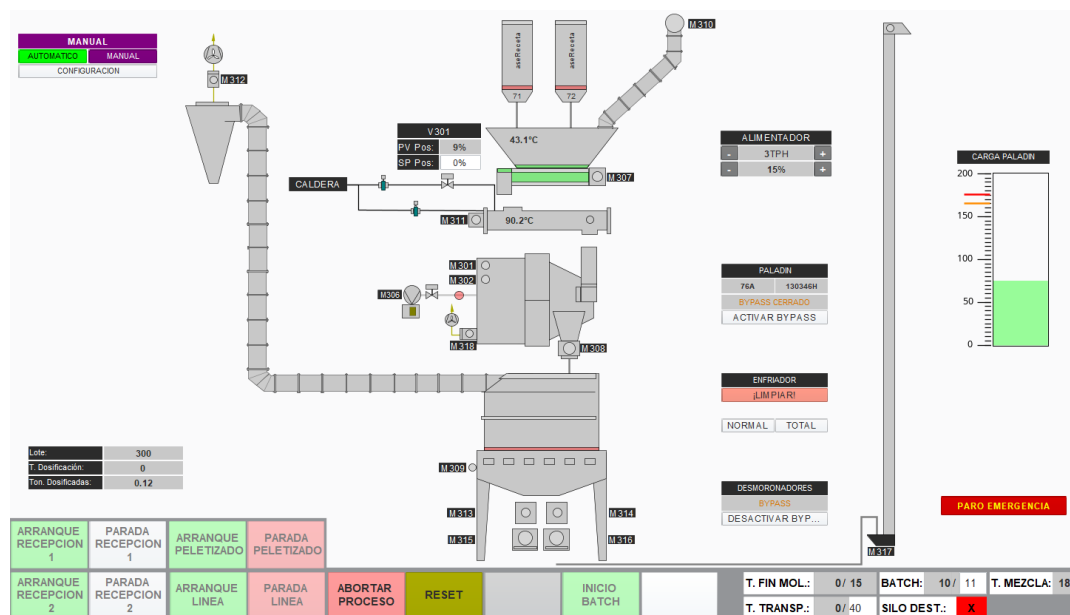


Figura 1. 3 Modelo físico [10].

#### 1.4.6 Aplicaciones de norma ISA-88

Se puede ver la norma ISA-88 implementada ya en diferentes empresas de origen nacional como internacional que se encuentran implementando este standard. Principalmente se puede observar que en las industrias de fabricación de balanceado la fabricación de productos por lotes es la mejor opción para manejar la eficiencia de producción y la competencia en la industria.

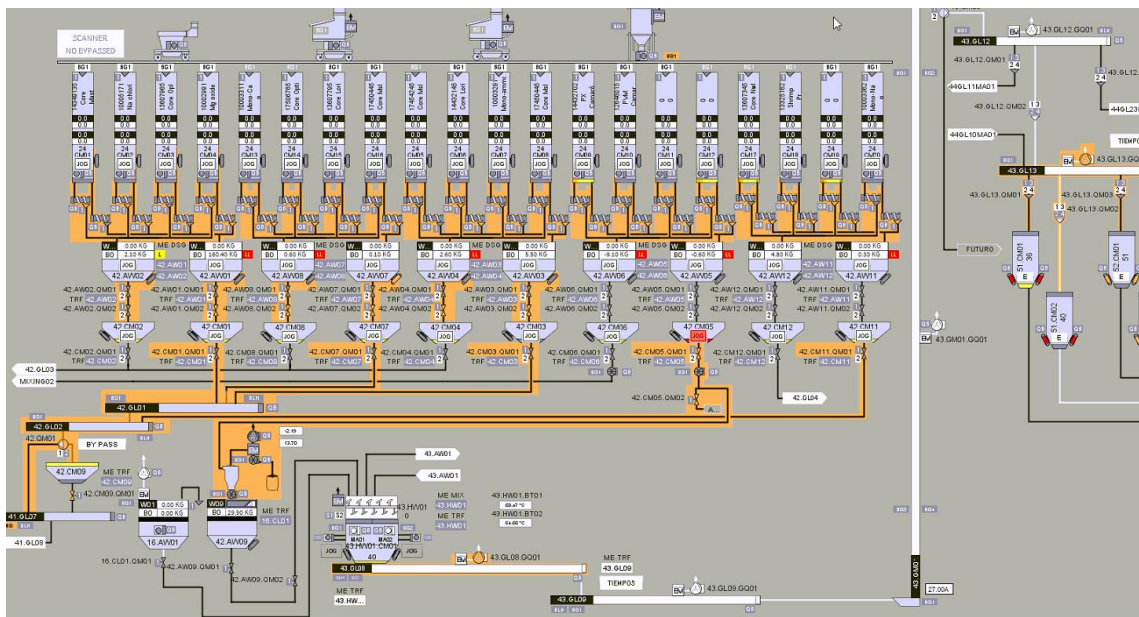
Empresas de capital nacional, como Pronaca, Avícola San Isidro, entre otras, utilizan sistemas SCADA implementados por integradores y desarrolladores de software. Estos sistemas les permiten monitorear, controlar y adquirir datos que luego pueden ser analizados para apoyar la toma de decisiones. La facilidad en la resolución de problemas (troubleshooting) se incrementa cuando se establecen definiciones claras del modelo de proceso y del entorno físico, lo que reduce los tiempos de respuesta. Además, este enfoque modular facilita la integración de nuevos módulos, permitiendo mejoras escalables y eficientes en el sistema.



**Figura 1. 4 SCADA de una planta de balanceado para aves.**

Otro ejemplo aplicable a la normativa ISA-88 para la fabricación por lotes se observa en las plantas que producen balanceado para camarones y peces. Empresas como Nicovita, Skretting, Biomar y Agripac, en su mayoría de capital extranjero, procesan cientos de miles de toneladas al año. Además, todos sus procesos son monitoreados y controlados a través de sistemas SCADA. Estas

compañías han definido tanto sus modelos de proceso como sus modelos físicos, y gestionan diferentes tamaños de lote según su infraestructura. Uno de los problemas comunes en los métodos por lote es el "cuello de botella" que ocurre cuando todo el producto debe pasar por una sola mezcladora o unidad, la cual debe estar operativa en todo momento para evitar la interrupción de la secuencia de fabricación y asegurar el flujo continuo entre unidades. Por ello, es fundamental reconocer la importancia de la normativa ISA-88 como una herramienta clave para que estas empresas se mantengan a la vanguardia en la industria.



**Figura 1. 5 SCADA de una planta productora de balanceado para camarones y peces.**

# CAPÍTULO 2

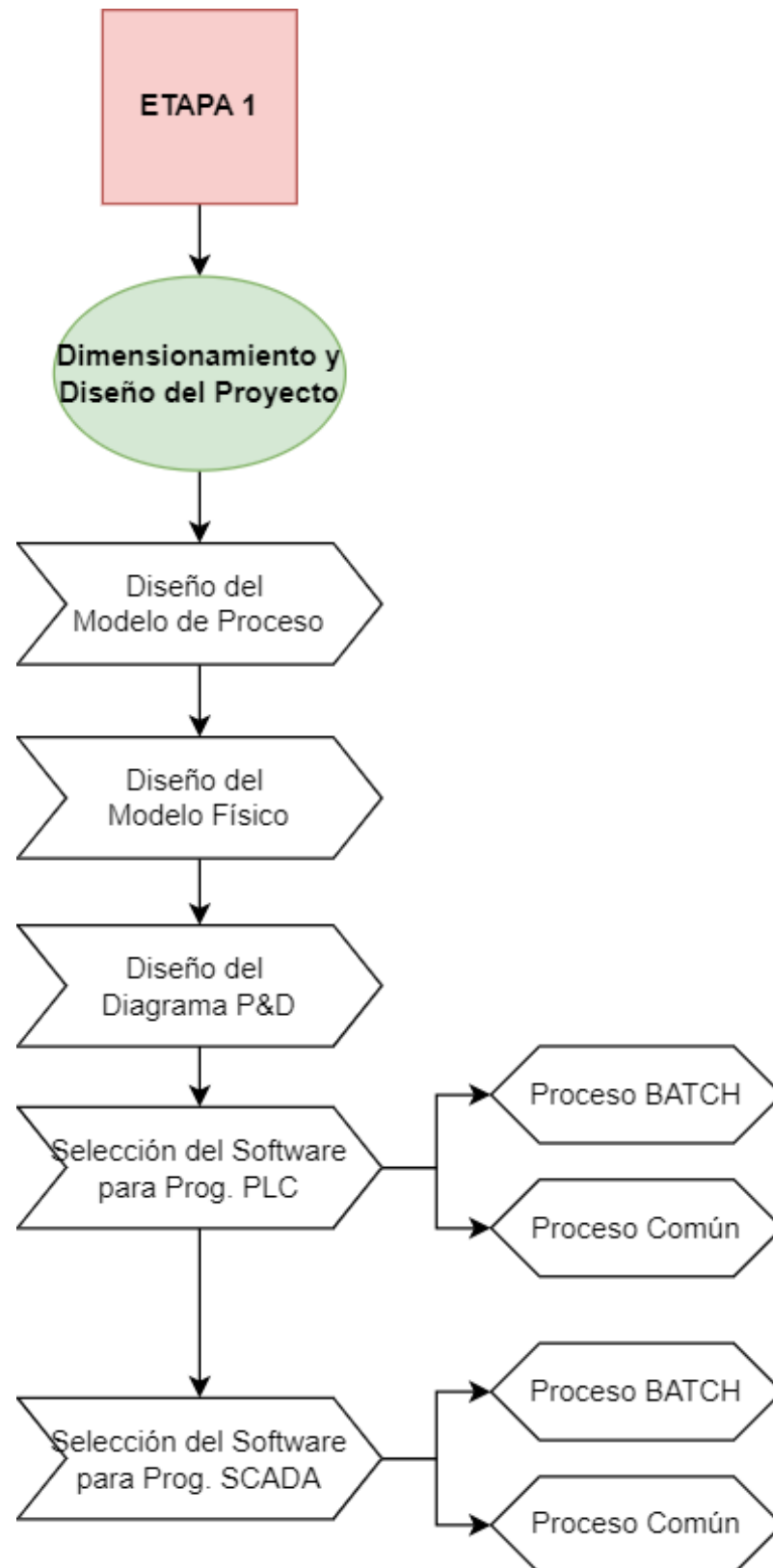
## 2. Metodología

En este capítulo se presenta un flujograma Figura 2.1 que detalla los pasos a seguir para la elaboración y cumplimiento del proyecto, se encontrará el diseño del modelo físico y de proceso para la elaboración de jugos utilizando la normativa.

### 2.1 Dimensionamiento y Diseño del Proyecto

La primera etapa del proyecto se centró en el diseño y dimensionamiento del sistema. Para ello, se desarrollaron tanto el modelo físico como el modelo de proceso, siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa ANSI/ISA-88. Adicionalmente, se elaboró un diagrama P&ID para identificar y organizar los equipos e instrumentos que forman parte del sistema. Para la programación del PLC y del SCADA, se seleccionaron los softwares Studio 5000 de Rockwell Automation y TIA Portal de Siemens. La elección de estos programas responde a sus capacidades para cumplir con los requerimientos del proyecto y a las herramientas que ofrecen para facilitar la programación de procesos industriales. Studio 5000 fue elegido por su enfoque en sistemas modulares y sus herramientas avanzadas que permiten una implementación eficiente de procesos por lotes. Por su parte, TIA Portal destaca por ofrecer una plataforma unificada para programar y gestionar los distintos dispositivos involucrados en el proceso. Ambos programas serán utilizados en este proyecto para evaluar su desempeño y funcionalidad en la aplicación de la normativa ANSI/ISA-88.





**Figura 2. 1 Etapa 1 del Proyecto. Fuente: Elaborado por los autores.**

### **2.1.1 Diseño del Modelo de Proceso**

Para el diseño del modelo de proceso se definieron las etapas, operaciones y acciones presentes en el proceso de fabricación de jugos, como se muestra en la Tabla 2.1. Por ejemplo, para la elaboración de jugos se necesitan 6 etapas principales: dosificación, endulzado, mezclado, pasteurización, vitaminado y reposado o almacenaje.

En la dosificación se mezcla la materia prima inicial dependiendo del jugo a elaborar, en este caso se necesitan 3 concentrados (A, B, C) en consecuencia se carga los tres concentrados de manera secuencial, dosificándolos con agua. Y dependiendo de la receta, cada ingrediente se dosificará una cantidad específica para obtener el sabor requerido.

En la etapa del mezclado se agita los concentrados A, B Y C junto con agua, dosificándolos con azúcar, para posteriormente realizar el proceso de pasteurización de la mezcla para eliminar bacterias mediante calentamiento. Posteriormente, el producto se enfría rápidamente a temperaturas mucho más bajas, a menudo por debajo de los 25°C (77°F), para evitar la re-contaminación y asegurar que el producto mantenga su calidad y sabor. El enfriamiento rápido es esencial para mantener las propiedades del producto y evitar el crecimiento de microorganismos que podrían sobrevivir al proceso de calentamiento.

Posteriormente, se coloca las vitaminas al jugo por medio de una adición manual que se agrega en ese tanque y que debe ser realizada por el operario y validada por medio del sistema SCADA.

Finalmente, se lo deja reposar en un tanque de almacenaje durante unas horas para que se concentre y obtener el producto deseado.

PROCESO	ETAPA DE PROCESO	OPERACIÓN DEL PROCESO	ACCIÓN DEL PROCESO	
FABRICACIÓN DE JUGOS	SELECCIÓN	SELECCIÓN DE LA RECETA	ELEGIR RECETA	
	DOSIFICACIÓN	CARGAR TANQUE DE MEZCLADO	DOSIFICAR AGUA	
			DOSIFICAR CONCENTRADO A	
			DOSIFICAR CONCENTRADO B	
			DOSIFICAR CONCENTRADO C	
	ENDULZADO	CARGAR BALANZA DE AZUCAR	DOSIFICAR AZUCAR AL TANQUE DE MEZCLADO	
	MEZCLADO	AGITACIÓN DEL CONCENTRADO	MEZCLAR CONCENTRADOS	DOSIFICAR AZUCAR
	PASTEURIZACIÓN	PASTEURIZACIÓN DE LA MEZCLA	CALENTAR LA MEZCLA	SEGUIR AGITANDO
			ENFRIAR LA MEZCLA	TRANSFERIR MEZCLA
	VITAMINADO	DOSIFICACIÓN DE VITAMINAS	DOSIFICAR MEZCLA	
			DOSIFICAR PRESERVANTES	
			DOSIFICAR VITAMINAS	
			MEZCLAR	
			TRANSFERIR PRODUCTO	
	REPOSADO	CARGAR TANQUE DE REPOSO	DOSIFICAR PRODUCTO	
			REPOSAR	
			TRANSFERIR PRODUCTO A LA LÍNEA DE EMBOTELLADO	

**Tabla 2. 1 Modelo de Proceso. Fuente: Elaborado por los autores.**

### 2.1.2 Diseño del Modelo Físico

En el Anexo A se muestra el modelo físico del proceso de fabricación de jugos. En la tabla A.1 se mencionan las diferentes células de proceso que contiene las unidades, módulos de equipos y de control necesarios para la fabricación de los jugos, por ejemplo, la célula de proceso denominada saborizado (E01) contiene las unidades tanque de agua, tanque de ingrediente 1, 2, 3, y silo de azúcar, cada una de estas posee los diferentes módulos de control, es decir sensores y actuadores que son parte del proceso. Continuando con el proceso de saborizado, se detalla

las unidades CM01, CM02, CM03, las cuales poseen sus respectivos módulos de control (sensor de nivel alto, sensor de nivel bajo, bomba, válvula y transmisor de flujo), mientras que la unidad CL01 (silo de azúcar) solamente posee sensor de nivel alto, sensor de nivel bajo y válvula como módulo de control. Finalmente, las otras células de procesos son la célula de endulzado (E02), primer mezclado (E03), pasteurizado (E04), vitaminizado (E05) y reposo (E06).

### **2.1.3 Diagrama P&ID**

En la Figura 2.2 se muestra el diagrama P&ID que involucra a las células de proceso saborizado, endulzado y primer mezclado. Como se aprecia, en la célula de saborizado se encuentran las unidades CM01, CM02, CM03 y CM04 mencionadas anteriormente. Para lograr el primer mezclado, se necesita de la dosificación de agua con los tres ingredientes más el endulzado, toda esa mezcla se la coloca en un tanque mezclador para su respectivo mezclado con un agitador para después llevarla a la unidad de pasteurizado.

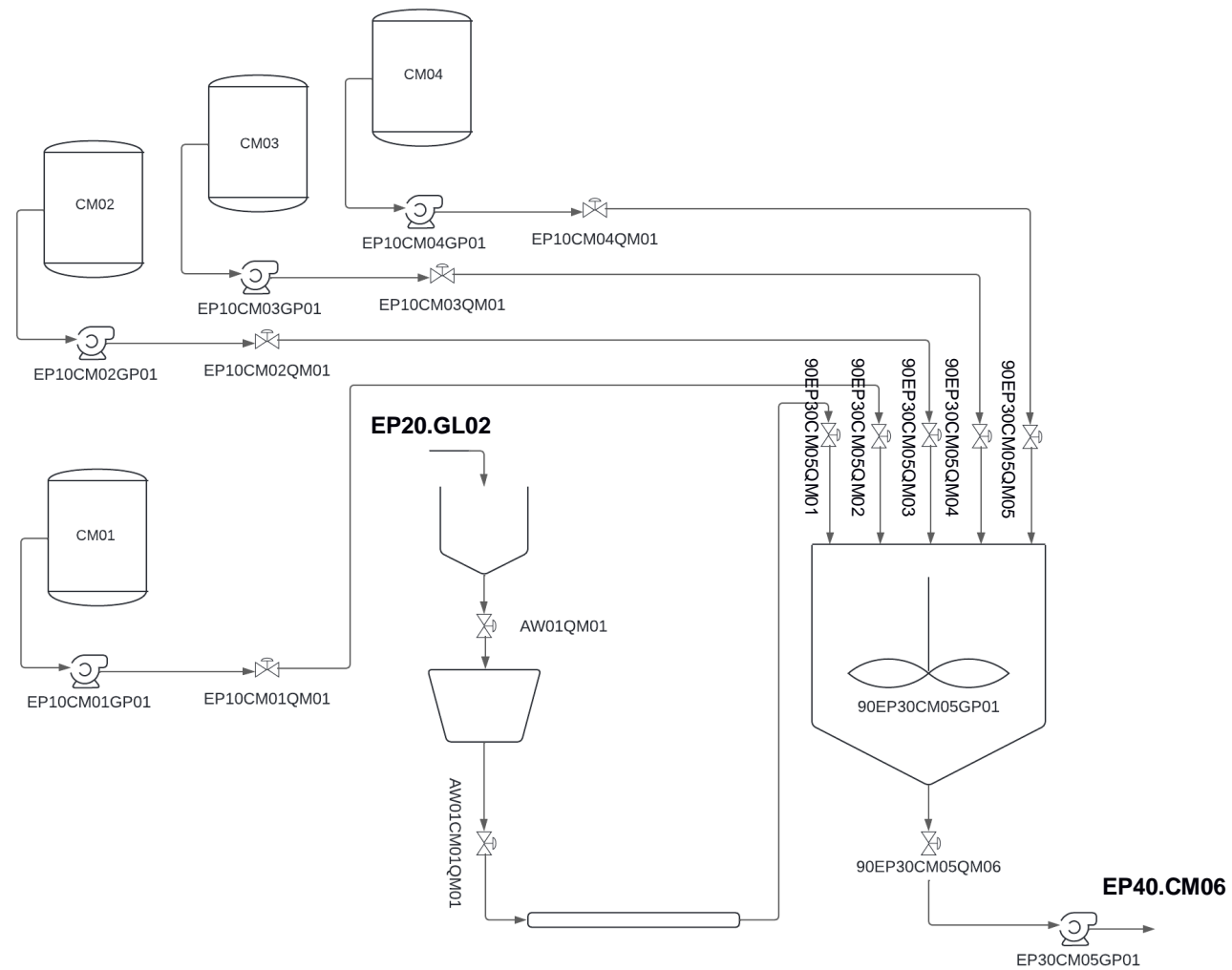


Figura 2. 2 Diagrama P&ID.

#### **2.1.4 Software de programación del PLC y SCADA**

Para realizar la programación por lotes y de acuerdo a lo que indica la norma ISA-88, se requiere que se cumpla el estándar del modelo de proceso y del modelo físico previamente definidos, para esto a nivel de programación es necesario:

- Crear variables definidas por el usuario (UDTs) que permitan un fácil control de válvulas, motores con arranque directo, con variador de frecuencia, con arrancadores suave, actuadores eléctricos, bombas de pulso, señales digitales y analógicas a través de la programación.
- Crear Bloques de programación (Add Ons) que tengan una lógica para el control de las diferentes variables definidas por el usuario, justamente para módulos de control tales como válvulas, motores, etc que se repiten a lo largo de una fábrica.

Con la creación de estos addOns, ya se tiene un módulo de control listo para este caso, el control manual de una válvula. Sin embargo, lo siguiente será crear el módulo de equipo a nivel de programación que también se encargará del control de la secuencia de encendido de los diferentes módulos de control bajo su cargo. Para esto, es necesario hacer uso de una lógica con 2 lenguajes combinados, la programación en diagrama de funciones secuenciales (SFC) y la programación en escalera (Ladder). Mientras la secuencia de control de los diferentes módulos de control se realiza en el SFC, las condiciones iniciales, las activaciones, la lógica general se puede crear en la lógica en Ladder. De cierta manera, esto también dependerá del estándar de cada empresa.

Una vez creados los módulos de control y los módulos de equipo en el programa, lo siguiente es definir las unidades y ver como un lote de producto puede ser transferido de una unidad a otra. Para esto también es necesario crear UDTs de unidades, por ejemplo y empezar a trabajar con el phase manager, que es un módulo adicional del Studio 5000. Este módulo permite crear fases que pueden activarse de forma secuencial dependiendo de la disponibilidad de las unidades, estas fases de entrada pueden activar módulos de equipo de forma secuencial y dependiendo de las condiciones finales definidas en la fase de salida, apagar la fase de esa unidad para encender la fase de la siguiente unidad. De esta manera,

se ira transfiriendo un lote de producto de una unidad a otra, cumpliendo lo que dicta la normativa ISA 88.

De acuerdo con lo indicado se realizó la programación del PLC usando TIA PORTAL (sin aplicar la normativa) y Studio 5000 aplicando la normativa, cuyas programaciones se detallan en el Capítulo 3.

#### **2.1.4.1 Studio 5000**

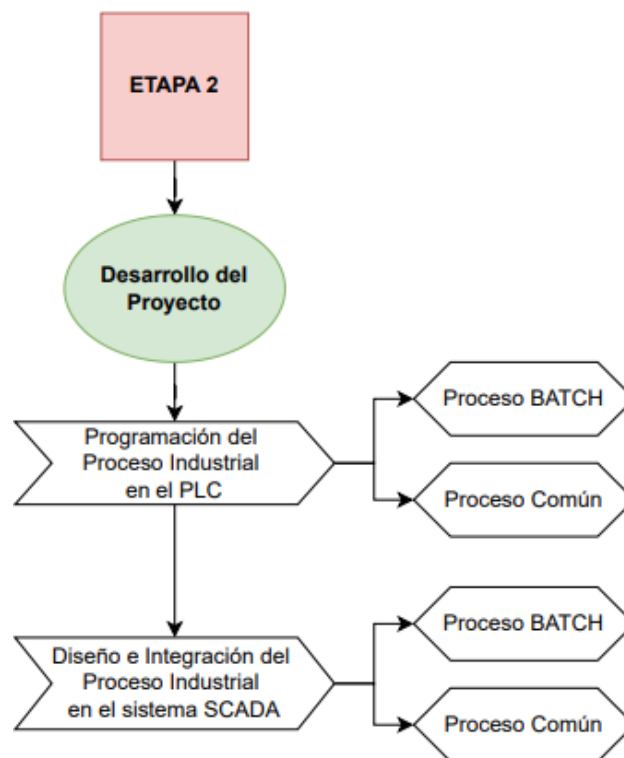
La razón principal de haber seleccionado el Studio 5000 es gracias a que reduce considerablemente los tiempos de desarrollo de un proyecto debido a su integración rápida de dispositivos, a su creación modular y repetible de proyectos, así como su interfaz, la cual es muy amigable haciendo que la programación sea más sencilla debido que no necesita de tanta configuración. Además, su módulo phase manager permite la creación de fases y unidades para la administración de lógicas para la secuencia por lotes, desde el inicio de un proceso hasta el final considerando las unidades disponibles de forma más sencilla.

#### **2.1.4.2 Ignition**

Por otro lado, el software Ignition permite construir un sistema SCADA a través de un proceso industrial, haciendo que todo funcione como un conjunto, haciendo más sencilla la interacción con el operador y a su vez que los sistemas MES (Manufacturing execution system) y ERP (Enterprise Resource Planning) trabajen todo en un solo lugar.

### **2.2 Programación del Proceso**

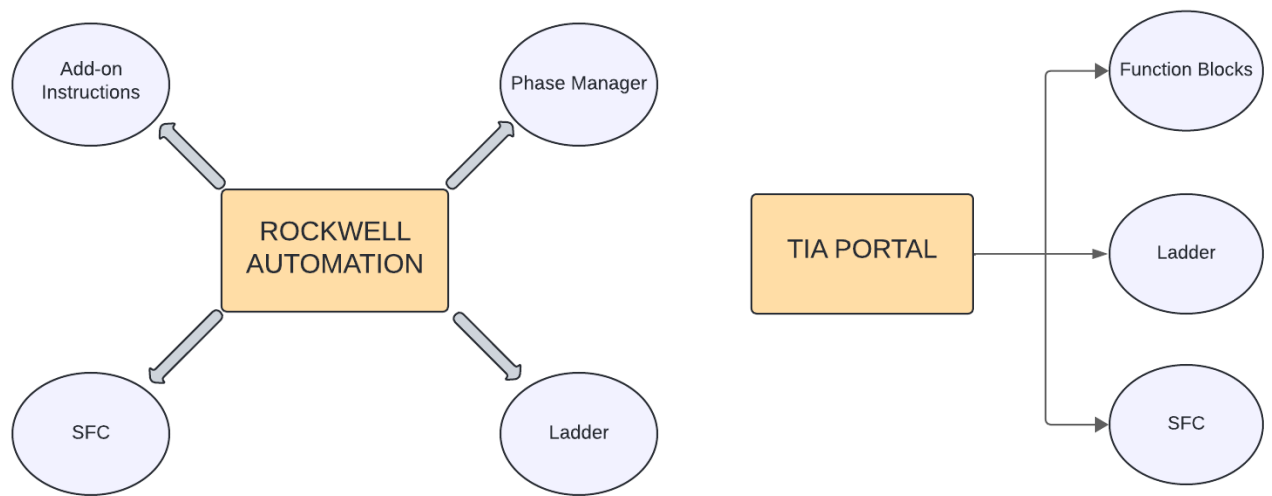
En esta etapa se desarrolló la programación del proceso industrial tanto del PLC como del sistema SCADA para el proceso de fabricación de jugos. En el Anexo B se muestra la lista de señales y los parámetros creados en el software Ignition, así como las unidades de proceso, los módulos de equipos y los módulos de control.



**Figura 2. 3 Etapa 2 del Proyecto. Fuente: Elaborado por los autores.**

Cabe destacar, para la programación en TIA Portal de Siemens se utilizaron los lenguajes de programación ladder (lenguaje en escalera) y SFC (diagrama funcional secuencial) y con ayuda de los diferentes bloques de programación (bloque de organización, bloque de función, bloque de datos y funciones) se logró automatizar el proceso. Por otro lado, para la programación Studio 5000 de Rockwell Automation, si bien se utilizaron los mismos lenguajes de programación (Ladder y SFC), para la programación se utilizaron las instrucciones add-on y sobre todo phase manager, las cuales fueron de gran ayuda para que la programación del proceso por lotes fuera más eficiente, optimizando recursos computacionales y logrando el objetivo de aplicar la normativa en el proceso de fabricación de jugos.





**Figura 2. 4 Studio 5000 vs TIA Portal.**

### **2.3 Verificación de métricas para la evaluación de resultados**

Para poder verificar que la programación cumpla con lo indicado en la norma ISA 88, se obtuvieron todos los datos después de realizar la programación del PLC y del SCADA. Se analizó parámetros como la flexibilidad de la normativa, el tiempo requerido para el desarrollo de la programación, diferentes puntos de vista al momento de utilizar el programa y si permite realizar cambios en el sistema, logrando que el sistema crezca, generando más volumen de producción sin necesidad de hacer demasiados cambios en la programación, acortando tiempos de ejecución y costos operativos.

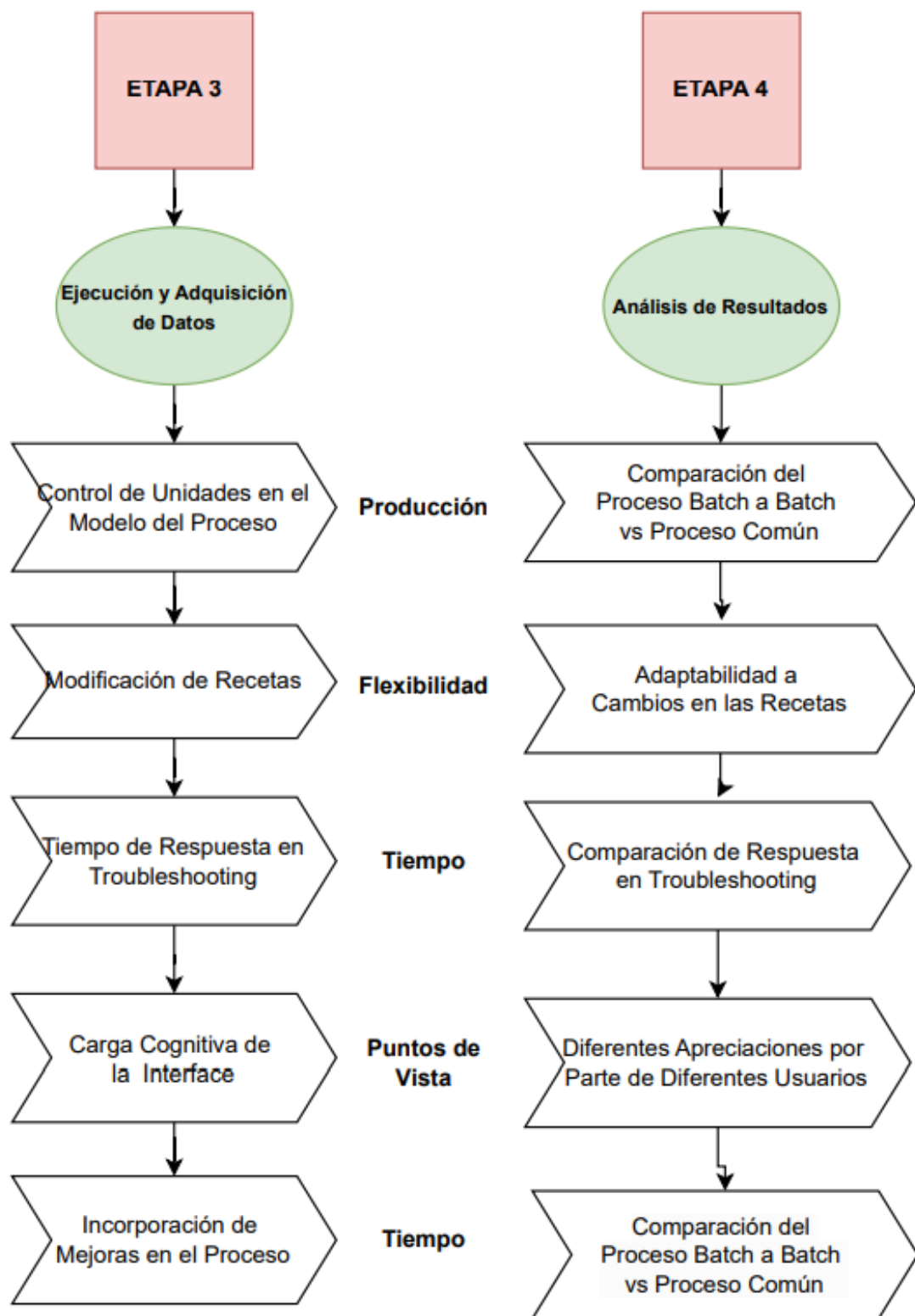


Figura 2. 5 Verificación de cumplimiento de la norma.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presenta la programación realizada para el PLC, la programación del SCADA y la integración de ambos sistemas, junto con una simulación del proceso utilizando la norma ISA-88. Además, se realiza una comparación entre dos enfoques de implementación: uno utilizando Studio 5000, que ofrece herramientas específicas para la aplicación de la norma, y otro con TIA Portal, donde la implementación de ISA-88 requiere una programación desde cero, sin herramientas prediseñadas que faciliten su aplicación.

### 3.1 Programación del PLC

Para el dimensionamiento del proyecto fue necesario realizar el modelo de proceso y posteriormente el modelo físico que permita definir de forma clara cada uno de los componentes que serán parte de la pirámide industrial. Para estructurar el sistema, se definieron áreas, células de proceso, unidades, módulos de equipo y módulos de control.

#### 3.1.1 Programación en Studio 5000

En la Figura 3.1 se observa todos los equipos y variables involucrados para el área de fabricación del jugo, donde se generan tags que permiten identificar cada equipo definido por medio de la normativa ISA-88.

TagProvider	TagPath	plcName	Name	Description	UDTType	area	equipment	Id
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE AGUA	instrumentDigital	90	EP10CM01	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE AGUA	instrumentDigital	90	EP10CM01	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01GP01	BOMBA TANQUE AGUA	motorDirect	90	EP10CM01	GP01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01QM01	VALVULA TANQUE AGUA	valve	90	EP10CM01	QM01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01BF01	TRANSMISOR DE FLUJO TANQUE AGUA	instrumentAnalog	90	EP10CM01	BF01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 1	instrumentDigital	90	EP10CM02	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 1	instrumentDigital	90	EP10CM02	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02GP01	BOMBA BIN INGREDIENTE 1	motorDirect	90	EP10CM02	GP01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02QM01	VALVULA BIN INGREDIENTE 1	valve	90	EP10CM02	QM01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02BF01	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 1	instrumentAnalog	90	EP10CM02	BF01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 2	instrumentDigital	90	EP10CM03	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 2	instrumentDigital	90	EP10CM03	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03GP01	BOMBA BIN INGREDIENTE 2	motorDirect	90	EP10CM03	GP01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03QM01	VALVULA BIN INGREDIENTE 2	valve	90	EP10CM03	QM01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03BF01	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 2	instrumentAnalog	90	EP10CM03	BF01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 3	instrumentDigital	90	EP10CM04	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 3	instrumentDigital	90	EP10CM04	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04GP01	BOMBA BIN INGREDIENTE 3	motorDirect	90	EP10CM04	GP01

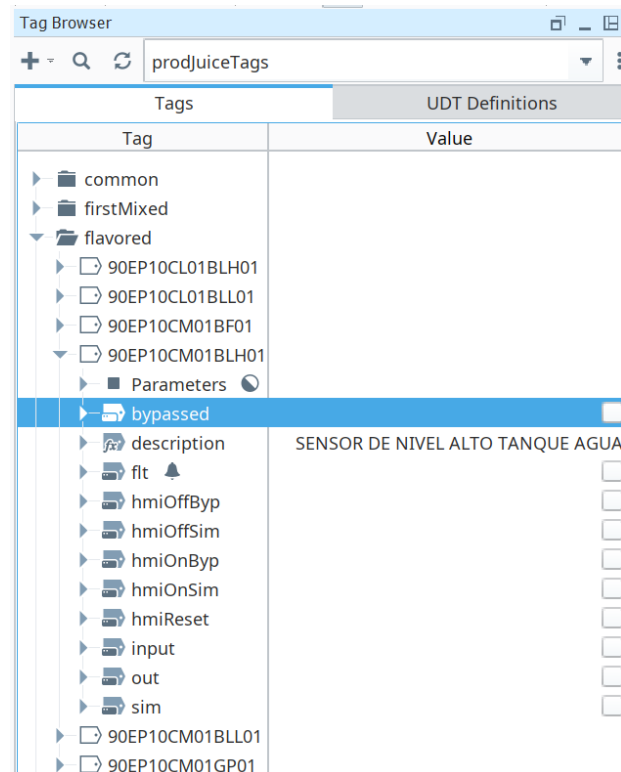
**Figura 3. 1 Lista de señales generada usando la normativa ISA-88 para definir tags.**

Esta lista de señales ayudó en la creación de tags en el PLC y en el browser de Ignition, permitiendo levantar las señales en el sistema SCADA para su monitoreo y supervisión de forma visual, a través de diferentes tipos de comunicación como por ejemplo OPC UA, OPC DA, etc.

En la Figura 3.2 y Figura 3.3, se puede observar la pestaña “controller tags” en el Studio 5000 que permite observar el estado de todos los tags que han sido creados para el monitoreo y lógica de la programación para el proceso industrial de la manufactura de jugos.

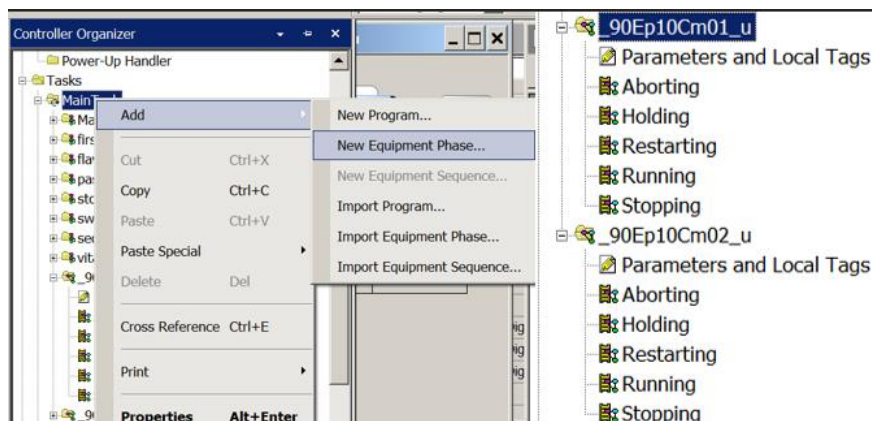
Scope: <div>Isa88Plc01</div>		Show: All Tags			
Name	Alias For	Base Tag	Data Type	Description	External Access
<div><div></div><div>_90EP60CM08QM02</div></div>			valve	Valvula de salida Tanque de Reposo	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP60CM08QM01</div></div>			valve	Valvula de mezcla Tanque de Rep...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP60CM08GP01</div></div>			motorDirect	Bomba Tanque de Reposo	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP60CM08BLL01</div></div>			instrumentDigital	Sensor de nivel bajo Tanque de Re...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP60CM08BLH01</div></div>			instrumentDigital	Sensor de nivel alto Tanque de Re...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP50CM07QM02</div></div>			valve	Valvula de salida Tanque mezclado...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP50CM07QM01</div></div>			valve	Valvula de mezcla Tanque mezclad...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP50CM07MA01</div></div>			motorDirect	Motor agitador Tanque mezclador 2	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP50CM07GP01</div></div>			motorDirect	Bomba Tanque mezclador 2	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP50CM07BLL01</div></div>			instrumentDigital	Sensor de nivel bajo Tanque mezc...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP50CM07BLH01</div></div>			instrumentDigital	Sensor de nivel alto Tanque mezc...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP50CM07BG01</div></div>			instrumentDigital	Boton de confirmacion adicional m...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP40CM06QM03</div></div>			valve	Valvula de salida Tanque calentador	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP40CM06QM02</div></div>			valve	Valvula de mezcla Tanque calenta...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP40CM06QM01</div></div>			valve	Valvula de vapor Tanque calentador	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP40CM06GP01</div></div>			motorDirect	Bomba Tanque calentador	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP40CM06BT01</div></div>			instrumentAnalog	Transmisor de temperatura Tanqu...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP40CM06BLL01</div></div>			instrumentDigital	Sensor de nivel bajo Tanque calent...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP40CM06BLH01</div></div>			instrumentDigital	Sensor de nivel alto Tanque calent...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP30CM05QM06</div></div>			valve	Valvula de salida Tanque mezclado...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP30CM05QM05</div></div>			valve	Valvula tipo compuerta de azucar...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP30CM05QM04</div></div>			valve	Valvula ingrediente 3 Tanque mezc...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP30CM05QM03</div></div>			valve	Valvula ingrediente 2 Tanque mezc...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP30CM05QM02</div></div>			valve	Valvula ingrediente 1 Tanque mezc...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP30CM05QM01</div></div>			valve	Valvula de agua Tanque mezclador...	Read/Write
<div><div></div><div>_90EP30CM05MA01</div></div>			motorDirect	Motor mezclador Tanque mezclado...	Read/Write

**Figura 3. 2 Ejemplo de la pestaña "controller tags" en el Studio 5000.**



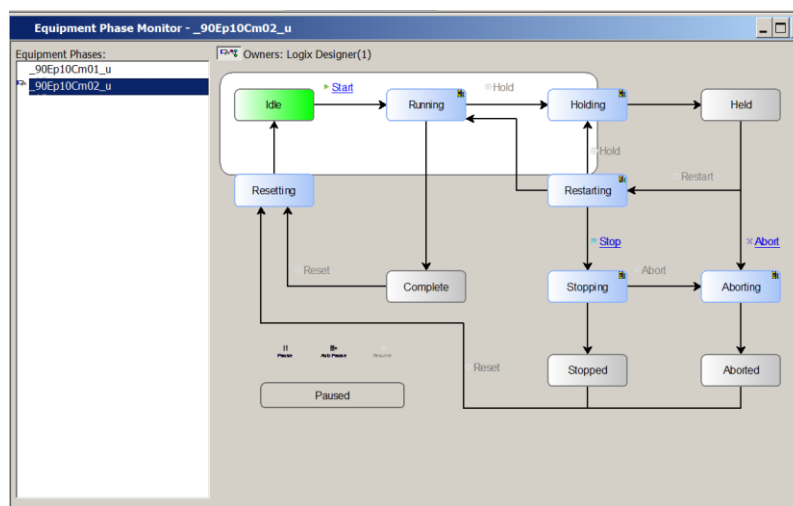
**Figura 3. 3 Ejemplo de la pestaña del "Tag Browser" de Ignition.**

Además de crear las señales en el programa, el siguiente objetivo es realizar la lógica para la ejecución de diferentes acciones que permitan la transferencia o dosificación de líquido de una unidad hacia otra por medio del proceso lote a lote usando la normativa ISA-88. Se puede observar en la figura 3.4, que para realizar la creación de una nueva fase de equipo es necesario acercarse a la tarea principal y seleccionar "New Equipment Phase", por medio de esto se crea una fase que permita utilizar diferentes estados como "running", "holding", "stopping", "restarting", "aborting" y "resetting". Cada uno de estos elementos con una característica singular que permitirá observar el estado de la fase en la que se encuentra una unidad del proceso.



**Figura 3. 4 Creación de una nueva fase de equipo y elementos que componen a una fase de equipo.**

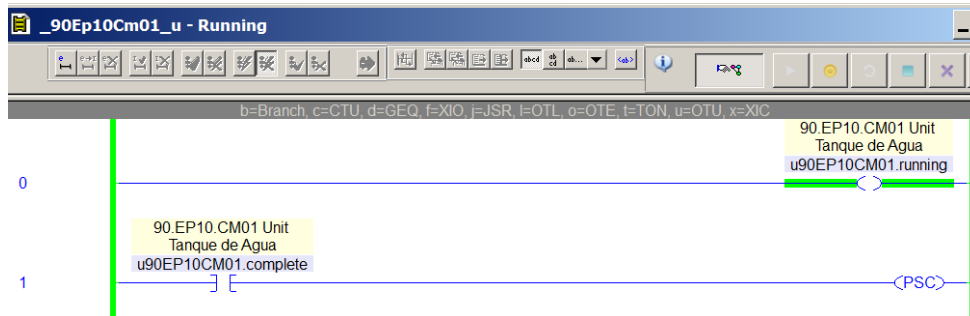
Es importante considerar que después de crear cada una de estas fases, se necesitó crear una lógica en cada rutina (fase) que permita conseguir el comportamiento adecuado para conseguir cumplir con la normativa ISA-88. Se puede observar en la Figura 3.5 el esquema general de la secuencia de fases en una unidad y las variables que permiten cambiar de un estado a otro, considerando que una acción te llevara al siguiente estado hasta dejar la unidad disponible o en “idle” para una nueva ejecución del proceso que realiza esa unidad. Por ejemplo, si se presiona el botón de start, la unidad pasa de “idle” a “running”.



**Figura 3. 5 Monitor de fases de equipo para la unidad 90EP10CM02.**

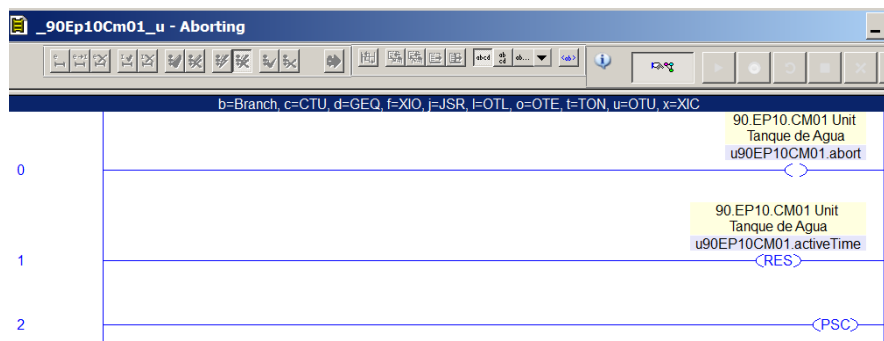
Si se analiza la lógica de cada fase, por ejemplo, en la fase “running” se puede apreciar en la figura 3.6 que desde el rung 0 hasta el 1 que cuando se entra en este estado se activa bit “.running” parte del UDT de la unidad 90.EP10.CM01 y cuando se activa el bit “.complete” del mismo UDT de la unidad, este ejecuta un comando “PCS” que completa el estado actual y cambia al siguiente estado en la

cadena que sería el estado “complete”, sacando la de esta fase automáticamente. Más adelante se hará énfasis en la rutina que permite la activación del bit “.complete” que es el que justamente cambia el estado de fase “running” a fase “complete”.



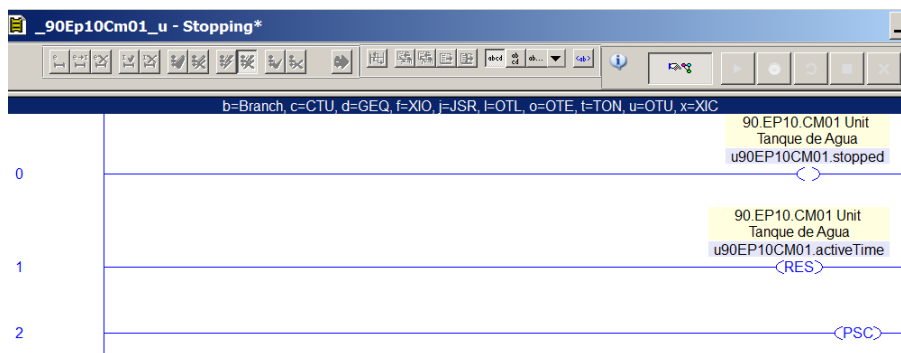
**Figura 3. 6 Fase "running" de la unidad 90EP10CM01.**

Con respecto a la fase “aborted” se puede observar en la Figura 3.7 que se llega a esta a través de la fase “aborting” que rápidamente completa la fase actual y me envía al siguiente estado que sería el “aborted” sin haber ejecutado la tarea. Esto permitiría que se reinicie y se ponga la unidad en disponible para poder reiniciar la unidad de ser necesario.



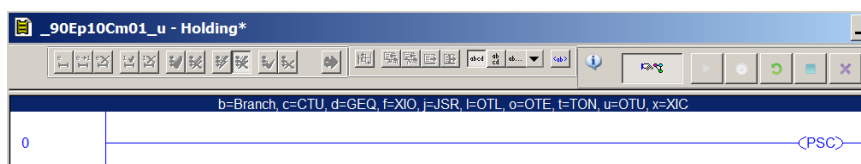
**Figura 3. 7 Fase "aborting" de la unidad 90EP10CM01.**

Con respecto a la fase “stopped” se puede observar en la Figura 3.8 que se llega a esta a través de fase “stopping” que rápidamente completa la fase actual y me envía al siguiente estado que sería el “stopped” sin haber ejecutado la tarea. En este caso en particular el comando “stop” y “abort” actúan de forma similar a menos de que se consideren otros factores para irse por un camino o por el otro.



**Figura 3. 8 Fase "stopping" de la unidad 90EP10CM01.**

Con respecto a la etapa holding, como se puede ver en la figura 3.9 ésta envía directamente a completar la fase y avanzar a la siguiente fase que sería "held", sin embargo, desde este estado hay dos opciones que son "restart" o "abort". En caso de seleccionar "restart" sería necesario analizar esta fase para entender lo que ocurre.

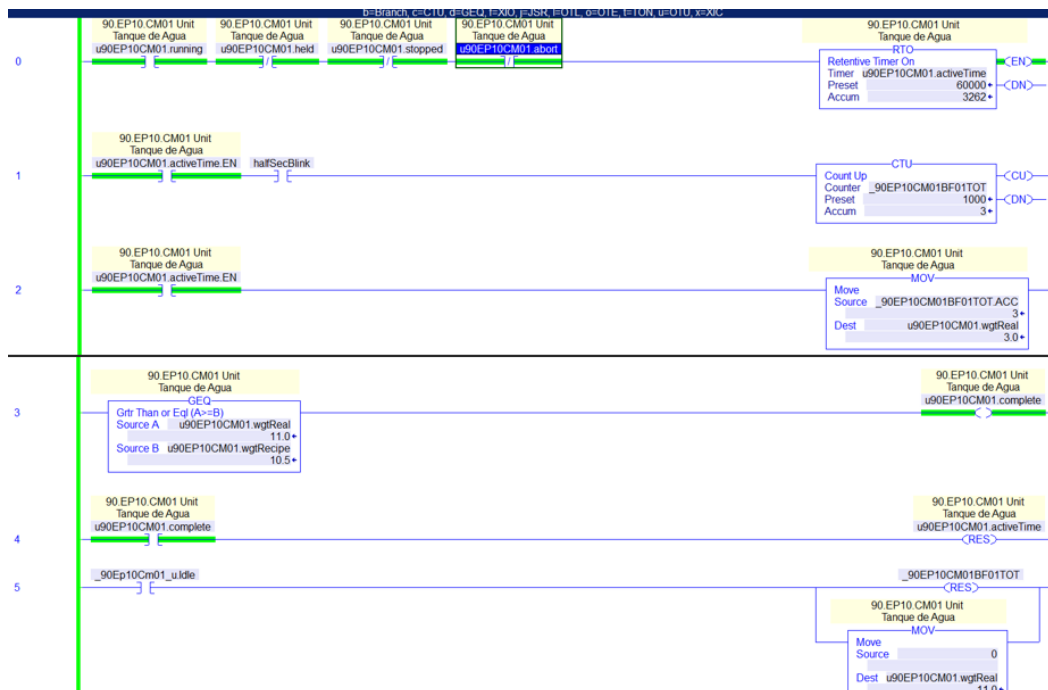


**Figura 3. 9 Fase "holding" de la unidad 90EP10CM01.**

La fase "restarting" hace lo mismo que la fase "holding" completando mi fase actual y enviándome a la siguiente que sería "restarted" y esta inmediatamente me envía al "running" retomando las acciones actuales en las que se encontraba la unidad en el estado "running".

En la Figura 3.10 se aprecia la lógica de la secuencia de las diferentes fases. Esta rutina va en la tarea principal y es llamada a través del bloque JSR como una subrutina. Aquí se puede apreciar desde el rung 0 hasta el 5 que cuando la unidad se encuentra en esta fase y no está ni en pausa, ni parada, ni abortada, se inicia un tiempo de la unidad activa. Durante la habilitación de este tiempo se simula la acumulación de un totalizador del flujo de este tanque que va llenando y moviendo sus valores a una variable real que posteriormente se va a comparar con el peso de receta y que permitirá que se cumpla la consigna ".complete" únicamente cuando el valor real sea mayor o igual al valor de la receta. Finalmente este bit ".complete" también resetea el tiempo de la unidad activa y cuando la unidad es reseteada para poder hacerla disponible, esto permitirá resetear el peso real que está en ese lote.



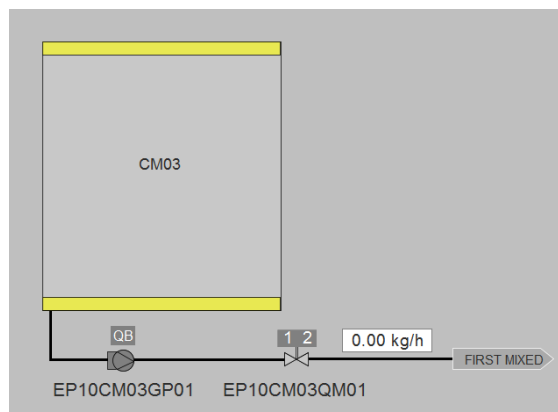


**Figura 3. 10 Lógica de la secuencia de las diferentes fases.**

El monitoreo y la ejecución de fases mediante el Phase Manager de Studio 5000 permiten al operador observar fácilmente el estado de cada unidad en tiempo real. Cuando el sistema incluye múltiples rutas y unidades, conocer el estado de cada una de ellas mejora significativamente la eficiencia operativa. Esta visión global del avance del proceso, como la elaboración de jugos de una unidad a otra en cada celda de proceso, es una de las principales ventajas de aplicar la normativa ISA-88 en combinación con Phase Manager.

A continuación, en la Figura 3.11 se detalla cómo se han fragmentado los templates<sup>1</sup> en el desarrollo del sistema SCADA. En este ejemplo, la Unidad 90EP10CM03 está compuesta por módulos de control, como la bomba EP10CM03GP01 y la válvula EP10CM03QM01, además de sensores digitales de nivel EP10CM03BLH01 y EP10CM03BLL01, y un flujómetro EP10CM03BF01. Estos dispositivos permiten monitorear el estado actual de los componentes de la unidad en tiempo real, facilitando la toma de decisiones y la eficiencia operativa.

<sup>1</sup> De acuerdo con Inductive automation, un template o plantilla se define como una configuración preestablecida de propiedades, comportamientos y elementos gráficos que puede ser reutilizada en múltiples lugares dentro de un proyecto.



**Figura 3. 11 Unidad 90EP10CM03.**

Es importante destacar que en el contexto de la normativa ISA-88, el término "unidad" se refiere a cualquier dispositivo o contenedor que pueda almacenar una cantidad finita de producto. Esto incluye tanques, reservorios, silos, bodegas, balanzas, tolvas, bins, entre otros equipos similares. Cada una de estas unidades desempeña un papel clave dentro del proceso de producción, ya que actúan como puntos de almacenamiento o procesamiento temporal del material, lo que permite una gestión eficiente del flujo de productos a lo largo de las distintas fases del proceso. La correcta identificación y clasificación de estas unidades es esencial para garantizar que el sistema de control automatizado funcione de manera óptima y que cada paso del proceso esté debidamente sincronizado.

En paralelo, un módulo de equipo se refiere a un conjunto de módulos de control que están organizados para funcionar bajo un mismo mando. Estos módulos controlan diferentes aspectos del equipo, por lo que definir los límites y alcances de cada módulo de equipo es crucial para evitar conflictos operativos o sobrecargas en el sistema. La clara delimitación de estos módulos no solo asegura que los equipos funcionen de manera independiente cuando sea necesario, sino que también facilita la coordinación entre diferentes partes del proceso productivo, especialmente en sistemas complejos que involucren varias unidades y rutas de producción.

Adicional, como se puede ver en la Figura 3.12 las transferencias de lotes entre unidades se realizan mediante la activación de los módulos de control, los cuales son comandados por el módulo de equipo, facilitando así el movimiento del lote de una unidad a otra. Estos módulos de equipo pueden incluir módulos de

The diagram illustrates a chemical process flow involving two main units: ME DSG and ME MX.

**ME DSG (ME DSG EP30.CM05):** This unit has five input streams (EP20.AW01, EP10.CM01, EP10.CM02, EP10.CM03, EP10.CM04) and one output stream (EP30.CM05). It includes a control panel with a timer set to 0 s and a valve labeled 90EP30CM05QM01.

**ME MX (ME MX EP30.CM05):** This unit has one input stream (EP30.CM05) and one output stream (EP40.CM06). It includes a control panel with a timer set to 0 s and a valve labeled 90EP40CM06QM02.

**Process Flow:** The output stream from ME DSG (EP30.CM05) is fed into ME MX (EP30.CM05). The output stream from ME MX (EP40.CM06) is fed into a steam input (STEAM) and a valve labeled 90EP40CM06QM03. The output stream from ME MX (EP40.CM06) is also fed into a valve labeled 90EP40CM06QM01.

**Control Panel:** The control panel includes a timer set to 0 s and a valve labeled 90EP30CM05QM01.

**Valves:** The diagram shows several valves, including 90EP30CM05QM01, 90EP40CM06QM01, 90EP40CM06QM02, and 90EP40CM06QM03.

**Steam Input:** A steam input (STEAM) is shown entering the process flow.

**Red Line:** A red line highlights a specific process path from ME DSG to ME MX.

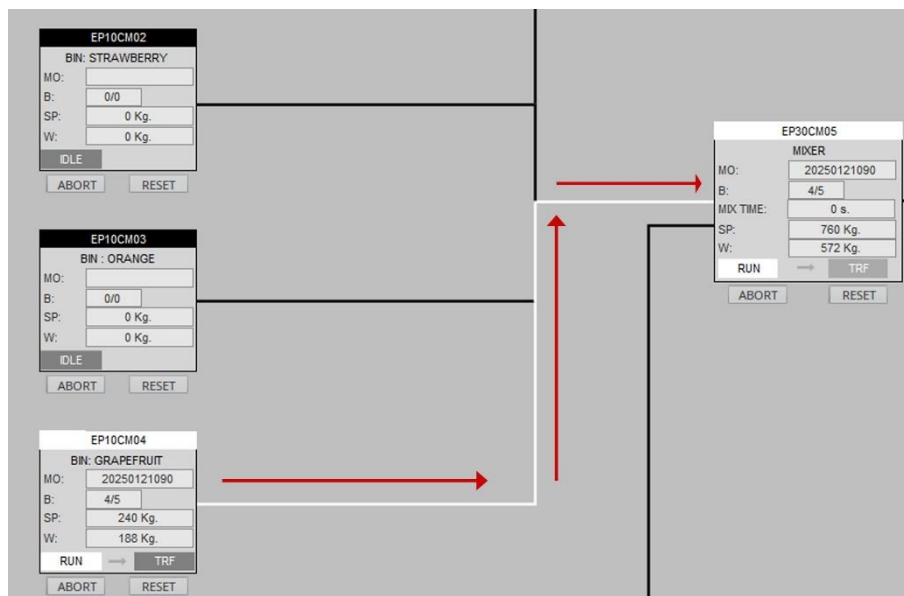
Para el proyecto se ha optado por una arquitectura básica que consiste en un único Gateway capaz de conectar múltiples PLCs, bases de datos y otros dispositivos. Este detalle es relevante, ya que existen otras arquitecturas, como la de escalabilidad horizontal, que permiten añadir más recursos adicionales para distribuir la carga de trabajo. Además, se utilizó una base de datos SQLite, que es sencilla y facilita la recolección de datos sin la necesidad de instalar bases de datos SQL separadas. Esto es ideal para aplicaciones de pequeña escala, especialmente en pruebas y demostraciones [11]. En este caso particular, dado que el enfoque es académico, esta limitación no presenta un inconveniente para la ejecución del proyecto. La implementación de una base de datos es fundamental para almacenar datos y consultarlos en el momento oportuno, lo que permite realizar un análisis y tomar decisiones informadas.

30

abierto (Open Process Connectivity). Sin embargo, dado que el proceso de fabricación fue simulado con el Emulador de Rockwell Automation, fue necesario utilizar una conexión OPC del tipo OPC DA, lo que permite conectarse a servidores OPC, en este caso a través del RSLinx Classic Gateway<sup>2</sup> que facilita la lectura de las variables provenientes del PLC. Esto se logra mediante un alias de dispositivo creado en el RSLinx Classic Gateway.

Se realizaron 10 pantallas para observar el sistema con detalle. Entre estas encontramos la ventana de creación de órdenes, la ventana de historia de órdenes y reportes de lote a lote, la ventana de saborizado o dosificación, la ventana de endulzado, la ventana de primer mezclado, la ventana de pasteurizado, la ventana de vitaminado, la ventana de almacenaje o reposo, la ventana de unidades y la ventana general donde se puede observar la mayoría del proceso.

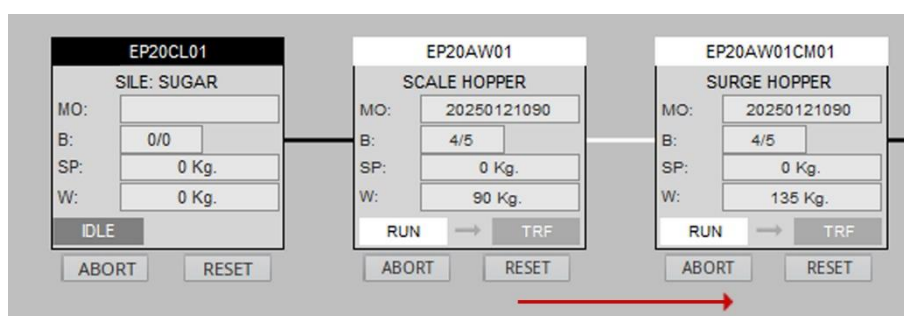
En la figura 3.13 se puede observar la ventana de las unidades donde se muestra de forma clara la información que se transfiere entre unidades durante el procesamiento de un lote. Para este caso en particular se muestra el módulo de dosificación transfiriendo producto desde la unidad EP10CM04 al mixer EP30CM05 que es otra unidad.



**Figura 3. 13 Pantalla de unidades.**

<sup>2</sup> RSLinx Classic es un software que permite que otros programas de terceros accedan a los datos de los controladores Rockwell Automation utilizando la interfaz OPC DA. [12]

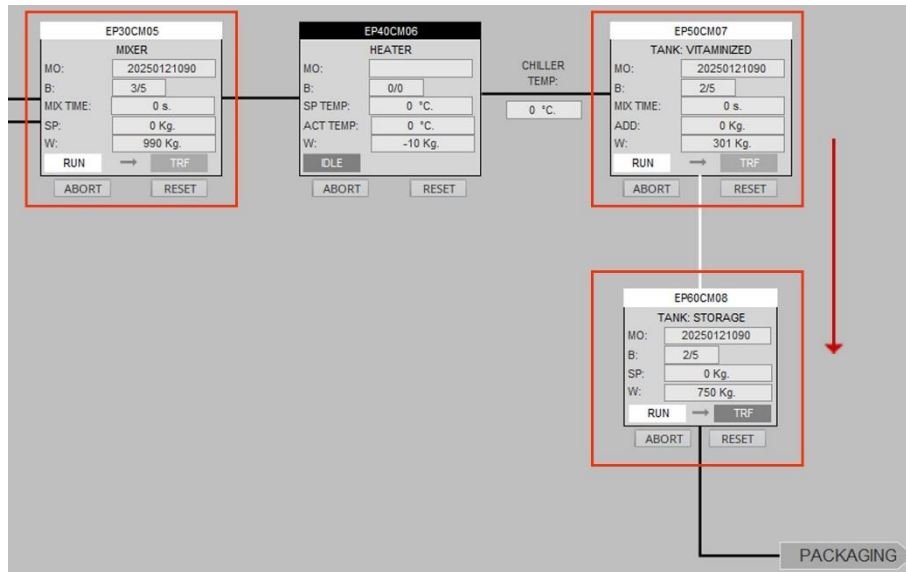
En la Figura 3.14 se puede observar el número de la orden en producción, el número de lote que pasa por cada unidad mientras es transferido, el tiempo que el producto permanecerá en esa unidad, e incluso el peso del lote que está siendo cargado o descargado. Para este ejemplo en particular se está transfiriendo una cantidad de producto de la unidad EP20AW01 a la EP20AW01CM01 y por medio del software de Ignition se realizan las animaciones correspondientes para mostrar información de la cantidad que está siendo transferida, con su respectivo número de orden y otros detalles que pueden ser importantes observar en el esquema general de la planta.



**Figura 3. 14 Template de la definición de una unidad.**

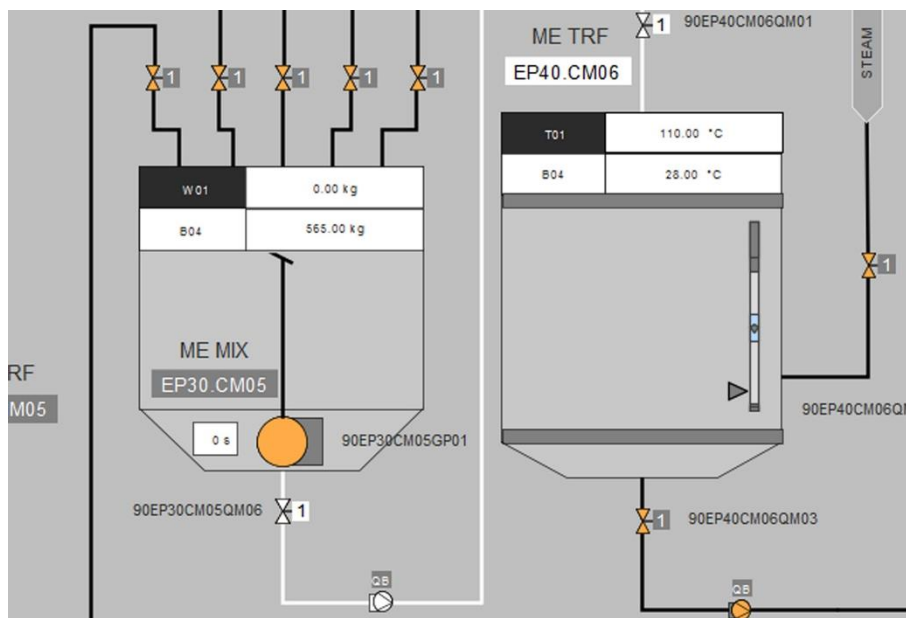
En la Figura 3.15 se puede ver otras unidades que son parte del proceso para la producción de jugos, donde se puede observar como la unidad EP30CM05 del mixer esta albergando el lote no. 3 de la orden de manufactura 20250121090, mientras que la unidad EP50CM07 del tanque de vitaminado esta transfiriendo el lote no. 2 de la misma orden hacia la unidad EP60CM08 del tanque de almacenaje el cual ya cuenta con 750 kg transferidos y en espera de recibir el resto. Una vez que el lote no. 2 sea transferido completamente a la unidad de almacenaje, este tomará un tiempo de descanso y posteriormente será transferido al siguiente proceso que es el empaquetado.

Este proceso conlleva sus propias unidades, módulos de equipo y módulos de control completamente independientes a los del proceso de producción de jugo. Definir estos procesos es necesario para llevar a cabo un correcto modelo físico y de procesos que permita el flujo más eficiente para la producción del producto.



**Figura 3. 15** Unidad de mixer con el lote no. 3 y unidad de vitaminado con el lote no. 2 de una orden.

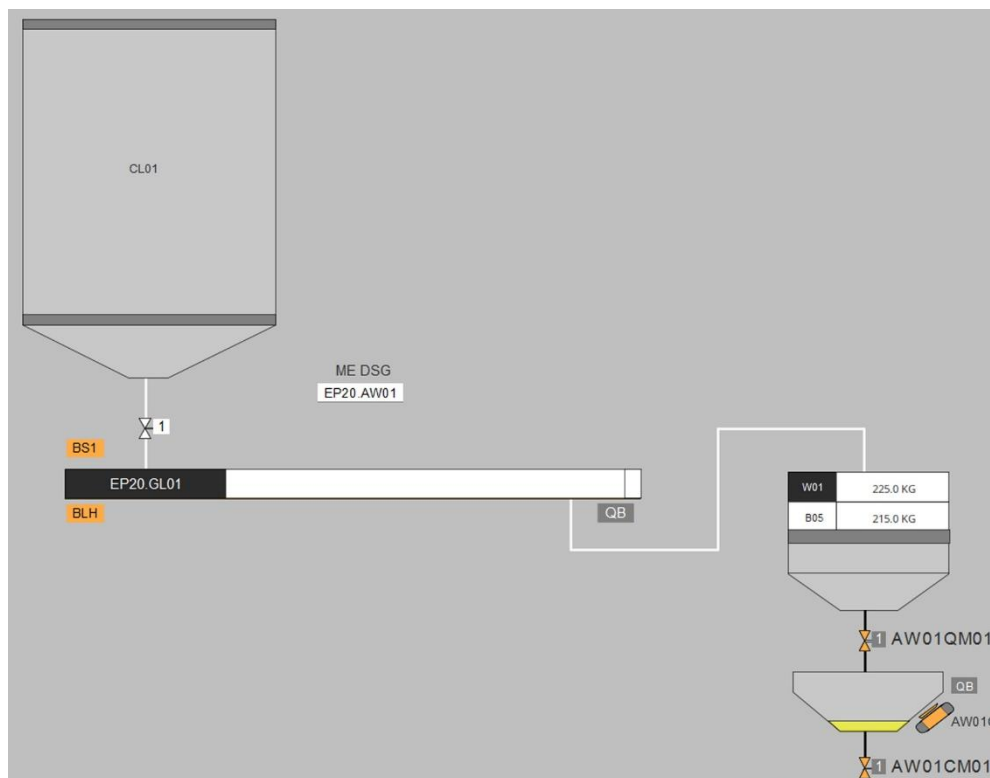
En la Figura 3.16 se puede ver la pantalla del proceso general, se pueden observar varios de los equipos involucrados específicamente en esta parte del proceso, es decir la producción de jugos. Se tiene acceso a todos los equipos y también se puede controlar el proceso desde esta pantalla.



**Figura 3. 16** Parte de las unidades que se están en la vista general de la planta.

Es importante conocer que nuestro proceso inicia con la etapa de saborizado, donde se encuentran los tanques de agua y diversos ingredientes para la elaboración de las diferentes recetas. Estos tanques son los mismos que se observaron en la figura 3.11 y se encargan de almacenar la materia prima para iniciar el proceso de manufactura, junto con el módulo de dosificación de azúcar que alimenta el tanque de mezclado, donde se formará el lote.

En la Figura 3.17 se puede apreciar la pantalla de endulzado donde se observa el envío de producto desde el silo de azúcar hacia la balanza donde se pesará el producto para posterior a esto, dosificar la cantidad exacta de azúcar al tanque de mezclado.



**Figura 3. 17 Pantalla de endulzado.**

En la Figura 3.18 también se puede ver como un módulo de equipo puede controlar una variedad de módulos de control, con el objetivo de transferir producto de una unidad hacia otra. Siempre va a depender de la definición del modelo de proceso y del modelo físico para saber que módulos de control serán comandados. Para este caso en particular nuestro módulo de equipo EMTRF.EP30.CM05 sería

De igual forma, otra herramienta importante para la navegación de estas pantallas son las ventanas ancladas como se puede observar en la figura 3.19, las mismas se pueden anclar a cualquier extremo del SCADA y siempre se van a mostrar al usuario.

- Plant Overview Units (Level1)
  - Plant Overview Juice Process
    - Flavored (Level2)
    - Sweetened (Level2)**
    - First Mixed (Level2)
    - Pasteurized (Level2)
    - Vitaminized (Level2)
    - Stored (Level2)
  - Orders
    - Manufacturing Orders
- Alarms

HIDE DIG. INST.

HIDE TAGS

English

Lock Screen

Switch User

DESIGNED AND INTEGRATED BY: RENATO DUENAS LUIS ARMijos		ESPOL	PROCESSING	FLAVORED	SWEETENED	FIRST MIXED
			Plant Overview	PASTEURIZED	VITAMINIZED	STORED

HIDE DIG. INST.

HIDE TAGS

English

Lock Screen

Switch User

Active Time

Display Path

Current State

Event ID

ep.-04 07:42:23	- 90EP10CL01BLL01 - SENSOR DE NIVEL BAJO SILO DE AZUCAR ...	Active, Unackn...	ae381a40-5ebf-4687-9...
ep.-04 07:42:23	- 90EP20AW01CM01BLL01 - SENSOR DE NIVEL BAJO TOLVA DE ...	Active, Unackn...	8627ab4f-ae8f-45f6-9...
ep.-04 07:42:23	- 90EP50CM07BT01 - TRANSMISOR DE TEMPERATURA TANQUE V...	Active, Unackn...	12011d8a-21cf-47ca-...
ep.-07 07:19:41	90EP10_4BFA ALARM	Active, Unackn...	2a294f8b-1aff-4ad4-d...

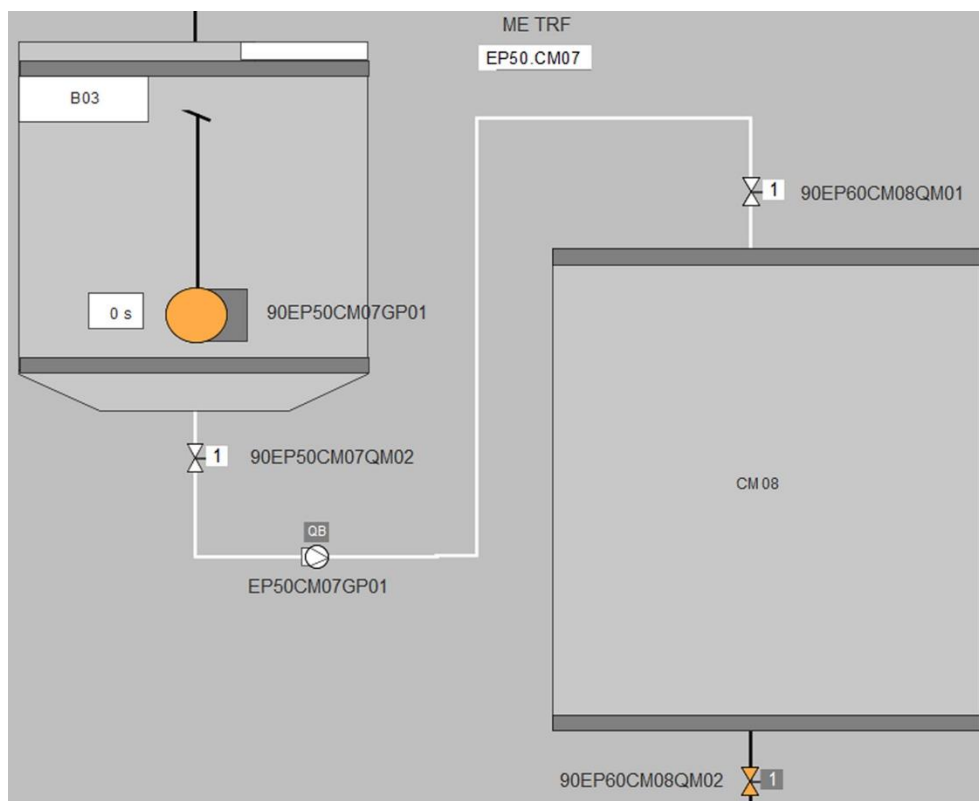
User: admin Role: Administrator System Time: 21-ene.-2025 11:38:4

35



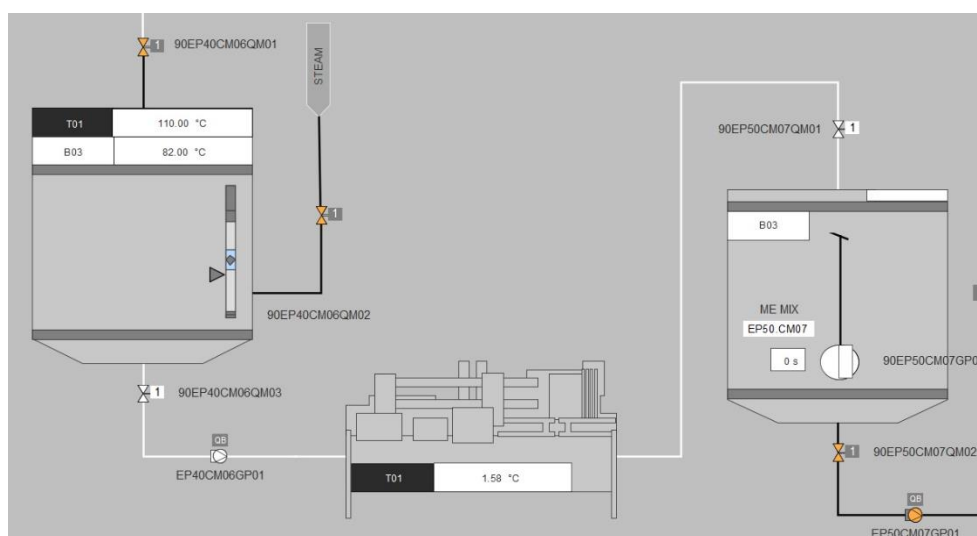
Por ejemplo, la barra de navegación lateral es la que se puede observar del lado izquierdo con marco rojo. En el encabezado que se encuentra con marco azul se pueden colocar detalles de las áreas o el estado actual de la ventana en la que se encuentra el usuario. En el pie de la ventana que está en marco amarillo se puede colocar un registro de las alarmas más recientes y adicional se puede colocar información importante dentro de las mismas ventanas ancladas.

Además, para fundamentar de manera más clara la definición de las unidades, se ha puesto énfasis en la demostración de varias pantallas adicionales diseñadas específicamente para mostrar aspectos claves de cada etapa del proceso de producción. Por ejemplo, en la Figura 3.20 en la pantalla de pasteurizado se puede apreciar la transferencia del lote formado en el tanque mezclador que luego del tiempo de mezclado es transferido hacia el tanque de pasteurizado donde el producto es sometido a un proceso de calentamiento seguido de un enfriamiento rápido, antes de ser transferido hacia la siguiente fase del proceso.



**Figura 3. 20 Pantalla de pasteurizado.**

También se puede observar la pantalla de vitaminado a través de la Figura 3.21, donde el producto es agregado de forma manual, vitaminas, minerales y preservantes dependiendo de los que se requiera. Esta adición manual involucra la validación de ingreso del producto por parte del operador justamente para seguir el proceso correcto de fabricación. También es necesario un segundo mezclado y posteriormente también se realizará una transferencia de lote de esta unidad a la siguiente.



**Figura 3. 21 Pantalla de vitaminado.**

Adicionalmente también se consideró necesario una pantalla donde se puede observar las 3 recetas distintas de fabricación como se aprecia en la Figura 3.23, la definición del tamaño del lote, el ingreso de la cantidad requerida para la orden, y por ende el botón que permite la ejecución de un script que va a realizar las consultas pertinentes en diferentes tablas de una base de datos y escritura de variables en el PLC para cumplir las consignas de dosificación necesarias para efectuar la receta seleccionada.

Este es un ejemplo sencillo ya que en escenarios reales se pueden encontrar sistemas integrados como ERP (Enterprise Resource Planning), MES (Manufacturing Execution system) y SCADA (Supervisory Control and Data Adquisition), que trabajan en conjunto para gestionar y supervisar una planta de producción. Estas plantas pueden contar con cientos de fórmulas distintas para la elaboración de una amplia variedad de productos, cada una con especificaciones y

requerimientos únicos. La complejidad del proceso dependerá no solo de la magnitud de la planta, sino también de factores como la diversidad de materias primas utilizadas, la automatización de los procesos, la trazabilidad de los lotes, el control de calidad en tiempo real y la optimización de los recursos a través de análisis de datos avanzados. Además, la implementación de estos sistemas permite una integración eficiente entre diferentes áreas de la empresa, facilitando la toma de decisiones basada en información precisa y en tiempo real.

The screenshot displays a web interface for creating manufacturing orders. It includes a product dropdown menu set to 'SWEET TORONJA', a batch input field with '1,000', and a 'MANUFACTURING ORDER' input field with '5,000'. An 'INICIAR ORDEN' button is visible. To the right, there are two tables: 'INGREDIENTES' and 'FORMULA'.

BIN NUM	CODIGO	INGREDIENTE
1	00324345	ZUMO DE NARANJA
2	00324378	ZUMO DE TORONJA
3	00324250	NECTAR DE FRUTILLA
4	00324243	AZUCAR EN GRANO
5	00324010	AGUA

CODIGO	INGREDIENTE	CANTIDAD %	CANTIDAD KG/BATCH
00324010	AGUA	0,25	250
00324243	AZUCAR EN GRANO	0,23	230
00324250	NECTAR DE FRUTILLA	0,1	100
00324345	ZUMO DE NARANJA	0,17	170
00324378	ZUMO DE TORONJA	0,24	240

**Figura 3. 22 Pantalla de creación de órdenes.**

Finalmente, se desarrollaron tablas clave para registrar y analizar el historial de las ordenes creadas, permitiendo un seguimiento detallado de su estado actual. Por ejemplo, en la Figura 3.23 se presenta un historial completo de las órdenes generadas, mostrando su progreso a través de los distintos estados del proceso hasta su finalización, momento en el cual el estado cambia a “completado” con su correspondiente estampa de tiempo. Este registro proporciona una visión clara del ciclo de vida de cada orden, facilitando el análisis de tiempos de producción y posibles retrasos.

De manera similar, cada vez que se completa un lote de producción, se genera un reporte detallado, como el mostrado en la Figura 3.24, en el que se registran las cantidades reportadas por lote. En este informe se comparan los valores consignados inicialmente con la cantidad efectivamente obtenida, lo que permite detectar posibles desviaciones y ajustar parámetros de producción para mejorar la precisión y reducir desperdicios.

Manufactured Order	Product Description	Quantity Order	Status	Start Production Date	End Production Date
20250121090	SWEET TORONJA	5000.0	in progress	2025-01-21 11:02:51	
20241110089	SWEET TORONJA	3000.0	completed	2024-11-10 11:32:45	2024-11-10 11:50:07
20241110088	NARANJA FRESH	3.0	completed	2024-11-10 11:31:46	2024-11-10 11:31:48
20241110087	FRESAS TROPICALES	4000.0	completed	2024-11-10 10:53:44	2024-11-10 11:25:45
20241110086	SWEET TORONJA	5000.0	completed	2024-11-10 10:49:18	2024-11-10 10:50:03
20240911085	SWEET TORONJA	3300.0	completed	2024-09-11 20:05:58	2024-09-11 20:55:32
20240911084	SWEET TORONJA	3000.0	completed	2024-09-11 20:05:35	2024-09-11 20:05:37
20240908083	SWEET TORONJA	12000.0	completed	2024-09-08 09:56:44	2024-09-08 10:28:39
20240908082	FRESAS TROPICALES	12000.0	completed	2024-09-08 09:55:49	2024-09-08 09:55:51
20240908081	SWEET TORONJA	5000.0	completed	2024-09-08 09:14:43	2024-09-08 09:47:42
20240908080	FRESAS TROPICALES	1200.0	completed	2024-09-08 02:02:31	2024-09-08 02:13:04
20240908079	FRESAS TROPICALES	600.0	completed	2024-09-08 01:37:52	2024-09-08 02:02:12

COMPLETAR ORDEN

Manufactured Order	Product Description	Quantity Order	Status	Start Production Date	End Production Date
20250121090	SWEET TORONJA	5000.0	completed	2025-01-21 11:02:51	2025-01-21 11:36:55
20241110089	SWEET TORONJA	3000.0	completed	2024-11-10 11:32:45	2024-11-10 11:50:07
20241110088	NARANJA FRESH	3.0	completed	2024-11-10 11:31:46	2024-11-10 11:31:48
20241110087	FRESAS TROPICALES	4000.0	completed	2024-11-10 10:53:44	2024-11-10 11:25:45
20241110086	SWEET TORONJA	5000.0	completed	2024-11-10 10:49:18	2024-11-10 10:50:03
20240911085	SWEET TORONJA	3300.0	completed	2024-09-11 20:05:58	2024-09-11 20:55:32
20240911084	SWEET TORONJA	3000.0	completed	2024-09-11 20:05:35	2024-09-11 20:05:37
20240908083	SWEET TORONJA	12000.0	completed	2024-09-08 09:56:44	2024-09-08 10:28:39
20240908082	FRESAS TROPICALES	12000.0	completed	2024-09-08 09:55:49	2024-09-08 09:55:51
20240908081	SWEET TORONJA	5000.0	completed	2024-09-08 09:14:43	2024-09-08 09:47:42
20240908080	FRESAS TROPICALES	1200.0	completed	2024-09-08 02:02:31	2024-09-08 02:13:04
20240908079	FRESAS TROPICALES	600.0	completed	2024-09-08 01:37:52	2024-09-08 02:02:12

**Figura 3. 23 Pantalla de historia de órdenes**

Date	Manufactured Order	Number of Batch	Expected Quantity	Real Quantity
2025-01-21 11:11:37	20250121090	1	1050.0	1115.0
2025-01-21 11:21:58	20250121090	2	1056.0	1121.0
2025-01-21 11:26:43	20250121090	3	1060.0	1110.0
2025-01-21 11:32:45	20250121090	4	1054.0	1104.0
2025-01-21 11:36:52	20250121090	5	1050.0	1070.0
2024-11-10 11:41:11	20241110089	1	1024.0	5964.0
2024-11-10 11:41:12	20241110089	1	1024.0	5979.0
2024-11-10 11:41:28	20241110089	1	1024.0	234.0
2024-11-10 11:45:47	20241110089	2	1024.0	1059.0
2024-11-10 11:50:05	20241110089	3	1024.0	1029.0
2024-09-11 20:09:38	20240911085	1	325.0	385.0
2024-09-11 20:11:30	20240911085	2	325.0	355.0

**Figura 3. 24 Pantalla de historia de órdenes.**

Este tipo de reportes es fundamental para la toma de decisiones estratégicas, ya que permite identificar áreas críticas dentro del proceso productivo en las que se pueden implementar mejoras. Entre los aspectos a optimizar se incluyen la calibración de tiempos de cierre de válvulas, la sincronización de secuencias de encendido y apagado de módulos de control, la reducción de tiempos muertos, y la optimización de recursos.

### 3.1.2 Programación en TIA Portal

A continuación, se va a analizar una programación sencilla por medio de Siemens para la célula de proceso de primer mezclado, con el propósito de poder comparar más adelante ambas interfaces y lógicas de programación para poder establecer conclusiones de la ventaja que conlleva los procesos por medio de la normativa ISA-88.

Siemens tiene la ventaja de poseer diferentes bloques (bloque de función, bloque de organización, bloque FC y bloque de datos DB) para facilitar la programación y que el código del programa quede más ordenado y sea entendible para cualquier programador.

En primer lugar, como se ve en la Figura 3.25, se creó el bloque de función FB llamado FB\_TANQUE\_LLENO, el cual se encarga de detectar si el tanque de los diferentes ingredientes (agua, ingrediente 1, ingrediente 2 e ingrediente 3, silo de azúcar) se encuentran llenos. Para lograr esto, la función lee los sensores de nivel alto de cada uno de los tanques, en caso que el nivel de un tanque esté alto, se activa la señal del sensor de nivel alto (un 1 en binario) y en consecuencia la función envía una salida indicando que el tanque de ese ingrediente está lleno. Al crear una función que haga eso nos ahorramos bastantes líneas de código, teniendo en cuenta que se desea conocer el nivel de diferentes tanques al mismo tiempo. Cabe destacar, para que esta función se active se necesita una habilitación de la misma (en este caso una señal que dará inicio al proceso).

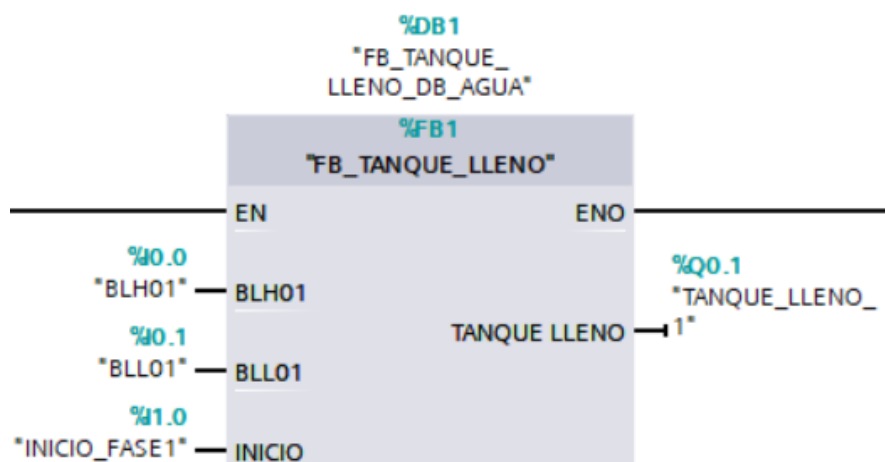
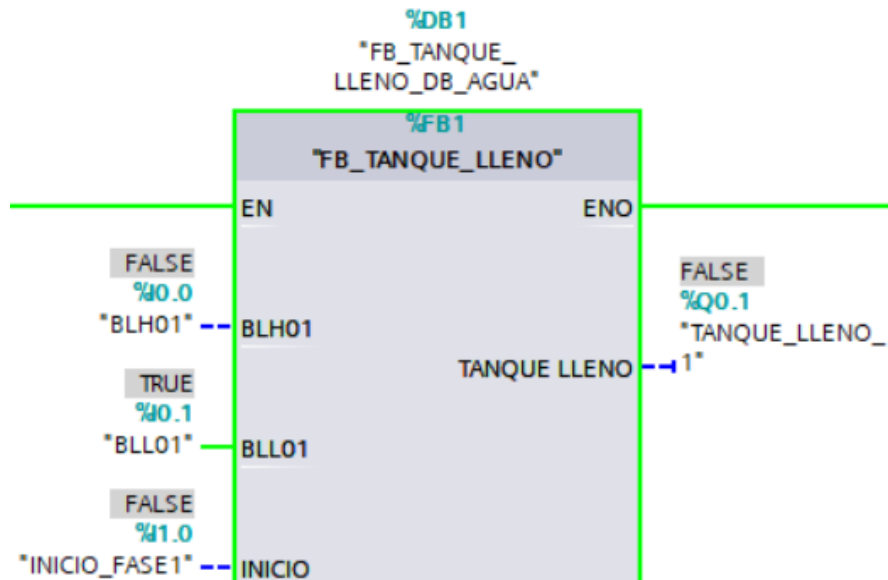


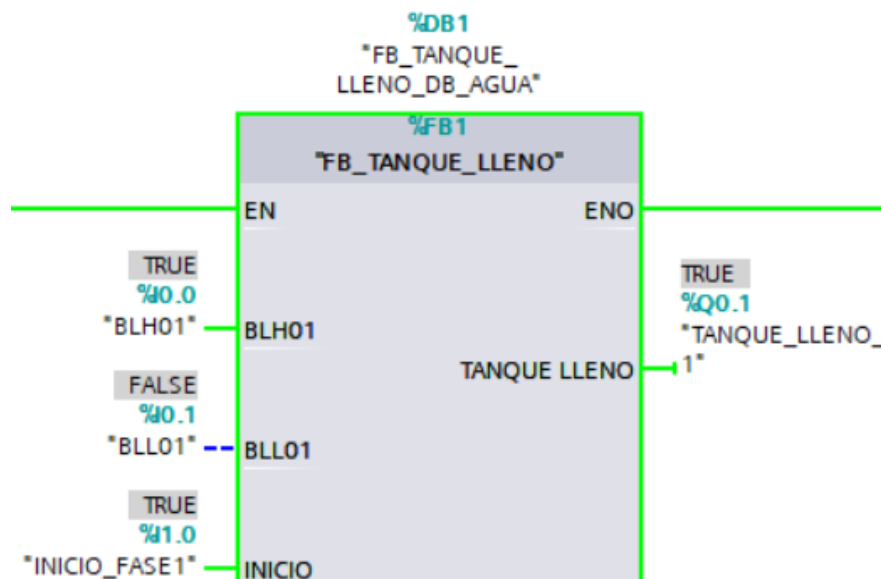
Figura 3. 25 . Bloque de función FB\_TANQUE\_LLENO.

A través de PLC SIM se puede simular la programación realizada. En la Figura 3.26 se aprecia que para el tanque de agua se creó una instancia de la función FB\_TANQUE\_LLENO, en este caso el tanque de agua se encuentra con nivel bajo (al estar activado el sensor de nivel bajo BLL01), esto nos da una salida negativa indicando que el tanque no está lleno.



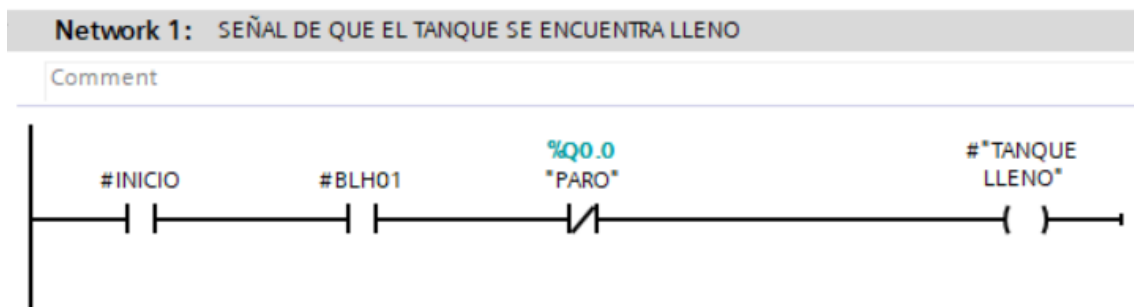
**Figura 3. 26 . Bloque de función FB\_TANQUE\_LLENO simulado.**

Sin embargo, al dar inicio al proceso y después de llenar el tanque de agua se activa el sensor de nivel alto BLH01 y como se observa en la Figura 3.27, la salida se vuelve positiva indicando que el tanque está lleno.



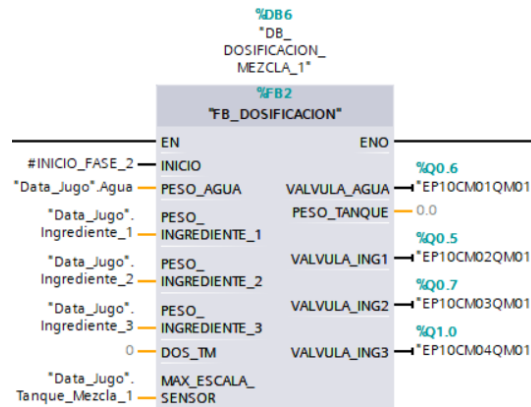
**Figura 3. 27 Tanque de agua lleno.**

Si bien se podría conocer si el tanque está lleno solamente utilizando el sensor de nivel alto, hay que tener en cuenta que se desea conocer el nivel de algunos tanques, y aquello generaría varias líneas de código y sobre todo el uso de muchos contactos abiertos y cerrados y bobinas en el programa, gastando recursos del PLC, por esta razón se creó la función FB\_TANQUE\_LLENO. A continuación, en la Figura 3.28 se aprecia la programación del bloque de función mencionado, la cual solo utiliza una línea de código y aquello nos permitirá conocer el nivel de cualquier tanque.



**Figura 3. 28 Programación del bloque de función FB\_TANQUE\_LLENO.**

Otro bloque de función creado y de suma importancia es el bloque FB\_DOSIFICACIÓN, como se aprecia en la Figura 3.29, esta función se encarga de dosificar las materias primas iniciales de manera ordenada (agua, ingrediente 1, ingrediente 2 e ingrediente 3) con el peso respectivo para la receta creada, es decir tantos kilos de agua, y tantos kilos ingredientes, para esto se va pesando el tanque a cada rato y cuando ya se llega al peso requerido de un material, se cierra la válvula del tanque de ese material y se abre la válvula del otro tanque para la entrada del siguiente material, por esa razón esta función tiene como salida las válvulas respectivas de cada tanque (EP10CM01QM01, EP10CM02QM01, EP10CM03QM01, EP10CM04QM01).



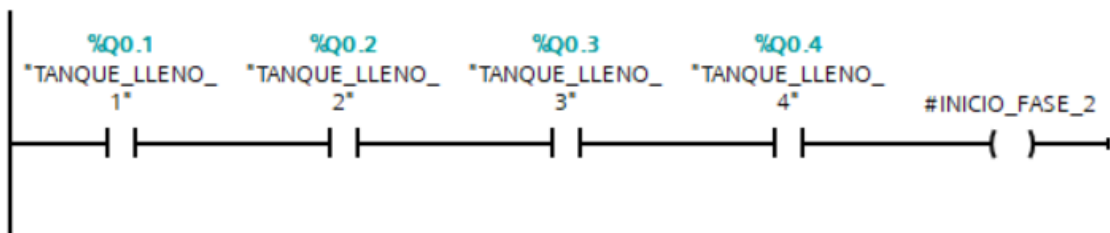
**Figura 3. 29 . Bloque de función FB\_DOSIFICACION para la dosificación del agua, y los diferentes ingredientes.**

Como se mencionó anteriormente, cada receta debe poseer unas cantidades específicas de kilos por cada ingrediente, para esto se creó un bloque de datos DB, con esto se pueden crear diferentes recetas, al ser un ejemplo se creó una sola receta, necesitando 5 kg de cada materia prima para la etapa de dosificación y 7 kg de azúcar.

Name	Data type	Start value
▼ Static		
Agua	Real	5.0
Ingrediente_1	Real	5.0
Ingrediente_2	Real	5.0
Ingrediente_3	Real	5.0
Tanque_Mezcla_1	Real	30.0
Azucar	Real	7.0

**Figura 3. 30 Receta #1 creada.**

Para dar inicio al proceso de dosificación primero deben estar llenos cada uno de los tanques de las diferentes materias primas, para esto se utiliza el primer bloque de función creado que indica si un tanque está lleno o no. En caso que los cuatros tanques se encuentren llenos, se procede a dar inicio a la siguiente etapa de dosificación.

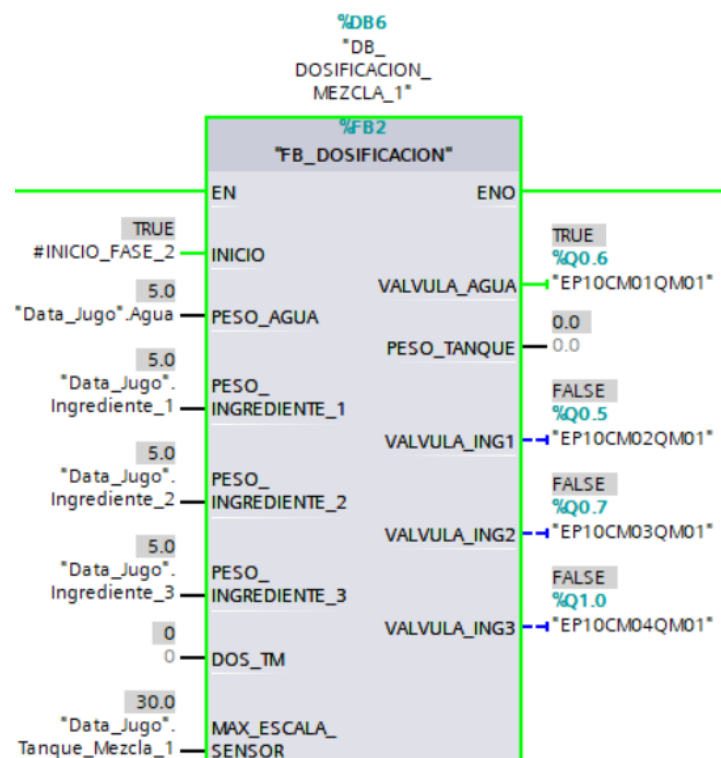






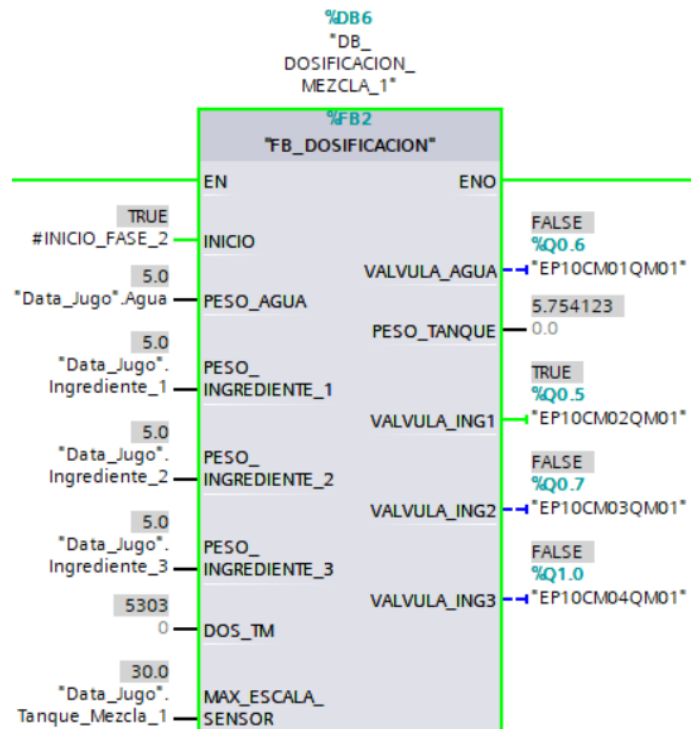
**Figura 3. 31 . Simulación de tanque lleno para cada uno de los ingredientes.**

Como se aprecia en la Figura 3.31 todos los tanques de cada una de las materias primas están llenos (tanque 1, 2, 3 y 4), como consecuencia se activa la salida INICIO\_FASE\_2 e inmediatamente inicia el proceso de dosificación. Como se observa en la Figura 3.32, debido a que se activa la salida INICIO\_FASE\_2, se abre la válvula de salida del tanque de agua (EP10CM01QM01) para ingresar la cantidad de agua requerida en la receta (5 kg en este caso).



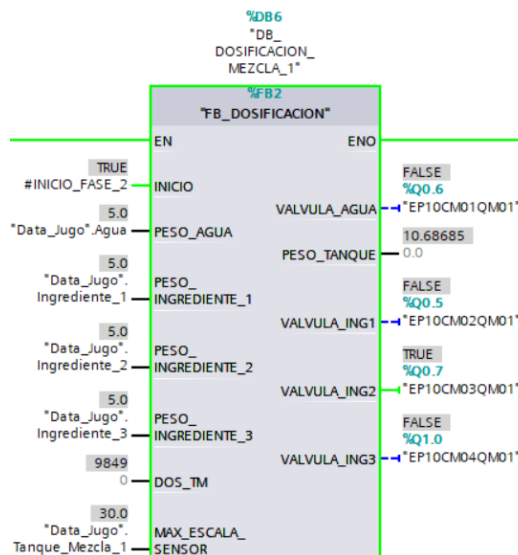
**Figura 3. 32 Inicio al proceso de dosificación.**

En la Figura 3.33, se aprecia que después de ingresar 5 kg de agua, la válvula de salida del tanque de agua se cierra y se abre la válvula del ingrediente 1 para la dosificación del mismo.



**Figura 3. 33 Entrada del ingrediente 1.**

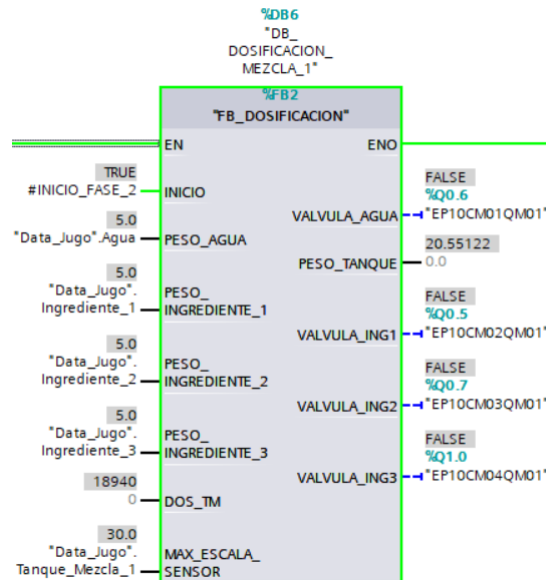
De igual manera, después de ingresar 5 kg del ingrediente 1, el tanque de mezclado posee 10 kg de material, en este caso se cierra la válvula del ingrediente 1 y se abre la válvula del ingrediente 2 para ingresar 5 kg del mismo.



**Figura 3. 34 Entrada del ingrediente 2.**

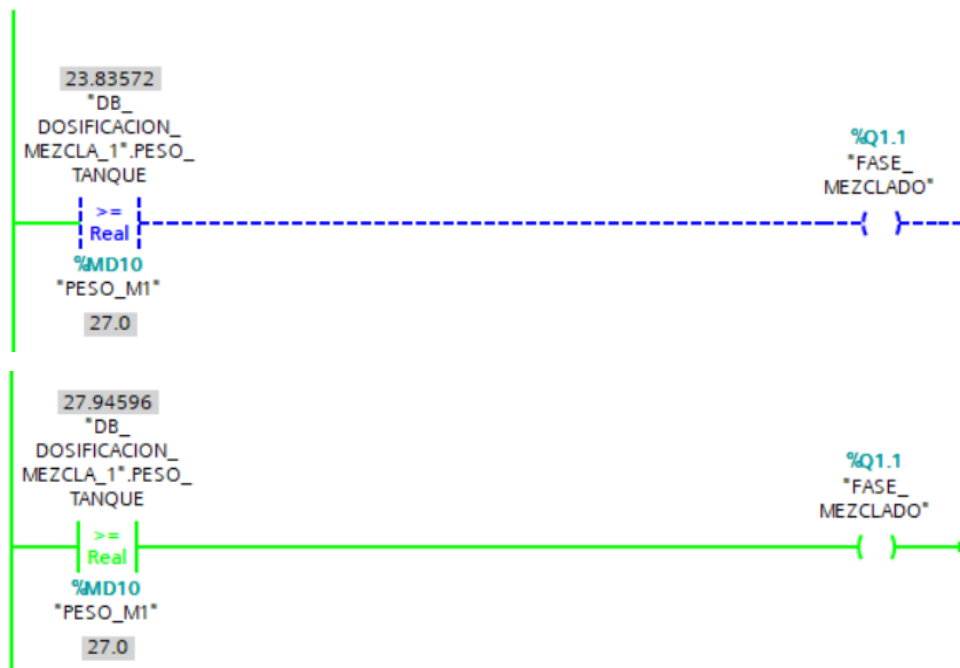
Después de dosificar todos los ingredientes se obtuvo aproximadamente 20 kg de mezcla (Figura 3.35), y todas las válvulas se cierran, indicando que el proceso

de dosificación de las cuatro materias primas terminó, para empezar con el endulzado para su posterior mezclado con el agitador 90EP30CM05GP01.



**Figura 3. 35 Fin del proceso de dosificación.**

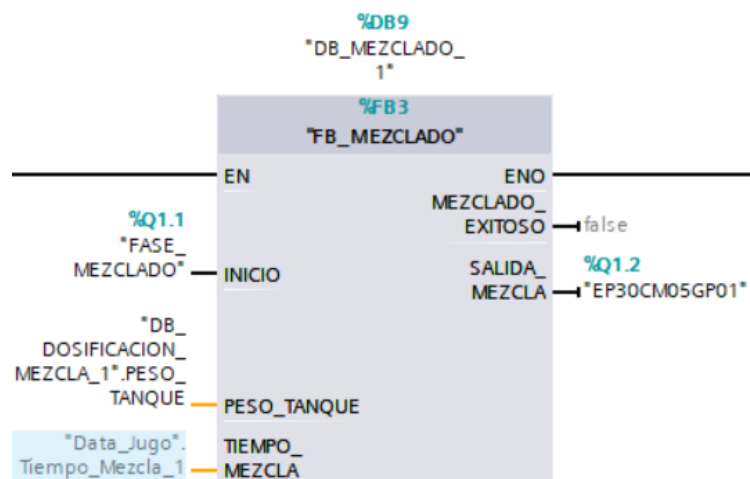
Después del endulzado, se agrega una cantidad al tanque de mezclado (en este caso la receta solicita 7 kg de endulzado) es decir el tanque debe tener 27 kg de mezcla para proceder con su agitación como se aprecia en la Figura 3.36, si la mezcla tiene un peso inferior a 27 kg no inicia la agitación y espera la adición de más endulzado.



**Figura 3. 36 Inicio de la agitación en el tanque de mezclado.**

Después de que la mezcla tenga el peso indicado inicia su agitación. Para eso se creó otro bloque de función denominado FB\_MEZCLADO, el cual se encarga de agitar la mezcla durante el tiempo requerido por la receta (en este caso 15 segundos).

Después de transcurrir los 15 segundos se abre la válvula de descarga EP30CM05GP01 para llevar la mezcla agitada a la célula de pasteurizado.



**Figura 3. 37 Bloque de función FB\_MEZCLADO.**

### 3.2 Resultados Finales

Si se observan los resultados y a pesar de que la lógica de programación en Studio 5000 se desarrolló en su totalidad y la lógica en TIA Portal solo abarca una parte del proceso, se destaca una diferencia significativa en la integración de ambos sistemas con la normativa ISA-88. Aunque TIA Portal es compatible con ISA-88, su integración puede no ser tan directa o especializada como la que ofrece Studio 5000. Este último está diseñado específicamente para cumplir con los estándares de ISA-88, proporcionando una integración más profunda y herramientas avanzadas como el Phase Manager, que simplifica la implementación y gestión de procesos lote a lote.

Además, Studio 5000 permite una configuración más detallada de los procesos y una mayor flexibilidad en la personalización de las plantillas para fabricación por lote, lo cual es crucial para procesos complejos que requieren una gestión precisa de las fases y etapas. Este software también ofrece un robusto

entorno de desarrollo que facilita la creación y mantenimiento de sistemas lote a lote, con un enfoque en la mejora continua y la optimización del rendimiento.

Por otro lado, TIA Portal se caracteriza por su interfaz unificada que integra programación de PLCs, HMI y redes en un solo entorno, lo cual puede ofrecer una ventaja en términos de eficiencia y facilidad de uso para proyectos que no requieren una especialización tan profunda en la normativa ISA-88. Sin embargo, para aplicaciones que demandan un cumplimiento riguroso con los estándares de ISA-88, Studio 5000 puede ser la opción preferida debido a su capacidad para manejar procesos por lote complejos de manera más efectiva y especializada.

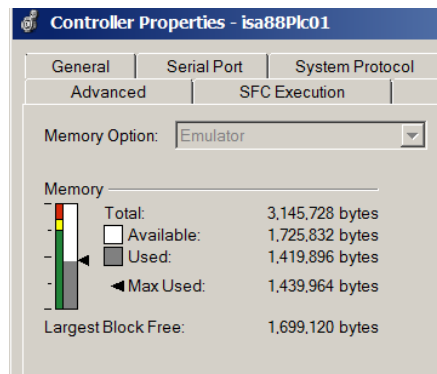
Además, al enfocarse en la variable “tiempo”, que es crucial para medir la eficiencia, modularidad, integración y otros aspectos importantes del proyecto, podemos observar que las definiciones del modelo de proceso y físico han facilitado la creación de programación mediante addons, UDTs (User-Defined Data Types) y bloques diversos en ambos softwares. Estos elementos, que incluyen programación en SFC (Sequential Function Charts) y Ladder, permiten desarrollar un sistema complejo de manera eficaz. Esta aproximación asegura que el sistema sea modular, escalable, flexible, robusto y adaptable, permitiendo que se ajuste a las necesidades cambiantes del proyecto y optimizando el rendimiento general.

Como se puede observar en la tabla 3.1, se realizó un esquema general de las fases de equipo y de los módulos de equipo utilizados en el programa. Se crearon 11 fases de unidad, 16 fases de entrada y 11 fases de salida, lo que asegura una correcta gestión de las transiciones entre los diferentes estados del proceso. Además, se implementaron módulos de dosificación, transferencia y mezclado, con el fin de facilitar el control y la integración de los distintos componentes del sistema por lotes. Esta distribución modular garantiza que el sistema sea escalable y adaptable a las necesidades del proceso, cumpliendo con los principios de la normativa ISA-88.

Fases de equipo	
Fase de unidad	11
Fases de entrada	16
Fases de salida	11
Modulos de equipo	
Dosificacion	2
Transferencia	3
Mezclado	2

**Tabla 3. 1 Esquema general de las fases de equipamiento y de los módulos de transferencia usados en el programa.**

Por otro lado, como se observa en la Figura 3.38, el uso de la memoria del programa fue evaluado mediante el controlador, donde se muestra el espacio utilizado por las instrucciones y los bloques generados en el proyecto. El uso eficiente de la memoria es fundamental en la programación de sistemas de control, especialmente en procesos lote a lote que requieren un control preciso y continuo.



**Figura 3. 38 Espacio utilizado en memoria del programa.**

Estos resultados reflejan cómo la correcta definición del modelo de proceso y físico, junto con las herramientas avanzadas que proporciona Studio 5000, han permitido implementar una programación eficaz y modular. Asimismo, se evidencia la capacidad del sistema para gestionar grandes volúmenes de datos y recursos de hardware, optimizando tanto el tiempo de ejecución como el uso de memoria.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

El desarrollo de este estudio permitió evaluar la implementación de la norma ISA-88 en procesos industriales por lotes, aplicándola a un caso práctico mediante la programación de PLC y SCADA en los entornos de Studio 5000 y TIA Portal. La aplicación de esta normativa ha demostrado ser una herramienta eficaz para estructurar procesos industriales, mejorando la flexibilidad y estandarización de las operaciones.

Se comprobó que el uso de Phase Manager en Studio 5000 facilita la gestión de las fases del proceso, permitiendo una implementación más rápida y estructurada de la norma. En contraste, en TIA Portal, donde no se dispone de una herramienta específica para esta función, es necesario desarrollar la programación desde cero, lo que demanda mayor tiempo y esfuerzo.

Asimismo, la estructuración del sistema SCADA con base en ISA-88 mejora la trazabilidad y el control del proceso, optimizando la supervisión y facilitando la toma de decisiones en tiempo real. Se observó que Ignition ofrece una interfaz más intuitiva y práctica para la integración con PLC en comparación con WinCC, lo que facilita la visualización del proceso y el monitoreo de variables críticas.

En conclusión, la comparación entre los dos entornos de programación confirma que la elección del software debe depender de los requerimientos específicos del proceso y de la infraestructura disponible. No existe una única solución ideal, pero la aplicación de la norma ISA-88 resulta clave para mejorar la eficiencia y confiabilidad en la automatización de procesos industriales por lotes.

## **4.2 Recomendaciones**

Es fundamental establecer desde el inicio la estructura del proceso y su representación física, asegurando que cada etapa siga los lineamientos de la norma ISA-88. Esto permitirá una implementación más ordenada y reducirá errores en la programación.

Se recomienda optar por software que cuente con funciones específicas para la gestión de procesos por lotes. En el caso de Studio 5000, el uso de Phase Manager facilita la aplicación de ISA-88, mientras que en TIA Portal es necesario desarrollar la lógica de control de forma manual, lo que implica mayor tiempo de programación.

Para una correcta implementación, es importante que los programadores y operadores conozcan la estructura de ISA-88 y su aplicación en entornos de automatización. La formación en el uso de herramientas específicas contribuirá a optimizar los procesos y garantizar su correcta ejecución.

Se recomienda establecer métricas clave para evaluar el rendimiento del sistema, considerando tiempos de ejecución, flexibilidad ante cambios y facilidad de mantenimiento. Esto permitirá identificar oportunidades de mejora y optimizar los procesos a futuro.

Aplicar principios modulares y reutilizables en la programación del PLC y SCADA facilitará futuras modificaciones y expansiones del sistema, asegurando su estabilidad operativa a largo plazo.



# BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. N. d. R. I. P. E. M. D. R. MSc. Jenny Criollo, Gestión de la Producción Industrial, Ecuador: Binario Editorial, 2021.
- [2] E. ROBOTICS, «edsrobotics,» 04 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.edsrobotics.com/blog/proceso-industrial-que-es/>. [Último acceso: 01 Septiembre 2024].
- [3] A. E. F. F. S. A. G. N. R. d. A. A. A. C. B. J. M. R. P. M. J. C. Gómez, «Diseño de un Proceso Continuo de Producción de Biodiesel,» *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, p. 10, 2014.
- [4] J. A. M. Medrano, Fundamentos de Medición y Control de Procesos, California: Palibrio, 2017.
- [5] Sacome, «Sacome,» 10 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.sacome.com/diferencias-proceso-continuo-proceso-batch/>. [Último acceso: 24 Agosto 2025].
- [6] P. Corbella, Artist, *Contribución al Estudio de Plantas Químicas Multiproducto de Proceso Discontinuo*. [Art]. Universidad Politécnica de Catalunya, 2004.
- [7] M. E. E. Yáñez, Artist, *Diseño, Simulación y Optimización de un Proceso Industrial Discreto e Híbrido en el Área de Fabricación y Ensamblaje*. [Art]. Escuela Politécnica Nacional, 2015.
- [8] E. Y. G. Gonzalez, Artist, *Plataforma de Aprendizaje para Control Batch*. [Art]. Pontifica Universidad Javeriana, 2014.
- [9] A. Burgos, «Metodología para el Desarrollo de Procesos de Automatización según la Normal ANSI/ISA-88,» Bilbao, 2016.
- [10] A. N. Standard, «Part 1: Models and Terminology,» de *Batch Control*, 1995.
- [11] Inductive Automation, [En línea]. Available: <https://www.docs.inductiveautomation.com/docs/8.1/system-architectures/scale-out-architecture>.

[12] Rockwell Automation, Inc., 2024. [En línea]. Available:  
<https://commerce.rockwellautomation.com/rockwell/en/USD/p/9355-RSLC/bundleBrand>.

## ANEXO A

ID DE AREA	AREA	ID DE PROCESO	CÉLULA DE PROCESO	ID DE LA UNIDAD	UNIDAD	ID MODULO DE EQUIPO	MODULO DE EQUIPO	ID DE INSTRUMENTO	MODULO DE CONTROL
10	FABRICACION DE JUGOS	E01	SABORIZADO	CM01	TANQUE AGUA			BLH01	Sensor de nivel alto
								BLL01	Sensor de nivel bajo
								GP01	Bomba
								QM01	Válvula
								BF01	Transmisor de flujo
				CM02	TANQUE INGREDIENTE 1			BLH01	Sensor de nivel alto
								BLL01	Sensor de nivel bajo
								GP01	Bomba
								QM01	Válvula
								BF01	Transmisor de flujo
				CM03	TANQUE INGREDIENTE 2			BLH01	Sensor de nivel alto
								BLL01	Sensor de nivel bajo
								GP01	Bomba
								QM01	Válvula
								BF01	Transmisor de flujo
				CM04	TANQUE INGREDIENTE 3			BLH01	Sensor de nivel alto
								BLL01	Sensor de nivel bajo
								GP01	Bomba
								QM01	Válvula
								BF01	Transmisor de flujo
		E02	ENDULZADO	CL01	SILO DE AZUCAR			BLH01	Sensor de nivel alto
								BLL01	Sensor de nivel bajo
								QM01	Válvula
		E02	ENDULZADO	AW01				BW01	Transmisor de peso

						BLH01	Sensor de nivel alto	
						BLL01	Sensor de nivel bajo	
						MM01	Vibrador 1	
						MM02	Vibrador 2	
						QM01	Válvula	
					BW01	TOLVA DE AZUCAR	BLH01	Sensor de nivel alto
							BLL01	Sensor de nivel bajo
							QM01	Válvula
							MM01	Vibrador
							BLH01	Sensor de nivel alto
							BS01	Sensor de velocidad
							MA01	Motor
					E03	PRIMER MEZCLADO	CM05	TANQUE MEZCLADOR 1
		BLL01	Sensor de nivel bajo					
		MA01	Motor mezclador					
		QM01	Válvula de agua					
		QM02	Válvula ingrediente 1					
		QM03	Válvula ingrediente 2					
		QM04	Válvula ingrediente 3					
		QM05	Válvula tipo compuerta de azúcar					
		QM06	Válvula de salida					
		GP01	Bomba					
		E04	PASTEURIZADO	CM06				
					QM01	Válvula de vapor		

						QM02	Válvula de mezcla
						QM03	Válvula de salida
						BLH01	Sensor de nivel alto
						BLL01	Sensor de nivel bajo
						GP01	Bomba
		E05	VITAMINIZADO	CM07	TANQUE MEZCLADOR 2	QM01	Válvula de mezcla
						BG01	Botón de confirmación adicional manual
						MA01	Motor agitador
						BLH01	Sensor de nivel alto
						BLL01	Sensor de nivel bajo
						QM02	Válvula de salida
						GP01	Bomba
		E06	REPOSO	CM08	TANQUE DE REPOSO	BLH01	Sensor de nivel alto
						BLL01	Sensor de nivel bajo
						QM01	Válvula de mezcla
						QM02	Válvula de salida
						GP01	Bomba

**Tabla A.1 Modelo físico para el proceso de fabricación de jugos.**

## ANEXO B

Id de unidad	Unidad	Modulos de equipo	Id de instrumento	Módulo de control	UDT	Tag	Path	Descripción completa
EP10	Saborizado	Tanque Agua			unit	EP10CM01	TAG,_,_EP10CM01," Tanque Agua","unit","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE DE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM01BLH01	TAG,_,_90EP10CM01BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque Agua","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM01BLL01	TAG,_,_90EP10CM01BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque Agua","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM01GP01	TAG,_,_90EP10CM01GP01,"Bomba Tanque Agua","motorDirect","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	QM01	Válvula	valve	90EP10CM01QM01	TAG,_,_90EP10CM01QM01,"Valvula Tanque Agua","valve","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM01BF01	TAG,_,_90EP10CM01BF01,"Transmisor de flujo Tanque Agua","instrumentAnalog","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1			unit	EP10CM02	TAG,_,_EP10CM02," Bin ingrediente 1","unit","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BIN DE INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM02BLH01	TAG,_,_90EP10CM02BLH01,"Sensor de nivel alto Bin ingrediente 1","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM02BLL01	TAG,_,_90EP10CM02BLL01,"Sensor de nivel bajo Bin ingrediente 1","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM02GP01	TAG,_,_90EP10CM02GP01,"Bomba Bin ingrediente 1","motorDirect","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	QM01	Válvula	valve	90EP10CM02QM01	TAG,_,_90EP10CM02QM01,"Valvula Bin ingrediente 1","valve","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM02BF01	TAG,_,_90EP10CM02BF01,"Transmisor de flujo Bin ingrediente 1","instrumentAnalog","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2			unit	EP10CM03	TAG,_,_EP10CM03," Bin ingrediente 2","unit","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BIN DE INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM03BLH01	TAG,_,_90EP10CM03BLH01,"Sensor de nivel alto Bin ingrediente 2","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 2

EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM03BL01	TAG,,_90EP10CM03BLL01,"Sensor de nivel bajo Bin ingrediente 2","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM03GP01	TAG,,_90EP10CM03GP01,"Bomba Bin ingrediente 2","motorDirect",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	QM01	Valvula	valve	90EP10CM03QM01	TAG,,_90EP10CM03QM01,"Valvula Bin ingrediente 2","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM03BF01	TAG,,_90EP10CM03BF01,"Transmisor de flujo Bin ingrediente 2","instrumentAnalog",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3			unit	EP10CM04	TAG,,_EP10CM04," Bin ingrediente 3","unit",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BIN DE INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM04BLH01	TAG,,_90EP10CM04BLH01,"Sensor de nivel alto Bin ingrediente 3","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM04BL01	TAG,,_90EP10CM04BLL01,"Sensor de nivel bajo Bin ingrediente 3","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM04GP01	TAG,,_90EP10CM04GP01,"Bomba Bin ingrediente 3","motorDirect",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	QM01	Valvula	valve	90EP10CM04QM01	TAG,,_90EP10CM04QM01,"Valvula Bin ingrediente 3","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM04BF01	TAG,,_90EP10CM04BF01,"Transmisor de flujo Bin ingrediente 3","instrumentAnalog",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Silo de Azucar			unit	EP10CL01	TAG,,_EP10CL01," Silo de Azucar","unit",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SILO DE AZUCAR
EP10	Saborizado	Silo de azucar	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CL01BLH01	TAG,,_90EP10CL01BLH01,"Sensor de nivel alto Silo de azucar","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO SILO DE AZUCAR
EP10	Saborizado	Silo de azucar	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CL01BLL01	TAG,,_90EP10CL01BLL01,"Sensor de nivel bajo Silo de azucar","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO SILO DE AZUCAR
EP10	Saborizado	Silo de azucar	QM01	Valvula	Valve	90EP10CL01QM01	TAG,,_90EP10CL01QM01,"Valvula Silo de azucar","Valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA SILO DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar			unit	EP20AW01	TAG,,_EP20AW01," Balanza de azucar","unit",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	BW01	Transmisor de peso	instrumentAnalog	90EP20AW01BW01	TAG,,_90EP20AW01BW01,"Transmisor de peso Balanza de azucar","instrumentAnalog",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE PESO BALANZA DE AZUCAR

EP20	Endulzado	Balanza de azucar	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP20AW01BLH01	TAG,,_90EP20AW01BLH01,"Sensor de nivel alto Balanza de azucar","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP20AW01BLL01	TAG,,_90EP20AW01BLL01,"Sensor de nivel bajo Balanza de azucar","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	MM01	Vibrador 1	electricalActuator	90EP20AW01MM01	TAG,,_90EP20AW01MM01,"Vibrador 1 Balanza de azucar","electricalActuator", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VIBRADOR 1 BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	MM02	Vibrador 2	electricalActuator	90EP20AW01MM02	TAG,,_90EP20AW01MM02,"Vibrador 2 Balanza de azucar","electricalActuator", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VIBRADOR 2 BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	QM01	Valvula	valve	90EP20AW01QM01	TAG,,_90EP20AW01QM01,"Valvula Balanza de azucar","valve", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP20BW01BLH01	TAG,,_90EP20BW01BLH01,"Sensor de nivel alto Tolva de azucar","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP20BW01BLL01	TAG,,_90EP20BW01BLL01,"Sensor de nivel bajo Tolva de azucar","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	QM01	Valvula	valve	90EP20BW01QM01	TAG,,_90EP20BW01QM01,"Valvula Tolva de azucar","valve", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	MM01	Vibrador	electricalActuator	90EP20BW01MM01	TAG,,_90EP20BW01MM01,"Vibrador Tolva de azucar","electricalActuator", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VIBRADOR TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Transportador	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP20GL01BLH01	TAG,,_90EP20GL01BLH01,"Sensor de nivel alto Transportador","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TRANSPORTADOR
EP20	Endulzado	Transportador	BS01	Sensor de velocidad	instrumentDigital	90EP20GL01BS01	TAG,,_90EP20GL01BS01,"Sensor de velocidad Transportador","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE VELOCIDAD TRANSPORTADOR
EP20	Endulzado	Transportador	MA01	Motor	motorDirect	90EP20GL01MA01	TAG,,_90EP20GL01MA01,"Motor Transportador","motorDirect", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	MOTOR TRANSPORTADOR
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1			unit	EP30CM05	TAG,,_EP30CM05," Tanque mezclador 1","unit", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP30CM05BLH01	TAG,,_90EP30CM05BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque mezclador 1","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP30CM05BLL01	TAG,,_90EP30CM05BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque mezclador 1","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE MEZCLADOR 1



EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	MA01	Motor mezclador	motorDirect	90EP30CM05MA01	TAG,,_90EP30CM05MA01,"Motor mezclador Tanque mezclador 1","motorDirect",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	MOTOR MEZCLADOR TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	QM01	Valvula de agua	valve	90EP30CM05QM01	TAG,,_90EP30CM05QM01,"Valvula de agua Tanque mezclador 1","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE AGUA TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	QM02	Valvula ingrediente 1	valve	90EP30CM05QM02	TAG,,_90EP30CM05QM02,"Valvula ingrediente 1 Tanque mezclador 1","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA INGREDIENTE 1 TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	QM03	Valvula ingrediente 2	valve	90EP30CM05QM03	TAG,,_90EP30CM05QM03,"Valvula ingrediente 2 Tanque mezclador 1","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA INGREDIENTE 2 TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	QM04	Valvula ingrediente 3	valve	90EP30CM05QM04	TAG,,_90EP30CM05QM04,"Valvula ingrediente 3 Tanque mezclador 1","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA INGREDIENTE 3 TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	QM05	Valvula tipo compuerta de azucar	valve	90EP30CM05QM05	TAG,,_90EP30CM05QM05,"Valvula tipo compuerta de azucar Tanque mezclador 1","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA TIPO COMPUERTA DE AZUCAR TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	QM06	Valvula de salida	valve	90EP30CM05QM06	TAG,,_90EP30CM05QM06,"Valvula de salida Tanque mezclador 1","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclado r 1	GP01	Bomba	motorDirect	90EP30CM05GP01	TAG,,_90EP30CM05GP01,"Bomba Tanque mezclador 1","motorDirect",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE MEZCLADOR 1
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador			unit	EP40CM06	TAG,,_EP40CM06," Tanque calentador","unit",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	BT01	Transmisor de temperatura	instrumentAnalog	90EP40CM06BT01	TAG,,_90EP40CM06BT01,"Transmisor de temperatura Tanque calentador","instrumentAnalog",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE TEMPERATURA TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	QM01	Valvula de vapor	valve	90EP40CM06QM01	TAG,,_90EP40CM06QM01,"Valvula de vapor Tanque calentador","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE VAPOR TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	QM02	Valvula de mezcla	valve	90EP40CM06QM02	TAG,,_90EP40CM06QM02,"Valvula de mezcla Tanque calentador","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE MEZCLA TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	QM03	Valvula de salida	valve	90EP40CM06QM03	TAG,,_90EP40CM06QM03,"Valvula de salida Tanque calentador","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP40CM06BLH01	TAG,,_90EP40CM06BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque calentador","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP40CM06BLL01	TAG,,_90EP40CM06BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque calentador","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE CALENTADOR

EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	GP01	Bomba	motorDirect	90EP40CM06GP01	TAG,,_90EP40CM06GP01,"Bomba Tanque calentador","motorDirect",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE CALENTADOR
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2			unit	EP50CM07	TAG,,_EP50CM07," Tanque mezclador 2","unit",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	QM01	Valvula de mezcla	valve	90EP50CM07QM01	TAG,,_90EP50CM07QM01,"Valvula de mezcla Tanque mezclador 2","valve",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE MEZCLA TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	BG01	Boton de confirmacion adicional manual	instrumentDigital	90EP50CM07BG01	TAG,,_90EP50CM07BG01,"Boton de confirmacion adicional manual Tanque mezclador 2","instrumentDigital",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOTON DE CONFIRMACION ADICIONAL MANUAL TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	MA01	Motor agitador	motorDirect	90EP50CM07MA01	TAG,,_90EP50CM07MA01,"Motor agitador Tanque mezclador 2","motorDirect",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	MOTOR AGITADOR TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP50CM07BLH01	TAG,,_90EP50CM07BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque mezclador 2","instrumentDigital",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP50CM07BLL01	TAG,,_90EP50CM07BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque mezclador 2","instrumentDigital",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	QM02	Valvula de salida	valve	90EP50CM07QM02	TAG,,_90EP50CM07QM02,"Valvula de salida Tanque mezclador 2","valve",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	GP01	Bomba	motorDirect	90EP50CM07GP01	TAG,,_90EP50CM07GP01,"Bomba Tanque mezclador 2","motorDirect",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE MEZCLADOR 2
EP60	Reposo	Tanque de Reposo			unit	EP60CM08	TAG,,_EP60CM08," Tanque de Reposo","unit",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP60CM08BLH01	TAG,,_90EP60CM08BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque de Reposo","instrumentDigital",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP60CM08BLL01	TAG,,_90EP60CM08BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque de Reposo","instrumentDigital",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	QM01	Valvula de mezcla	valve	90EP60CM08QM01	TAG,,_90EP60CM08QM01,"Valvula de mezcla Tanque de Reposo","valve",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE MEZCLA TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	QM02	Valvula de salida	valve	90EP60CM08QM02	TAG,,_90EP60CM08QM02,"Valvula de salida Tanque de Reposo","valve",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	GP01	Bomba	motorDirect	90EP60CM08GP01	TAG,,_90EP60CM08GP01,"Bomba Tanque de Reposo","motorDirect",,""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE DE REPOSO

Id de unidad	Unidad	Modulos de equipo	Id de instrumento	Módulo de control	UDT	Tag	Path	Descripción completa
EP10	Saborizado	Tanque Agua			unit	EP10CM01	TAG,_,EP10CM01," Tanque Agua","unit","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE DE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM01BLH01	TAG,_,90EP10CM01BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque Agua","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM01BLL01	TAG,_,90EP10CM01BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque Agua","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM01GP01	TAG,_,90EP10CM01GP01,"Bomba Tanque Agua","motorDirect","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	QM01	Válvula	valve	90EP10CM01QM01	TAG,_,90EP10CM01QM01,"Valvula Tanque Agua","valve","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Tanque Agua	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM01BF01	TAG,_,90EP10CM01BF01,"Transmisor de flujo Tanque Agua","instrumentAnalog","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO TANQUE AGUA
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1			unit	EP10CM02	TAG,_,EP10CM02," Bin ingrediente 1","unit","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BIN DE INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM02BLH01	TAG,_,90EP10CM02BLH01,"Sensor de nivel alto Bin ingrediente 1","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM02BLL01	TAG,_,90EP10CM02BLL01,"Sensor de nivel bajo Bin ingrediente 1","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM02GP01	TAG,_,90EP10CM02GP01,"Bomba Bin ingrediente 1","motorDirect","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	QM01	Válvula	valve	90EP10CM02QM01	TAG,_,90EP10CM02QM01,"Valvula Bin ingrediente 1","valve","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 1	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM02BF01	TAG,_,90EP10CM02BF01,"Transmisor de flujo Bin ingrediente 1","instrumentAnalog","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 1
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2			unit	EP10CM03	TAG,_,EP10CM03," Bin ingrediente 2","unit","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BIN DE INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM03BLH01	TAG,_,90EP10CM03BLH01,"Sensor de nivel alto Bin ingrediente 2","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM03BLL01	TAG,_,90EP10CM03BLL01,"Sensor de nivel bajo Bin ingrediente 2","instrumentDigital","", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 2

EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM03GP01	TAG,,_90EP10CM03GP01,"Bomba Bin ingrediente 2","motorDirect",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	QM01	Valvula	valve	90EP10CM03QM01	TAG,,_90EP10CM03QM01,"Valvula Bin ingrediente 2","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 2	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM03BF01	TAG,,_90EP10CM03BF01,"Transmisor de flujo Bin ingrediente 2","instrumentAnalog",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 2
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3			unit	EP10CM04	TAG,,_EP10CM04," Bin ingrediente 3","unit",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BIN DE INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CM04BLH01	TAG,,_90EP10CM04BLH01,"Sensor de nivel alto Bin ingrediente 3","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CM04BLL01	TAG,,_90EP10CM04BLL01,"Sensor de nivel bajo Bin ingrediente 3","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	GP01	Bomba	motorDirect	90EP10CM04GP01	TAG,,_90EP10CM04GP01,"Bomba Bin ingrediente 3","motorDirect",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	QM01	Valvula	valve	90EP10CM04QM01	TAG,,_90EP10CM04QM01,"Valvula Bin ingrediente 3","valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Bin ingrediente 3	BF01	Transmisor de flujo	instrumentAnalog	90EP10CM04BF01	TAG,,_90EP10CM04BF01,"Transmisor de flujo Bin ingrediente 3","instrumentAnalog",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 3
EP10	Saborizado	Silo de Azucar			unit	EP10CL01	TAG,,_EP10CL01," Silo de Azucar","unit",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SILO DE AZUCAR
EP10	Saborizado	Silo de azucar	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP10CL01BLH01	TAG,,_90EP10CL01BLH01,"Sensor de nivel alto Silo de azucar","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO SILO DE AZUCAR
EP10	Saborizado	Silo de azucar	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP10CL01BLL01	TAG,,_90EP10CL01BLL01,"Sensor de nivel bajo Silo de azucar","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO SILO DE AZUCAR
EP10	Saborizado	Silo de azucar	QM01	Valvula	Valve	90EP10CL01QM01	TAG,,_90EP10CL01QM01,"Valvula Silo de azucar","Valve",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA SILO DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar			unit	EP20AW01	TAG,,_EP20AW01," Balanza de azucar","unit",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	BW01	Transmisor de peso	instrumentAnalog	90EP20AW01BW01	TAG,,_90EP20AW01BW01,"Transmisor de peso Balanza de azucar","instrumentAnalog",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE PESO BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP20AW01BLH01	TAG,,_90EP20AW01BLH01,"Sensor de nivel alto Balanza de azucar","instrumentDigital",,"(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO BALANZA DE AZUCAR

EP20	Endulzado	Balanza de azucar	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP20AW01BLL01	TAG,,_90EP20AW01BLL01,"Sensor de nivel bajo Balanza de azucar","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	MM01	Vibrador 1	electricalActuator	90EP20AW01MM01	TAG,,_90EP20AW01MM01,"Vibrador 1 Balanza de azucar","electricalActuator", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VIBRADOR 1 BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	MM02	Vibrador 2	electricalActuator	90EP20AW01MM02	TAG,,_90EP20AW01MM02,"Vibrador 2 Balanza de azucar","electricalActuator", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VIBRADOR 2 BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Balanza de azucar	QM01	Valvula	valve	90EP20AW01QM01	TAG,,_90EP20AW01QM01,"Valvula Balanza de azucar","valve", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA BALANZA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP20BW01BLH01	TAG,,_90EP20BW01BLH01,"Sensor de nivel alto Tolva de azucar","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP20BW01BLL01	TAG,,_90EP20BW01BLL01,"Sensor de nivel bajo Tolva de azucar","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	QM01	Valvula	valve	90EP20BW01QM01	TAG,,_90EP20BW01QM01,"Valvula Tolva de azucar","valve", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Tolva de azucar	MM01	Vibrador	electricalActuator	90EP20BW01MM01	TAG,,_90EP20BW01MM01,"Vibrador Tolva de azucar","electricalActuator", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VIBRADOR TOLVA DE AZUCAR
EP20	Endulzado	Transportador	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP20GL01BLH01	TAG,,_90EP20GL01BLH01,"Sensor de nivel alto Transportador","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TRANSPORTADOR
EP20	Endulzado	Transportador	BS01	Sensor de velocidad	instrumentDigital	90EP20GL01BS01	TAG,,_90EP20GL01BS01,"Sensor de velocidad Transportador","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE VELOCIDAD TRANSPORTADOR
EP20	Endulzado	Transportador	MA01	Motor	motorDirect	90EP20GL01MA01	TAG,,_90EP20GL01MA01,"Motor Transportador","motorDirect", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	MOTOR TRANSPORTADOR
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1			unit	EP30CM05	TAG,,_EP30CM05,"Tanque mezclador 1","unit", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP30CM05BLH01	TAG,,_90EP30CM05BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque mezclador 1","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP30CM05BLL01	TAG,,_90EP30CM05BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque mezclador 1","instrumentDigital", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	MA01	Motor mezclador	motorDirect	90EP30CM05MA01	TAG,,_90EP30CM05MA01,"Motor mezclador Tanque mezclador 1","motorDirect", "", "(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	MOTOR MEZCLADOR TANQUE MEZCLADOR 1

EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	QM01	Valvula de agua	valve	90EP30CM05QM01	TAG,,_90EP30CM05QM01,"Valvula de agua Tanque mezclador 1","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE AGUA TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	QM02	Valvula ingrediente 1	valve	90EP30CM05QM02	TAG,,_90EP30CM05QM02,"Valvula ingrediente 1 Tanque mezclador 1","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA INGREDIENTE 1 TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	QM03	Valvula ingrediente 2	valve	90EP30CM05QM03	TAG,,_90EP30CM05QM03,"Valvula ingrediente 2 Tanque mezclador 1","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA INGREDIENTE 2 TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	QM04	Valvula ingrediente 3	valve	90EP30CM05QM04	TAG,,_90EP30CM05QM04,"Valvula ingrediente 3 Tanque mezclador 1","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA INGREDIENTE 3 TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	QM05	Valvula tipo compuerta de azucar	valve	90EP30CM05QM05	TAG,,_90EP30CM05QM05,"Valvula tipo compuerta de azucar Tanque mezclador 1","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA TIPO COMPUERTA DE AZUCAR TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	QM06	Valvula de salida	valve	90EP30CM05QM06	TAG,,_90EP30CM05QM06,"Valvula de salida Tanque mezclador 1","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE MEZCLADOR 1
EP30	Primer Mezclado	Tanque mezclador 1	GP01	Bomba	motorDirect	90EP30CM05GP01	TAG,,_90EP30CM05GP01,"Bomba Tanque mezclador 1","motorDirect",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE MEZCLADOR 1
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador			unit	EP40CM06	TAG,,_EP40CM06," Tanque calentador","unit",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	BT01	Transmisor de temperatura	instrumentAnalog	90EP40CM06BT01	TAG,,_90EP40CM06BT01,"Transmisor de temperatura Tanque calentador","instrumentAnalog",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TRANSMISOR DE TEMPERATURA TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	QM01	Valvula de vapor	valve	90EP40CM06QM01	TAG,,_90EP40CM06QM01,"Valvula de vapor Tanque calentador","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE VAPOR TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	QM02	Valvula de mezcla	valve	90EP40CM06QM02	TAG,,_90EP40CM06QM02,"Valvula de mezcla Tanque calentador","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE MEZCLA TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	QM03	Valvula de salida	valve	90EP40CM06QM03	TAG,,_90EP40CM06QM03,"Valvula de salida Tanque calentador","valve",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP40CM06BLH01	TAG,,_90EP40CM06BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque calentador","instrumentDigital",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP40CM06BLL01	TAG,,_90EP40CM06BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque calentador","instrumentDigital",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE CALENTADOR
EP40	Pasteurizado	Tanque calentador	GP01	Bomba	motorDirect	90EP40CM06GP01	TAG,,_90EP40CM06GP01,"Bomba Tanque calentador","motorDirect",",","(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE CALENTADOR



EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2			unit	EP50CM07	TAG,,_EP50CM07," Tanque mezclador 2","unit",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	QM01	Valvula de mezcla	valve	90EP50CM07QM01	TAG,,_90EP50CM07QM01,"Valvula de mezcla Tanque mezclador 2","valve",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE MEZCLA TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	BG01	Boton de confirmacion adicional manual	instrumentDigital	90EP50CM07BG01	TAG,,_90EP50CM07BG01,"Boton de confirmacion adicional manual Tanque mezclador 2","instrumentDigital",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOTON DE CONFIRMACION ADICIONAL MANUAL TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	MA01	Motor agitador	motorDirect	90EP50CM07MA01	TAG,,_90EP50CM07MA01,"Motor agitador Tanque mezclador 2","motorDirect",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	MOTOR AGITADOR TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP50CM07BLH01	TAG,,_90EP50CM07BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque mezclador 2","instrumentDigital",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP50CM07BLL01	TAG,,_90EP50CM07BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque mezclador 2","instrumentDigital",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	QM02	Valvula de salida	valve	90EP50CM07QM02	TAG,,_90EP50CM07QM02,"Valvula de salida Tanque mezclador 2","valve",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE MEZCLADOR 2
EP50	Vitaminizado	Tanque mezclador 2	GP01	Bomba	motorDirect	90EP50CM07GP01	TAG,,_90EP50CM07GP01,"Bomba Tanque mezclador 2","motorDirect",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE MEZCLADOR 2
EP60	Reposo	Tanque de Reposo			unit	EP60CM08	TAG,,_EP60CM08," Tanque de Reposo","unit",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	BLH01	Sensor de nivel alto	instrumentDigital	90EP60CM08BLH01	TAG,,_90EP60CM08BLH01,"Sensor de nivel alto Tanque de Reposo","instrumentDigital",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	BLL01	Sensor de nivel bajo	instrumentDigital	90EP60CM08BLL01	TAG,,_90EP60CM08BLL01,"Sensor de nivel bajo Tanque de Reposo","instrumentDigital",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	QM01	Valvula de mezcla	valve	90EP60CM08QM01	TAG,,_90EP60CM08QM01,"Valvula de mezcla Tanque de Reposo","valve",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE MEZCLA TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	QM02	Valvula de salida	valve	90EP60CM08QM02	TAG,,_90EP60CM08QM02,"Valvula de salida Tanque de Reposo","valve",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	VALVULA DE SALIDA TANQUE DE REPOSO
EP60	Reposo	Tanque de Reposo	GP01	Bomba	motorDirect	90EP60CM08GP01	TAG,,_90EP60CM08GP01,"Bomba Tanque de Reposo","motorDirect",""(Constant := false, ExternalAccess := Read/Write)"	BOMBA TANQUE DE REPOSO

**Tabla B. 1 Lista de señales Studio 5000.**

TagProvider	TagPath	plcName	Name	Description	UDTType	area	equipment	Id
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO TANQUE AGUA	instrumentDigital	90	EP10CM01	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO TANQUE AGUA	instrumentDigital	90	EP10CM01	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01GP01	BOMBA TANQUE AGUA	motorDirect	90	EP10CM01	GP01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01QM01	VALVULA TANQUE AGUA	valve	90	EP10CM01	QM01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM01BF01	TRANSMISOR DE FLUJO TANQUE AGUA	instrumentAnalog	90	EP10CM01	BF01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 1	instrumentDigital	90	EP10CM02	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 1	instrumentDigital	90	EP10CM02	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02GP01	BOMBA BIN INGREDIENTE 1	motorDirect	90	EP10CM02	GP01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02QM01	VALVULA BIN INGREDIENTE 1	valve	90	EP10CM02	QM01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM02BF01	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 1	instrumentAnalog	90	EP10CM02	BF01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 2	instrumentDigital	90	EP10CM03	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 2	instrumentDigital	90	EP10CM03	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03GP01	BOMBA BIN INGREDIENTE 2	motorDirect	90	EP10CM03	GP01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03QM01	VALVULA BIN INGREDIENTE 2	valve	90	EP10CM03	QM01



default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM03BF01	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 2	instrumentAnalog	90	EP10CM03	BF01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO BIN INGREDIENTE 3	instrumentDigital	90	EP10CM04	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO BIN INGREDIENTE 3	instrumentDigital	90	EP10CM04	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04GP01	BOMBA BIN INGREDIENTE 3	motorDirect	90	EP10CM04	GP01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04QM01	VALVULA BIN INGREDIENTE 3	valve	90	EP10CM04	QM01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CM04BF01	TRANSMISOR DE FLUJO BIN INGREDIENTE 3	instrumentAnalog	90	EP10CM04	BF01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CL01BLH01	SENSOR DE NIVEL ALTO SILO DE AZUCAR	instrumentDigital	90	EP10CL01	BLH01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CL01BLL01	SENSOR DE NIVEL BAJO SILO DE AZUCAR	instrumentDigital	90	EP10CL01	BLL01
default	flavored	isa88Plc01	90EP10CL01QM01	VALVULA SILO DE AZUCAR	Valve	90	EP10CL01	QM01

**Tabla B. 2 Lista de señales Ignition.**