



# Facultad de Ciencias de la **Alimentación**

## ***Informe trabajo final Automatización Industrial.***

**Institución:** UNER (Universidad Nacional de Entre Ríos) Facultad de Ciencias de la Alimentación.

**Carrera:** Ingeniería en Mecatrónica.

**Asignatura:** Automatización Industrial

**Docente:** Ing. Daniel Gamero

**Alumno:** Gianluca Lovatto.

**Email:** gianlucalovatto26@gmail.com

## Contenido

1	Introducción: .....	I
2	Contenidos del proyecto Final:.....	I
3	Sistema a controla: .....	II
3.1	Palletizadora.....	II
3.2	Sistema de Almacenamiento .....	VI
3.3	Entradas y salidas: .....	VII
4	Diseño y desarrollo del Programa .....	X
4.1	Armado de la escena en el programa Factory IO .....	X
4.2	Diagrama de flujo para diseño y organización del programa.....	XI
4.2.1	Paletizacion.....	XII
4.2.2	Secuencia Acomodar.....	XIII
4.2.3	Almacenar.....	XV
4.3	Definición del Hardware y variables. ....	XVII
4.4	Comunicación entre TIA portal y FACTORY IO.....	XX
4.5	Funcionamiento y desarrollo del programa.....	XXI
4.5.1	Pantalla Principal .....	XXII
4.5.2	Configuración Paletizadora .....	XXIII
4.5.3	Configuración almacenamiento.....	XXIV
4.5.4	Estado de los almacenes .....	XXV
4.5.5	Gestión de Usuario .....	XXVI
4.5.6	Funcionamiento paletizadora .....	XXVII
4.5.7	Funcionamiento subrutina almacenamiento.....	XXX
4.5.8	Parada de emergencia.....	XXXI
5	Posibles mejoras en el proceso .....	XXXI
6	Conclusiones .....	XXXII



## 1 Introducción:

En este informe se desarrollara y describirá el proyecto realizado en la asignatura de Automatización Industrial del cuarto año de la Ingeniería en Mecatrónica. Este proyecto se fue desarrollando y concretando con el fin de poner en práctica y aplicar todos los conocimientos adquiridos durante el cursado de la materia.

El planteo del proyecto consiste en el armado de un sistema o proceso en el software Factory IO el cual va a ser controlado mediante un PLC (controlador lógico programable). Para el control de dicho sistema con el PLC se requiere que el mismo tenga definidas las entradas y salidas, realizar las configuraciones de estas y por ultimo haber desarrollado y cargado un programa, todo esto se realiza en el software TIA portal. Por último se procederá a simular todo el proceso mediante la conexión entre el Factory IO y el TIA portal.

## 2 Contenidos del proyecto Final:

El planteo de la asignatura Automatización Industrial fue el siguiente. El proyecto lo deberá seleccionar el alumno, consultar con el profesor de la materia con respecto a los alcances, luego se procederá a la aprobación del mismo. Contenidos mínimos.

El proyecto debe contemplar un desarrollo en la cual el alumno debe de reflejar el conocimiento de PLC, Comunicaciones, Manejo de HMI, sistema SCADA y Simulación.

Software a Utilizar: TIA Portal, WINCCRT advanced, Factory I/O.

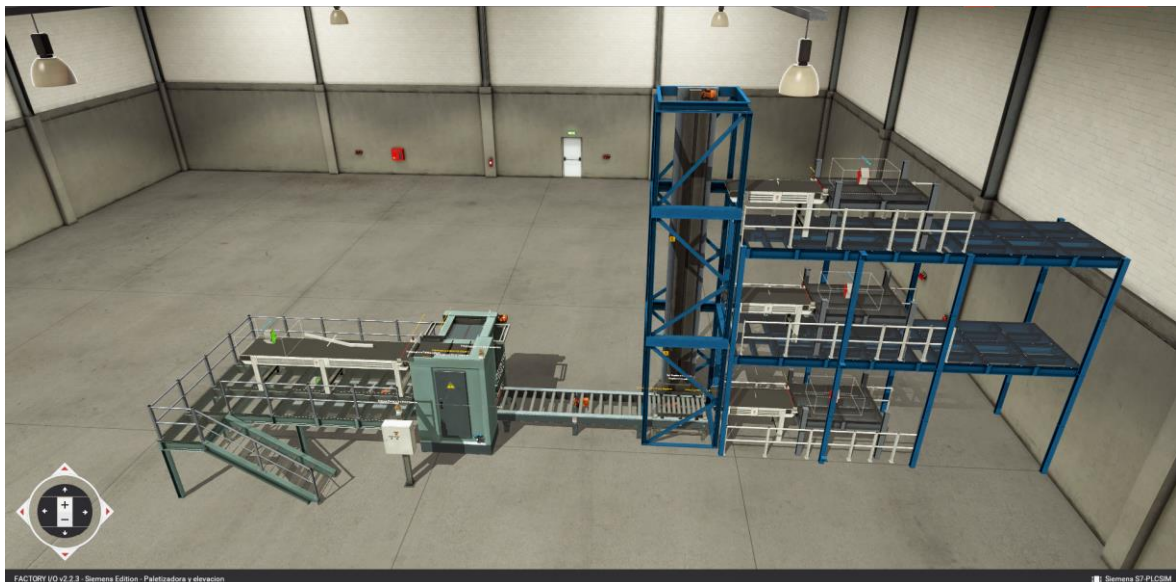
Contenido del Programa: Deberá tener un mínimo de 10 entradas / 10 Salidas digitales. Deberá tener un mínimo de 1 entrada analógica / 1 Salida analógica Deberá haber escalado de variables. Deberá haber comunicación con modulo remoto. Se deberán usar diferentes subrutinas para la organización del programa Todo deberá ser correctamente Documentado. La pantallas deberán tener registro de datos tendencias, Alarmas de proceso, control de usuarios, mínimo tres

Lovatto Gianluca

pantallas. En Factory I/O se deberá simular el funcionamiento del proceso. PLC y Módulos a libre elección del programador.

### 3 Sistema a controla:

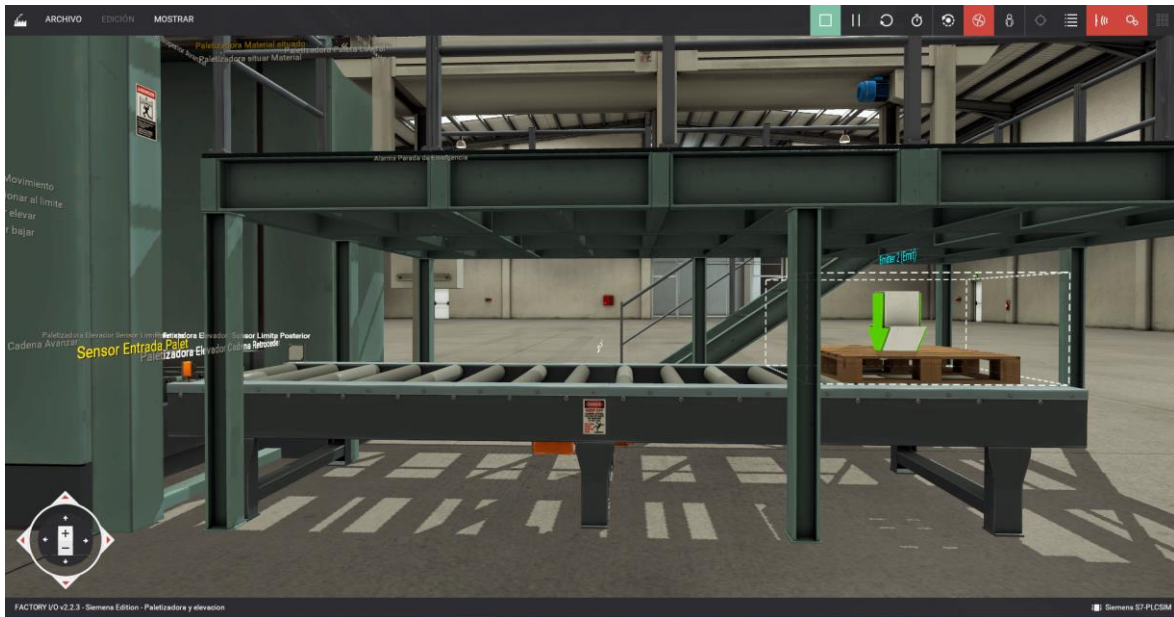
El sistema que se va a controlar es un proceso de palletizado y almacenamiento de cajas. El mismo consiste en una palletizadora, un elevador y tres almacenes (Superior, central y inferior). En este proceso se trató de pensar una escena en el Factory IO lo suficientemente completa con las maquinas disponibles en el software, es por ello que los almacenes se representaron como tres niveles en el cual se accede mediante un elevador y pasan a una cinta transportadora que los termine de ubicar.



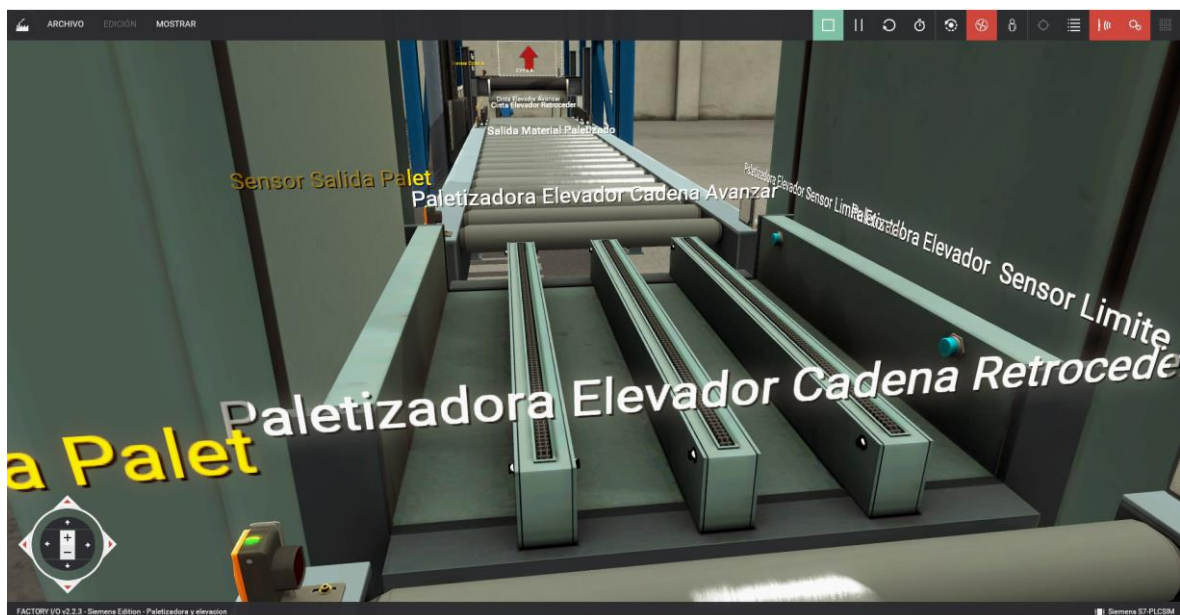
#### 3.1 Palletizadora

La primera etapa del proceso consiste en el palletizado de las cajas, el mismo se realiza mediante una máquina que cuenta con los siguientes componentes:

En la parte inferior una transportadora de rodillos con un sensor en el extremo final por donde ingresan los pallets directamente al elevador de la palletizadora.



Dicho elevador cuenta con un mecanismo de transporte por cadenas y dos sensores en los extremos que nos permiten posicionar el pallets en el centro del mismo. El mecanismo de transporte por cadenas se activa en ambos sentidos permitiendo el avance y retroceso del pallets para un mejor posicionamiento o si queremos cambiar el sentido de avance de la producción.



Una vez que el pallets está en posición el elevador cuenta con un mecanismo para el ascenso y descenso del mismo junto con un sensor que indica si el elevador está en movimiento. Este mecanismo además posee una entrada que



nos permite activar el posicionamiento al límite es decir, subir o bajar el ascensor hasta el tope en un solo movimiento ya que sin esta entrada activa el ascensor solo se mueve de a un paso o estiba.



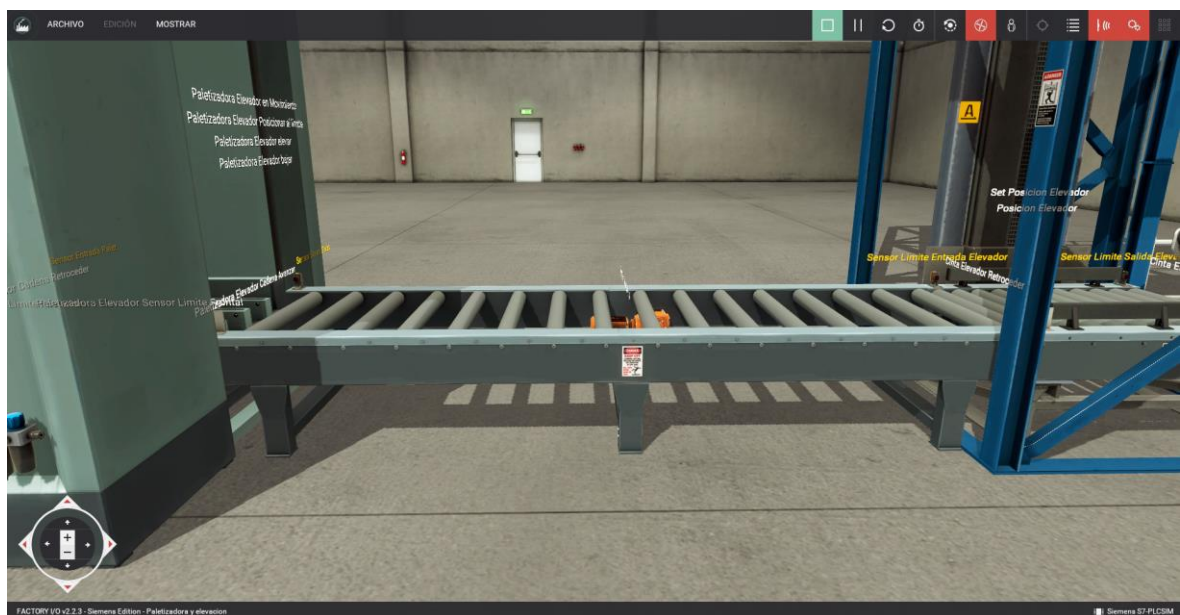
Por otro lado, en la parte superior se encuentran un par de cintas transportadoras, una con un sensor en el extremo final de la misma por donde ingresan las cajas a palletizar y la otra en la maquina palletizadora dotada de una paleta lateral para la rotación de las cajas.



Una vez que se produjo el ingreso de las cajas la palletizadora cuenta con un escobilla que empuja las mismas hacia una plataforma donde se agrupan de a 6 por estibas. Por ultimo posee un mecanismo donde se sujeta la estiba y se realiza la apertura de la plataforma dejándola caer directamente al pallets.



Una vez terminada la palletizacion se cuenta con otra transportadora de rodillos en la parte inferior provista de dos sensores uno en cada extremo para la salida del pallets e ingreso del mismo al elevador para su almacenamiento.





### 3.2 Sistema de Almacenamiento

Una vez terminada la palletización el proceso cuenta con un sistema de almacenamiento de tres niveles cada uno provisto con una cinta transportadora y un sensor en el extremo final.



Para acceder a cada uno de estos niveles se tiene un ascensor provisto de una transportadora de rodillo y un par de sensores en cada extremo para el control del ingreso, posicionado y salida del pallets. Por último la posición donde se encuentra y debe de ubicar el ascensor se realiza mediante una entrada y salida analógica.



3.3 Entradas y salidas:

El proceso completo consta de las siguientes entradas y salidas (sensores y actuadores).

← DRIVER

Siemens S7-PLCSIM

CONECTAR

CONFIGURACIÓN

LIMPIAR

SENSORES

Boton Start

Boton Stop

FACTORY I/O (Paused)

FACTORY I/O (Reset)

FACTORY I/O (Running)

FACTORY I/O (Time Scale)

Paletizadora Elevador Sensor Limite Posterior

Paletizadora Elevador en Movimiento

Paletizadora Elevador Sensor Limite Frontal

Paletizadora Material situado

Paletizadora material Sujetado

Paletizadora Placa Soporte Cerrada

Parada de Emergencia

Posicion Elevador

Sensor Cinta A

Sensor Cinta B

Sensor Cinta C

Sensor Entrada Material a Paletizar

Sensor Entrada Palet

Sensor Limite Entrada Elevador

Sensor Limite Salida Elevador

Sensor Salida Palet

Boton Start

Boton Stop

Parada de Emergencia

Sensor Cinta B

Sensor Entrada Palet

Paletizadora Elevador Sensor Limite Posterior

Paletizadora Elevador en Movimiento

Sensor Entrada Material a Paletizar

Paletizadora Placa Soporte Cerrada

Paletizadora Material situado

Paletizadora material Sujetado

Sensor Salida Palet

Sensor Limite Entrada Elevador

Sensor Limite Salida Elevador

Sensor Cinta A

Sensor Cinta B

Sensor Cinta C

Sensor Entrada Material a Paletizar

Sensor Entrada Palet

Sensor Limite Entrada Elevador

Sensor Limite Salida Elevador

Sensor Salida Palet

Sensor Cinta C

I0.0

I0.1

I0.2

I0.3

I0.4

I0.5

I0.6

I0.7

I1.0

I1.1

I1.2

I1.3

I1.4

I1.5

I1.6

I1.7

I2.0

I2.1

I2.2

I2.3

I2.4

I2.5

I2.6

I2.7

I3.0

I3.1

I3.2

I3.3

I3.4

I3.5

I3.6

I3.7

I4.0

I4.1

I4.2

Q0.0

Q0.1

Q0.2

Q0.3

Q0.4

Q0.5

Q0.6

Q0.7

Q1.0

Q1.1

Q1.2

Q1.3

Q1.4

Q1.5

Q1.6

Q1.7

Q2.0

Q2.1

Q2.2

Q2.3

Q2.4

Q2.5

Q2.6

Q2.7

Q3.0

Q3.1

Q3.2

Q3.3

Q3.4

Q3.5

Q3.6

Q3.7

(INT) QW30

Luz Boton Start

Luz Boton Stop

Alarma Parada de Emergencia

Suministro de Pallet

Paletizadora Elevador Cadena Avanzar

Paletizadora Elevador Cadena Retroceder

Paletizadora Elevador Posicionar al limite

Paletizadora Elevador elevar

Paletizadora Elevador bajar

Materia a paletizar

Paletizadora Paleta Lateral

Paletizadora Cinta Superior Avanzar

Paletizadora Cinta Superior Retroceder

Paletizadora Elevador bajar

Paletizadora Elevador Cadena Avanzar

Paletizadora Elevador Cadena Retroceder

Paletizadora Elevador Posicionar al limite

Paletizadora Luz de Precaucion

Paletizadora Paleta Lateral

Paletizadora Placa de Soporte

Paletizadora situar Material

Paletizadora Sujetar

Remove 1 (Remove)

Remove 2 (Remove)

Remove 3 (Remove)

Salida Material Paletizado

Set Posicion Elevador

Suministro de Pallet

RECORDER

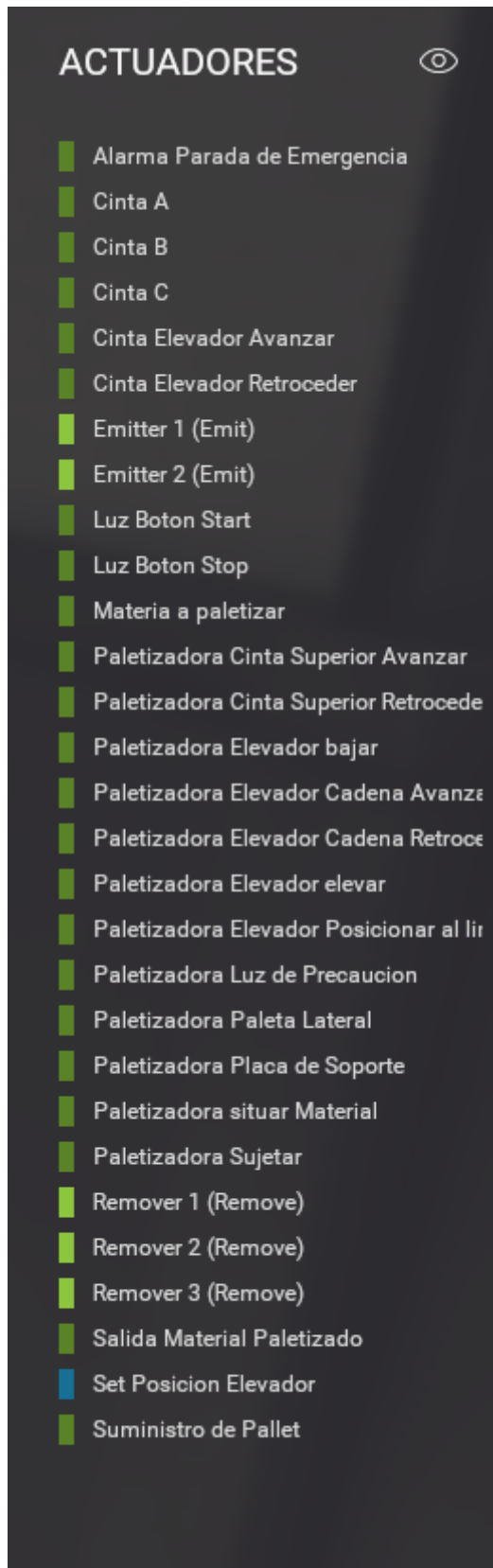
of

Float

Int

Cualquiera

SENSORES	
Boton Start	■
Boton Stop	■
FACTORY I/O (Paused)	■
FACTORY I/O (Reset)	■
FACTORY I/O (Running)	■
FACTORY I/O (Time Scale)	■
Paletizadora Elevador Sensor Limite Posterior	■
Paletizadora Elevador en Movimiento	■
Paletizadora Elevador Sensor Limite Frontal	■
Paletizadora Material situado	■
Paletizadora material Sujetado	■
Paletizadora Placa Soporte Cerrada	■
Parada de Emergencia	■
Posicion Elevador	■
Sensor Cinta A	■
Sensor Cinta B	■
Sensor Cinta C	■
Sensor Entrada Material a Paletizar	■
Sensor Entrada Palet	■
Sensor Limite Entrada Elevador	■
Sensor Limite Salida Elevador	■
Sensor Salida Palet	■

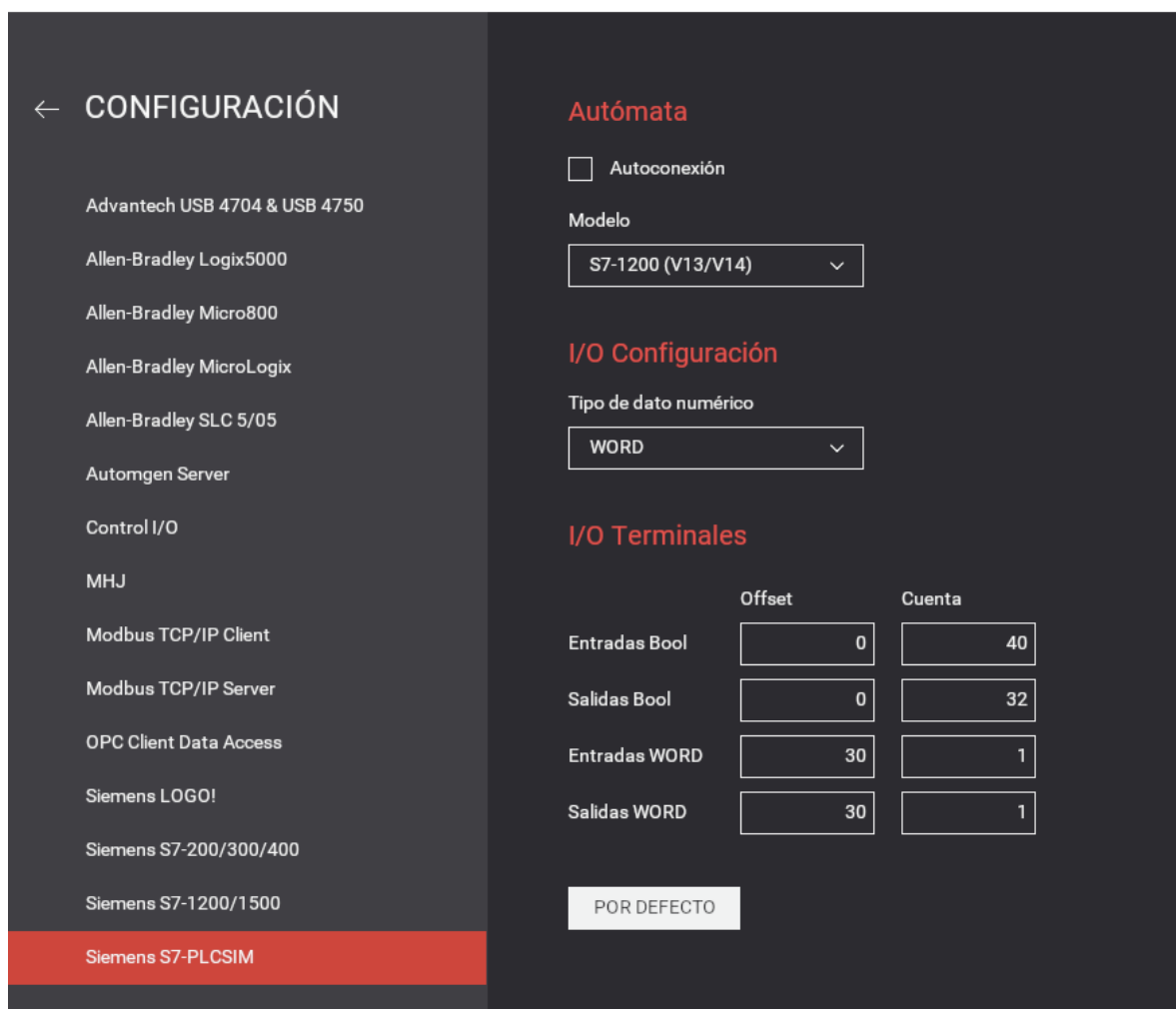


## 4 Diseño y desarrollo del Programa

### 4.1 Armado de la escena en el programa Factory IO

La primera etapa de diseño se centró en el armado de escena en el software Factory IO.

En esta etapa se pensó un proceso lo suficientemente complejo y que tenga alguna aplicación de importancia en la industria con el fin de aplicar todo el conocimiento aprendido en el cursado de la materia. Se investigó el funcionamiento de todas máquinas que posee el software diciendo finalmente por una paletizadora a la cual se le agrego un sistema de almacenamiento con un elevador.



The screenshot shows the 'CONFIGURACIÓN' (Configuration) menu on the left and the 'Autómata' (Automaton) settings on the right.

**CONFIGURACIÓN**

- Advantech USB 4704 & USB 4750
- Allen-Bradley Logix5000
- Allen-Bradley Micro800
- Allen-Bradley MicroLogix
- Allen-Bradley SLC 5/05
- Automgen Server
- Control I/O
- MHJ
- Modbus TCP/IP Client
- Modbus TCP/IP Server
- OPC Client Data Access
- Siemens LOGO!
- Siemens S7-200/300/400
- Siemens S7-1200/1500
- Siemens S7-PLCSIM**

**Autómata**

☐ Autoconexión

Modelo  
S7-1200 (V13/V14) ▼

**I/O Configuración**

Tipo de dato numérico  
WORD ▼

**I/O Terminales**

	Offset	Cuenta
Entradas Bool	0	40
Salidas Bool	0	32
Entradas WORD	30	1
Salidas WORD	30	1

POR DEFECTO

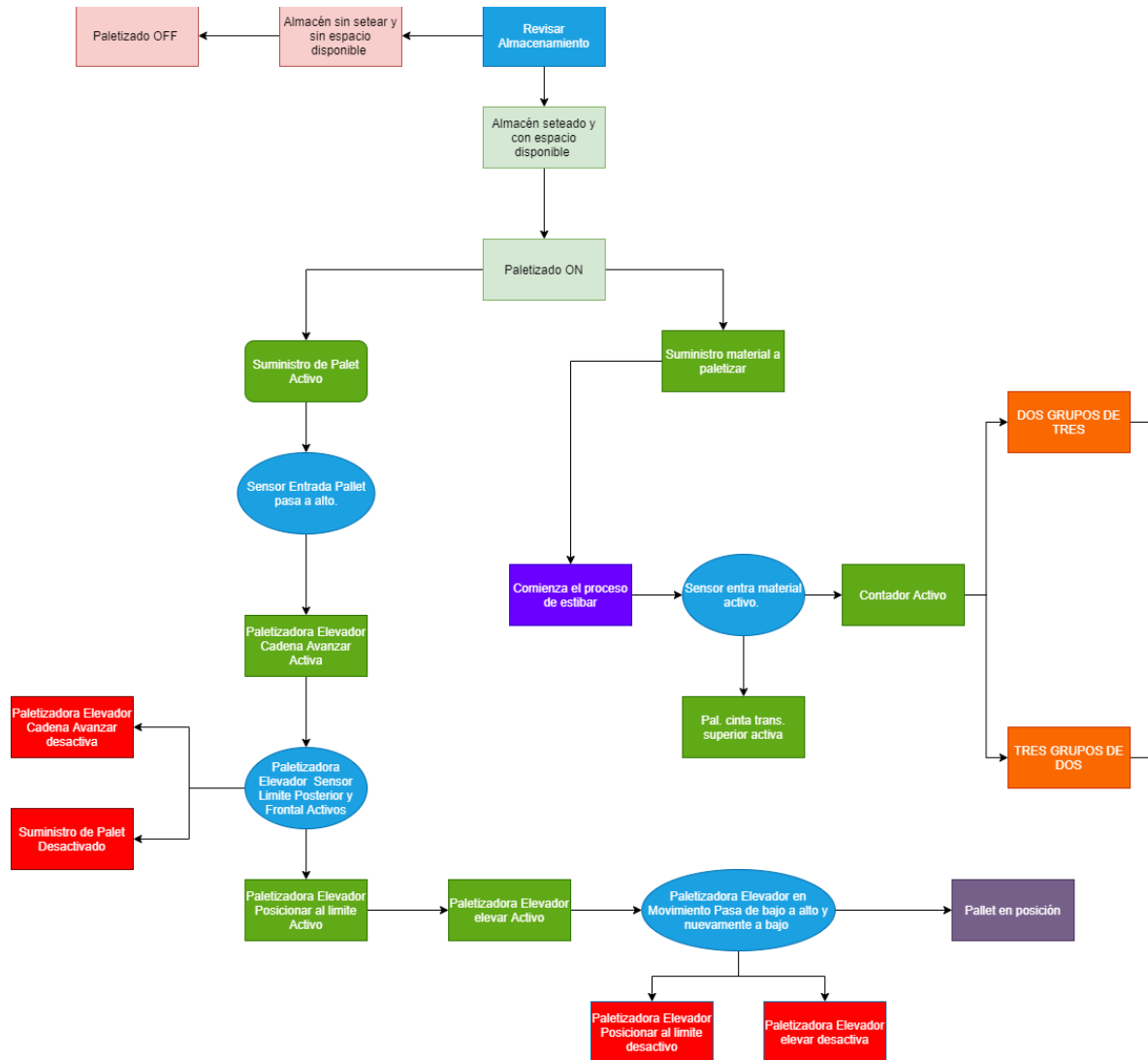


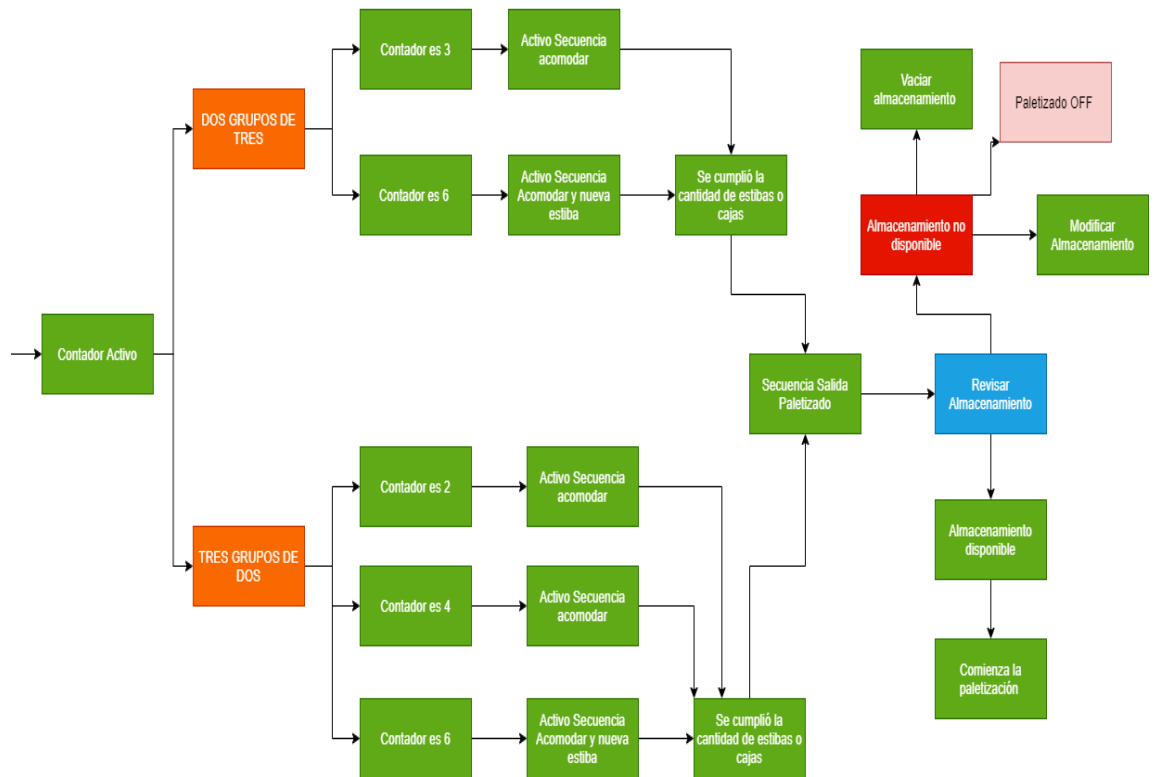
Por último se etiqueto todos los sensores y actuadores del proceso con un nombre alusivo a su función y se le asignó una dirección %I a las entradas digitales tipo bool y %Q a las salidas digitales tipo bool. Para las entradas y salidas analógicas se les asigno la dirección %QW (word) de tipo INT. Definir las variables de manera correcta es de vital importancia ya que luego van a ser utilizadas en el software TIA Portal para la programación del proceso y posterior simulación.

#### 4.2 Diagrama de flujo para diseño y organización del programa.

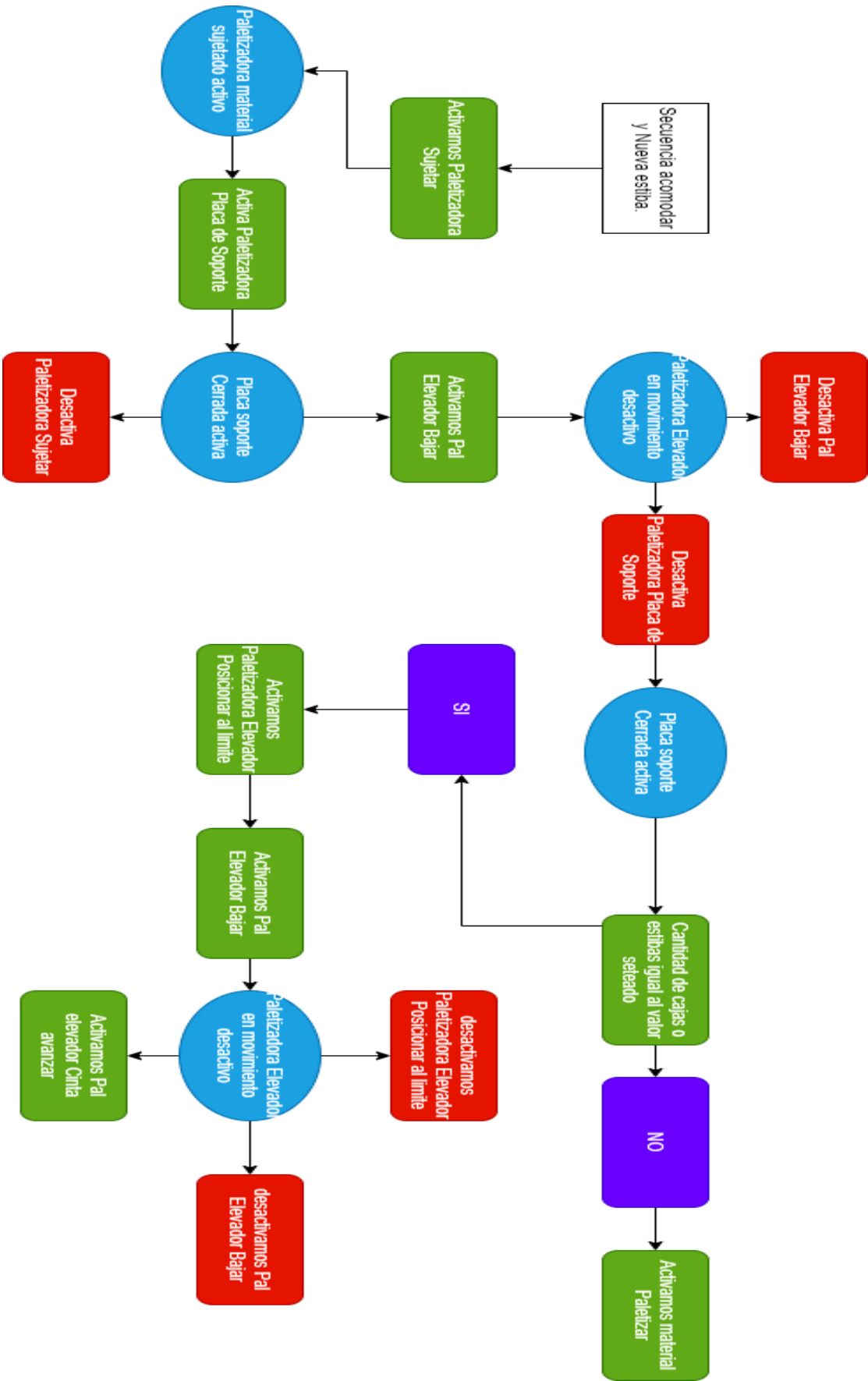
Para organizar todo el programa y realizar un primer diseño se realizó un diagrama de flujo de cada una de las etapas con el fin de tener una base a la hora de comenzar el programa. Cabe resaltar que este diagrama está sujeto a modificaciones a medida que el programa lo requiera.

#### 4.2.1 Paletización



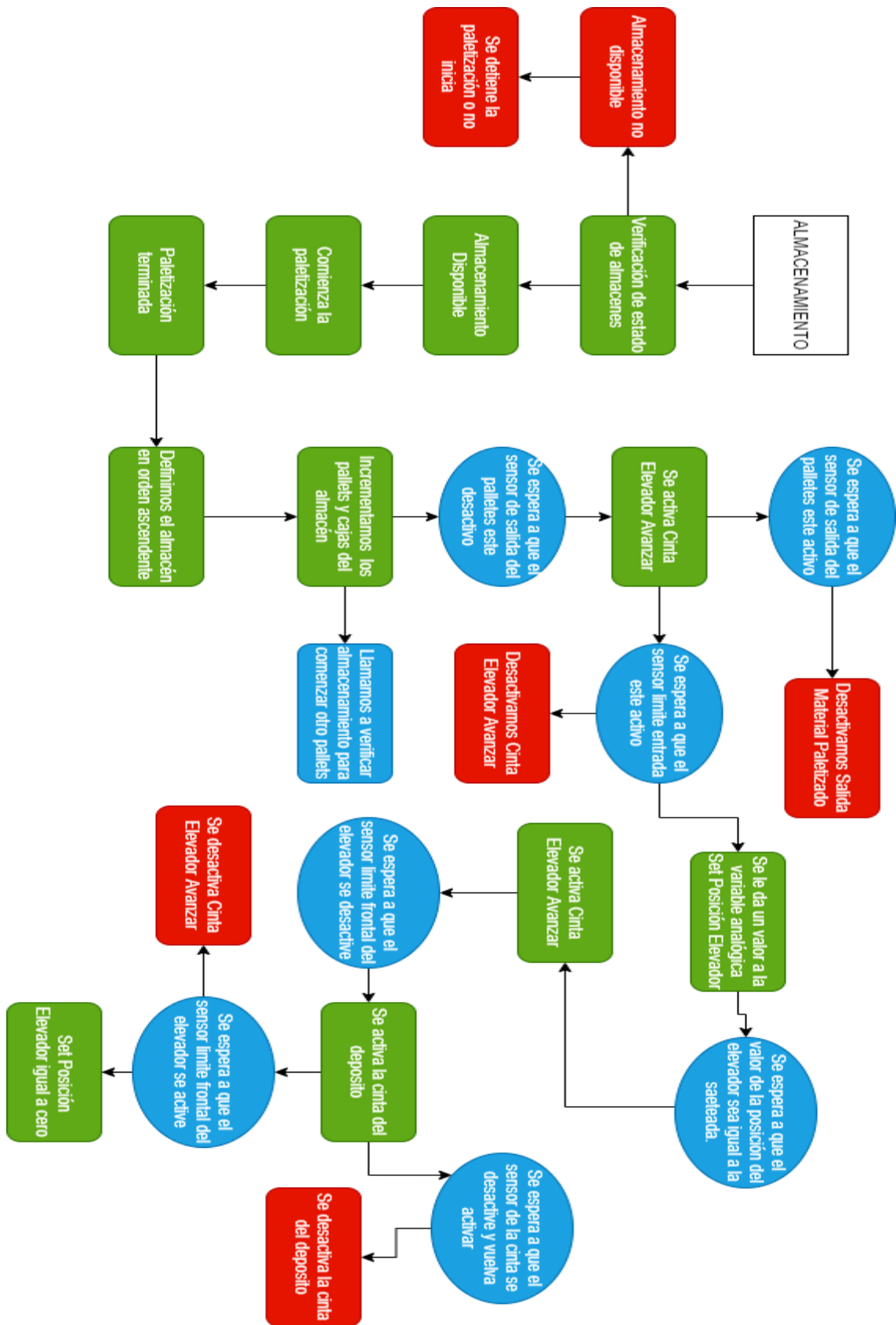


#### 4.2.2 Secuencia Acomodar.



#### 4.2.3 Almacenar





### 4.3 Definición del Hardware y variables.

Lo primero que se realizó fue la definición de la tabla de todas las variables que actúan en el proceso. Para luego en base al tipo y cantidad necesaria de entradas y salidas definir el PLC que mejor se ajuste a los requerimientos y además agregarle los módulos de ampliación necesarios.

La tabla es la siguiente:

Paletizadora Acopiadora Usuarios ▶ PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▶ Variables PLC ▶ Variables Proceso [79]									
Variables									
Variables Proceso									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario	
1	Boton Start	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Boton Stop	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Sensor Entrada Palet	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Pal. Elevador Sensor Lim Poster.	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Pal. Elevador Sensor Lim Frontal	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Pal. Elevador Movimiento	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	Sensor Entra Mater. Paletizar	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	Parada emergencia	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	Pal. Placa Soporte Cerrada	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	Pal. Material Situado	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
11	Pal. Material Sujeto	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
12	Sensor Salida Palet	Bool	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
13	Sensor Limite Entrada Elevador	Bool	%I1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
14	Sensor Limite Salida Elevador	Bool	%I1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
15	Sensor Cinta A	Bool	%I1.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
16	Sensor Cinta B	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
17	Sensor Cinta C	Bool	%I4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
18	Posicion Elevador	Word	%IW30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
19	Luz Start	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
20	Luz Stop	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
21	Alarma Parada Emergencia	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
22	Suministro Palet	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
23	Pal. Elevador Cadena Avanzar	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
24	Pal. Elevador Cadena Retroceder	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
25	Pal. Elevador Posicionar Limite	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
26	Pal. Elevador Elevar	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
27	Pal. Elevador Bajar	Bool	%Q1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
28	Material Paletizar	Bool	%Q1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

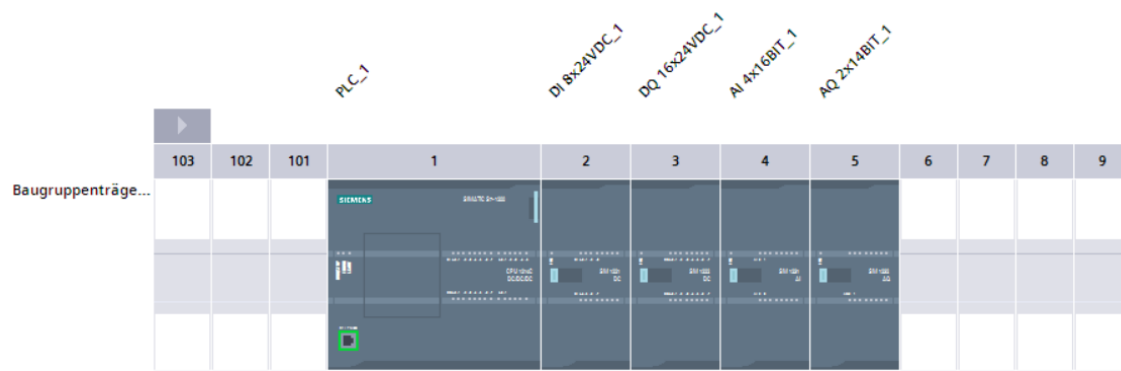
Paletizadora Acopiadora Usuarios ▶ PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▶ Variables PLC ▶ Variables Proceso [79]

Variables    Constantes de usuario    Constantes de sistema

**Variables Proceso**

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
22	Suministro Palet	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Pal. Elevador Cadena Avanzar	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Pal. Elevador Cadena Retroceder	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Pal. Elevador Posicionar Limite	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Pal. Elevador Elevar	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Pal. Elevador Bajar	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Material Paletizar	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Pal. Paleta Lateral	Bool	%Q1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Pal. Cinta Sup Avanzar	Bool	%Q1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	Pal. Cinta Sup Retroceder	Bool	%Q1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	Pal. Placa Soporte	Bool	%Q1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	Pal. Situar Material	Bool	%Q1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	Pal. Sujetar	Bool	%Q1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	Pal. Luz Precaucion	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	Salida Material Paletizado	Bool	%Q2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	Cinta Elevador Avanzar	Bool	%Q2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	Cinta Elevador Retroceder	Bool	%Q2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	Cinta A	Bool	%Q2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	Cinta B	Bool	%Q2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	Cinta C	Bool	%Q2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	Set Posicion Elevador	Word	%QW30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	System_Byte	Byte	%MB100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
44	FirstScan	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
45	DiagStatusUpdate	Bool	%M100.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
46	Always TRUE	Bool	%M100.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
47	Always FALSE	Bool	%M100.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48	<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

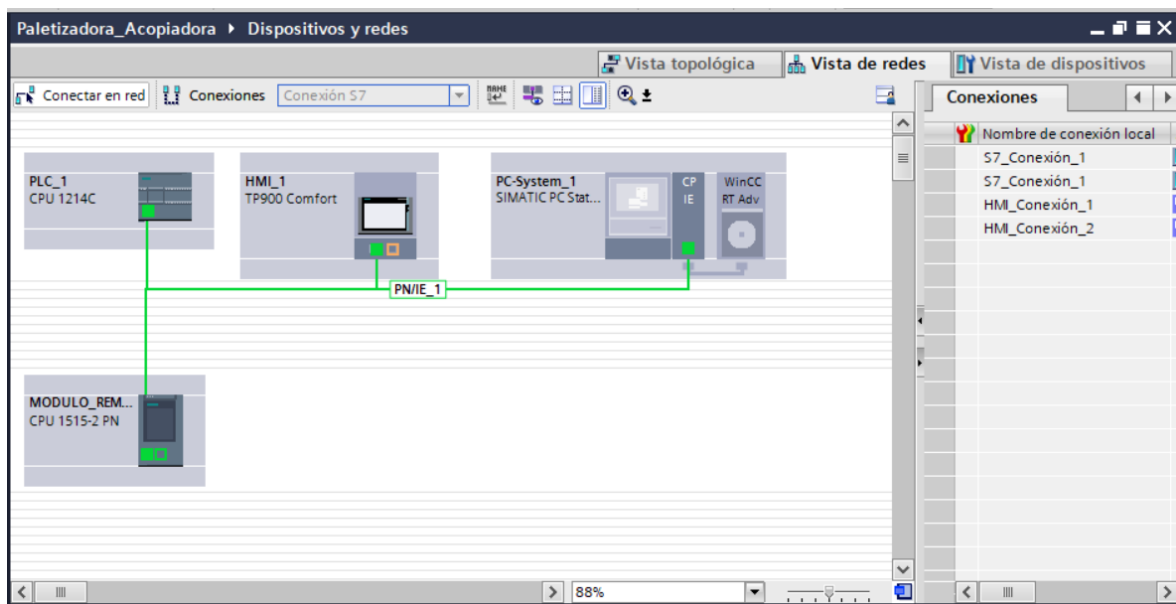
El PLC seleccionado para el control del proceso es el 1214C DC/DC/DC a este se le agrego cuatro módulos de ampliación. Un módulo DI 8x24VDC de 8 entradas digitales, otro DQ 16x24VDC de 16 salidas digitales, otro AI 4x16BIT de 4 entradas analógicas de 16 bit y por ultimo uno AQ 2x14BIT de 2 salidas analógicas de 24 bit.



Luego para la unidad remota el PLC seleccionado es el 1511-2 PN al cual se le agrego dos módulos de ampliación. Un módulo DI 16x24VDC de 16 entradas digitales, otro DQ 8x24VDC de 8 salidas digitales.

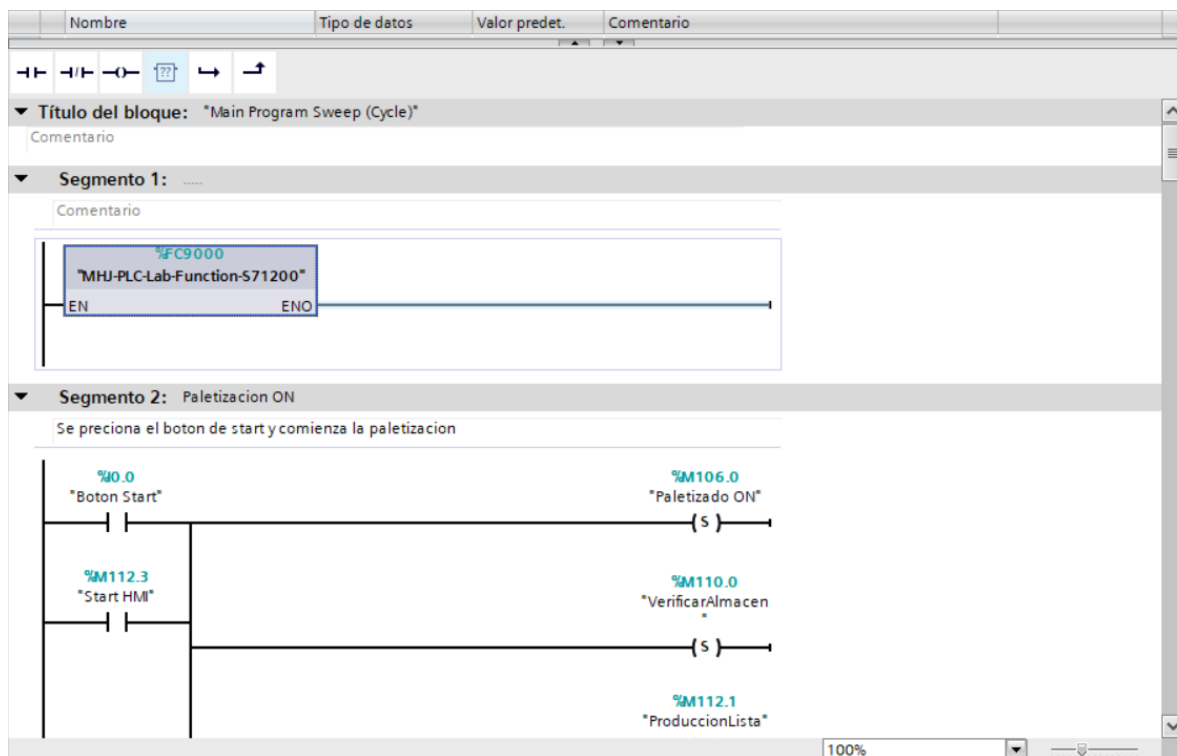


Además se agregó un HMI TP900 Comfort para la interfaz de usuario el cual se va a ubicar en planta cerca del proceso y una estación PC con una placa de conexión PROFINET/Ethernet IE general conectada al WinCC RT Advance para el sistema SCADA.

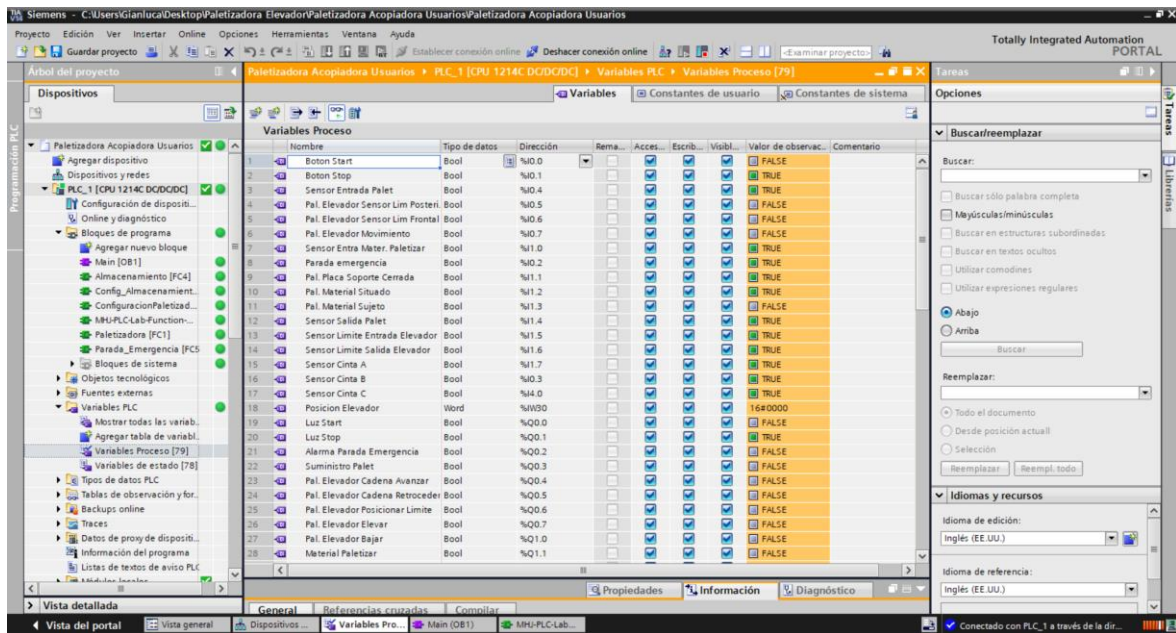


#### 4.4 Comunicación entre TIA portal y FACTORY IO

Para la comunicación entre el TIA portal y FACTORY IO se descargó de internet un programa plantilla que posee una subrutina denominada MHJ-PLC-Lab-Function-S71200 la cual es llamada en el primer segmento del Main [OB1] y nos permite simular el funcionamiento del proceso mediante el PLC [SIM-1200]. Si el programa está funcionando de manera correcta podremos ver reflejado en el TIA portal todos los valores de las entradas y salidas del Factory IO.

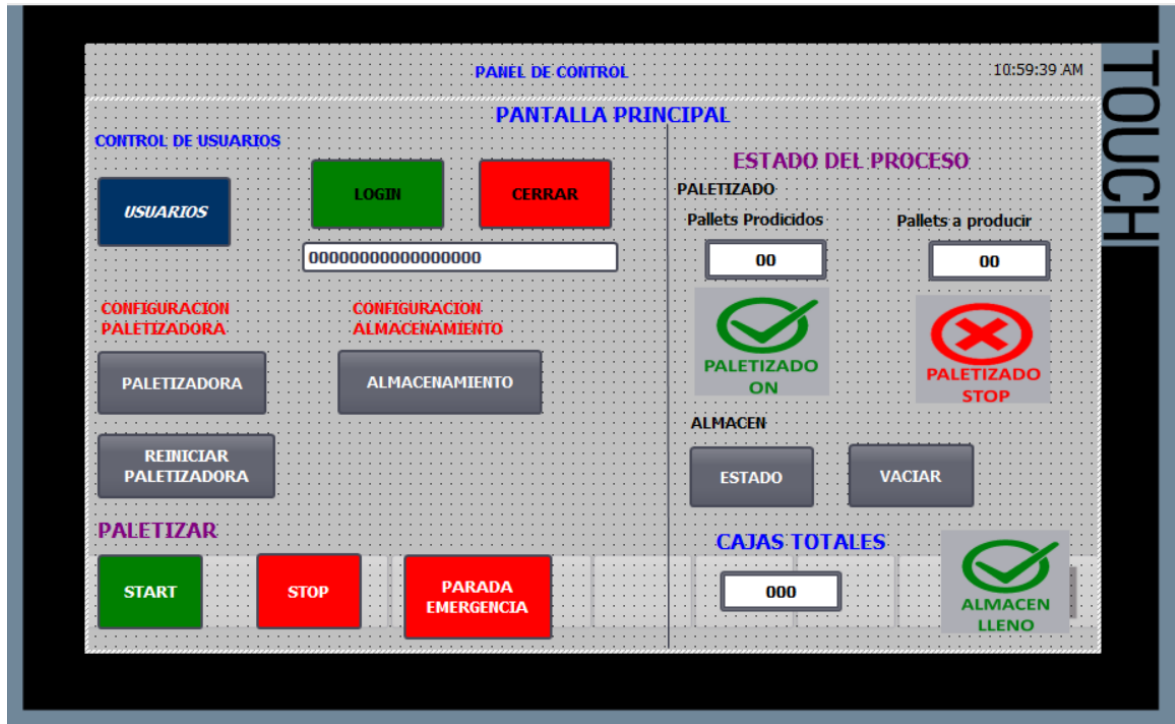






el bloque principal del programa. También se cuenta con una pantalla HMI para que los usuarios interactúen, configuren y verifiquen el estado del proceso.

#### 4.5.1 Pantalla Principal



Como se puede observar la pantalla principal del HMI cuenta con diferentes segmentos y botones donde el usuario interactúa con el proceso.

En la parte superior izquierda tenemos el control de usuario donde nos permite loguearnos como algún tipo de usuario y cerrar sesión mostrando debajo de los botones el nombre del que está activo. Además posee un botón de "Usuarios" donde se puede agregar nuevos usuarios a la lista.

Debajo del control de Usuarios tenemos la parte de configuración del almacenamiento, paletizadora y el reinicio de la misma. Al presionar el botón de paletizadora o almacenamiento nos llevara a una nueva imagen del HMI que nos permite configurar cada uno con la diferencia que el botón de paletizadora se desactiva una vez configurada. En el caso de reinicio paletizadora se podrá presionar una vez que la producción configurada este lista y nos volverá a activar el botón de configuración de la misma.

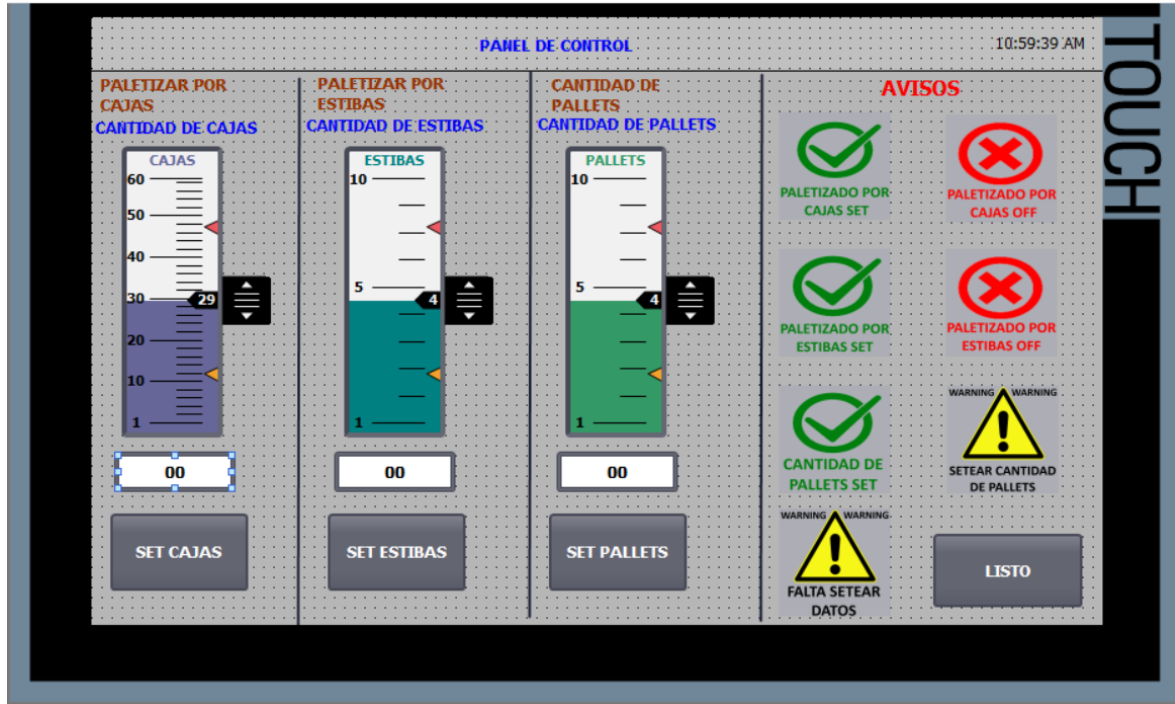
En la parte inferior Izquierda tenemos el botón de START y STOP que nos permite arrancar y frenar la paletizacion cortando el suministro de pallets y cajas. Además se cuenta con el botón de PARADA EMERGENCIA que frena todo el proceso.

En la parte superior derecha tenemos el segmento de ESTADO DEL PROCESO donde podemos ver la cantidad de pallets a producir y los producidos junto con unas Imágenes que indican el estado de la paletizadora.

En la parte inferior derecha tenemos el estado del almacén donde al presionar el botón “Almacén” nos abrirá una imagen del HMI donde podremos ver el esta del mismo. Además posee el botón “VACIAR” que al presionarlo vaciá todos los almacenes. Por ultimo tenemos el indicador de cajas totales en los tres almacenes y una imagen que indica cuando los almacenes están llenos al valor seteado o el total.

#### 4.5.2 Configuración Paletizadora

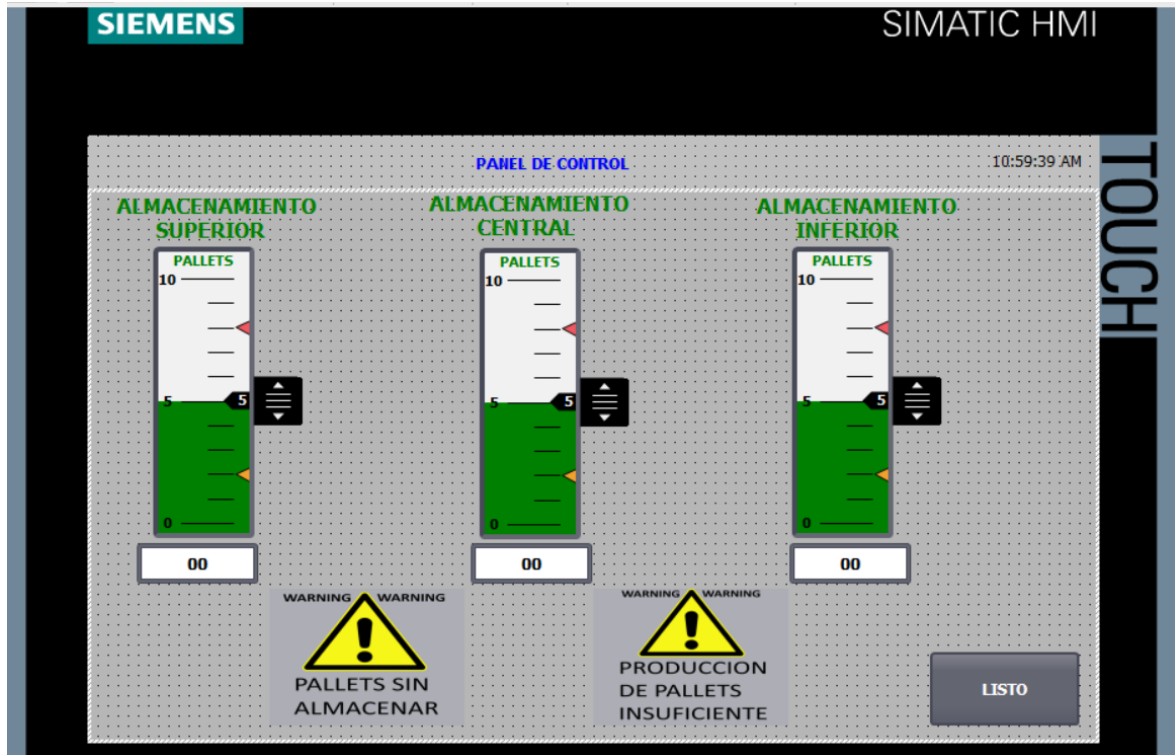
Cuando se presiona el botón “PALETIZADORA” en la pantalla principal se accede a una nueva imagen del HMI que nos permite realizar toda la configuración necesaria para la paletización.



Como se puede observar se cuenta con tres deslizadores junto con un recuadro que indican la cantidad y un botón para setear la misma. Estos nos permiten determinar la cantidad de pallets a producir y la cantidad de estibas o cajas a paletizar, cabe resaltar que si esta actica la paletizacion por estiba se desactiva la paletizacion por cajas. Además en la parte derecha tenemos un conjunto de imágenes a modo de alarmas e indicadores para saber que configuramos y que está faltando. Una vez que esta todo configurado se hará visible un botón de LISTO para volver a la pantalla principal.

#### 4.5.3 Configuración almacenamiento

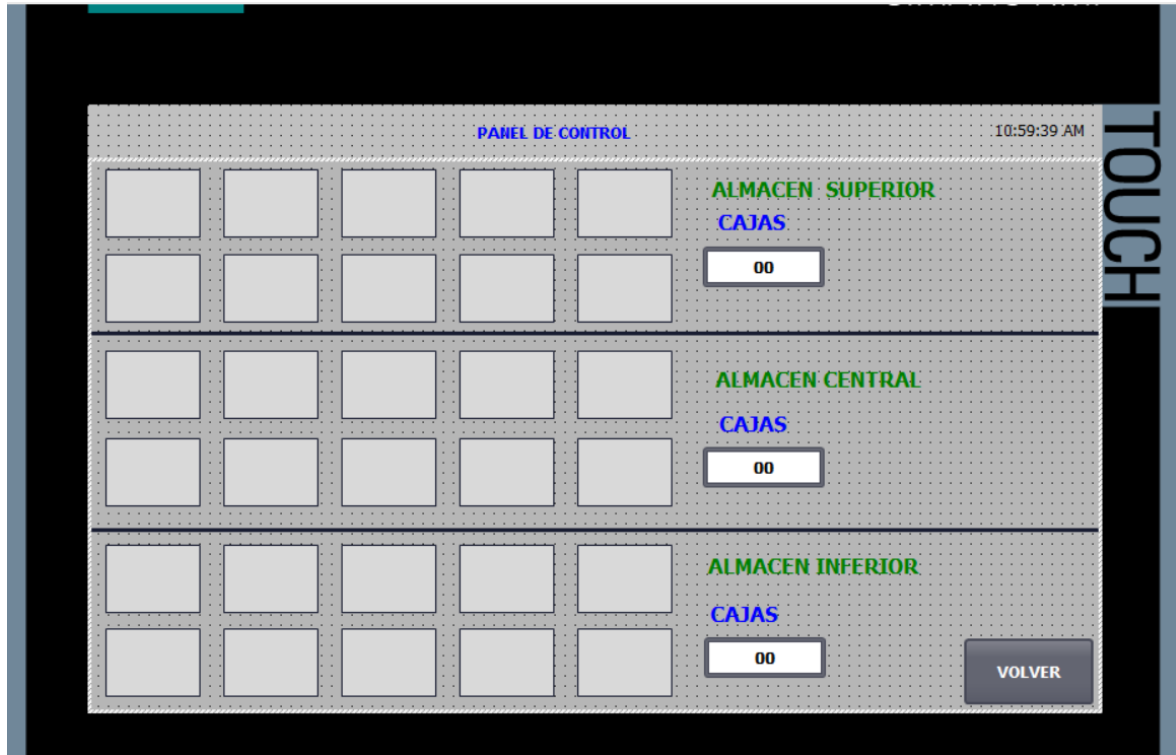
Cuando se presiona el botón “ALMACENAMIENTO” en la pantalla principal se accede a una nueva imagen del HMI que nos permite realizar toda la configuración del almacenamiento para la producción.



Como se puede observar se cuenta con tres deslizadores uno por cada almacén junto con un recuadro que indican la cantidad de pallets a almacenar en cada uno de ellos. Además se cuenta con dos imágenes de alarma para saber si la suma de los tres almacenes alcanza para almacenar toda la producción o por el contrario si la producción seteada alcanza para llenar los almacenes.

#### 4.5.4 Estado de los almacenes



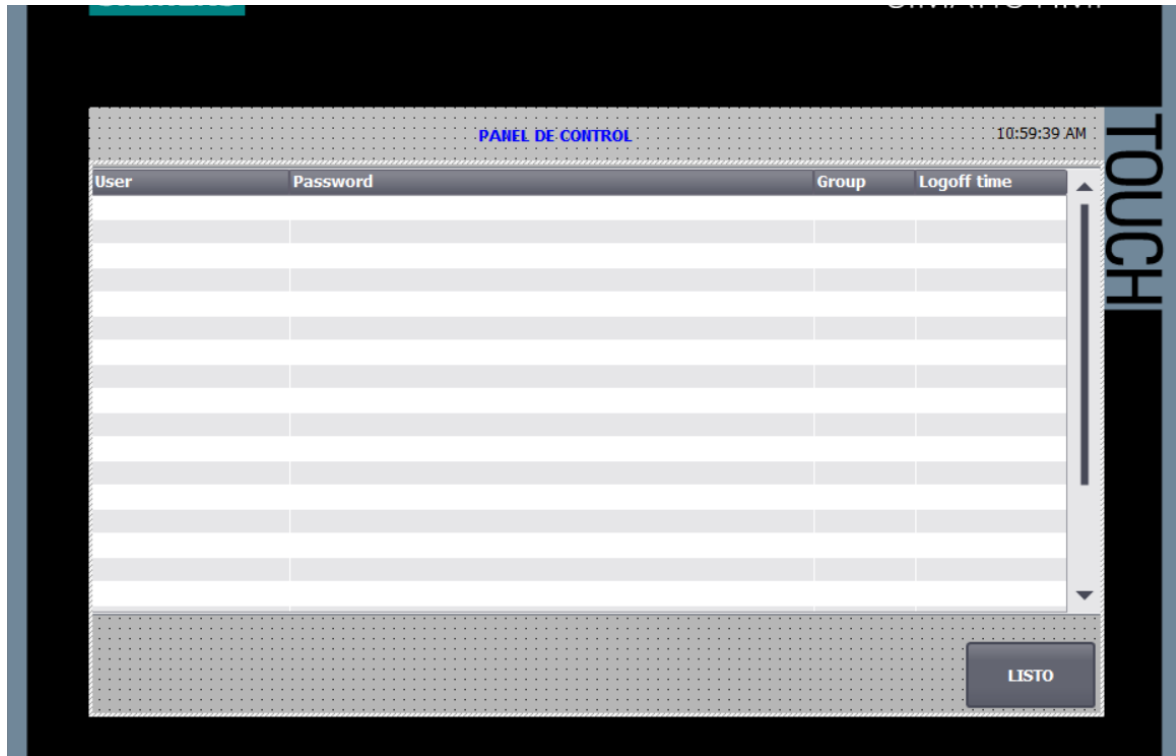


Cuando se presiona el botón “ESTADO” en la pantalla principal se accede a una nueva imagen del HMI que nos permite visualizar el estado de los tres almacenes llevando el registro de la cantidad de pallets y cajas almacenadas por cada uno. Además posee un botón “VOLVER” que nos retorna a la pantalla principal.

#### 4.5.5 Gestión de Usuario

Como se mencionó anteriormente en la pantalla principal se cuenta con la interacción necesaria para que los usuarios se puedan loguear y cerrar sesión. La gestión de usuario permite darle acceso a determinadas acciones a cada uno de los usuarios.

En nuestro caso tenemos tres usuarios, el primero es el administrador quien tiene acceso a la monitorización, administración de usuarios y operación es decir, tiene acceso a todo el proceso. Además la función de administración de usuarios que se activa al presionar el botón “USUARIOS” abriendo una nueva imagen en el HMI le permite al administrador agregar nuevos usuarios.



En cambio el Supervisor solo tiene acceso a la monitorización es decir, ver el estado del Almacén pudiendo llevar el control de Stock de la producción. Por último el operario quien tiene acceso a la operación lo que permite interactuar con casi todo el proceso excepto la configuración de la paletizadora quedando esta función reservada para el administrador.

#### 4.5.6 Funcionamiento paletizadora

El proceso de paletización se realizó en una subrutina denominada paletizadora que es llamada desde el Main [OB1] una vez que la configuración de la misma esta lista y se presiona el botón de START. Este subrutina contiene marcas de ciclo por cada segmento que se van activando y desactivando según valla avanzando el proceso de paletización.

El primer segmento se encarga de la verificación del estado de los almacenes y el proceso. Si los almacenes no están llenos, no está activa otra etapa del proceso y no están todos los pallets seteados listos arranca el proceso de paletizado activando la etapa siguiente "Nuevo paquete". En esta etapa se activa el

suministro de pallets, de materia a paletizar, la forma de ordenar la primera estiba de cajas (Grupo de cajas) y el control de ingreso de cajas, luego se espera a que el sensor de la entrada de pallets de la cinta transportadora este desactivado para activar la siguiente etapa “Paletizado Etapa 1”, la cadena de la paletizadora Avanzar y desactivar “Nuevo paquete”.

Cuando la entrada de material a paletizar está activa un segmento espera a que el sensor de entrada del material a paletizar este desactivado, lo que significa que una caja está entrando, para activar una marca denominada contador cajas. Esta marca activa otro segmento que espera a que el sensor de entrada del material a paletizar este activo, lo que significa que una caja ya entro, para incrementar los contadores de control y desactivar dicho segmento.

En el segmento “Paletizado Etapa 1” se espera a que el sensor de entrada de pallets se vuelva a activar para cortar el suministro de pallets y setear una bandera que indica que el suministro está listo. Luego se espera a que el sensor frontal del elevador este desactivado para activar “Paletizado Etapa 2”, elevador posicionar al límite y elevador subir y desactivar la cadena de la paletizadora avanzar y dicha etapa.

En la “Paletizado Etapa 2” se espera a que el sensor de movimiento del elevador este desactivado para desactivar elevador posicionar al límite, elevador subir y dicha etapa.

Una vez que se llegó a la etapa 2 el pallets ya se encuentra en posición para ubicar las cajas. Las etapas anteriores ocurren de manera simultánea con el control de ingreso cajas que es la primera etapa encargada de posicionarlas y contarlas, esto se realiza para aumentar la velocidad del proceso.

El control de ingreso cajas activa dos segmentos uno que acomoda las cajas en 2 grupos de 3 y otro en 3 grupos de 2 dependiendo que marca este activa también se controla la paleta lateral encargada de rotar las cajas. En esta etapa dependiendo el valor del contador de cajas se activa un grupo u otro y la marca “acomodar” además de desactivar el control de ingreso cajas.

En el segmento “acomodar” se desactiva el suministro de material a paletizar y se espera 5s con un temporizador TON para que la cinta termine de posicionar las cajas y luego se activa la marca de la siguiente etapa “Material situado” y la escobilla lateral que empuja las cajas hacia la placa soporte. Por último se desactiva la cinta de la paletizadora y la marca del segmento actual.

En la etapa “Material situado” se espera a que la escobilla termine de posicionar las cajas sobre la placa soporte para luego desactivar la misma y la marca de la etapa y activar la marca de la siguiente etapa "Reactivar Suministro".

En el segmento "Reactivar Suministro" se espera a que la escobilla lateral vuelva a su posición inicial, luego se realiza el control de las cajas según datos seteados en la configuración de la paletizadora para reactivar el suministro nuevamente. Si la cantidad de cajas es menor a seis o a la cantidad seteada se reactiva el suministro de material a paletizar sino se activa las paletas para sujetar las cajas y la marca de la siguiente etapa "Paletizado Etapa 3" y se desactiva la etapa actual.

En "Paletizado Etapa 3" se abre la placa soporte, se desactiva dicha etapa y se activa la siguiente etapa "Paletizado Etapa 4". En esta etapa se espera a que la placa este completamente abierta para desactivar las paletas que sujetan las cajas y dicha etapa y activar la siguiente marca "Nueva estiba" y el elevador bajar.

En el segmento "Nueva estiba" se espera a que el sensor de movimiento del elevador este desactivado, lo que significa que ya termino de bajar, para luego cerrar la placa soporte, activar "Comprobar Cant Estibas/Cajas", incrementar el contador de estibas y desactivar el elevador bajar y dicha etapa.

En "Comprobar Cant Estibas/Cajas" se espera a que la placa este completamente cerrada para luego comprobar si debemos de seguir realizando estibas, lo que quiere decir que reactivamos el suministro de material a paletizar. O por el contrario debemos retirar el pallet activando elevador posicionar al límite, elevador bajar y la siguiente marca "SalidaPalet". En esta etapa se espera a que el elevador deje de estar en movimiento para activar la cadena del mismo (avanzar), la transportadora de rodillos de salida y la anteúltima etapa "Salida Pallet

Completa" y desactivar elevador posicionar al límite, elevador bajar y la etapa actual.

En la etapa "Salida Pallet Completa" se espera a que el sensor de salida este desactivo lo que significa que el pallet comenzó a salir para activar la última etapa "ControlarCantPalets". Esta última etapa activa una marca "ALMACENAR" que pertenece a una nueva subrutina denominada Almacenamiento. Y desactiva la marca de la etapa, la cadena del elevador y suministro de pallets listo ya que no tenemos ningún pallets posicionado.

#### 4.5.7 Funcionamiento subrutina almacenamiento

Esta subrutina es la encargada de almacenar el pallets listo en los almacenes según los valores configurados comenzando por el inferior hasta el superior siempre y cuando tengan algún pallets por almacenar.

El primer segmento "ALMACENAR" es el encargado de controlar en que almacén va a ir el pallets y realizar los incrementos de pallets y cajas del mismo. Además activa la marca "Almac\_Etapa1" y se desactiva la marca del segmento actual.

En "Almac\_Etapa1" se activa la marca "VerificarAlmacen" de la subrutina Paletizadora para seguir con la paletizacion en caso de ser necesario. Como siempre se desactiva la marca actual y se activa la siguiente "Almac\_Etapa2". En esta se espera a que el sensor Limite Entrada Elevador este desactivado para activar la cinta del elevador (avanzar) y nuevamente desactivar la etapa actual y activar la siguiente "Almac\_Etapa3".

En "Almac\_Etapa3" se desactivan la transportadora de rodillos, la cinta del elevador y la marca actual y luego le damos un valor a la variable según el almacén donde se va a guardar la producción y se activa "Almac\_Etapa4". En esta se realiza el normalizado y escalado de la variable de salida que le da la posición al elevador y se activa "Almac\_Etapa5". En esta etapa cabe resaltar que se tiene un segmento donde se realiza el normalizado y escalado de la variable

de entrada de la posición del elevador para después en función de la misma saber si el elevador llegó a la posición deseada activando la cinta transportadora del elevador y la siguiente etapa "Almac\_Etapa6".

En "Almac\_Etapa6" se activa la cinta correspondiente a cada almacén y se activa la siguiente etapa. "Almac\_Etapa7" donde se espera a que el Sensor Limite Salida Elevador se active para setear la siguiente etapa "Almac\_Etapa8", desactivar la cinta transportadora del elevador y darle una posición igual a cero a la posición del elevador.

En la "Almac\_Etapa8" se realiza nuevamente un normalizado y escalado de la variable de salida que le da la posición al elevador y se activa "Almac\_Etapa9". Donde se espera a que el sensor límite de la cinta se desactive para pasar a la última "Almac\_UltimaEtapa" donde se espera a que dicho sensor se vuelva a activar para desactivar la cinta transportadora y dicha etapa.

#### 4.5.8 Parada de emergencia

Como en todo proceso industrial debe de existir una parada de emergencia que detenga por completo el proceso. Como el programa fue pensado en diferentes etapas activando y desactivando marcas, para tener una parada de emergencia lo que se realizó fue una subrutina con el nombre Parada\_Emergencia la cual desactiva todas las salidas del proceso.

## 5 Posibles mejoras en el proceso

Cuando hablamos de mejoras son muchas las alternativas que se tiene sobre un proceso realizado en un software con recursos limitados.

La primera mejora sería la de darle el programa a un operario para que intente interactuar con el proceso y nos plantee las posibles mejoras en cuanto a la interacción entre el programa y operador ya que a la vista de quien programa está

completo y fácil de operar. La opinión de quienes utilizaran lo programado es lo más importante.

Otra de ellas tendría que ver con el almacenamiento y sería la realizar almacenes con cintas transportadoras en ambos sentidos (derecha e izquierda) donde se almacenaran los pallets permitiéndonos realizar una secuencia de vaciado automático hacia otra cinta transportadora que los dirigirá hacia un sitio de carga. Otra mejora posible sería la de realizar el sitio de carga antes mencionado donde se dirijan los pallets de los diferentes almacenes y se tenga un elevador para colocarlos en el sistema de transporte.

También se podría agregar un sistema de salida directa de los pallets sin tener que almacenarlos, esto podría realizarse en el almacén inferior colocando una cinta transportadora provocando que el pallets siga su recorrido hacia el sitio de carga.

Otra mejora al sistema sería quitarle la placa de soporte a la paletizadora y acomodar las cajas directamente sobre un pallets con una superficie lisa esto nos permitirá paletizar material frágil ya que se elimina la pequeña caída cuando se abre la placa.

Por último como todo ocurre en un software que simula el proceso de paletizado y almacenamiento no sabemos si los resultados serán los mismos en la realidad pero se observa que el tiempo del proceso es considerable lo mejor sería tener actuadores un poco más rápido.

Estas son algunas de las mejoras posibles que se le pueden realizar al proceso en función a la aplicación pensada, cabe resaltar que cada programador vera diferentes mejoras y aplicaciones.

## 6 Conclusiones

Son muchas las conclusiones a las que se puede llegar con un proyecto como el desarrollado ya que integra muchos conocimientos al tratarse de la



automatización de un proceso industrial. Al hacer una conclusión sobre todo lo realizado seguramente algunos puntos se me pasen por alto.

Uno de los aspectos importantes a resaltar antes de empezar la conclusión es la importancia de volcar todo lo aprendido durante el cursado a un trabajo final, ya que esto hace que no te quedes solo con un concepto teórico sino que busques de aplicar eso a la realidad y afiances los conocimientos. Sin más que añadir como conclusión puedo decir que fue un trabajo muy interesante en donde no solo pude practicar y afianzar los conocimientos sobre la programación de PLC sino que también aprendí a armar un proceso industrial en función a los recursos de sensores y actuadores disponibles aspecto importante a la hora de trabajar en una industria.

Por ultimo más que conclusión sería algo que queda por realizar es la parte práctica pudiendo realizar y programar un proceso en un PLC real y salir de la simulación ya que es ahí donde se presentan los verdaderos problemas que como futuros ingenieros en Mecatrónica debemos de darle una solución.