



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**ADAPTACIÓN DE LA LÍNEA DE LLENADO DE PINTURAS PARA LA  
CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS PLC AL SISTEMA DE CONTROL DE LA  
PLANTA DE PINTURAS DE CORIMON PINTURAS C.A. VALENCIA.**

**Autor:**  
Delgado, Maria Laura

Urb. Yuma II, Calle N. ° 3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**  
**INGENIERÍA ELECTRONICA**

**ADAPTACIÓN DE LA LÍNEA DE LLENADO DE PINTURAS PARA LA  
CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS PLC AL SISTEMA DE CONTROL DE LA  
PLANTA DE PINTURAS DE CORIMON PINTURAS C.A. VALENCIA.,  
ESTADO CARABOBO**

**Informe de pasantía presentado como requisito parcial para optar al título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Autor:**  
Delgado, Maria Laura  
C.I. 26.486.173  
**Tutor académico:**  
Ing. Wiston Espinoza  
C.I. 9.885.895

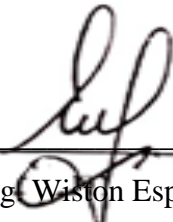


**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**  
**INGENIERÍA ELECTRONICA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Wiston Espinoza portador de la cedula de identidad N° 9.885.895, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadana Maria Laura Delgado Moreno, portadora de la cedula de identidad N° 26.486.173, titulado **ADAPTACIÓN DE LA LÍNEA DE LLENADO DE PINTURAS PARA LA CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS PLC AL SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA DE PINTURAS DE CORIMON PINTURAS C.A. VALENCIA**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

San Diego, a los veinte (20) días del mes de Julio del año dos mil veinte (2020).



---

Ing. Wiston Espinoza  
C.I. 9.885.895.

ANEXO 4-A



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

pág. 1/2

DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO DE PASANTÍA

<b>DATOS DEL ESTUDIANTE</b>	Apellidos y nombres: Delgado Moreno Maria Laura	
	Cédula de identidad: 26.486.173	Teléfonos: 0424-3215156
	Escuela: Ingeniería	Facultad: Electrónica
	Inicio de la pasantía: 02/12/2019	Final de la pasantía: 20/03/2020
	Tiempo completo: SI	Medio tiempo:
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>	Nombre: Corimon C.A.	
	Teléfonos: 0241-6131777	
	Dirección: Av. Hans Neumann, Edificio Corimon Nave Araguaney, Piso P B, Urbanización Industrial El Bosque, Valencia, Carabobo.	
	Actividad económica: Fabricación de Pinturas.	
Departamento donde realizará la pasantía: Digitalización Industrial		
<b>DATOS DE LOS TUTORES</b>	Tutor Académico: Wiston Espinoza	Teléfonos: 0414-0410381
	Tutor Empresarial: Ing. Alejandro Padra	Departamento: Digitalización Industrial
	Cargo: Analista de Digitalización Industrial	Teléfonos: 0412-4227708

TRABAJO DE PASANTÍA

Título de la pasantía: Adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.	
Identificación del problema o situaciones problemáticas: Falta de una conexión de los diferentes equipos PLC en la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.	
Formulación del problema: ¿Cómo se puede mejorar la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia?	
Objetivo general:	Objetivos específicos:
Proponer la adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.	Diagnosticar la situación actual de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.
	Identificar los puntos críticos de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.
	Elaborar un plan para la adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.
	Evaluar la factibilidad operativa, económica y social del monitoreo de condiciones operacionales.
Tutor académico	Tutor empresarial
	Estudiante

APROBACIÓN POR LA COMISIÓN DE ESCUELA:



ANEXO 4-A (Continuación)



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

pág. 2/2

DESCRIPCIÓN PROGRAMÁTICA

Semana	Actividades a realizar	Observaciones
1	Inducción de seguridad y al puesto de Trabajo.	
	Inducción en el centro operativo y Planificación de actividades.	
2	Levamiento de los diferentes equipos en planta.	
	Estudio de los diferentes protocolos de comunicación de los equipos en planta.	
3	Inducción con el entorno de programación y configuración de Siemens.	
	Estudio de hardware y propuestas de módulos de conexión.	
4	Levantamiento de Planos CAD para la canalización de las líneas de llenado.	
	Entrega de cómputos métricos.	
5	Análisis de datos de operación y mantenimiento en la línea de llenado.	
	Estudio de la programación actual de los PLC de etiquetado.	
6	Estudio de la programación actual de los PLC de temoencogible.	
7	Inducción con programadores Arduino y periféricos.	
	Evaluación de módulos y sensores requeridos para el monitoreo de condiciones operacionales.	
8	Desarrollo y programación del módulo de condiciones operacionales parte 1.	
9	Desarrollo y programación del módulo de condiciones operacionales parte 2.	
10	Diseño y elaboración de placa PCB para el módulo de condiciones operacionales.	
11	Montaje de equipo de monitoreo de condiciones operacionales.	
	Diagnóstico de módulos de programación para envío de datos desde equipos PLC.	
12	Conexión y envío de datos a la Red de condiciones operacionales.	
	Entrega Final de Informe de Pasantías.	
<b>Recomendaciones:</b>		





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRÓNICA

San Diego, Febrero de 2020

ACTA DE ACEPTACION METODOLOGICA DEL INFORME DE  
PASANTIA

Quien suscribe esta acta, dejan constancia que el Proyecto de Informe de Pasantia: **ADAPTACION DE LA LINEA DE LLENADO DE PINTURAS PARA LA CONEXIÓN DE LOS MODULOS PLC AL SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA DE PINTURAS DE CORIMON PINTURAS C.A VALENCIA**, ha sido revisado y, cumplido los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Wiston Espinoza  
Tutor Académico

  
Firma

17/02/2020  
Fecha

Ing. Alejandro Padra  
Tutor Académico

  
Firma

17/02/2020  
Fecha

## INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pg.</b>
Indice de figuras .....	ii
Indice de tablas .....	iv
Resumen .....	v
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: LA EMPRESA .....	3
1.1. Descripción General de la Empresa.....	3
1.2. Ubicación .....	4
1.3. Mercados.....	4
1.3.1. Acabados Arquitectónicos.....	4
1.3.2. Mantenimiento Industrial y Marino .....	5
1.3.3. Acabados De Equipos Originales .....	5
1.3.4. Revestimiento Para Madera .....	5
1.4. Políticas.....	5
1.4.1. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable .....	5
1.4.2. Seguridad y Salud en el Trabajo .....	6
1.4.3. Relación con Clientes y Consumidores.....	6
1.4.4. Relación con los Competidores.....	7
1.5. Valores .....	7
1.5.1. Principios.....	7
1.6. Misión .....	7
1.7. Visión.....	8
1.8. Reseña Histórica de la Empresa.....	8
1.9. Descripción del Departamento.....	9
1.10. Estructura Organizacional.....	10
CAPITULO II: EL PROBLEMA.....	12
2.1. Planteamiento del problema.....	12
2.2. Formulación del problema .....	14

2.3. Objetivos .....	14
2.3.1 Objetivo General .....	14
2.3.2. Objetivos Específicos .....	14
2.4. Justificación y Alcance .....	14
2.5. Limitaciones.....	15
CAPITULO III: MARCO TEORICO .....	16
3.1. Antecedentes .....	16
3.2. Bases Teóricas .....	18
3.2.1 Redes de comunicación industrial.....	18
3.2.2. Pilares de la industria 4.0: .....	20
3.2.3. Tecnología de la Información y la Comunicación (TICS) .....	22
3.2.4. Modelo OSI.....	22
3.2.5. Buses de campo.....	23
3.2.6. Protocolos de comunicación.....	24
3.2.7. Redes de comunicación IOT .....	27
3.2.8. Elementos que componen una red industrial.....	27
3.2.9. Módulos de comunicación .....	29
3.3. Bases Legales.....	30
3.4. Conceptos Básicos: .....	31
CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO .....	33
4.1. Tipo de investigación.....	33
4.2. Diseño de la investigación .....	34
4.3. Nivel de investigación.....	34
4.4. Población y muestra.....	35
4.5. Técnica de Recolección de Datos .....	35
4.6. Instrumento de Recolección de Datos.....	36
4.7. Fases de la Investigación .....	37
4.7.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.....	37

4.7.2. Fase II: Identificación de los puntos críticos del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.....	37
4.7.3. Fase III: Elaboración de la ingeniería de detalles para la adaptación del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia. ....	37
4.7.4. Fase IV: Evaluación de la factibilidad operativa, económica y social del movimiento de condiciones operacionales.....	38
<b>CAPITULO V: RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
5.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.....	39
5.1.1. Red de comunicación industrial de Corimon Pinturas C.A. Valencia.....	39
5.1.2. Red de comunicación industrial en Planta Latex de Corimon Pinturas C.A. Valencia.....	40
5.2. Fase II: Identificación de los puntos críticos del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia. ....	43
5.2.1. Falta de valores métricos.....	43
5.2.2. Medios de comunicación de los PLC a la red industrial .....	43
5.2.3. Punto de Acceso sin disposición de puertos.....	44
5.2.4. Colapso de bandeja de cableado.....	45
5.3. Fase III: Elaboración de la ingeniería de detalles para la adaptación del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia. ....	46
5.3.1. Diseño de la red de comunicación en la línea de llenado de pinturas de Planta Latex.....	46
5.3.1.1 Mediciones .....	46
5.3.1.2. Diseño .....	47
5.3.2. Tuberías.....	53
5.3.3. Cableado.....	55
5.3.4. Selección del enrutamiento de la red de comunicación de la línea de llenado de pinturas de Planta Latex .....	56
5.3.5. Adaptación de los protocolos de cada PLC a una red Ethernet.....	57

5.3.5.1. Selección del adaptador.....	57
5.3.5.2. Esquema de comunicación .....	58
5.3.5.3. Configuración del IBH Link S7++.....	61
5.3.5.4. Configuración en Step7 para la instalación del IBHLink S7++ con PLC .....	63
5.3.6. Adquisición de datos .....	66
5.3.6.1. Procesamiento de datos .....	66
5.3.6.2. Suministro de información .....	67
5.4. Fase IV: Evaluación de la factibilidad operativa, económica, social del movimiento de condiciones operacionales y ambientales .....	70
5.4.1. Factibilidad Operativa .....	70
5.4.2. Factibilidad Económica.....	70
5.4.3. Factibilidad Social.....	76
5.4.4. Factibilidad ambiental .....	77
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES .....	80
REFERENCIAS .....	81
ANEXOS .....	83

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pg.</b>
Figura 1. Estructura Organizacional del Grupo CORIMON. ....	10
Figura 2. Estructura Organizacional de Corimon Pinturas.....	11
Figura 3. Piramide CIM.....	19
Figura 4. Tarjeta de interface de red. ....	28
Figura 5. Switchs o conmutador .....	28
Figura 6. Brigde .....	29
Figura 7. Red Global Corimon Pinturas. ....	40
Figura 8. Plano Original de las líneas de llenado de pinturas en Planta Latex. ....	42
Figura 9. Plano de las líneas de producción de llenado de pinturas en Planta Latex. .....	43
Figura 10. Plano del enrutamiento de los cables de comunicación 1.1 de la línea de llenado en Planta Latex.....	49
Figura 11. Plano de tuberías 1.1 de la línea 1 de llenado en Planta Latex 1.0.....	51
Figura 12. Plano del enrutamiento de los cables de comunicación 2.1 de la línea de llenado en Planta Latex.....	52
Figura 13. Plano de tuberías 2.1 de la línea 1 de llenado en Planta Latex.....	53
Figura 14. IBH Link S7++.....	57
Figura 15. Cisco Catalyst 2960-X.....	58
Figura 16. Esquema de comunicación para red MPI de las líneas de llenado de pinturas en Planta Latex.....	59
Figura 17. Esquema de comunicación para red Profibus de las líneas de llenado de pinturas en Planta Latex.....	60
Figura 18. Diagrama de flujo de configuración de IBHLink S7++.....	61

Figura 19. Diagrama de flujo de configuración en Step7 para instalación del adaptador IBHLink S7++.....	63
Figura 20. Selección del tipo de conexión.....	64
Figura 21. Propiedades de conexión en Step7.....	65
Figura 22. Detalles de dirección.....	65
Figura 23. Selección de bloques.....	66
Figura 24. Diagrama de flujo para la adquisición de datos.....	67

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pg.</b>
Tabla 1. División del grupo CORIMON. ....	3
Tabla 2. Inventario actualizado de equipos de Planta Latex.....	41
Tabla 3. Tabla de protocolos de comunicación de los PLC de Linea 1 en Planta Latex. ....	44
Tabla 4. Dimensiones de cableado en metros de plano 1.1 y 2.1 .....	47
Tabla 5. Mediciones de tuberías en las canalizaciones 1.1 y 2.1 de la línea llenado en Planta Latex.....	54
Tabla 6. Tabla de datos métricos por área de la canalización de tuberías 1.1 y 2.1 de la línea llenado en Planta Latex. ....	54
Tabla 7. Tabla de datos métricos del enrutamiento de cableados 2.1 seleccionado para la línea llenado en Planta Latex. ....	56
Tabla 8. Definición de variables de proceso de la línea de llenado de Pinturas en Planta Latex .....	68
Tabla 9. Inversión estimada de Pasantes FUNDEI febrero 2020. ....	711
Tabla 10. Estimación de precio de equipos físicos utilizados para la adecuación...72	
Tabla 11. Presupuesto de equipos a necesitar para la adaptación de los PLC a la red de comunicación .....	72
Tabla 12. Total de inversión para la adaptación de los PLC a la red de comunicación .....	73
Tabla 13. Comparación de costos. ....	74
Tabla 14. Estimación porcentual de la producción actual de la línea de llenado en Planta Latex. ....	74
Tabla 15. Estimación porcentual de la producción con la red de comunicación industrial de la línea de llenado en Planta Latex.....	75
Tabla16. Tabla de Actividades .....	83



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE ELECTRÓNICA**

**ADAPTACION DE LA LINEA DE LLENADO DE PINTURAS PARA LA  
CONEXIÓN DE LOS MODULOS PLC AL SISTEMA DE CONTROL DE LA  
PLANTA DE PINTURAS DE CORIMON PINTURAS C.A VALENCIA**

**Autor:** Delgado M. Maria L.

**Tutor:** Ing. Wiston Espinoza

**Fecha:** Febrero 2020

**RESUMEN**

Este estudio comprende evaluar e implementar la adaptación de la comunicación de los módulos PLC en la línea de llenado de pinturas de Corimon Pinturas C.A Valencia, en vista de que existe una necesidad por parte de los supervisores de planta en adquirir los datos de información que se obtienen constantemente del proceso. En función de alcanzar los objetivos propuestos se plantea la Conexión de los módulos PLC a la red de información, utilizando PLC Siemens, Allen Bradley, buses de campo, módulos de comunicación. Así mismo se dispondrá de un modo de infraestructura de red para lograr obtener los valores más elementales del proceso. La investigación se encuentra descrita por una metodología de investigación tecnológica como un proyecto factible, aplicando a científica, con una técnica de recolección de datos de tipo de observación de campo y una entrevista no estructurada, con una investigación de nivel descriptivo y un diseño de campo.

## **INTRODUCCION**

La automatización industrial es un paso imprescindible en la evolución de la Industria en el mundo. Muchas empresas ya saben de la importancia de introducir sistemas de automatización industrial de nueva generación en sus centros de trabajo, pero no todas son conscientes de que su implantación será imprescindible para mantener su nivel de competitividad en el futuro. Los cambios tecnológicos en la actualidad van avanzando con rapidez y para las industrias esto puede llegar a ser beneficioso para la mejora de su proceso de producción.

La mayoría de las aplicaciones de automatización hoy en día forman parte de las redes de comunicación, ya que, es necesario supervisar y monitorear las distintas variables que intervienen en el proceso. Generalmente para la visualización o monitoreo de variables en un PLC se puede optar por una Pantalla de Dialogo Hombre-Máquina o por la comunicación hacia un computador personal con software dedicado de desarrollo local o software de supervisión gráfica comercial. Cualquiera de la alternativa elegida, cada una de ellas requiere de interfaces de comunicaciones apropiadas para el establecimiento de la comunicación.

En el presente informe de pasantías se plantea porqué la necesidad de tener una red de comunicación para los módulos PLC, esto para que los procesos automatizados puedan ser más eficientes y contribuir con un mantenimiento previo para las maquinas.

Con lo previamente expuesto, este informe está dirigido para dar una propuesta de adaptación para la conexión de los módulos PLC en la línea de llenado al sistema de control de la planta Corimon Pinturas C.A. Valencia.

Dicho informe de pasantías se encuentra enmarcado en cinco capítulos, los cuales están estructurados de la siguiente manera:

En el Capítulo I se describe la empresa, su historia, misión y visión, valores y objetivos, además de describir el departamento corporativo encargado del mantenimiento y monitoreo de la empresa.

El Capítulo II se detalla metódicamente el problema que existe antes de la intervención, se realiza la formulación de una pregunta, se plantean los objetivos o fases de manera metodológica para poder cumplir con estas y se plantea la justificación (el porqué de la investigación), alcance (hasta donde va a llegar el proyecto) y límites (agentes externos a la investigación que pueden generar barreras en el avance de esta).

En el Capítulo III se detallan los antecedentes de la investigación que servirán de base teórica y práctica para el desarrollo del proyecto, además de las bases teóricas y términos básicos.

En el Capítulo IV se plantea el tipo de investigación y el diseño de la investigación, seleccionando los métodos de recolección y análisis de información más eficientes y adecuados para el desarrollo de la investigación, además de plantear las fases, que, aunque fueron previamente mencionadas en el capítulo II, aquí se plantean detalladamente que pasos se deben de cumplir para cumplir obtener los resultados esperados.

Por último, en el Capítulo V se describen los resultados obtenidos en cada una de las fases y el resultado general de la investigación

# CAPITULO I

## LA EMPRESA

### 1.1. Descripción General de la Empresa

Corimon es una empresa nacional especializada y líder en sus cuatro áreas de negocios. Pinturas, Productos, Resinas y Empaque. El ámbito de actuación de Corimon es Venezuela y sus mercados de influencia regional donde busca consolidar su presencia comercial mediante una agresiva estrategia de mercado que aumente el valor del negocio para sus accionistas y les garantice a sus clientes productos competitivos en oportunidad, calidad y precios.

Actualmente, el grupo CORIMON se encuentra compuesto por tres divisiones las cuales pueden ser reflejadas en la siguiente tabla.

División de pinturas	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Corimon Pinturas, C.A.</li><li>• Tiendas Montana, C.A.</li><li>• Cerdex, C.A.</li></ul>	
División de Resinas	División de Empaque
<ul style="list-style-type: none"><li>• Resimon C.A.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Montana Grafica C.A.</li></ul>

Tabla 1. División del grupo CORIMON.

**Fuente:** Grupo Corimon.

Corimon ha sido pionera del mercado de capitales en Venezuela. Sus acciones se cotizan en la bolsa de Valores de Caracas desde el año 1979 y, en el año 1993, se convirtió en la primera empresa venezolana en inscribir sus acciones en forma de “American Depositary Receipt” (ADR’s), título físico que respalda el depósito en un

banco estadounidense de acciones de compañías cuyas sociedades fueron construidas fuera de aquel país, en la Bolsa de Valores de Nueva York.

Continuando, Corimon Pinturas C.A. es una empresa del grupo CORIMON, que se dedica a la producción de pinturas. Actualmente produce para las marcas más prestigiosas del país, como Pinturas Montana y Pinturas Pinco, además cuenta con una larga y reconocida trayectoria en la fabricación de pinturas para las áreas arquitectónicas, madera, tráfico, mantenimiento industrial, marinas, equipo original (OEM) y reacabado automotriz.

La gama de pinturas y productos relacionados, resinas, empaques, y tintas son producidos bajo los más altos estándares de calidad con tecnología de punta, en armonía con el medio ambiente.

## **1.2. Ubicación**

Actualmente Corimon Pinturas C.A. se encuentra ubicada en la Avenida Hans Neumann, Edificio Corimon Nave Araguaney, piso PB, Urbanización Industrial El Bosque, Valencia, Carabobo.

## **1.3. Mercados**

### **1.3.1. Acabados Arquitectónicos**

Este mercado va dirigido a la protección y decoración de estructuras de concreto y mampostería en general; se caracteriza por muchos competidores y canales de distribución amplia, líneas de productos y mercadeo muy competitivo, concentrándose el gasto en la inversión publicitaria. Para Corimon Pinturas C.A. el sector de pinturas arquitectónicas constituye el mayor mercado tanto en volumen como en bolívares.

### **1.3.2. Mantenimiento Industrial y Marino**

Estos productos van dirigidos al mantenimiento de estructuras, equipos y materiales para la industria en general.

### **1.3.3. Acabados De Equipos Originales**

Este sector se caracteriza por los requerimientos de avanzada tecnología, altos niveles de servicios al cliente y calidad en productos dirigidos al acabado de vehículos y equipos originales.

### **1.3.4. Revestimiento Para Madera**

Este mercado va dirigido a la población y decoración para la estructura de madera en general. Es un mercado con muchas oportunidades de crecimiento.

## **1.4. Políticas**

### **1.4.1. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable**

Las empresas filiales del Grupo CORIMON, están comprometidas en la protección y preservación del medio ambiente, por ello se debe:

- Cumplir con las disposiciones legales municipales, estatales o nacionales, así como tener presente la importancia de cuidar el entorno natural como parte de la conciencia individual.
- Cumplir con la legislación ambiental inherente a las actividades y a la mejora continua de nuestro desempeño referente a evitar, controlar y mitigar eventualmente impactos ambientales que surjan de las actividades, productos y/o servicios.
- Gestionar y/o apoyar en la obtención de los permisos medioambientales necesarios para cumplir con la legislación vigente, así como la seguridad de los productos y materiales peligrosos.

- Minimizar el consumo de los recursos naturales, incluidos la energía y el agua, reducir la generación de residuos sólidos, aguas residuales y emisiones de gases.

#### **1.4.2. Seguridad y Salud en el Trabajo**

En las empresas filiales del grupo CORIMON, se cuenta con sistemas de administración y controles para:

- Brindar un entorno libre de accidente e incidentes donde se prevenga las lesiones y enfermedades laborales.
- Identificar peligros y controlar los riesgos relacionados con la industria específica.
- Proporcionar agua potable, iluminación, ventilación, y baños adecuados; salidas de emergencia y equipos de seguridad contra incendios; y acceso a apoyo en caso de emergencias.
- Cumplir con las disposiciones legales pertinentes de acuerdo al área de seguridad ambiente en el trabajo.

Por lo que el personal debe:

- Cumplir con el uso de Equipos de protección personal, de acuerdo con el puesto de trabajo donde labora.
- Comprometerse con el objetivo de cero accidentes.

#### **1.4.3. Relación con Clientes y Consumidores**

- Para los trabajadores de CORIMON y sus empresas filiales, su principal principio es garantizar la satisfacción de sus clientes y consumidores.
- Información requerida para el cabal uso y comercialización de sus productos.

- Ningún cliente debe ser condicionado a comprar algo que no desea, a cambio de obtener otro producto que si espera.

#### **1.4.4. Relación con los Competidores**

- El grupo CORIMON está comprometido en competir lealmente con otras empresas, cooperando en el mantenimiento de un libre mercado.
- CORIMON tiene como práctica, no captar clientes de otros competidores mediante métodos no éticos.

### **1.5. Valores**

- Constancia.
- Confianza.
- Conciencia Ambiental.
- Compromiso.
- Dedicación.
- Excelencia.
- Responsabilidad.

#### **1.5.1. Principios**

- Satisfacción al cliente y los consumidores.
- Compromiso con la mejora continua.
- Libertad de expresión.
- Manejo proactivo de los riesgos de seguridad y salud.
- La competencia justa.

### **1.6. Misión**

Diseñar, fabricar y distribuir en forma segura y cuidando el medio ambiente, productos con calidad para satisfacer las necesidades de los clientes. Utilizando las

mejores prácticas sus procesos, tecnología de punta, potenciando la formación, crecimiento y motivación del talento humano, generando valor para los accionistas.

### **1.7. Visión**

Ser el fabricante de pinturas más competitivo del continente americano.

### **1.8. Reseña Histórica de la Empresa**

En 1949 Hans y Lotar Neumann establecen la empresa llamada “Montana, Fábrica de Pinturas, C.A.” la cual rápidamente se consolidó en el mercado nacional venezolano durante la década de los años 50.

Para el año 1959 se construyó Montana Grafica como la segunda empresa del grupo CORIMON y posteriormente, durante ese mismo año, se creó Resimon con el fin de cubrir las necesidades de Pinturas Montana en cuanto a resinas y así reemplazar la importación de estas. De esta manera, desde sus inicios, tanto Montana Grafica como Resimon trabajaron independientemente de Pinturas Montana.

Una vez consolidada en el mercado arquitectónico, Pinturas Montana, se inició en las áreas de mantenimiento industrial, madera, marino, y automotor. Elaborando, en este último, fondos que servirían de base para la aplicación de pinturas haciendo así de Chrysler y General Motors sus primeros clientes.

De esta manera el grupo CORIMON comenzó a contribuir con el desarrollo del país, no solo a través de la inversión en el sector industrial, sino haciendo constantes aportes a la educación y cultura por medio de fundaciones y centros culturales.

El primer proyecto a gran escala de Pinturas Montana ocurrió durante la presidencia del General Marcos Pérez Jiménez, y consistió en pintar los túneles de la Autopista Caracas – La Guaira. Para esta obra se elaboró un aditivo especial que evita en gran medida la adherencia de suciedad, que protegió a los túneles y mantuvo su pintura en buen estado durante muchos años.

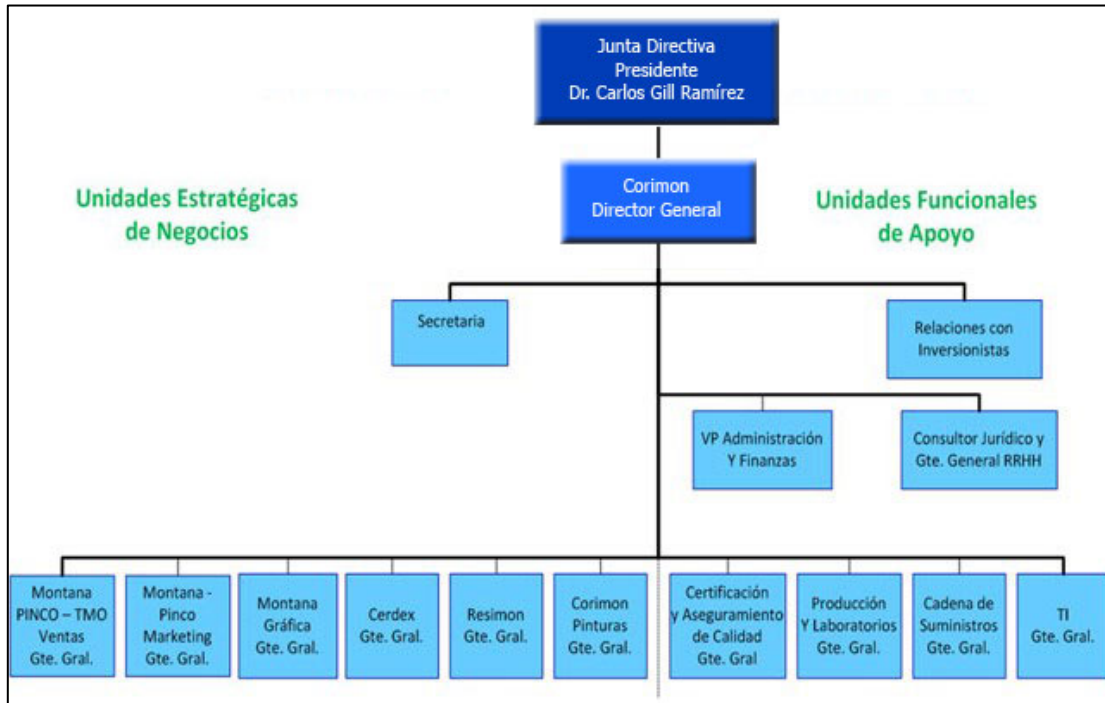
Para el año 1994, CORIMON se concentró en el mercado de pinturas, beneficiado por su posición como uno de los grupos empresariales privados más grande y respetados de Venezuela y a través de sus compañías Montana, Pinco Pittsburg, Wantzelius, Construcentro, Cerdex, Colorín, Sissons Paints, General Paint Company y Standard Brands, inicia operaciones en México, Colombia y en la Costa Suroeste de los Estados Unidos, a la vez que afianzan sus operaciones en Venezuela, Argentina y el Caribe.

Actualmente, el Grupo CORIMON se ha centrado en el mercado nacional bajo un concepto vanguardista en lo que respecta a su alta participación de mercado en todas las áreas en donde incursiona. A su vez, posee en sus producciones equipamiento de última tecnología, se destaca en su organización, su alto estándar de calidad y su solidez financiera.

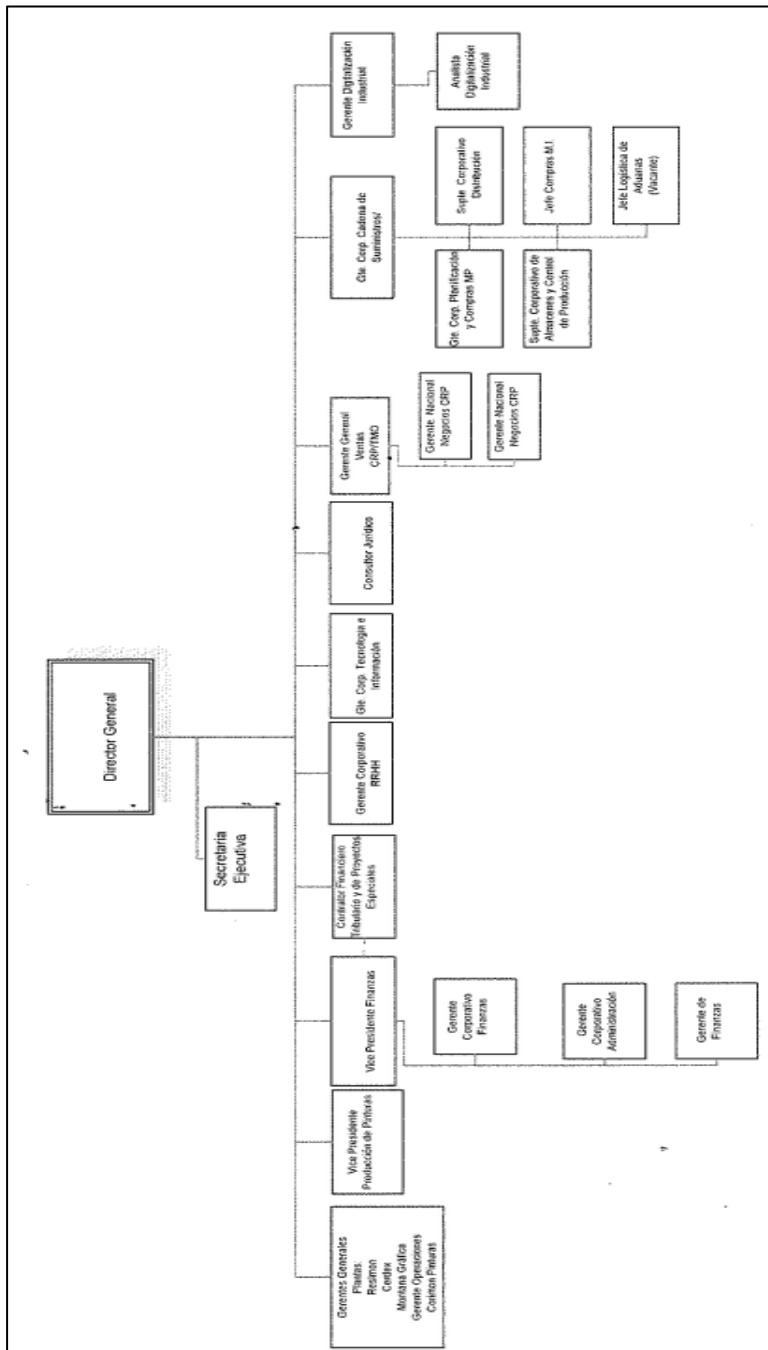
### **1.9. Descripción del Departamento**

El departamento de Digitalización Industrial, perteneciente a Corimon C.A. es el encargado generar, planificar y liderar proyectos de digitalización para el grupo CORIMON y sus filiales con el fin de poder adecuar estas empresas a la industria 4.0, también conocida como la cuarta era industrial o “fabrica inteligente”, tendencia que tiene como objetivo generar industrias informatizadas con todos los procesos interconectados a través del “Internet Industrial de Las Cosas” (IIoT).

## 1.10. Estructura Organizacional



**Figura 1. Estructura Organizacional del Grupo CORIMON.**  
Fuente: [www.corimon.com/la-corporacion/organigrama-gerencial/](http://www.corimon.com/la-corporacion/organigrama-gerencial/)



**Figura 2. Estructura Organizacional de Corimon Pinturas.**

**Fuente:** Normativa CRM-GTH-F01 (2019)

## **CAPITULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1. Planteamiento del problema**

El ser humano desde sus inicios busca la manera de avanzar y facilitar su trabajo. La industria en la década del siglo XVIII tuvo un cambio llamado la Revolución Industrial, donde se hicieron permutaciones en los sistemas tecnológicos, socioeconómicos y culturales. La primera etapa de la Revolución Industrial fue la industria 1.0, esta dio paso a la invención de las máquinas de vapor, los primeros instrumentos mecánicos que facilitaron la vida al ser humano, en el año de 1784, ayudando a la recolección de materia prima como carbón y acero. La segunda Revolución Industrial o también llamada industria 2.0 dejó una serie de innovaciones que cambiaron el mundo, como el estudio de la energía, las líneas de producción industriales, teléfonos y aviones. La tercera Revolución Industrial es la industria 3.0, este período se encuentra relacionado con el desarrollo de los sistemas informáticos y las computadoras, esta tecnología permitió que la producción y los procesos de negocio sean más rápidos.

Posteriormente llegó la industria 4.0 a partir del año 2011 en él se engloba la pirámide de automatización y otros conceptos como la inteligencia artificial y máquinas cognitivas, big data, internet de las cosas, impresión 3D y robótica, entre otros.(Fernandez)

Estos avances tecnológicos han influenciado la industria con carácter positivo, el cual hace que el trabajo para el hombre sea más eficaz, productivo y seguro, tanto para él como para la industria y los procesos de manufactura. Uno de estos avances se realizó en la automatización industrial, como parte de ello, se integraron los

controladores lógicos programables (PLC), siendo estos dispositivos electrónicos que previamente programados para realizar acciones de control automáticamente.

En la actualidad, existen muchas empresas que forman parte de los avances tecnológicos hablados con anterioridad, a fin de optimizar sus procesos de producción. Una de estas es Corimon Pinturas C.A Valencia, la cual presenta un sistema de automatización basado en PLC para controlar variables como: tiempo, posición, velocidad y temperatura, en el proceso de llenado de los galones de pinturas en base de agua. Este proceso de llenado de pinturas, contiene diferentes funciones como, la despaletizado, etiquetado, llenado de galones, banda transportadora, termoencogible y paletizado, cada una comandadas por un PLC.

A fin de optimizar los procesos, las organizaciones tienden a diseñar e implementar sistemas de supervisión con el propósito de monitorear constantemente los estados del proceso y, de esta manera, levantar estadísticas y realizar planificaciones para establecer nuevas estrategias de producción, para lo cual, se requiere que todos los sistemas de control estén debidamente conectados a un sistema de transmisión de datos o red de información; característica que está ausente en los procesos de producción controlados por los PLC's en la Planta Latex de Corimon Pinturas C.A.

Como consecuencia la línea de proceso de llenado de Corimon Pinturas C. A. Valencia no presenta una optima inspección de las maquinas de la línea de llenado. Existe una falta de información en las variables del proceso, seguidamente de una deficiencia en el mantenimiento previo de las maquinas, trayendo como resultado daños severos en la maquinaria del proceso. Simultáneo a ello, cada vez que se requiere de los distintos datos de algún proceso, éstos se deben obtener de manera manual, lo que conlleva a interrupciones, generando pérdidas de tiempo y molestia entre los trabajadores.

## **2.2. Formulación del problema**

Debido a los elementos planteados previamente y a fin de optimizar los procesos de supervisión se plantea la siguiente interrogante:

¿De qué manera se podría obtener datos en tiempo real, sin generar interrupciones del proceso, en la línea de llenado de pinturas de Corimon Pinturas C.A.?

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Proponer la adaptación para la conexión de los módulos PLC en la línea de llenado al sistema de control de la planta Corimon Pinturas C.A. Valencia.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC a la red de información de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.
- Identificar los puntos críticos del sistema de supervisión en la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC a la red de información de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.
- Elaborar un plan para la adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC a la red de información de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.
- Evaluar la factibilidad operativa, técnica, económica y social del monitoreo de condiciones operacionales.

## **2.4. Justificación y Alcance**

El siguiente trabajo de investigación se propone debido a la falta de una conexión de los módulos PLC en la línea de llenado de pinturas a la red industrial y al sistema de control de la planta de Corimon Pinturas C.A. Valencia. Con la intención

de poder reforzar los puntos críticos de la línea de llenado en el sistema actual, en función de adquirir datos importantes para el control, supervisión de los equipos de producción, y para su posterior análisis en la mejora de los procesos de manufactura de la línea de llenado de la planta de pinturas, a fin de poder aumentar la producción, optimización de los recursos y crear un ambiente beneficioso, tanto para los operadores aumentando el nivel de automatización, rapidez y seguridad, como el impacto para la empresa con la mejora continua de la productividad de la planta de llenado de pinturas.

## **2.5. Limitaciones**

La principal limitación que posee este trabajo de investigación es el tiempo, puesto que para el diseño, propuesta e implementación de los módulos PLC a la red totalmente funcional se requiere de un lapso de tiempo extenso, a causa de la duración en compra de nuevos dispositivos, como módulos de comunicación PLC, cableado, tuberías, etc. Esta tarea suele prolongarse, ya que, este proceso depende de terceros y variables económicas, lo que coloca esta limitación como la más importante, puesto que, este proyecto por ser una adaptación del sistema de control la línea de llenado de pinturas puede requerir la sustitución de elementos electrónicos o modificación de estos.

## CAPITULO III

### MARCO TEORICO

#### 3.1. Antecedentes

Se ha tomado como referencia otros trabajos de investigación similares al tema de estudio, el cual brinda un soporte para la documentación del trabajo en desarrollo.

Existen infinidad de trabajos relacionados con controladores de lógica programable (PLC), y redes industriales de automatización, sin embargo, entre los antecedentes asociados al trabajo podemos resaltar:

Recientes investigaciones llevadas a cabo por Aguilar Rios y Ademir Reynaldo (2017), el cual lleva como título: **“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE LLENADO DE BIDONES PLÁSTICOS PARA EL CONTROL DE VÁLVULAS Y DE FAJA TRANSPORTADORA, PARA LA MEJORA DE PRECISIÓN DE LA CANTIDAD DE BEBIDA GASIFICADA UTILIZADA EN LA EMBOTELLADORA ORIENTAL S.A.C.”**, pertenecientes a la Universidad Nacional de Lima del Sur, en Villa El Salvador. La investigación de Aguilar Rios y Ademir Reynaldo describe los aspectos importantes de los controladores lógicos programables y de cómo estos pueden mejorar el proceso de accionamiento de válvulas y el desplazamiento de una faja transportadora de un sistema de llenado de bebidas gasificadas. (Aguilar Rios, 2017)

Por esto, se selecciona el trabajo de grado de Aguilar Rios y Ademir Reynaldo como antecedente debido a que este proyecto de grado se relaciona con la automatización de un sistema de llenado con programación del automatismo a través de diagrama de contactos.

Continuando, se tiene el trabajo de grado de Terán Salazar Ramiro Fernando (2015), el cual se titula **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”**, perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, en Trujillo Perú. Este trabajo de grado está orientado al desarrollo académico de los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte con la realización de una red de comunicación industrial de equipos PLC S7-1200 de Siemens, las cuales pueden realizar diferentes tareas en conjunto con el software TIA PORTAL v13. En este trabajo se identificaron los procesos, tareas de programación que son indispensables dentro de una red industrial para conocimientos del estudiante.(Fernando, 2015)

Es, entonces, como el trabajo de Terán Salazar Ramiro Fernando es seleccionado como antecedente debido a la relación que existe con la red de comunicación industrial entre PLC'S y la importancia que tiene esta en una empresa pública o privada para el control, monitoreo, optimización de recursos y rendimiento de las maquinas para un mejor resultado.

También se debe resaltar el trabajo de Dani Daniel Pumasupa Paro (2017), titulado **“DISEÑO DE RED INDUSTRIAL ETHERNET, CON AUTÓMATAS PROGRAMABLES, HMI SIEMENS Y SISTEMAS DE CONTROL INTELIGENTE APLICADO A SISTEMAS MECATRÓNICOS EN ENTORNO DE REALIDAD VIRTUAL”** perteneciente a la Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, en Puno Peru. El presente trabajo tiene como objetivo aplicar los conocimientos correctos de TICS a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica en la universidad Andina Nestor Caceres Velazques. Esto como medio de diseñar módulos para redes Ethernet con autómatas Siemens a través

de una interconexión de PLC's, s7-200, s7-1200 y HMI para optimizar el uso de autómatas presentes en los laboratorios de automatización industrial de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica.(Paro, 2017)

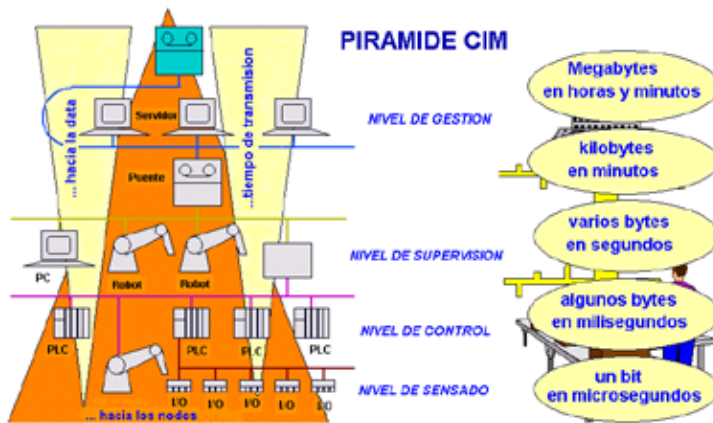
Se seleccionaron estos antecedentes debido a su referencia en los puntos específicos que se mencionan en este trabajo en estudio como lo son, los controladores programables (PLC) y la red de comunicaciones de PLC's.

## **3.2. Bases Teóricas**

### **3.2.1 Redes de comunicación industrial**

Las redes de comunicaciones industriales son aquellas que permiten el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: detectores, actuadores, sensores entre otros. Dada la gran variedad de sistemas de comunicación entre equipos industriales, de los cuales la mayoría son cerrados, se ha optado por el desarrollo de un entorno que permita tanto la implementación de protocolos de especificaciones conocidas en un sistema de comunicación completo, desde el medio físico hasta el nivel más alto de red, siguiendo un paralelismo; con el conocido modelo CIM (Computer Integrated Manufacturing) ver figura 3.

En la industria este concepto corresponde a una estructura piramidal jerarquizada, produciéndose en la cúspide decisiones de política empresarial. En esta pirámide se muestra ver figura 3.



**Figura 3. Pirámide CIM**  
**Fuente:** Francisco Perez Zenteno (2017).

Esta pirámide está relacionada con el modelo OSI; ya que CIM se puede separar por segmentos, los cuales realizan distintas operaciones y necesitan requerimientos distintos para operar.

- Nivel de sensado:** La capa más baja del modelo, se encarga de la topología de red y las conexiones globales entre la computadora y la red, refiriéndose tanto al medio físico como a la manera en que la información se transmite. Cumple con las funciones de especificar la información sobre el medio físico siendo los tipos de cable, microondas, etc. y define la información sobre la tensión eléctrica de la transmisión, las características funcionales de la interfaz de red y garantizar la existencia de una conexión. Esta capa tiene como beneficio reducir el cableado entre PLC, CNC u otro controlador con los sensores y actuadores. También está representado con un tipo de red de buses de campo.
- Nivel de campo:** En este nivel se sitúan los elementos capaces de gestionar los actuadores y sensores del nivel anterior tales como autómatas programables o equipos de aplicación específica basados en microprocesador como robots, máquinas herramienta o controladores de motor. Estos dispositivos son programables y permiten que los actuadores

y sensores funcionen de forma conjunta para ser capaces de realizar el proceso industrial deseado. Los dispositivos de este nivel de control junto con los del nivel inferior de acción/sensado poseen entidad suficiente como para realizar procesos productivos por sí mismos. Permitiendo al usuario comunicarse con los dispositivos de supervisión y con los de control por medio de interfaces como Human Machine Interface (HMI). Del mismo modo emite órdenes de ejecución a la parte de control de manera sencilla y recibe datos de la producción, calidad y mantenimiento del MES (es un software enfocado al Control de la Producción, que monitoriza y documenta la gestión de la planta). Contiene un tipo de red con un intercambio bidireccional entre la computadora maestra (MTU) y la remota (RTU), Ethernet.

- **Nivel de supervisión:** En este nivel es posible visualizar cómo se están llevando a cabo los procesos de planta, y a través de entornos SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) poseer una “imagen virtual de la planta” de modo de que ésta se puede recorrer de manera detallada, o bien mediante pantallas de resumen ser capaces de disponer de un “panel virtual” donde se muestren las posibles alarmas, fallos o alteraciones en cualquiera de los procesos que se llevan a cabo.
- **Nivel de gestión:** Gestionar la producción completa de la empresa, Comunicar distintas plantas, Mantener las relaciones con los proveedores y clientes, Proporcionar las consignas básicas para el diseño y la producción de la empresa, en el se emplean PCs, estaciones de trabajo y servidores de distinta índole.

### **3.2.2. Pilares de la industria 4.0:**

1. Big Data y análisis de los datos.
2. Robots autónomos.

3. Simulación.
4. Sistemas para la integración vertical y horizontal.
5. IIoT (Internet de las cosas).
6. Ciberseguridad.
7. Cloud Computing.
8. Fabricación aditiva.
9. Realidad aumentada.

El presente trabajo abarca tres pilares industriales. El primero es el análisis de datos (Big Data), esto es conocido como un número creciente de productos (CPS) y sistemas inteligentes (CPPS) en las fábricas y el mercado, la cantidad de datos de que dispondrán los fabricantes se multiplicará. Su análisis permitirá identificar patrones e interdependencias, analizar los procesos y descubrir ineficiencias e incluso predecir eventos futuros. Con ello se abrirán nuevas oportunidades, no sólo de mejora de la eficiencia, sino de descubrimiento de servicios para el cliente, al que se conocerá mucho mejor.

Como segundo pilar se representa en el Internet Industrial de las Cosas (IIoT). Siendo este una evolución natural hacia la digitalización industrial. En los últimos años, los objetos conectados están creciendo exponencialmente, y las previsiones son de un crecimiento aún mayor. Este es un concepto trascendente, cuyo desarrollo representa la próxima evolución de Internet, de gran utilidad para transformar datos emitidos a través de sensores en valiosa información. Su utilidad tiene un gran potencial, orientada tanto para hacer la vida más fácil gracias a un innovador manejo multidispositivo como proporcionando datos que pueden utilizarse en aplicaciones de distinto tipo a nivel individual o agregado.

El Internet de las Cosas tiene como objetivo en términos teóricos, que la mayoría de los objetos estén permanentemente conectados a Internet para mejorar

su funcionalidad, entre otras posibles utilidades, incluyendo aquellas que van más allá de un uso particular.

El tercer y último pilar está interpretado por el Sistemas para la integración vertical y horizontal. Existe una creciente necesidad interna y externa para gestionar sistemas integrados para proporcionar una única plataforma en la que todos tengan acceso. En la actualidad, no todos los sistemas están completamente integrados, faltando una cohesión empresa-cliente e incluso un proceso de producción de la industria requiere la plena integración. La industria 4.0 propone una mayor armonía entre todos los que forman parte del ecosistema, asegurando una experiencia de gestión integral, por lo que las cadenas de valor sean realmente automatizadas.

### **3.2.3. Tecnología de la Información y la Comunicación (TICS)**

Se denominan Tecnologías de la Información y las Comunicación TICS al conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Las TICs incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual. (Guarin Hernandez, 2015)

### **3.2.4. Modelo OSI**

Es una normativa formada por siete capas que define las diferentes fases por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones. La intención es descomponer el proceso complejo de la comunicación en varios problemas más sencillos y asignar dichos problemas a las distintas capas.

### 3.2.5. Buses de campo

Es un sistema de transmisión de información por un sólo cable de comunicación que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipos industriales utilizados en el proceso de producción.

Los buses de campos son controlados por autómatas programables (PLC), que mediante una tarjeta de expansión permiten la interconexión con múltiples dispositivos desde un simple sensor de temperatura hasta una cadena de producción completa, pasando por dispositivos algo más sofisticados como variadores de frecuencia que controlan motores.

Los buses más comunes a nivel industrial son:

- **Buses de alta velocidad y baja funcionalidad:** Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las capas física y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas.
- **Buses de alta velocidad y funcionalidad media:** Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio. Estos mensajes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo. Normalmente incluyen la especificación completa de la capa de aplicación, lo que significa que se dispone de funciones utilizables desde programas basados en PC para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema.

- **Buses de altas prestaciones:** Son capaces de soportar comunicaciones de todos los niveles de la producción CIM. Aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen.
- **ASI ( Actuator Sensor Interface ):** Es el bus más inmediato a nivel de campo y más sencillo de controlar, consiste en un bus mediante un protocolo de comunicación maestro/esclavo con un máximo de 31 elementos entre sensores y actuadores.

### 3.2.6. Protocolos de comunicación

Es un sistema de reglas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellas para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física.

Los protocolos que se usan en la industria provienen, por un lado, de la evolución de los antiguos protocolos basados en comunicaciones serie, y, por otro, de la creación de nuevos estándares basados en nuevas tecnologías.

Existen diferentes tipos de protocolos, estos son:

- **TCP (Protocolo de Control de Transmisión):** Es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP. Siendo una forma segura para el intercambio de datos al requerir de la autorización entre cliente y servidor, o emisor y receptor, antes de producirse la transferencia. Una vez ambas partes hayan autorizado la transmisión, podrá iniciarse el envío y recepción de datos. El protocolo TCP, nació para sustituir protocolos anteriores; debido a su antigüedad, dichos protocolos resultaban inseguros para la conexión o el intercambio de datos en internet.

- **DEVICENET:** Red de bajo nivel adecuada para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc. y dispositivos de alto nivel (PLC, controladores, computadores, HMI, entre otros). Provee información adicional sobre el estado de la red, cuyos datos serán desplegados en la interfaz del usuario.
- **Modbus:** Es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con un control centralizado, puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso. La Interfaces de Capa Física puede estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485.
- **Foundation Fieldbus:** Es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, específicamente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización.
- **( Process Field Bus) PROFIBUS:** Es un bus para procesos de campo. Se encuentra jerárquicamente por encima de ASI y BITBUS. Se divide en tres tipos PROFIBUS FMS, PROFIBUS DP y PROFIBUS PA.
- **(Decentralized Periphery) Profibus-DP:** Es utilizado para el control distribuido. Diseñado para la comunicación entre sistemas de control automático de entradas y salidas distribuidas o remotas en campo. Ofrece la funcionalidad de intercambiar datos de forma rápida y cíclica. Se encuentra optimizado para aplicaciones de velocidad y bajo costo, orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLC) o terminales.
- **(Process Automation) Profibus-PA:** Es visto en la automatización de procesos químicos, indicado para actividades petroleras y químicas

debido a su funcionamiento de bajo voltaje, ya que, cumple normas especiales de seguridad en ambientes peligrosos y con riesgo de explosión. Permite que tanto sensores como actuadores sean conectados en una línea de bus. Profibus-PA envía a una velocidad es de 31,25 Kbps y es aplicable a una distancia de 1,9 Km.

- **(Field Message Specification, especificación de los mensajes en el bus de campo) Profibus-FMS:** Es la solución para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización, Es el más alto nivel de comunicaciones que aborda este bus, y permite la coordinación de gran cantidad de aplicaciones de comunicación: buses de ordenadores industriales, robots, etc. Brinda una alta velocidad de 9,6 Kbps a 1500 Kbps sobre distancias superiores a 100 Km.
- **Ethernet/IP:** Es un protocolo de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial. Basado en los protocolos estándar TCP/IP, utiliza los ya bastante conocidos hardware y software Ethernet para establecer un nivel de protocolo para configurar, acceder y controlar dispositivos de automatización industrial. Ethernet/IP clasifica los nodos de acuerdo a los tipos de dispositivos preestablecidos, con sus actuaciones específicas.
- **MPI:** Es un protocolo de comunicación entre computadoras. Es el estándar para la comunicación entre los nodos que ejecutan un programa en un sistema de memoria distribuida. Las implementaciones en MPI consisten en un conjunto de bibliotecas de rutinas que pueden ser utilizadas en programas escritos en los lenguajes de programación C, C++, Fortran y Ada.

### 3.2.7. Redes de comunicación IOT

Con la aparición de los dispositivos IoT, surge el concepto de industria 4.0. Podemos definirla como la digitalización completa a través de la integración de tecnologías de procesamiento de datos, software inteligente y sensores, desde los proveedores hasta los clientes. Pero para que esto sea posible, los dispositivos deben poder comunicarse, tanto entre sí, como hacia el exterior. Por ello se mencionaran algunos de los protocolos de comunicación existentes en la industria. Estos son:

- **OPC UA:** Es un protocolo cliente/servidor, en donde, los clientes se conectan, navegan, leen y escriben al equipamiento industrial. Además es seguro, y usa mensajes bidireccionales firmados y encriptación de transporte. UA define la comunicación desde la aplicación hacia la capa de transporte, lo que lo hace muy compatible entre vendedores. Este protocolo OPC clásico es bien conocido en la industria y provee una interfaz estándar para comunicarse con los controladores programables (PLC).
- **HTTP (Hypertext Transfer Protocol):** El Protocolo de Transferencia de HiperTexto es un protocolo sencillo de cliente-servidor que articula los intercambios de información entre los clientes Web y los servidores HTTP.
- **MQTT:** Es un protocolo publicar/suscribir diseñado para SCADA y redes remotas. Se centra en un mínimo encabezado dos bytes y comunicaciones confiables. Tal como HTTP, la carga MQTT es específica para la aplicación, y la mayoría de las implementaciones usan un formato JSON personalizado o binario.

### 3.2.8. Elementos que componen una red industrial

- **Sistema operativo de red:** Es el programa que permite el control de la red y reside en el servidor.

- **Tarjeta de interface de red:** Proporciona la conectividad de la terminal o usuario de la red física, ya que maneja los protocolos de comunicación de cada topología específica. Ver figura 4.



**Figura 4. Tarjeta de interface de red.**

**Fuente:** Eli (2010).

- **Cableado:** Es el cable que se va a ocupar en la red que es físico se llama utp.
- **Switchs o conmutador:** Es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo osi: su función es interconectar 2 o más segmentos de red, de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección Mac de distinto de las tramas en la red.

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una. Al igual que los puentes, dado que funcionan como filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las Vlans. Ver figura 5.



**Figura 5. Switchs o conmutador**

**Fuente:** Eli (2010).

- **Puente o bridge:** es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del Modelo OSI. Este interconecta dos segmentos de red haciendo el pasaje de datos de una red

hacia otra, con base en la dirección física de destino de cada empaque. Un bridge conecta dos segmentos de red como una sola red usando el mismo protocolo de establecimiento de red. Ver figura 6.



**Figura 6. Bridge**  
Fuente: Eli (2010).

- **Gateway (puerta de enlace):** Es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red del destino.

### **3.2.9. Módulos de comunicación**

Existe gran cantidad de funciones especiales que no son soportadas por los módulos normales en los PLC, para estas situaciones los fabricantes ofrecen una gran variedad de elementos adicionales que permiten incorporar funciones especiales al PLC para nuestros procesos.

Una de las alternativas para esto, es la incorporación de módulos de comunicaciones individuales para comunicación punto a punto, multipunto o para la integración a una Red de Computadores. Los más comunes son:

- **Módulos de Comunicación Asíncrona:** Estos módulos están destinados a la comunicación del PLC con dispositivos periféricos que puedan soportar un

enlace de comunicaciones de tipo serial. Podemos distinguir en esta categoría dos tipos de interfaces:

- **Modulo de Comunicación Asíncrona Punto a Punto RS-232:** Con la cual podemos comunicarnos con cualquier dispositivo que soporte la norma RS-232, tales como: Computadores personales, pantallas de dialogo, otros PLC, impresoras seriales, etc.
- **Módulos de comunicación Multipunto:** Estos se caracterizan por soportar la conexión de varias estaciones trabajando en un esquema Maestro-Esclavo. Las velocidades de transferencia son muy elevadas, 1 Mbps, y las distancia abarcadas son cercanas a 1 kilometro. Se distinguen dos tipos: RS-422 y RS-485.

La RS-422 es una interfaz multipunto que puede soportar hasta 32 estaciones con una velocidad de transferencia de 1 Mbps, hasta una distancia de aprox. 1 kilometro en 2 o 4 hilos ( half-duplex, full-duplex ). La RS-485 es una mejora de la RS-422 en una versión Half-duplex ( 2 hilos ) que tiene un mejor performance en sus característica eléctricas.

### **3.3. Bases Legales**

El presente informe de pasantía cumple con normas de cableado para redes de comunicación industriales, presentes en la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (Telecommunications Industry Association, TIA) la cual desarrolla normas para Norteamérica y la Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization, ISO)/Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC) la cual desarrolla normas internacionales.

El Capitulo V de la “Elaboración de la ingeniería de detalles para la adaptación del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de

Corimon Pinturas C.A. Valencia” rige con las normas del subcomité de infraestructura de telecomunicaciones industriales (TIA) con la TR-42.9, la cual se ocupa de las normas de cableado para ambientes industriales. Existe otras normas semejantes a las TR-42 del TIA, como las que pertenecen dentro del subcomité SC65C de la IEC, en la que se lleva a cabo toda la estandarización de Ethernet industrial a nivel internacional y la ruta de cableado de automatización industrial.

Entre ISO e IEC, existe un grupo denominado JWG (Joint Working Group), el Subcomité 65C/JWG-10 se formó específicamente para definir el cableado de Ethernet en un ambiente industrial y para coordinar dominios superpuestos de cableado estructurado local. Existe una norma semejante a las TR-42.9, SC65C y 65C/JWG-10 y es la TIA-1005-A, esta norma hace referencia a la familia de normas ANSI/TIA-568, las cuales se basan en la estructura, las topologías y las distancias, la instalación, el rendimiento y los requisitos de comprobación para el cableado genérico de telecomunicaciones, pero esta se encarga específicamente en las recomendaciones de cableado estructurado para ambientes industriales que generalmente están sujetos a condiciones más hostiles e incluyen áreas especializadas como islas de automatización y áreas de dispositivos industriales. Todas estas normas fueron establecidas en el período de selección de la categoría de cableado para la instalación a la red de comunicación industrial y durante la elaboración de los diseños de enrutamiento de cableado de la red de comunicación para la línea de llenado de pinturas en Planta Latex. Además existen otras normas como las IEC 61918 basada en instalaciones de redes de comunicación en locales industriales y la IEC 61784-5 de perfiles y redes de comunicación industriales.

#### **3.4. Conceptos Básicos:**

- **Modulo:** Es una estructura o bloque de piezas que, en una construcción, se ubican en cantidad a fin de hacerla más sencilla, regular y económica. Todo módulo, por lo tanto, forma parte de un sistema y suele estar

conectado de alguna manera con el resto de los componentes. (Gardey, 2016)

- **VLANS:** Es un método que permite crear redes independientes, aunque estas se encuentren dentro de una misma red física. De esta forma, un usuario podría disponer de varias VLANs dentro de un mismo router o switch. Podría decirse que cada una de estas redes agrupa los equipos de un determinado segmento de red.
- **HMI (Interfaz Hombre Máquina):** Es la interfaz entre el proceso y los operadores, básicamente un panel del operador. Es la herramienta principal con la cual los operadores y los supervisores de la línea coordinan y controlan los procesos industriales y de fabricación en la planta. Las HMI sirven para traducir las variables del proceso complejas en información útil y aprovechable.

## **CAPITULO IV**

### **MARCO METODOLOGICO**

Mirían Balestrini Acuña (2006) hace referencia que “ El fin esencial del Marco Metodológico, es el de situar el lenguaje de investigación, los métodos e instrumentos que se emplearan en la investigación planteada, desde la ubicación acerca del tipo de estudio y el diseño de investigación; su universo o población; su muestra, los instrumentos y técnicas de recolección de datos. De esta manera, se proporcionara al lector una información detallada acerca de cómo se realiza la investigación”.

#### **4.1. Tipo de investigación**

De acuerdo al problema planteado referido a Adaptación de la Línea de Llenado de Pinturas para la conexión de los módulos PLC al Sistema de Control de la Planta de Pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia, y en función de sus objetivos es seleccionado como tipo de investigación factible, ya que, realiza un diagnóstico de la situación actual del sistema de supervisión de la línea de llenado. En donde se fundamenta y plantea con bases teóricas la propuesta a establecer, tanto los procedimientos metodológicos así como las actividades y los recursos necesarios, para llevar a delante la ejecución. Aunado a esto, se realizará el estudio de factibilidad del proyecto y, por último, la ejecución de la propuesta con su respectiva evaluación.

## **4.2. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es un conjunto de métodos que se utilizan para alcanzar la información que se necesita, esta investigación pueden ser experimental, documental o de campo.

Mirian Balestrini Acuña (2006) define el diseño de investigación de campo como:

“Observar y recolectar los datos directamente de la realidad, en su situación natural; profundizar en la comprensión de los hallazgos encontrados con la aplicación de los instrumentos; y proporcionarle al investigador una lectura de la realidad objeto de estudio más rica en cuanto al conocimiento de la misma, para plantear hipótesis futuras en otros niveles de investigación”.

En lo descrito anteriormente por Mirian Balestrini Acuña, hacemos referencia al trabajo en estudio para definir el diseño de investigación, de campo, esto se debe a que el presente trabajo observa y recolecta los datos fundamentales del área donde ocurren los hechos, con aplicación de instrumentos, brindándole al investigador mayor información sobre el objeto en estudio, para el planteamiento de las hipótesis.

## **4.3. Nivel de investigación**

Con lo anteriormente propuesto en el diseño de la investigación, es posible situar dentro de la definición del diseño de campo, otras clasificaciones como, las no experimentales, en el cual están descritos los exploratorios, descriptivos, diagnósticos y evaluativos. Siendo definido el diseño de investigación de campo descriptivo por Sampiere en 1997 como:

“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente

o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas”.

Utilizando los argumentos previamente planteados, podemos afirmar que la investigación se enmarca en una modalidad de diseño de campo descriptivo. Esto debido a la constante recopilación de valores de campo en planta obtenidos para constatar que las funcionalidades de supervisión a implementar se acoplan de manera correcta y favorecen al proceso productivo.

#### **4.4. Población y muestra**

Pedro Luis López (2004) " Es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación, en tanto que la muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación”.

Siendo así que en el presente trabajo de investigación se identifique la red de supervisión como lo población de estudio y como muestra el sistema de supervisión en la línea 1 de la Planta Latex de Pinturas de Corimon Pinturas C.A.

#### **4.5. Técnica de Recolección de Datos**

Fernando Castro Márquez (2011) indica que “las técnicas están referidas a la manera como se van a obtener los datos y los instrumentos son los medios materiales, a través de los cuales se hace posible la obtención y archivo de la información requerida para la investigación”. En el presente trabajo de estudio se emplearon como técnicas de recolección: la observación de campo y la entrevista no estructurada.

Enrique García (2005) comunica que la observación de campo “es el recurso principal de la observación descriptiva; se realiza en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados.” El presente trabajo de investigación ejecuta la observación de campo como una técnica para la recolección de los datos a estudiar,

ya que, se realizaron visitas periódicas para la obtención de los datos necesarios para la investigación.

También haciendo referencia a la definición de la entrevista no estructurada por Taylor y Bogdan (1984) menciona que “este tipo de entrevistas el investigador es el instrumento de la investigación y no el protocolo o formulario de la entrevista. Su rol implica no sólo obtener respuestas, sino también aprender qué preguntas hacer y cómo hacerlas. Requiere de muchos encuentros con los informantes, el avance es muy lento, trata de aprender lo que es importante para los informantes antes de enfocar los intereses de la investigación. La historia de vida o la autobiografía sociológica utilizan este tipo de entrevista. Y en todos los casos los investigadores establecen rapport (relación de intimidad, sintonía o comprensión) con los informantes gracias a los repetidos encuentros que tienen”. Es por esta razón que el trabajo de investigación toma como técnica de recolección de datos la entrevista no estructurada, debido a que se realizaron encuentros con profesionales capacitados al área en estudio.

#### **4.6. Instrumento de Recolección de Datos**

En función a las técnicas anteriormente expuestas, se utilizaron recursos específicos para registrar información real y útil para el trabajo en estudio. En la técnica de observación se utilizó como instrumento una cámara fotográfica. Al mismo tiempo en la técnica de la entrevista no estructurada se utilizaron libretas para recolectar los datos más importantes de dicha entrevista.

## **4.7. Fases de la Investigación**

### **4.7.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.**

Diagnosticar e identificar los medios de comunicación e investigar el software que disponen los PLC de la planta de Corimon Pinturas C.A. Valencia. En esta fase se identifica en qué estado se encuentran los PLC y en que funciones trabajan.

### **4.7.2. Fase II: Identificación de los puntos criticos del sistema de supervision de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.**

Se debe identificar los puntos criticos que presenta el sistema de supervision como, la falta de adaptacion de los modulos de comunicacion y buses. Estos son los puntos a corregir para la mejoría de la conexión de los PLC de la línea de llenado de pinturas de Corimon Pinturas C.A.

### **4.7.3. Fase III: Elaboración de la ingeniería de detalles para la adaptación del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.**

Luego de la identificación de la investigación a detalle, se elaborará una ingeniería de detalle con una serie de tareas como, el levantamiento del inventario para el proyecto en estudio, el análisis de los diferentes programas de los PLC, la búsqueda de los protocolos de comunicación para su posterior conexión y la elaboración de las diferentes rutas. Este grupo de actividades se

realizaran con el objetivo de disponer de un plan para la adaptación de la línea de llenado.

#### **4.7.4. Fase IV: Evaluación de la factibilidad operativa, económica y social del movimiento de condiciones operacionales.**

Esta fase de investigación, se quiere establecer la factibilidad del proyecto, analizando todas las componentes que beneficiaran al proyecto. También se determinara si el proyecto es viable o no, estudiando los factores económicos, sociales y técnicos.

## **CAPITULO V**

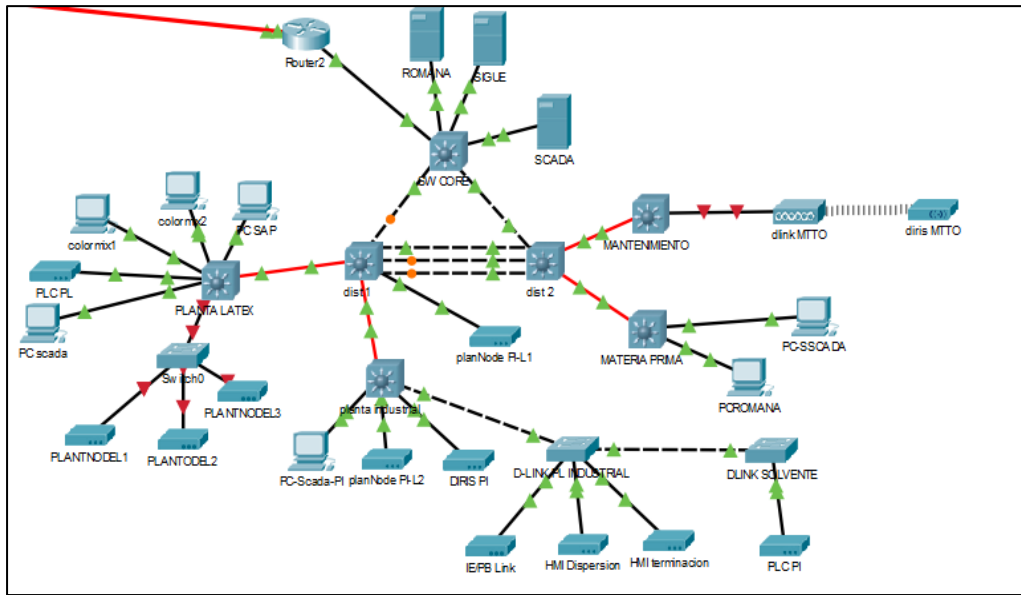
### **RESULTADOS**

#### **5.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.**

##### **5.1.1. Red de comunicación industrial de Corimon Pinturas C.A. Valencia.**

Se debe conocer el espacio a estudiar cada vez que se desarrolle un nuevo proyecto de ingeniería. En relación con lo anteriormente expuesto, se tiene que CORIMON Pinturas Valencia C.A. cuenta con grupo de redes de comunicaciones industriales, en la cual se encuentran alojadas sobre diferentes plantas de producción. Cada planta contiene distintos procesos de producción, de los cuales es necesario tener una supervisión, sea de las maquinarias o de los productos en desarrollo. Las redes de comunicación industriales de CORIMON Pinturas C.A. corresponden a los departamentos de producción de Planta Industrial, Planta Látex, respectivamente, y el departamento de Materia Prima.

Estas redes de comunicación industrial, en general, se encuentran orientadas a la supervisión de niveles de materia prima de los tanques que suplen de esta a las plantas ya mencionadas previamente. Al mismo tiempo contiene redes aisladas presentes en las maquinarias de procesos como en Planta Latex las maquinas de llenado y termoencogible, observar figura 7.



**Figura 7. Red Global Corimon Pinturas.**  
Fuente: Corimon Pinturas C.A.

### 5.1.2. Red de comunicación industrial en Planta Latex de Corimon Pinturas C.A. Valencia.

Corimon Pinturas se encarga fundamentalmente de dos plantas de producción, una de pinturas a base de aceite, correspondiente a Planta Industrial y otra de pinturas a base de agua pertenecientes a Planta Latex, cada planta está fragmentada por dos o tres líneas de producción, en las cuales cada línea posee el mismo proceso de fabricación, con una diferencia en los envases donde serán colocadas. Estas líneas contienen una maquina de despaletizado, etiquetado, llenado, termoencogible y paletizado.

Ahora bien el presente objeto de estudio se realiza en línea 1 de Planta Latex, esta línea le corresponde la producción de galones de pintura en base de agua. En el inicio del proceso cuenta con el despaletizado de envases, etiquetado de los galones, llenado de pintura, luego procede a ser envuelto un grupo de cuatro galones con un material termoencogible y finaliza con un proceso de paletizado.

Se realizaron investigaciones del área junto con inventarios y planos ya existentes, con los que se pudieron diagnosticar dos redes independientes de comunicación ya existentes, una con red profibus interna de la máquina llenadora entre el PLC y el HMI, como también en la termoencogible con uno de sus PLC y el HMI. De la mano con los inventarios pasados se pudo estudiar a detalle las características de cada máquina y de sus equipos de controladores programables.

Posterior a este estudio se analizó que por máquina se encuentra presente uno o dos PLC, los cuales trabajan con un conjunto de condiciones que habilitan el intercambio de información entre estos equipos. Se realizaron visitas a Planta Latex con el fin de verificar si la información de los inventarios era verídica y al mismo tiempo observar cuales eran los protocolos de comunicación y como se encontraban estos. Como resultado de dicha observación se pudo obtener sin errores, los protocolos de cada PLC, dando como resultado la actualización de dichos inventarios con su marca, modelo de PLC, CPU y salida de comunicación, representados en la tabla 2.

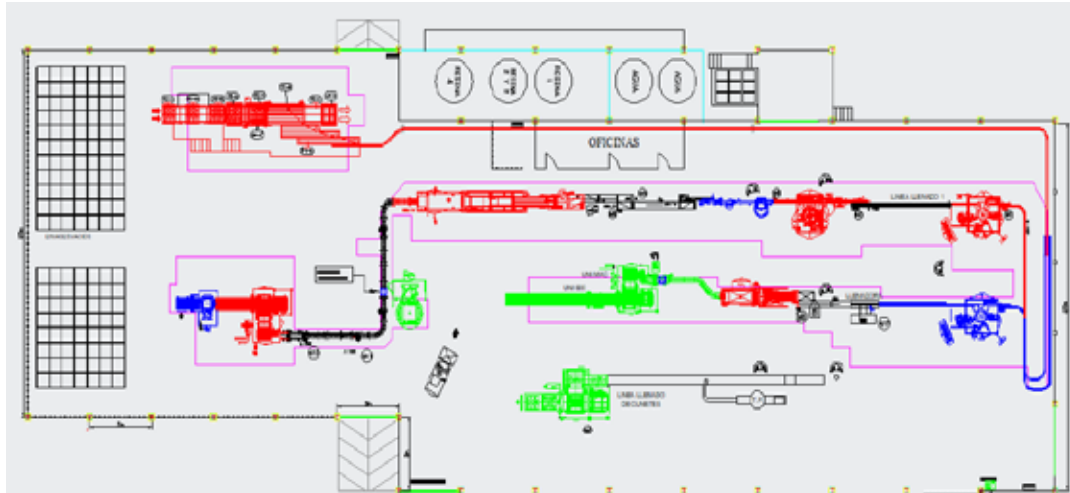
CORIMONCA									
Características	Planta LATEX								
	LINEA 1								
	Despaletizadora	BT.Despaletizadora	Etiquetadora	PC Llenado	PLC Llenado 1	PLC Llenado 2	Termoencogible	BT Termoencogible	Paletizadora
Dispositivo	PLC	PLC	PLC	PC	PLC	PLC	2 PLC	PLC	PLC
Marca	Siemens	Siemens	Siemens	WXP	WAGO	WAGO	B&R/SIEMENS	SIEMENS	SIEMENS
Modelo	S7 200	S7 200	S7 300	W-XP FACTORY ID11095615	750	750	EM70/315	S7 200	S7 300
CPU	CPU 226	CPU 226	CPU 312	-	-	-	-	CPU 224	CPU 312C
Salida	MPI	MPI	PROFIBUS/ MPI	PROFIBUS/ Ethernet	PROFIBUS	PROFIBUS	CAN/PROFIBUS/ MPI	MPI	MPI

**Tabla 2. Inventario actualizado de equipos de Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Mientras se realizaban los estudios anteriormente mencionados, al mismo tiempo se examinó la situación actual de la red y de los componentes a ser conectados, junto con visitas a la planta como con los planos auténticos de

Planta Latex. El departamento de Digitalización Industrial disponía de dichos planos, en los cuales presentaban información relevante, facilitando así el diagnóstico sobre cómo se hallaban distribuidas las maquinas presentes en la Línea 1 de Planta Latex, ver figura 8.



**Figura 8. Plano Original de las líneas de llenado de pinturas en Planta Latex.**

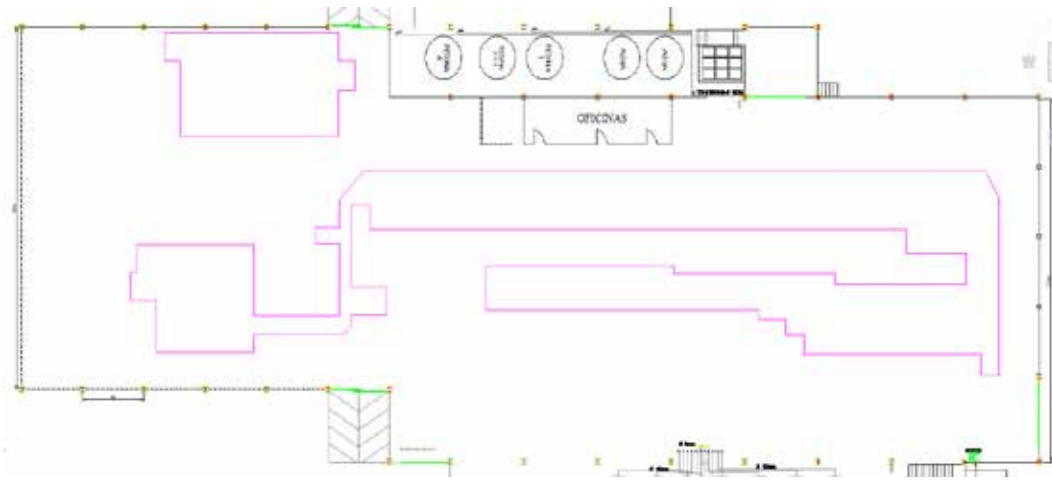
Fuente: Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Al mismo tiempo se realizaron visitas en el lugar en estudio, con el fin de conocer las distancias entre cada máquina, la cantidad y ubicación a detalle de los PLC presentes en la línea 1 de Planta Latex y además se inspeccionó el área donde se disponía de un punto de acceso. Con ayuda de los planos mostrados en la figura 8, se logra ubicar la zona perteneciente al punto de acceso, con el propósito de obtener una perspectiva más clara sobre las distancias de los PLC al punto de acceso.

## 5.2. Fase II: Identificación de los puntos críticos del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.

### 5.2.1. Falta de valores métricos

El departamento de Digitalización Industrial de CORIMON C.A. disponía de un plano de Planta Latex actualizada, con información de los bocetos de las máquinas y el diseño de como se encuentra distribuida la línea 1 de Planta Latex, sin embargo no contenía los valores métricos de las distancia entre los equipos, es decir que se desconocía la ubicación exacta de la posición de los PLC y la longitud de las bandejas de cableados, valores que son necesarios para la continuación del desarrollo del trabajo en estudio, lo cual debería corregirse para tener una mejor información a detalle sobre la ubicación de cada máquina, ya que eso traerá beneficios para futuros trabajos, observar figura 9.



**Figura 9. Plano de las líneas de producción de llenado de pinturas en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

### 5.2.2. Medios de comunicación de los PLC a la red industrial

Luego de realizar el estudio de cada PLC, se logró obtener los estándares de comunicación con los que trabajaba cada uno de estos

controladores lógicos programables, como resultado de esta investigación se obtuvieron los protocolos de comunicación que ofrece cada PLC.

Ahora bien cada PLC presentó un protocolo distinto, unos en MPI, otros con Profibus, CAN y Ethernet. Todos estos procesos de comunicación tienen básicamente la misma estructura y el mismo objetivo que es intercambiar datos o información entre dos entidades, sin embargo para que exista una red de comunicación industrial entre ellos deben presentar el mismo protocolo de comunicación, observar tabla 3.

CORIMON C.A.									
Planta LATEX									
Características	LINEA 1								
	Despaletizadora	BT.Despaletizadora	Etiquetadora	PC Llenado	PLC Llenado 1	PLC Llenado 2	Termoencogible	BT Termoencogible	Paletizadora
Adaptación de comunicación	Adaptar ethernet	Adaptar ethernet	Adaptar ethernet	Adaptado	Adaptar ethernet	Adaptar ethernet	Protocolos de comunicación		Adaptar ethernet
Software	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300	WXP	WAGO750	WAGO750	B&R-SIEMENS 315	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300
Protocolo de comunicación	MPI	MPI	MPI-PROFIBUS	PROFIBUS-ETHERNET	PROFIBUS	PROFIBUS	CAN-PROFIBUS-MPI	MPI	MPI
Programa Actual	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE
Valor de datos	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabla 3. Tabla de protocolos de comunicación de los PLC de Linea 1 en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

### 5.2.3. Punto de Acceso sin disposición de puertos

Planta Latex se encuentra distribuida por varios procesos de producción, uno de tantos, es el proceso de dispersión, el cual se encarga de la mezcla y la homogeneización de la pintura en base de agua. En CORIMON Pinturas Valencia C.A. todo proceso que está compuesto por la fabricación de pinturas deberá estar visualizado por los supervisores a cargo, por esta razón en el proceso de dispersión se encuentra una oficina con un sistema que mantiene una continúa monitorización de la fabricación de la pintura en base de agua. En vista de que existe un sistema de monitoreo, al mismo tiempo deberá existir una red de comunicación y por consiguiente un punto de acceso

en donde se encuentren enlazadas todas estas redes. Dado que Planta Latex disponía únicamente de este conmutador de acceso a la red, todos sus puertos se encontraban en uso. Concluyendo que la línea 1 de llenado de pinturas en Planta Latex al necesitar de un punto de acceso para su posterior conexión de la red de comunicación, deberá de presupuestar un nuevo conmutador.

#### **5.2.4. Colapso de bandeja de cableado**

Todas las industrias para brindar una solución segura y abierta para dirigir sus cables, utilizan bandejas de cableado, esto para proporcionar una pista que permita el enrutamiento de cables y alambres alrededor de un edificio de una manera fácil. La línea de llenado de pinturas en Planta Latex cuenta con bandejas de cableado, con el fin de mantener el orden en tuberías y cables utilizados en el proceso.

Luego de los análisis en los planos de Planta Latex designados por el departamento de Digitalización Industrial y las visitas al sitio en estudio, se examinaron las posibles rutas de la red de comunicación que podían ser diseñadas. De acuerdo con estas visitas se observó que la línea de llenado de pinturas en Planta Latex no tiene empleada una bandeja exclusiva a las redes de comunicación y además, las bandejas que posee esta planta se encuentran colapsadas de tuberías de aire comprimido, agua o de cables de alta tensión. Como consecuencia de esto, el futuro enrutamiento de la red de comunicación de los PLC en Línea 1 de Planta Latex se ve comprometida por estas variables, ya que si llegase a instalarse la red de comunicación en alguna de estas bandejas, la comunicación se encontrará afectada por interferencias como el ruido provocado por la cercanía que tendrán los cables de comunicación con los de alta tensión, haciendo que el porcentaje de error incrementaría aun mas.

### **5.3. Fase III: Elaboración de la ingeniería de detalles para la adaptación del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.**

#### **5.3.1. Diseño de la red de comunicación en la línea de llenado de pinturas de Planta Latex**

Para el desarrollo de los planos de enrutamiento del sistema de red de comunicación de la línea de llenado de pinturas en Planta latex, se realizaron mediciones en el lugar en estudio y posteriormente junto con el programa AutoCAD se diseñaron los planos a escoger.

##### **5.3.1.1 Mediciones**

Puesto que los planos de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex que establecían el departamento de Digitalización Industrial de CORIMON, carecían de mediciones, se procedió a visitar el lugar en estudio para realizar las dimensiones faltantes. Era necesario hacer las mediciones de las distancias entre cada máquina de los módulos de los PLC, la altura a la que se encontraban los PLC de la bandeja de cableado y los metros de recorridos del cableado de comunicación, observar tabla 4.

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, tomar las mediciones correspondientes era de gran importancia para el desarrollo de los planos de la red de comunicaciones, puesto que, para la implementación de los cables, tuberías y montaje de la nueva bandeja de cableado sería necesario para los proveedores un plano detallado del diseño para el posterior montaje de ellos.

De igual manera estas mediciones indispensablemente se tenían que realizar, dado que para la elaboración de una red de comunicación es primordial conocer las dimensiones en metros de la distancia total del enrutamiento de cada modulo PLC, esto se debe a que se argumenta por las normas de redes de comunicación que un cableado de categoría 6a presenta una distancia límite de 100 metros con una velocidad de transmisión de 10Gbps.

CABLEADO CANALIZACION 1.1										
LINEA 1										
Características	Despaletrizadora	BT.Despaletrizadora	Etiquetadora	PC Llenado	PLC Llenado 1	PLC Llenado 2	Termoencogible HMI	Termoencogible	BT Termoencogible	Polotizadora
Metros (mts)	47,85	44,88	37,73	34,1	34,1	30,8	17,6	26,4	28,6	52,8
modelo	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300	WXP	WAGO750	WAGO750	B&R SIEMENS 315	B&R-SIEMENS 315	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300
TOTAL (mts)-									354,86	

CABLEADO CANALIZACION 2.1										
LINEA 1										
Características	Despaletrizadora	BT.Despaletrizadora	Etiquetadora	PC Llenado	PLC Llenado 1	PLC Llenado 2	Termoencogible HMI	Termoencogible	BT Termoencogible	Polotizadora
Metros (mts)	47,85	55	37,73	34,1	34,1	30,8	17,6	26,4	28,6	52,8
modelo	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300	WXP	WAGO750	WAGO750	B&R SIEMENS 315	B&R-SIEMENS 315	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300
TOTAL (mts)-									354,98	

**Tabla 4. Dimensiones de cableado en metros de plano 1.1 y 2.1**  
Fuente: Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Se observa claramente que para tomar las mediciones que se pueden visualizar en el plano, era obligatoria la visita a la línea de llenado de pinturas en Planta Latex. Con la asistencia del personal a cargo y la ayuda de instrumentos métricos como, la cinta métrica y un medidor de distancia laser, se lograron adquirir estas mediciones.

### 5.3.1.2. Diseño

Seguidamente de las mediciones realizadas, se procedió a elaborar los diferentes diseños de enrutamiento para la conexión de los módulos PLC a la red. La línea de llenado de Planta Latex como se había mencionado anteriormente cuenta con unos planos que contribuyeron al desarrollo del diseño de la red de comunicaciones,

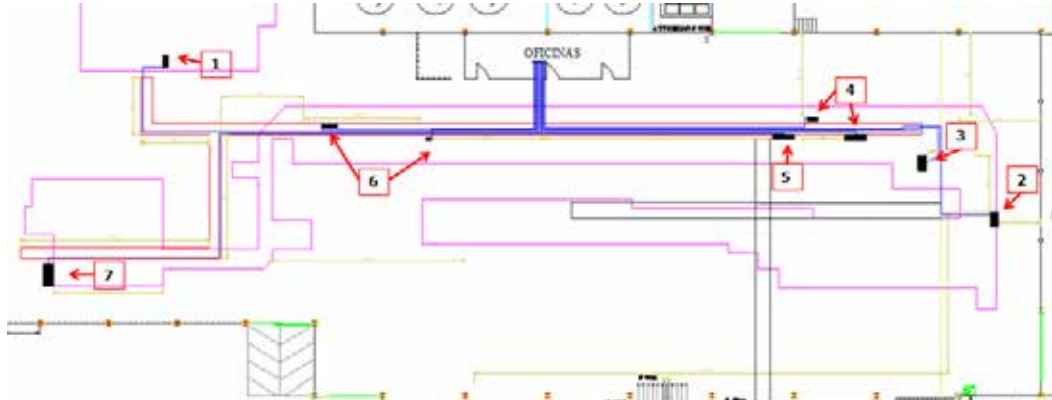
aun así, dichos planos solo favorecían para la elaboración de una base inicial, puesto que, en esta fase se consideraron diferentes factores como; el ahorro económico y de materiales, la ruta con menores dimensiones métricas y las ventajas que podían brindar el enrutamiento correcto.

En la fase pasada referida a los puntos críticos, se mencionó la bandeja de cableado. Esta bandeja aunque se encontraba colapsada de cables de alta tensión y tuberías de servicios industriales como de aire comprimido y aguas de proceso, se utilizó como principio de guía para realizar un duplicado de esta y ser instalada en la parte alta de ella, con el fin de que las líneas de llenado en Planta Latex se vieran beneficiadas por una nueva bandeja de cableado y que su único uso fuera para las redes de comunicación y así esta línea de llenado presentara una mejor estructura.

Inicialmente se había examinado la posibilidad de la conexión al punto de acceso en la oficina de monitorización del proceso de dispersión. Luego de estudiada la observación de los puntos críticos, indicando el uso de todos los puertos del punto de acceso en la línea de procesos de dispersión, como resultado se tomo la decisión de adquirir un nuevo conmutador para la conexión a la red de servicio.

Sobre las bases de las consideraciones previamente mencionadas como, el ahorro económico y de materiales, la ruta con menores dimensiones métricas y las ventajas que podían brindar el enrutamiento correcto, se procedió con el diseño de los diferentes planos de enrutamiento, agregando por igual los planos de tuberías.

En la elaboración de todos los diseños realizados se utilizó como bases los planos que disponía el departamento de Digitalización Industrial de CORIMON C.A., como el bosquejo de las líneas del proceso de llenado en Planta Latex y los bocetos básicos que presentaba este plano, observar figura 10.



**Figura 10. Plano del enrutamiento de los cables de comunicación 1.1 de la línea de llenado en Planta Latex.**

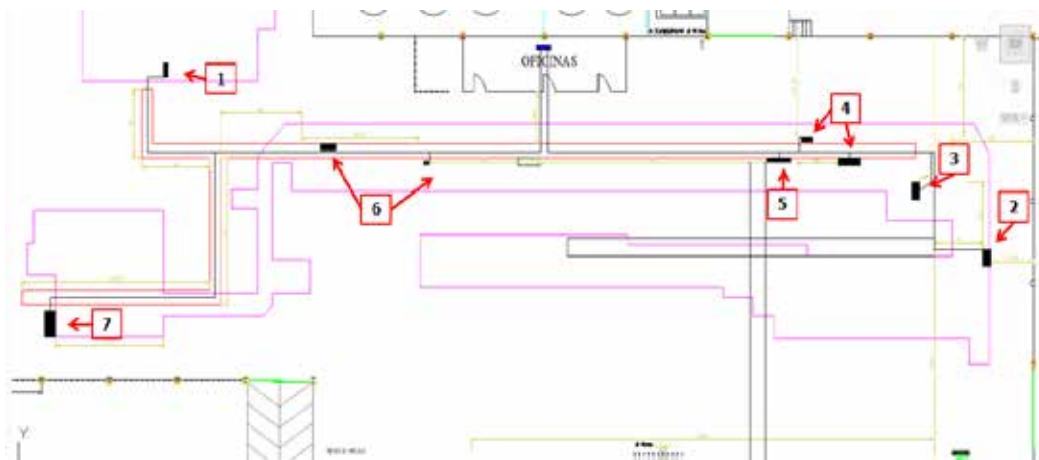
**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020)

Como se puede observa en la figura diez (10), este plano fue modificado en agregarle la bandeja de cableado descrita en color rojo, el enrutamiento de los cables de comunicación Ethernet con un color azul oscuro, los parámetros métricos en amarillo, el Switch de acceso con un rectángulo color azul celeste, ubicado en la oficina y por último se encuentra ilustrado los módulos PLC en unos pequeños rectángulos negros, además son enumerados para una mejor identificación, representando el número 1 el modulo PLC de la máquina despaletizadora, el número 2 es el modulo PLC de la banda transportadora de la máquina despaletizadora, el número 3 es el modulo PLC de la máquina etiquetadora, el número 4 son la PC de llenado y los módulos PLC de la llenadora, el número 5 es el modulo PLC de la banda transportadora de la termoencogible, el número 6 son

el HMI y el modulo PLC de la máquina termoencogible y por último el número 7 es el modulo PLC de la máquina paletizadora. Al mismo tiempo se diseñaron dos (2) nuevas bandejas de cableado (descritas en color blanco y ubicado en la parte derecha de la línea de proceso), puesto que como se había mencionado anteriormente, la línea de llenado se veía en la necesidad de una nueva bandeja de cableado pero que su uso fuera únicamente para cableados de comunicaciones. Esta bandeja también fue diseñada para futuras conexiones de las máquinas de la línea 2 (línea que tiene el mismo funcionamiento de línea 1, para el llenado de pinturas en galones) y línea 3 (el proceso de llenado de pinturas en cuñetes).

Este plano presenta un enrutamiento dirigido a un punto de acceso ubicado en la oficina de supervisión de las líneas de llenado en Planta Latex. Como sabemos el único Switch funcional se encontraba en la oficina de monitorización del proceso de dispersión pero conociendo el impedimento que ocupaba este conmutador con tener todos sus puertos ocupados, se optó por redirigir este punto de acceso a la oficina de supervisión de las líneas de llenado en Planta Latex.

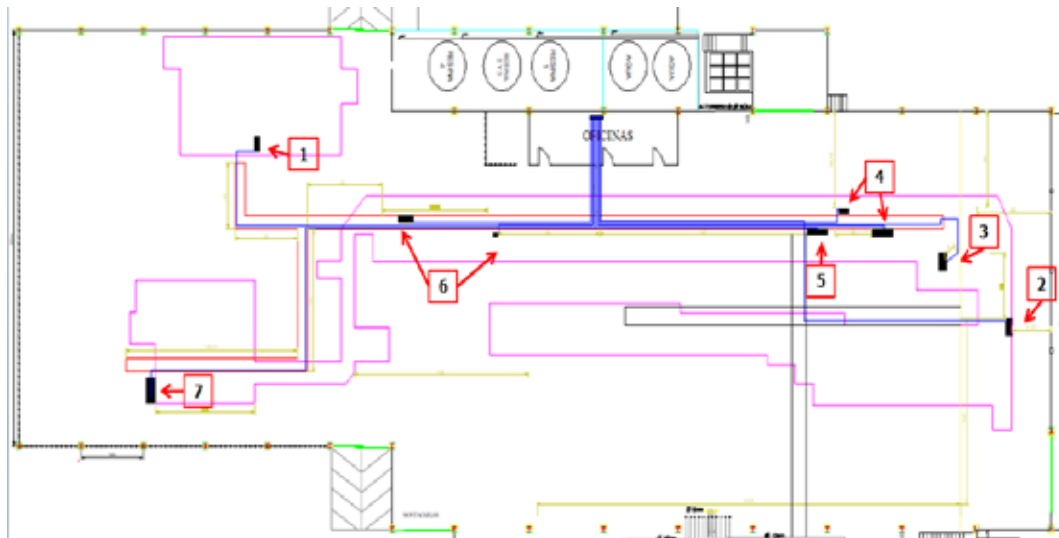
Posteriormente se realizó un diseño para las canalizaciones de las tuberías de la red de comunicación, con el fin de proteger y organizar el cableado de comunicación, figura 11.



**Figura 11. Plano de tuberías 1.1 de la línea 1 de llenado en Planta Latex 1.0.**  
**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Este plano fue diseñado para la visualización de cómo iban a estar dirigidas las tuberías que contendrían los cables de comunicación. Se puede observar como este plano contiene dos secciones de tuberías, en el área derecha podemos visualizar las tuberías correspondientes al cableado de comunicación de los módulos 7, 1 y 6, tubos que estarán unidos hasta llegar al punto de acceso. Posteriormente en el área izquierda se observa las tuberías a los módulos PLC 2, 3, 4 y 5.

El departamento de Digitalización Industrial sugirió desarrollar más de un diseño de enrutamiento para posteriormente desarrollar un análisis de ventajas y costos. Modificándose así las rutas iniciales y ubicando una diferente trayectoria para los cables de comunicación, observar figura 12.

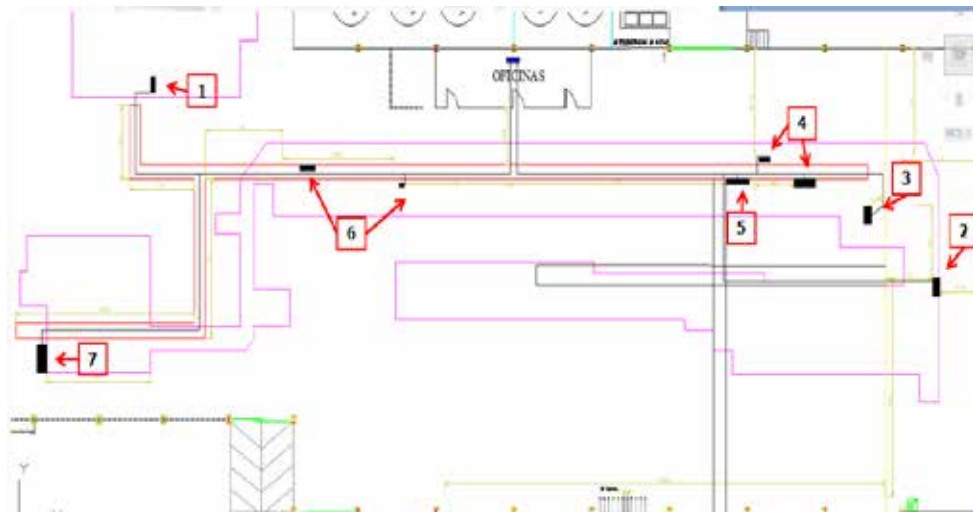


**Figura 12. Plano del enrutamiento de los cables de comunicación 2.1 de la línea de llenado en Planta Latex.**

**Fuente:** María Laura Delgado Moreno (2020).

Continuando, este plano del enrutamiento de los cables de comunicación 2.1 aunque se puede observar que presenta semejanza con el plano de enrutamiento de los cables de comunicación 1.1. Se diseñó con una trayectoria diferente para el módulo del PLC de la banda transportadora de la despaletizadora (número 2), este posee un enrutamiento dirigido por la nueva bandeja de cableado horizontal, ubicada sobre la línea 2 de llenado y uniéndose a la bandeja de cableado vertical, para luego continuar su enrutamiento hasta el punto de acceso en la oficina de supervisión de la línea de llenado en Planta Latex.

Esta modificación se realizó, con el fin de mantener todo el enrutamiento de los cableados organizados y sostenidos sobre las bandejas de cableados.



**Figura 13. Plano de tuberías 2.1 de la línea 1 de llenado en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020)

Con respecto al plano de cableado de comunicación 2.1, le corresponde un plano de tuberías para la protección y organización de estos cables.

### **5.3.2. Tuberías**

Con la ayuda de los planos ya creados se logró obtener un mejor resultado sobre los metros de cableado y la cantidad de PLC existentes en la línea de llenado en Planta Latex, con el fin de lograr finalizar con un enrutamiento seguro, práctico y organizado. Se procedió a la selección de el tipo de tubería, dímetro y la cantidad en metros que el enrutamiento presente iba a necesitar, observar tabla 5.

TUBERIA CANALIZACION 1.1										
LINEA 1										
Características	Despaletizadora	BT.Despaletizadora	Etiquetadora	PC Llenado	PLC Llenado 1	PLC Llenado 2	Termoencogible HMI	Termoencogible	BT Termoencogible	Paletizadora
Medios (mts)	16,5mts (1 1/4)	12,76mts (1 1/4)	5,83mts (3 1/4)	2mts (1 1/4)	2mts (1/2)	2mts (1/2)	2mts (3/4)	0mts (1/2)	2mts (1/2)	28,12mts (1/2)
Modelo	SIEMENS 57-200	SIEMENS 57-200	SIEMENS 57-300	WOP	WAGO750	WAGO750	B&R-SIEMENS 315	B&R-SIEMENS 315	SIEMENS 57-200	SIEMENS 57-300
Tipo	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
		Tuberia unid-	1/2 pulgada/ mts	TOTAL de tuberias mts	73,21	Tuberia Principal-	1 pulgada/ mts	TOTAL de tuberia mts	73,15	

TUBERIA CANALIZACION 2.1										
LINEA 1										
Características	Despaletizadora	BT.Despaletizadora	Etiquetadora	PC Llenado	PLC Llenado 1	PLC Llenado 2	Termoencogible HMI	Termoencogible	BT Termoencogible	Paletizadora
Medios (mts)	16,5mts (1/2)	26,95 mts (1/2)	12,43mts (1/2)	2mts (1/2)	2mts (1/2)	2mts (1/2)	2mts (3/4)	0mts (1/2)	2mts (1/2)	28,12mts (1/2)
Modelo	SIEMENS 57-200	SIEMENS 57-200	SIEMENS 57-300	WOP	WAGO750	WAGO750	B&R-SIEMENS 315	B&R-SIEMENS 315	SIEMENS 57-200	SIEMENS 57-300
Tipo	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
		Tuberia unid-	1/2 pulgada/ mts	TOTAL de tuberias mts	122,05	Tuberia Principal-	1 pulgada/ mts	TOTAL de tuberia mts	65,85	

**Tabla 5. Mediciones de tuberías en las canalizaciones 1.1 y 2.1 de la línea llenado en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020)

Como resultado de los planos de tuberías de las canalizaciones 1.1 y 2.1, se realizó una tabla con las mediciones correspondientes, obteniendo el tipo de tubería, escogida como PVC, una comparación en metros sobre la canalización 1.1 y 2.1 y además junto con investigaciones se pudo seleccionar las pulgadas de las tuberías. La canalización de las tuberías se encuentra distribuida con una sección individual donde cada salida de cableado en el modulo PLC va a estar protegida por una tubería ½ pulgadas y posteriormente se enlazara junto con una tubería 1 ¼ de pulgada, la cual será la tubería que dispondrá del cableado de los demás módulos PLC.

Tuberia de canalizacion x area			
1.1			
izquierdo		derecho	
pulg	mts	pulg	mts
(2) 1/2 pulg	46,805	(5) 1/2 pulg	25,19
(1) 1 1/4 pulg	33,55	(1) 1 pulg	39,6
(1) 3/4 pulg	2	-	-

Tuberia de canalizacion x area			
2.1			
izquierdo		derecho	
pulg	mts	pulg	mts
(2) 1/2 pulg	46,805	(5) 1/2 pulg	45,98
(1) 1 1/4 pulg	33,55	(1) 1 pulg	31,9
(1) 3/4 pulg	2	-	-

**Tabla 6. Tabla de datos métricos por área de la canalización de tuberías 1.1 y 2.1 de la línea llenado en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020)

Estas tablas tienen la función de identificar el diámetro que le corresponde un total de metros. Esto se desarrolló para la presentación al grupo de Mantenimiento de Corimon Pinturas, puesto que, para su ensamblaje debían conocer las cantidades correctas en metros para su posterior instalación.

### **5.3.3. Cableado**

El departamento de Digitalización Industrial recomendaba que idealmente se necesitara que la línea de llenado de pinturas en Planta Latex ocupara una red de comunicación Ethernet, puesto que este es el tipo más común de red en área local. Actualmente la mayoría de periféricos y módulos nuevos están establecidos con conexión Ethernet, esto aumentaría la factibilidad al momento que se necesite una actualización de módulos sin necesidad de realizar cambios a grandes escalas sobre la red de comunicación. Estableciendo una configuración a los módulos PLC de la línea de llenado y a su vez se enlazan todos a una red Ethernet.

Se puede agregar que existe un tipo de cableado para red Ethernet que cumple con parámetros necesarios para soportar áreas industriales. Este tipo de cable son los Categoría 6a con una capacidad de 10 Gigabits sobre un par de cobre, estando en uno de los puestos con mayor revolución en la tecnológica en redes desde el nacimiento de la Ethernet, con más ancho de banda, máxima confianza en la transmisión, una calidad permanente en el funcionamiento y resistencia ante desafíos medioambientales.

Para mejor acceso a las dimensiones métricas de las distintas rutas, se realizaron tablas con datos métricos del enrutamiento respectivo a cada módulo PLC, con el fin de conocer las medidas totales del enrutamiento de cableado y así obtener un mejor orden de datos métricos importantes para una posterior elección del enrutamiento de red, observar tabla 4.

La misión principal de realizar diferentes planos de enrutamiento para la red de comunicación, era en lograr diseñar una ruta para mantener el recorrido de los cables con un mínimo de 90mts de trayectoria, esto porque la red Ethernet tiene una característica de 10 Gigabits para 100mts de recorrido.

### 5.3.4. Selección del enrutamiento de la red de comunicación de la línea de llenado de pinturas de Planta Latex

Se elaboraron dos (2) planos de enrutamiento de la red de comunicación, puesto que se debían evaluar diferentes rutas y una comparación, tanto de costos, como de la distancia recorrida del cableado, con el fin de mantener por debajo de los 100mts por enrutamiento de los PLC, ya que los cables de comunicación presentan unas características de metros limitados, puesto que puede llegar a interferir con el envío de datos, observar tabla 7.

CABLEADO CANALIZACION 2.1										
LINEA 1										
Características	Despaletizadora	BT.Despaletizadora	Etiquetadora	PC Llenado	PLC Llenado 1	PLC Llenado 2	Termoencogible HMI	Termoencogible	BT Termoencogible	Paletizadora
Metros (mts)	47,85	55	37,73	34,1	34,1	30,8	17,6	26,4	28,6	52,8
modelo	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300	WXP	WAGO750	WAGO750	B&R-SIEMENS 315	B&R-SIEMENS 315	SIEMENS S7-200	SIEMENS S7-300
TOTAL (mts)=									364,98	

**Tabla 7. Tabla de datos métricos del enrutamiento de cableados 2.1 seleccionado para la línea llenado en Planta Latex.**

**Fuente:** María Laura Delgado Moreno (2020)

El departamento de Digitalización Industrial evaluó, sobre la base de la tabla manifestada anteriormente de los datos métricos del enrutamiento del cableado 2.1, que aún cuando este presentara un resultado de metros mayor que el total del plano de cableado 1.1, se encontraba dentro de los límites de instalaciones para cableado de categoría 6a.

Los parámetros que más importancia presentaba, en esta selección de enrutamiento, era el cómo se encontraban distribuidos los enrutamientos de los cables y los beneficios a largo plazo que estos traerían. Se seleccionó el plano del enrutamiento de comunicación 2.1. A diferencia de la ruta de comunicación 1.1, la 2.1 cuenta con una ruta diferente para el módulo PLC de la banda transportadora (número 2), este presenta una trayectoria sobre la nueva bandeja de cableado, el plano de cableado 1.1 disponía una ruta de cableado sujeta por una viga de la estructura de la planta. Se procedió a seleccionar esta alternativa puesto que, el enrutamiento va a mantener un mejor orden al estar únicamente sujeto a la bandeja de cableado.

### **5.3.5. Adaptación de los protocolos de cada PLC a una red Ethernet**

#### **5.3.5.1. Selección del adaptador**

Luego de la identificación de los protocolos para cada modulo PLC, se procedió a realizar investigaciones sobre los adaptadores de red de comunicación. El departamento de Digitalización Industrial del grupo CORIMON C.A. solicitó el uso de un IBHLink S7++.



**Figura 14. IBH Link S7++.**  
**Fuente: IBHSoftec.**

Este es una puerta de enlace TCP/IP-PROFIBUS o también TCP/IP-MPI rentable para la programación y funcional para la comunicación entre PC a PLC de Siemens y comunicación entre los PLC. Es posible conectar el IBH Link S7 ++ con un conmutador o

mediante un cable cruzado directo con la tarjeta de red de la PC. El protocolo utilizado por este dispositivo es el estándar TCP/IP, cumpliendo con las necesidades presentes de este proyecto, ya que permite la conexión en las funciones de la línea a través de Profibus DP con hasta 12 Mbit / y PPI / MPI. Con la selección del IBH Link S7 ++ se reducirían los costo, ya que no se necesitarían los CP de Siemens ni un software Simatic Net.

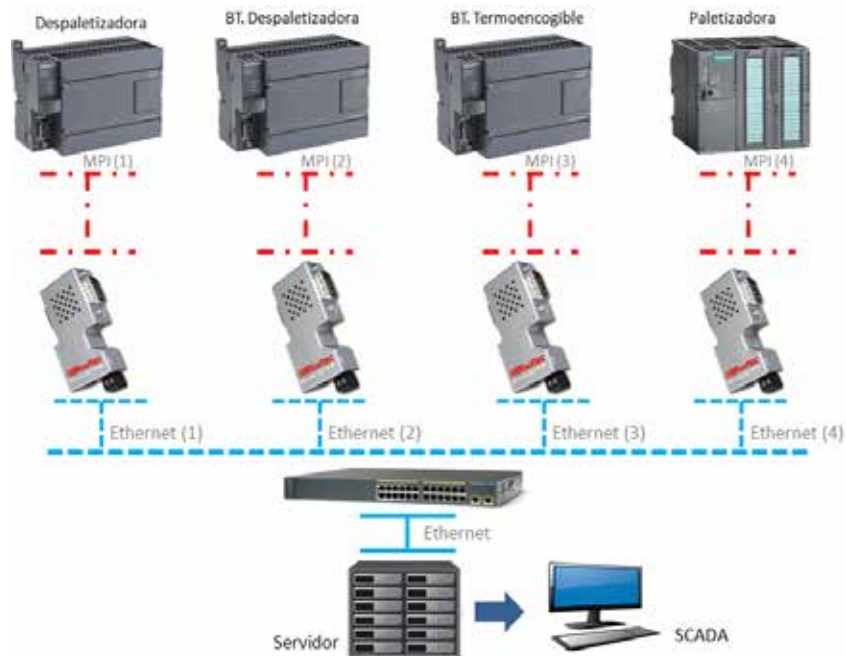


**Figura 15. Cisco Catalyst 2960-X**  
**Fuente:** Cisco.

Además se procedió a seleccionar un switch Cisco Catalyst 2960-X con 24 puertos, también recomendado por el departamento de Digitalización Industrial como punto de acceso para las redes de comunicación de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex.

#### **5.3.5.2. Esquema de comunicación**

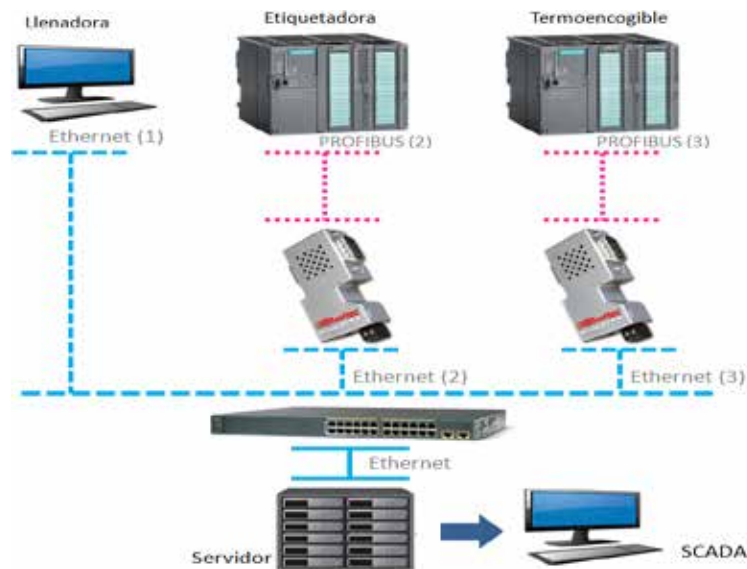
Puesto que los dispositivos IBHLink S7++ debían ser conectados en cada PLC para la adecuación de su protocolo correspondiente, sea MPI o Profibus a TCP/IP y posteriormente que el enrutamiento para el cableado TCP/IP sea direccionado a un conmutador, se necesitaba elaborar la red interna de comunicación para cada PLC.



**Figura 16. Esquema de comunicación para red MPI de las líneas de llenado de pinturas en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Se puede observar como en la figura 16 se encuentran descritas las redes de comunicación MPI para cada modulo PLC presente en la línea de llenado de pinturas en Planta Latex, siendo las redes de comunicación MPI detalladas en líneas segmentadas como línea punto, línea y las redes de comunicación TCP/IP en líneas segmentadas como línea, línea. Luego cumpliendo con el enrutamiento diseñado en el plano 2.1, ver figura 12. Cada modulo PLC le corresponde una red de comunicación y un IBHLink S7++, esto se debe a que cada máquina presente en la línea de llenado cuenta con una función específica y no necesitan estar entrelazadas.



**Figura 17. Esquema de comunicación para red Profibus de las líneas de llenado de pinturas en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

En la Figura 17 se logra apreciar cómo se diseñó el esquema de comunicación para la red de módulos PLC con lenguaje Profibus, detallando la red TCP/IP con líneas segmentadas como línea, línea y para la red Profibus en tramas punteadas. Al igual que en la figura 16 podemos observar como para cada PLC le corresponde una única red de comunicación y posteriormente un IBHLink S7++ para luego realizar un enrutamiento dirigido a el Switch. Para este esquema de comunicación se puede observar como la máquina de llenado no está conectada con el PLC Wago que le corresponde, no obstante esta máquina cuenta con una PC, observar tabla 3, en la cual dispone con información del PLC haciendo más factible el acceso a los datos del proceso en la máquina de llenado, además al ser una PC no requiere de una adaptación por parte del dispositivo IBHLink S7++.

### 5.3.5.3. Configuración del IBH Link S7++

El adaptador de enlace IBH Link S7 ++ proporciona un medio versátil para conectarse al PLC S7, ya sea para fines de control o programación. Para lograr adaptar las redes de comunicación MPI o Profibus de los PLC presentes en la línea de llenado de pinturas, principalmente se realizó una pequeña configuración en el dispositivo IBHLink S7++.



**Figura 18. Diagrama de flujo de configuración de IBHLink S7++.**  
Fuente: Maria Laura Delgado Moreno (2020).

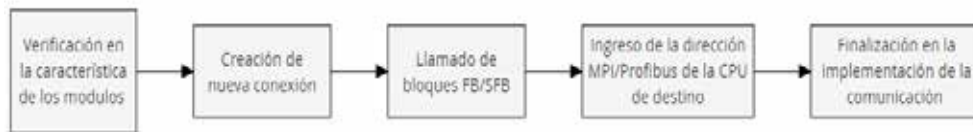
Primeramente el IBHLink S7++ debe ser configurado, esta instalación del IBH Link S7 es fácil y se desarrolla en:

- Ingresar la dirección IP del adaptador de red en el navegador web.
- Seleccionar el idioma a utilizar.
- Iniciar sesión con usuario y contraseña predeterminados.
- Modificar la configuración de red Dirección IP, Máscara de subred y Puerta de enlace predeterminada a valores que sean apropiados para la red.
- Seleccionar un valor en el campo de velocidad en baudios para que coincida con la configuración de velocidad en baudios para cada PLC S7 al que está conectado el IBH Link S7 ++. Esta línea de llenado cuenta con PLC S7-200, al cual le corresponde una velocidad en baudios de 9600 y para los PLC S7-300 un valor predeterminado de 187.5.
- El valor ingresado en el campo Dirección de estación propia debe contener la dirección que se utilizará para identificar el IBH Link S7 ++ en el bus PLC, siendo este valor único entre los otros dispositivos conectados en el bus. El software Siemens Step 7 proporcionó los valores de dirección para todos los dispositivos conectados al bus, así como el valor de dirección de estación más alto.
- Se debe seleccionar los botones MPI y PROFIBUS para modificar los valores en Tslot\_Init, Max.Tsdr, Min. Campos Tsdr, Tset, Tqui, Gap factor, Retry Limit y Ttr.
- Luego se guardó la configuración en el botón Guardar en la parte inferior de la página y así se guardaron los cambios y se reinició el adaptador IBH Link S7 ++.
- Por último se conectó el adaptador a la PC y al autómeta, esto con el fin de utilizar Step7 para crear una definición de

dispositivo para conectarse al PLC S7, a través de la dirección IP del adaptador IBH Link S7 ++.

#### 5.3.5.4. Configuración en Step7 para la instalación del IBHLink S7++ con PLC

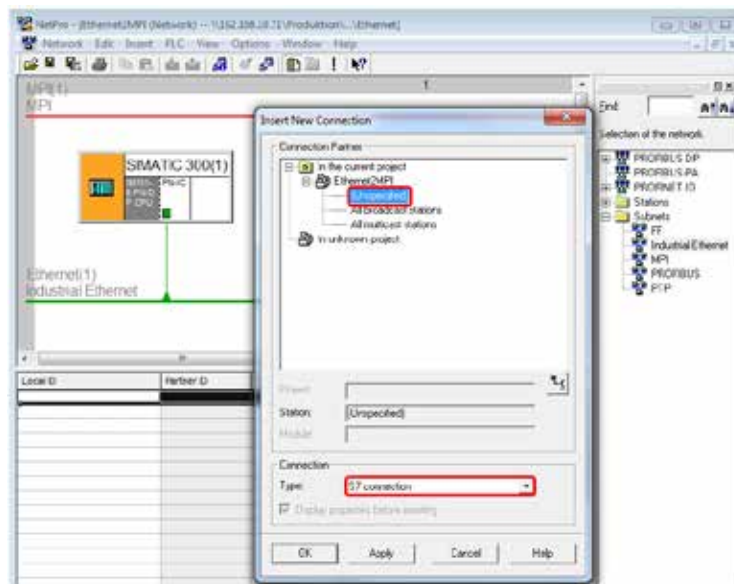
Luego de realizada la configuración del IBHLink S7++, se procedió a desarrollar en Step7 la instalación del adaptador con el modulo PLC perteneciente, esto seguirá las siguientes pautas:



**Figura 19. Diagrama de flujo de configuración en Step7 para instalación del adaptador IBHLink S7++.**

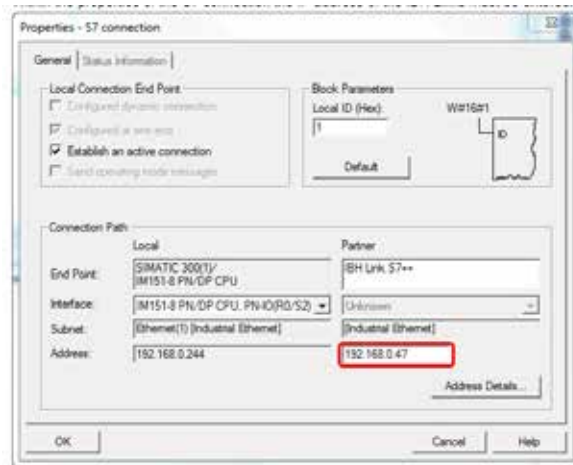
**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

En Step7 al iniciar con esta configuración se verificaron las características que presentan los modulo PLC para saber si permite una conexión S7, como en la línea de llenado se trabaja con los PLC S7-200 y S7-300, se conoce que estos son compatibles con este dispositivo. Ya verificadas las características se procedió a crear una nueva conexión, dentro de NetPro, la CPU debe estar conectada con una red Ethernet y es allí donde se creó una conexión no especificada y se seleccionó el tipo de conexión S7, ver figura 20.



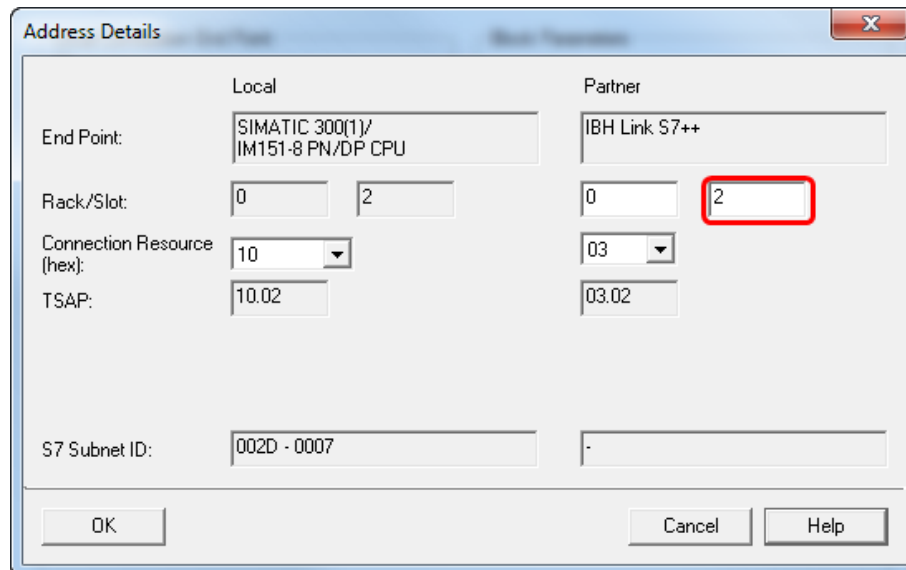
**Figura 20. Selección del tipo de conexión.**  
**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Luego de agregar el ID de conexión se puede realizar el llamado a los bloques FB/ SFB. El bloque FB es un bloque lógico con datos estáticos que a su vez dispone de memoria, en donde se pueden acceder a sus parámetros y para los bloques SFB (Bloque de Función de Sistema) es un bloque de función integrado en el sistema operativo de la CPU que se puede llamar en caso necesario desde el programa de usuario STEP 7, esta ID de conexión corresponde a la cantidad de CPU que deben ser configuradas para la conexión del S7, en el caso de este proyecto cada PLC tiene un único CPU, por esta razón se colocó un 1 en Local ID (Hex), además dentro de las mismas propiedades de la conexión S7, se debe ingresar la dirección IP de los enlaces de los dispositivos IBHLink, ver figura 21.



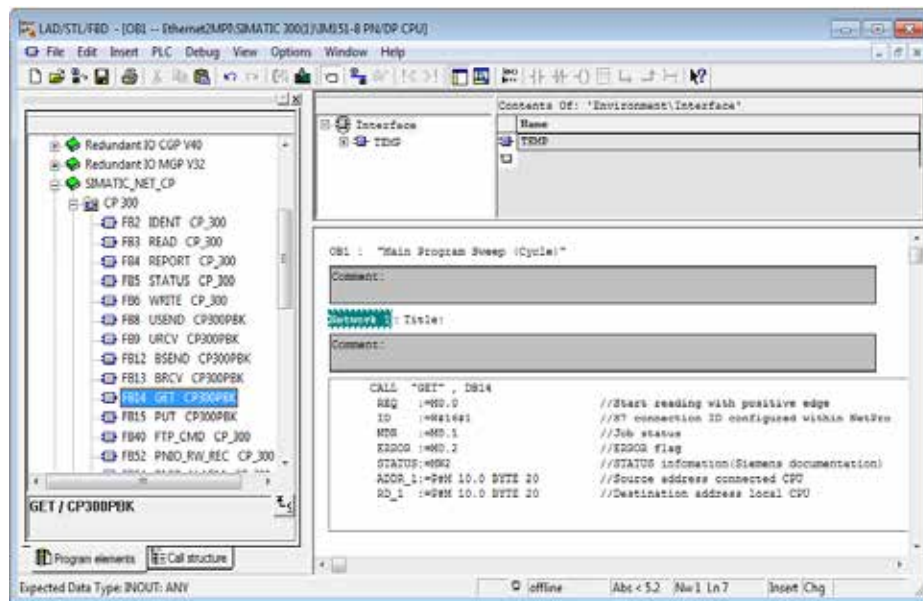
**Figura 21. Propiedades de conexión en Step7.**  
**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Posteriormente en los detalles de la dirección, se ingresó la dirección MPI de la CPU de destino, en este caso se utilizó la MPI pero si se realizara con profibus, se cambiaría a una dirección profibus perteneciente al CPU del autómatas, observar figura 22.



**Figura 22. Detalles de dirección.**  
**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020).

Por último la comunicación se estableció utilizando los bloques FB14/FB15, dependiendo de si se utiliza una CPU con Ethernet integrada o una CPU con Ethernet CP, se debe elegir el conjunto correcto de bloques, de lo contrario no habrá intercambio de datos, en el caso de este proyecto los PLC presentes en la línea de llenado en Planta Latex cuentan con un CPU con Ethernet CP, ver figura 23.



**Figura 23. Selección de bloques.**  
Fuente: Maria Laura Delgado Moreno (2020).

### 5.3.6. Adquisición de datos

#### 5.3.6.1. Procesamiento de datos

La propuesta para la adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control, se realizaron no solo conexiones a la red sino también se elaboró un diagrama que servirá como guía para la programación, que permita adquirir data de los PLC para obtener y enviar las variables del proceso que sean de gran importancia para la monitorización y control del sistema.



**Figura 24. Diagrama de flujo para la adquisición de datos.**

**Fuente:** María Laura Delgado Moreno (2020).

En la figura 24 está representado el diagrama de flujo para la programación de la adquisición de datos de los módulos PLC de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex. Como primer bloque se identificó la entrada/salida en flanco de subida o bajada, esto significa que una vez se active o desactive ya sea una entrada o salida, el automatismo enviará un paquete de datos con el código que se le haya adjudicado a esa entrada o salida; de segundo bloque está el paquete de datos, con el que se haya configurado la entrada o salida, esta será comandado en codificación por bloques MOVE, con el que se podrá modificar como se desee el código; como tercer y último bloque se encuentra el bloque de comunicación, en el cual se encarga de recibir ese paquete de datos, estableciendo una comunicación por protocolo TCP/IP con el servidor, y envía el código.

### **5.3.6.2. Suministro de información**

Cada módulo PLC de la línea de llenado de pinturas cumple con una función, dando como resultado distintas variables de proceso para cada módulo PLC. El departamento de Digitalización Industrial sugirió la captación de 2 entradas digitales y 1 analógica para la máquina despaletizadora; en la máquina de etiquetadora, llenado y termoencogible 2 entradas digitales y 2 entradas analógicas; para las bandas transportadoras, sea para la de la despaletizadora o la termoencogible 1 entrada analógica; en la máquina de llenado 1

entrada analógica y 1 entrada digital; por ultimo para la máquina de paletizado 3 entradas digitales y 1 entrada analógica. En la tabla 9 se pueden apreciar las entradas necesarias, así como su función en el sistema de control y su proceso hacia el PLC.

Maquinas	Entradas	Tipo
Despaletizadora	Conteo de salida de galones	Digital
	Velocidad de desarmado	Analógica
	Conteo de paletas de entrada	Digital
BT Despaletizadora y Termoencogible	Velocidad de cinta transportadora	Analógica
Etiquetadora	Velocidad de discos giratorios	Analógica
	Conteo de entrada de galones	Digital
	Conteo de salida de galones	Digital
	Temperatura de cola	Analógica
Llenadora	Conteo de salida de galones	Digital
	Conteo de entrada de galones	Digital
	Velocidad de llenado	Analógica
	Peso de galones con pintura	Analógica
Termoencogible	Temperatura	Analógica
	Velocidad de la termoencogible	Analógica
	Conteo de salida de cajas	Digital
Paletizadora	Velocidad de armado de paletas	Analógica
	Conteo de entrada de galones	Digital
	Conteo de salida de galones	Digital
	Conteo de salida de paletas	Digital

**Tabla 8. Definición de variables de proceso de la línea de llenado de Pinturas en Planta Latex**  
**Fuente:** María Laura Delgado Moreno (2020).

En los de diferentes PLC se tendrá un total de 19 entradas, las cuales están divididas en 10 entradas Digitales y 9 entradas analógicas, estas serán enviadas a un servidor y posteriormente podrán ser útiles en un sistema de control para la línea de llenado de pinturas en Planta Latex. Por lo tanto a cada máquina le corresponde enviar una cantidad de datos del proceso, siendo para la máquina de despaletizado las variables de cantidad de paletas desarmadas, velocidad de desarmado y

cantidad de salida de galones que saca a la línea de producción para los PLC encargados de las bandas transportadoras de la despaletizadora y la termoencogible, se necesita adquirir la variable de velocidad; en el PLC de la máquina etiquetadora le corresponde la temperatura de la cola, la cual sirve como adhesivo para las etiquetas, conteo de galones que entran y salen, además la máquina cuenta con unos discos giratorios, su función es que al entrar los galones a la máquina de etiquetado, estos caen sobre el disco giratorio, el cual los rotará en el momento le corresponda al proceso de colocación de la cola; para el PLC de la máquina llenadora se necesitan de los datos de conteo de entrada y salida, además esta máquina para surtir la pintura funciona por peso, cuando el peso llega al SetPoint establecido, esta dejará de surtir pintura y continuará su proceso, también se necesitará de la variable de velocidad del proceso de llenado de pinturas; en la máquina termoencogible se utilizará la velocidad de trabajo de la termoencogible, el conteo de las salidas de las cajas y la temperatura de trabajo de la termoencogible; por último la máquina de paletizado en donde se necesitará adquirir los datos de los conteos de entrada y salida de las cajas de galones, conteo de salida de las paletas y velocidad en la cual se están armando las paletas.

Dichas entradas conformarán el paquete de datos de los PLC, los cuales serán enviados a un servidor. Estos datos serán de gran ayuda para la optimización del proceso de llenado de pinturas, siendo vital para un sistema de control y de gran ayuda para los trabajadores de la línea de llenado, para que así se logre implementar un sistema de supervisión con el propósito de que la línea de llenado esté conectada a un sistema de transmisión de datos y los módulos PLC a una red de comunicación.

#### **5.4. Fase IV: Evaluación de la factibilidad operativa, económica, social del movimiento de condiciones operacionales y ambientales.**

Aquí debe ser evaluados factores como lo son la factibilidad operativa, la factibilidad económica y la factibilidad social del proyecto.

##### **5.4.1. Factibilidad Operativa**

Inicialmente se debe evaluar la factibilidad operativa. En este caso, tal como es presentada en la fase dos (2), la intervención a los módulos PLC de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex es necesaria para la conexión de los módulos PLC a un sistema de control, en las figuras 16 y 17, podemos observar como los módulos PLC de la línea de proceso de llenado de pinturas son adaptables para crear una red de comunicación industrial Ethernet, esto con la ayuda del convertidor IBH Link S7++. Además al disponer de los módulos PLC, únicamente se deberá realizar la configuración para la conexión a la red y adquisición de datos de los valores valiosos para los trabajadores de la línea. La línea de llenado de Planta Latex cumple un rango pequeño de normas para instalaciones de redes de comunicación industriales, sin embargo con este trabajo en estudio se logró desarrollar funciones que rigen las normas mencionadas en el Capítulo III y brinda beneficios para la reducción en los tiempos de parada de planta por desconocimiento de fallas, falta de información en las variables del proceso o evitar la obtención de datos del proceso de manera manual en la línea 1 de llenado en Planta Latex. En otras palabras, es evidente que trabajo en estudio es factible para las funciones operacionales necesarias para mantener un buen desarrollo de la producción de llenado de pinturas.

##### **5.4.2. Factibilidad Económica**

La factibilidad económica es el siguiente punto a considerar. En esta sección la única inversión económica necesaria para este tipo de proyecto es

la contratación de un empleado que posea los conocimientos básicos del entorno de desarrollo de Cisco, al igual que en AutoCAD, o la capacitación de uno para que adquiriera los conocimientos necesarios para desenvolverse en este entorno, todo esto para desarrollar y concretar las configuraciones necesarias y prudentes a los módulos PLC de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex.

Es así como, utilizando las siguientes tablas, podemos realizar un contraste de la inversión total realizada por la empresa (inversión estimada de Pasantes FUNDEI) en comparación con una inversión hipotética llevada por contratistas.

<b>Inversión estimada de Pasantes FUNDEI Febrero 2020</b>		
<b>Beneficios</b>	<b>Monto Estimado</b>	
Desayuno (diario)	Bs.S 358.900,00	\$1,85
Almuerzo (diario)	Bs.S 646.020,00	\$3,33
Total, Beneficios (diarios)	Bs.S 1.006.686,00	\$ 5,19
<b>Facturación por pasante FUNDEI.</b>	<b>Monto</b>	
Pasante Universitario (único)	Bs.S 1.115.500,00	\$ 5,75
Ayuda de Alojamiento y Manutención para pasantes. (mensual)	Bs.S 945.750,00	\$ 4,875
Total	Bs.S 2.061.250	\$ 10,625

**Tabla 9. Inversión estimada de Pasantes FUNDEI febrero 2020.**  
Fuente: CORIMON Pinturas C.A. (2020).

De esta manera, para un total de cuatro meses de desarrollo de proyecto, la inversión total realizada es de: **353,9 USD.**

Ítem	Equipo	Cant.	Precio (USD)
1	Lenovo ThinkCenter M71e PC, Intel Pentium G630 2.7GHz, 4G DDR3, 500G.	1	187.98
2	Monitor Dell SE2419Hx 23,8" IPS	1	129.00
3	Lenovo Preferred Pro II Teclado USB externo con cable	1	22.29
4	Logitech B100 Corded Mouse	1	5.99
5	Cinta métrica	1	13,75
6	Tuberías ½ pulg (122,05 mts)	1	13
<b>Total (USD)</b>			<b>372,01</b>

**Tabla 10. Estimación de precio de equipos físicos utilizados para la adecuación.**

**Fuente:** Amazon.com (2020).

Como se puede observar en la tabla 10, se definen los costos de los implementos utilizados durante el estudio del proyecto de pasantías, aportado por CORIMON Pinturas Valencia C.A.

Por otro lado es necesita una inversión de capital extra para realizar las adecuaciones necesarias, es decir que se requiere la compra de: Un Switch Cisco, un UPS o también denominado sistemas de alimentación ininterrumpida, que mantendrá energizado y protegerá al conmutador durante un apagón eléctrico por un tiempo ilimitado y además se requiere de la compra de cableado categoría 6a para la conexión de los módulos PLC a la red de comunicación.

Ítem	Equipo	Cant.	Precio (USD)
1	Cable Categoría 6a 305mts	1	410
2	IBH LINK S7++	9	3.764.83
3	UPS APC 550 VA	1	66,5
4	Cisco Catalyst 2960-X	1	1.401,26
7	Condulet	14	35
<b>Total (USD)</b>			<b>5.677,29</b>

**Tabla 11. Presupuesto de equipos a necesitar para la adaptación de los PLC a la red de comunicación.**

**Fuente:** Amazon.com (2020).

En la tabla 11 están presentes los costos en los que debe invertir CORIMON para la adaptación de los PLC para la conexión a la red de comunicaciones industriales. Estos son equipos que necesita el proyecto para su posterior implementación. Existen otros materiales como tuberías, tuercas, mano de obra, entre otras, las cuales están ya disponibles en el Departamento de Mantenimiento de CORIMON Pinturas Valencia C.A.

<b>Inversión Total de Pasantate (USD)</b>	<b>Precio (USD)</b>
Total de Beneficios diarios(60 días)	<b>311,4</b>
Total de facturación por pasante (Durante 4 meses)	<b>42,5</b>
Total de equipos utilizados	<b>372,01</b>
Total de presupuesto de equipos a necesitar para la adaptación de los PLC	<b>5.677,29</b>
<b>Total (USD)</b>	<b>6.403.2</b>

**Tabla 12. Total de inversión para la adaptación de los PLC a la red de comunicación.**  
Fuente: Maria Laura Delgado Moreno (2020)

Se puede observar en la tabla 12 el total de inversión, tanto en los beneficios del pasante, facturación del pasante y presupuesto de los equipos a necesitar para la elaboración de la adaptación de los PLC.

Mientras que la inversión del contrato de una empresa para la elaboración de una adaptación de los PLC para su conexión una red de comunicación y diseño de enrutamiento es de: **9608.46 USD.**

<b>Inversión final Pasante (USD)</b>	<b>Inversión final Contratista (USD)</b>
6.403.2 \$	9608.45 \$

**Tabla 13. Comparación de costos.**  
Fuente: Maria Laura Delgado Moreno (2020)

De esta forma, es posible poner en contraste los costos de cada una de las inversiones, donde queda en evidencia el ahorro de capital que obtuvo la empresa CORIMON Pinturas C.A al realizar la contratación de un pasante.

Actualmente los supervisores y trabajadores de mantenimiento, no cuentan con los datos de producción importantes para la revisión constante de las variables de proceso, dando como consecuencia fallas repentinas en las maquinas. Se realizo una tabla en la cual se manifiestan los beneficios que brinda este proyecto, ver tabla 14.

<b>Producción Actual</b>	<b>Perdida (%)</b>
Prevención en fallas en las maquinas	25%
Producción de galones de pintura (mensuales)	50%
Eficiencia de producción	45%
Detección de puntos críticos en la línea de procesos	5%

**Tabla 14. Estimación porcentual de la producción actual de la línea de llenado en Planta Latex.**  
Fuente: Maria Laura Delgado Moreno (2020)

Se puede evaluar en la tabla 14 descrita con los valores porcentuales que representa a la producción actual de galones de pintura de Planta Latex. Se puede observar como la medida porcentual en la prevención de fallas en las maquinas es de un 25%, siendo este un valor considerable para fallas de maquinas, este valor puede verse

reflejado en la eficiencia de producción, ya que si existen constantes fallas dando como consecuencia daños a las maquinas y posteriormente a paros de producción, dando una eficiencia por debajo del 50%. Estos valores fueron necesarios para el estudio de adaptación de la línea de llenado de pinturas para conectar los módulos PLC presentes en las maquinas a una red de comunicación, esto como iniciativa para la adquisición de variables del proceso importantes obtener con más seguridad y precisión.

Producción con la red de comunicación industrial	Perdida (%)
Prevención en fallas en las maquinas	75%
Producción de galones de pintura (mensuales)	65%
Eficiencia de producción	70%
Detección de puntos críticos en la línea de procesos	55%

**Tabla 15. Estimación porcentual de la producción con la red de comunicación industrial de la línea de llenado en Planta Latex.**

**Fuente:** Maria Laura Delgado Moreno (2020)

La línea de llenado en Planta Latex de CORIMON Pinturas se vio con la necesidad de conectar los módulos PLC a una red de comunicación industrial, dado a esto se realizaron estudios los cuales dieron como resultado positivo para la ejecución de este proyecto. Los problemas principales que presentó la línea de llenado de pinturas, fue que al no contar con una red de comunicación para los PLC, estos a su vez no podían acceder a sus datos de producción, magnitudes físicas que presentaban las maquinas, sea de temperatura, velocidad, movimiento, etc. dando como consecuencia falta de detección de los puntos críticos en la línea de procesos, eficiencia de producción, mayor producción y falta de prevención de fallas.

Luego de estos estudios pudimos concluir que al conectar los PLC a una red de comunicación industrial el más beneficiado fue la detección de puntos críticos y la prevención en las fallas de las maquinas, con un aumento del 50%, esto se debe a que al conectar los PLC a una red de comunicación, permitirá que los usuarios logren crear sistemas de supervisión para lograr observar con más detalle cada asunto. Por otro lado se obtuvo un 30% en la eficiencia de producción, ya que al aumentar y al tener más control sobre los puntos críticos y la prevención de las fallas, se disminuirá los paros de proceso, haciendo más eficiente el proceso de llenado y a su vez trayendo como secuela un aumento del 10% más en la producción.

### **5.4.3. Factibilidad Social**

En este se evalúa que tan beneficiosas pueden ser las adecuaciones que se van a llevar a cabo desde la perspectiva de los usuarios que hacen uso de esta conexión al sistema de control de la línea de llenado en Planta Latex.

Puesto que se plantea la necesidad de la supervisión como una solución para reducir los fallos repentinos de las maquinas y tiempos de parada de planta para realizar mediciones de las variables del proceso, es evidente que los empleados asignados a la supervisión del proceso de llenado de pinturas, encontraran útil la adquisición de las variables del proceso en un solo lugar, sin interrupción al proceso, por esta razón se realizó una guía para la programación de los PLC, la cual servirá como transmisión de datos y así poder tener acceso a las variables del proceso para un sistema de control. Esto reducirá los fallos inesperados de las maquinas del proceso y tiempos en búsquedas de las variables que se medían directamente de las maquinas de proceso, soluciones para la causa de las fallas inesperadas y comodidad para la factibilidad del trabajo de los supervisores en la línea de llenado de pinturas en Planta Latex.

Al respecto se puede concluir que las adecuaciones y configuraciones de los módulos PLC para la conexión a un sistema de control, ayudaran y beneficiaran a cada uno de los empleados involucrados con: la supervisión de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex y en la planificación de los trabajadores de mantenimiento.

#### **5.4.4. Factibilidad ambiental**

El diseño para la adaptación de los PLC para su posterior conexión a una red de comunicación industrial está basada en la aplicación de tecnología IIoT lo cual según la Asociación de Empresas Brasileñas de tecnología de la Información aseguran que muchas organizaciones de la cadena global de suministros están alcanzando sus objetivos de sostenibilidad a través del uso de IIoT. Más de dos tercios (67%) de los entrevistados con soluciones IIoT totalmente implantadas o en fase de prueba afirmaron que estaban alcanzando mejoras en términos de sostenibilidad ambiental.

El acceso a una conectividad confiable y resistente es esencial para que las tecnologías de las redes de comunicación industriales funcionen, permitiendo la transmisión constante de datos para optimizar las operaciones. Los éxitos reportados en la realización de los objetivos de este trabajo, fueron observados en la implementación de redes de comunicación seguras tanto para CORIMON Pinturas, como para el ambiente, dando como resultado una adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC al sistema de control de Planta Latex exitosa.

## CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo de este trabajo de pasantías, se lograron obtener conocimientos acerca de las redes de comunicaciones industriales y la transmisión de datos del automatismo para una adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los PLC a un sistema de control de Planta Latex. Desarrollando un diagnóstico en la línea de llenado, observando y estudiando sus puntos críticos, sus beneficios y fallas, previo a la intervención realizada sobre este, documentando las consecuencias que se ven reflejadas en el proceso productivo de planta como lo son:

- La falta de variables de proceso para un control más íntegro de la producción.
- Fallas en las máquinas del proceso por falta de monitorización e información del trabajo de estas máquinas.
- Carencia de registro de datos que interfieren en el proceso de las máquinas para una prevención de daños.
- Falta de una conexión por parte de los módulos PLC a la red de comunicación industrial.

Debido a estos puntos críticos presentes en la línea de llenado en Planta Latex, todas las modificaciones realizadas y planteadas en el capítulo cinco (5) “RESULTADOS”, es posible afirmar que los objetivos plasmados fueron conseguidos de manera satisfactoria, obteniendo como resultados:

- Elaboración de diseños para los diferentes enrutamientos de la red de comunicación industrial para la línea de llenado de pinturas en Planta Latex.
- Selección del enrutamiento de la red de comunicación apropiado para la línea de llenado de pinturas en Planta Latex con resultados funcionales para que la línea opere con una red de comunicación industrial.

- Comunicación TCP/IP como protocolo global de comunicación de los equipos de producción de la línea, permitiendo así la creación del enlace para la red de comunicación con el servidor.
- Diseño de esquemas de comunicación para las redes internas de los equipos de la línea con los adaptadores IBHLink S7++, conmutadores y servidores, permitiendo que la red de comunicación industrial sea viable para este proyecto.
- El diagrama de flujo de la adecuación de cada equipo PLC con los dispositivos IBHLink S7++, esto con el fin de permitir que exista una guía para la posterior configuración en el programa de los PLC con los dispositivos de adaptación IBHLink S7++, accediendo así a la instalación del IBHLink S7++ con los PLC de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex.
- El diagrama de flujo para la adquisición de datos como guía para una futura configuración en cada PLC de la línea para permitir una correcta transmisión de datos al servidor, el cual permitirá una futura visualización de los datos del proceso de llenado de pinturas y así mantener un sistema de control en la línea.

Con estos resultados se puede demostrar que con la conexión de los PLC de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex de CORIMON C.A. Valencia a una red de comunicación industrial, se logran transmitir los datos de cada proceso como despaletizado, etiquetado, llenado, termoencogible, paletizado y las variables de las bandas transportadoras de la línea de llenado para un futuro sistema de control. Permitiendo así que la planta de llenado de pinturas desarrolle funciones como internet de las cosas (IoT) y realizando tareas en áreas de la Industria 4.0, facilitando así las labores de mantenimiento, evitando daños repentinos en las máquinas y mejorando el control de producción con un registro de variables de producción.

## **RECOMENDACIONES**

- Disponer de más información acerca de los PLC de cada máquina de la línea de llenado de pinturas en Planta Latex.
- Disponer de un tiempo mayor para el desarrollo de las configuraciones.
- Se recomienda organización de cableado para las bandejas de cableado.
- Verificar los estados de los lugares en donde se encuentran los módulos PLC, ya que por falta de mantenimiento y organización puede presentar fallas
- Evitar las intervenciones continuas de interrupciones del proceso.

## REFERENCIAS

### Bibliográficas:

**Aguilar Rios, A. R. (2017).** "Automatización del sistema de llenado de bidones plásticos para el control de válvulas y de faja transportadora, para la mejora de precisión de la cantidad de bebida gasificada utilizada en la embotelladora oriental S.A.C." Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur.

**Fernando, T. S. (2015).** "Implementación de una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200 para el laboratorio de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico". Ecuador: Universidad Técnica Del Norte.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4854/1/05%20FECYT%202404%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.

**Paro, D. D. (2017).** "Diseño de red industrial Ethernet, con autómatas programables, HMI siemens y sistemas de control inteligente aplicado a sistemas mecatrónicos en entorno de realidad virtual". Pumo, Peru: Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez"

**Fernandez, M. A. (n.d.).** *La digitalizacion del mundo industrial.*  
<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/FERNANDEZ%20Y%20PAJAR%20ES.pdf>

**Fernando, T. S. (2015).** "Implementación de una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200 para el laboratorio de la carrera de

ingeniería en mantenimiento eléctrico”.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4854/1/05%20FECYT%202404%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

**Gardey, J. P. (2016, Noviembre 29).** "modulo" <https://definicion.de/modulo/>

**Guarin Hernandez, A. M. (n.d.).** "Tecnologías de Información y Comunicación"

<https://www.monografias.com/trabajos89/tics-tecnologias-informacion-y-comunicacion/tics-tecnologias-informacion-y-comunicacion.shtml>

**Crespo, A (2016, Noviembre 29).** "VLANS: Que son para que sirven".

<https://www.redeszone.net/2016/11/29/vlans-que-son-tipos-y-para-que-sirven>

**Salazar Serina, C. A. (2011, Diciembre 10).** "Buses de capo y protocolos en redes industriales".

Universidad de Manizales.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/0055/15d49a01496c3f40357fd0cdcd8b5ac6a60e.pdf>

**Arias, F (2006)** “El proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica.” (5ta Edición) Caracas, Venezuela. Episteme.

## ANEXOS

ACTIVIDAD	2019	2020						TOTAL DE MESES
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
Introducción a la estructura administrativa de la empresa.								1
Selección del tema ha estudiar.								1
Diagnosticar la situación actual de del sistema de supervisión de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos a la red de información de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.								1
Redacción del Capítulo 1								2
Redacción del Capítulo 2								2
Identificar los puntos criticos del sistema de supervisión en la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC a la red de información de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.								1
Redacción del Capítulo 3								2
Redacción del Capítulo 4								2
Entrevista y correcciones del Tomo 1								1
Elaborar un plan para la adaptación de la línea de llenado de pinturas para la conexión de los módulos PLC a la red de información de la planta de pinturas de Corimon Pinturas C.A. Valencia.								1
Evaluar la factibilidad operativa, técnica, económica y social del monitoreo de condiciones operacionales.								1
Redacción del Capítulo 5								4
Entrega Final								1

**Tabla16. Tabla de Actividades**  
Fuente: Maria Laura Delgado (2020).