



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



# Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro

## ***INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE RED ETHERNET PARA LA INDUSTRIA 4.0***

Que para obtener el Grado de:

***MAESTRO EN INGENIERÍA***

presenta:

**HERIBERTO ZÚÑIGA VÁZQUEZ**

Dirigida por:

Director: Dr. Raúl Ramírez López.

Codirector: M.C. Alejandro Salas Flores.

Asesor: Dra. Esperanza Rodríguez Morales.

Noviembre, 2022

Querétaro, Qro. **09/noviembre/2022**  
Oficio No. DEPI/282/2022

**ZUÑIGA VAZQUEZ HERIBERTO**  
**ESTUDIANTE DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA**  
**PRESENTE**

De acuerdo con el Reglamento para Exámenes Profesionales de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, se le autoriza la impresión de la Tesis, para obtener el Grado de MAESTRÍA EN INGENIERÍA, titulada:

**"INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE RED ETHERNET PARA LA INDUSTRIA 4.0"**

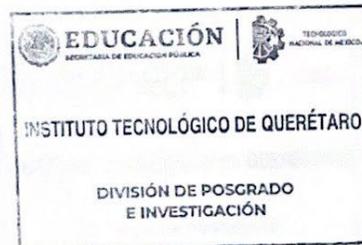
Para el correspondiente Examen de Grado.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica,  
"la tierra será como sean los hombres"*



**GABRIELA PINEDA CHACÓN**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



c.c. Coordinación Posgrado  
Archivo

Jany\*



Av. Tecnológico s/n esq. Mariano Escobedo, Col. Centro, C.P.76000, Querétaro, Querétaro.  
Plantel Centro tel. 01(442) 2274400 ext. 4421 y Plantel Norte tel. 01(442) 2435554

e-mail: [depi@queretaro.tecnm.mx](mailto:depi@queretaro.tecnm.mx)



**2022 Flores**  
Año de Magón



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Querétaro  
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Querétaro, Qro. **05/diciembre/2022**  
OFICIO No. DEPIN/306/2022  
ASUNTO: CONSTANCIA DE NO PLAGIO

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Por medio de la presente se hace constar que el trabajo de tesis con título: "**INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE RED ETHERNET PARA LA INDUSTRIA 4.0**"; ha sido revisado por medio de la herramienta de software TURNITIN, cuyo resultado se anexa a la presente y **no se ha encontrado evidencias de plagio en su realización**. El autor de dicho trabajo, estudiante de **Maestría en Ingeniería, HERIBERTO ZÚNIGA VÁZQUEZ**, es el responsable de la autenticidad y originalidad del mismo y manifiesta que para su desarrollo ha utilizado diversas citas para su soporte, mismas que han sido marcadas a lo largo del mismo y listadas al final como REFERENCIAS bibliográficas.

Se extiende la presente para la continuación del proceso de obtención del grado de Maestría en Ingeniería, y a petición del interesado.

Sin más por el momento, agradezco su disposición y valioso apoyo.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica  
La tierra será, como sean los hombres*

**GABRIELA PINEDA CHACÓN**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



ccp. Archivo

Jany\*



Av. Tecnológico s/n esq. Mariano Escobedo, Col. Centro, C.P.76000, Querétaro, Querétaro.  
Plantel Centro tel. 01(442) 2274400 ext. 4421 y Plantel Norte tel. 01(442) 2435554  
e-mail: [depin@queretaro.tecnm.mx](mailto:depin@queretaro.tecnm.mx)



**2022 Flores**  
Año de Magón  
PRESENCIA DE LA MEXICAN MILITARY

Santiago de Querétaro, Qro. 18 de noviembre de 2022.

El que suscribe, egresado de MAESTRÍA EN INGENIERÍA; de manera libre y voluntaria autorizo al Centro de Información del Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro a difundir la obra de mi autoría con el Título del trabajo INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE RED ETHERNET PARA LA INDUSTRIA 4.0 Para fines académicos, científicos y tecnológicos, mediante formato CD-ROM o digital, desde Internet, Intranet y en general cualquier formato conocido o por conocer.

Dicha obra estará disponible al estudiantado de esta Institución a partir del 28 de noviembre de 2022, fecha en la cual se puede difundir la obra.

Postulante: Heriberto Zúñiga Vázquez

No. de Control: M19141453

Correo electrónico: m19141453@itq.edu.mx

Título de la obra: INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE RED ETHERNET PARA LA INDUSTRIA 4.0

Área del conocimiento: Automatización y Sustentabilidad

Palabras clave de la obra: Industria 4.0, OT = Operation Technology; IT = Information Technology. Media Física, Cableado Estructurado.

Heriberto Zúñiga Vázquez



---

NOMBRE Y FIRMA

## Índice General

Índice General .....	V
Índice de Figuras .....	VIII
Índice de Tablas .....	IX
Acrónimos.....	X
Agradecimientos.....	XII
Dedicatoria .....	XII
Resumen .....	XIII
Abstract, keywords .....	XIV
1 Introducción.....	1
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Problemática .....	5
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivo específico.....	6
1.4.3 Meta.....	7
2 Marco Teórico.....	8
2.1 Glosario, términos y Conceptos básicos de IloT.....	8
2.2 Las Topologías de Red.....	10
2.2.1 Modelo OSI .....	10
2.3 Diseño para el medio ambiente con pautas clasificadas M.I.C.E .....	11
2.3.1 Estructurado y cableado punto a punto.....	12
2.3.2 Directrices generales de diseño de cableado.....	13
2.3.3 Requerimientos .....	14
2.4 Referencias de Normas .....	16

2.4.1	Cable Categoría 8 .....	17
2.4.2	Alta flexibilidad .....	18
2.5	Cableado fuerza y control .....	23
3	Estado del Arte .....	24
3.1	Enfocado a Marcas de proveedores de equipo de red .....	28
3.2	Estándares industriales .....	30
3.2.1	Estándares suplementarios al TIA 568 .....	30
3.3	Comprobadores de cable de red .....	34
3.4	Proveedores .....	34
4	Desarrollo .....	40
4.1	Desarrollo y Metodología .....	41
4.1.1	Procedimiento del análisis, sección Producto .....	42
4.1.2	Procedimiento del análisis, sección Producción .....	44
4.2	Descripción del entorno .....	49
4.3	Procedimiento en general .....	52
4.3.1	Capacidad de planeación .....	53
4.3.2	Preparación del diseño .....	53
4.3.3	Tipo de Instalación .....	54
4.3.4	Consideraciones del diseño .....	54
4.4	Método Preliminar .....	55
4.4.1	Obtención de información .....	55
4.5	Fases Generales De Las Tareas En el Método .....	57
4.5.1	Selección de Información .....	57
4.5.2	Comprensión del Proceso .....	58
4.5.3	Documentación de Información .....	58

4.5.4	Aspectos en la Ruta de Telecomunicaciones General.....	60
4.5.5	Condiciones Del Proyecto, Control De Calidad En Campo.....	61
4.6	Documentos de Referencia .....	62
4.7	Conexión a Tierras y puesta a tierra.....	63
4.8	Método de diseño de red.....	66
4.8.1	Canalizaciones.....	68
4.8.2	Gabinetes.....	71
4.8.3	Normas de etiquetado y manejo de datos.....	77
4.8.4	Administración y etiquetado.....	78
4.8.5	Cómo identificar cables adecuadamente según TIA-606-C.....	79
4.8.6	Enfriamiento.....	80
4.8.7	Resumen de los puntos clave del diseño de EtherNet/IP.....	80
4.8.8	Cableado dentro de los gabinetes.....	84
4.9	Diseño de método a aplicar en infraestructura.....	85
4.10	Diseño del Paquete de infraestructura física.....	86
4.10.1	Lista de verificación del Proyecto.....	87
4.11	Descripción general del diseño de infraestructura de red .....	88
5	Resultados .....	90
5.1	Conclusiones y discusiones de los resultados .....	90
6	Anexos .....	93
6.1	Referencias Bibliográficas .....	97

## Índice de Figuras

Figura 1. Inversión en Infraestructura. ....	5
Figura 2 Planos de configuración Popular PCD 1 .....	15
Figura 3 PCD Cableado punto a punto ambiente industrial.....	19
Figura 4 Cable ethernet armado .....	20
Figura 5 Arquitectura básica cables Ethernet.....	21
Figura 6 Ciclo de mejora continua para el método.....	22
Figura 7. Representación gráfica de Arquitectura Virtualizada.....	25
Figura 8. Modelo de madurez. ....	26
Figura 9 Diagrama de Flujo General.....	27
Figura 10 Resumen de análisis MICE.....	32
Figura 11 Ciclo de desarrollo Sustentable .....	40
Figura 12 Normas y Estándares. ....	41
Figura 13 Gráfico del análisis de producto.....	43
Figura 14 Gráfico Radial producto .....	43
Figura 15 Gráfico análisis producción, procesamiento.....	45
Figura 16 Gráfico análisis producción, comunicación .....	45
Figura 17 Gráfico análisis producción, conexión con otras áreas.....	46
Figura 18 Gráfico análisis producción, Infraestructura .....	46
Figura 19 Gráfico análisis producción, interfases.....	47
Figura 20 Gráfico análisis producción, eficiencia .....	47
Figura 21 Gráfico Radial Producción .....	48
Figura 22 Portada Guía ODVA .....	50
Figura 23 Calibres recomendados puesta a tierra.....	64
Figura 24 Esquema de conexión a tierra en un edificio.....	64

Figura 25 Arquitectura a detalle de tierras .....	71
Figura 26 Tipos de Armarios o gabinetes .....	73
Figura 27 Categorías de clasificación IP .....	74
Figura 28 Etiquetado del cableado .....	79
Figura 29 Gráfico del Método.....	89
Figura 30 Plantilla para levantamiento de equipos.....	93
Figura 31 Isométricos a mano alzada .....	94
Figura 32 Plantilla para Levantamientos a mano alzada Isométricos.....	95
Figura 33 Producto Académico.....	96

### **Índice de Tablas**

Tabla 1 .....	62
Tabla 2 .....	67
Tabla 3 .....	77
Tabla 4 .....	78
Tabla 5 .....	81
Tabla 6 .....	83

## **Acrónimos**

OT: Operation Technology. Tecnologías de Operación.

IT: Information Technology. Tecnologías de Información.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

ANSI: American National Standards Institute. Instituto Nacional de Estándares Americanos.

EIA: Electronic Industries Alliance. Alianza de Industrias Electrónicas.

TIA: Telecommunications Industry Association. Asociación Industrial de Telecomunicaciones.

IHS Global: Information Handling Services. Servicio de Manejo de Información.

CEO: Chief Executive Officer. Director Ejecutivo.

IoT: Internet of Things.

IIoT: Industrial Internet of Things.

ODVA: Open DeviceNet Vendor Association.

EMEA: Europe, the Middle East and Africa.

Ethernet IP: Ethernet Industrial Protocol.

(IA): Inteligencia Artificial.

SAP: Sistemas Aplicaciones y Productos.

MII: Manufacturing Integration and Intelligence.

IDC: International Data Corporation.

LAN: Local Area Network.

VLAN: Virtual Local Area Network.

MICE Mechanical, Ingress, Climatic/Chemical, Electro Magnetic.

RJ45: Registered Jack 45

PLC: Programmable Logic Controller

ISO: International Organization for Standardization.

IEC: International Electrotechnical Commission.

OSI: Open System Interconnection.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

NEC: National Electrical Code.

NFPA: National Fire Protection Association.

DIN es el Instituto Alemán de Normalización, EN es la norma europea e ISO es la Organización Internacional de Normalización. Por lo tanto, DIN EN ISO significa que la norma es reconocida en Alemania, en Europa y a nivel internacional.

UL, certificación emitida por Underwriters Laboratories,

VDMA: Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. - Mechanical Engineering Industry Association.

IZE: Industrial Zone Enclosure.

PCD: Popular Configuration Drawings,

E/S: Entradas y Salidas

CA/CC: Corriente Alterna / Corriente Directa

NEMA: National Electrical Manufacturers Association

OSHA: Occupational Safety and Health Administration

RCDD ®: Registered Communications Distribution Designer ®

ITS: information technology systems.

ICT: Information And Communications Technology.

IDF: Intermediate Distribution Frame.

## **Agradecimientos**

Agradezco a el comité tutorial y director de tesis, por su valioso tiempo en la asesoría que aportaron para el desarrollo de este trabajo, que implicó retos no usuales, derivados de la pandemia y adaptándonos a una nueva normalidad en el ámbito social, laboral y académico. Al TecNM por brindar este tipo de oferta académica distinta para apoyar a trabajadores con horarios más flexibles y costos de inscripción no tan elevados como los de otras instituciones.

También al cuerpo Directivo de la empresa de Automatización que ofreció la oportunidad de crecimiento académico a la par del ámbito laboral, que ya son más de 19 años.

## **Dedicatoria**

Dedico mis agradecimientos a familiares, colegas de trabajo, compañeros de grado, amigos, profesores que participaron de manera directa o indirecta, y que con sus recomendaciones sobre el presente trabajo se haya realizado de la mejor manera posible.

## Resumen

En este trabajo de tesis, nos enfocaremos a un sistema de un proceso industrial, en el cual, es necesario medir variables de equipos involucrados en la fabricación de un producto, y con la aplicación de tecnologías avanzadas en software, es posible gestionar los aspectos más importantes de negocio en una empresa de manera integrada. El propósito de este texto es realizar una guía de pasos o tareas que ayude en la implementación de una infraestructura de red en áreas productivas, que den valor agregado a productos de consumo. Se incluirán recomendaciones o requerimientos para emplear el uso de herramientas tecnológicas en la implementación exclusivamente de la red.

En líneas de producción, que está conformada por equipos, los cuales dan valor agregado a productos de consumo.

Equipos integrados en un proceso de llenado, alimentados de insumos o materias primas, que, durante el proceso, a través de esta Línea, van conformando el producto que se destinará a la venta, como un bien de consumo.

Áreas de proceso de llenado de productos, que ya trabajan de manera automática, y en algunos casos, ya tiene enlace básico para intercambio de información.

Palabras clave:

Industria 4.0, OT = Operation Technology; IT = Information Technology. Media Física, Cableado Estructurado.

## **Abstract, keywords**

*In this thesis work, we will focus on a system of an industrial process, in which it is necessary to measure variables of equipment involved in the manufacture of a product, and with the application of advanced technologies in software, it is possible to manage the most important business in a company in an integrated way. The purpose of this text is to carry out a guide of steps or tasks that helps in the implementation of a network infrastructure in productive areas, which give added value to consumer products. Recommendations or requirements will be included to employ the use of technological tools in the implementation exclusively of the network.*

*In production lines, which is made up of equipment, which gives added value to consumer products.*

*Equipment integrated in a filling process, fed with supplies or raw materials, which, during the process, through this Line, make up the product that will be sold, as a consumer good.*

*Product filling process areas, which already work automatically, and in some cases, already have a basic link for information exchange.*

*Keywords:*

*Industry 4.0, OT = Operation Technology; IT = Information Technology. Physical Media, Structured Cabling.*

# 1 Introducción

Esta sección del trabajo muestra las consideraciones de la problemática, antecedentes, objetivos y metas para comprender y aplicar el desarrollo requerido en este trabajo, se mencionan temas de importancia en el ámbito del Cableado Estructurado y Redes de Datos y todas las consideraciones generales que se aplican en los proyectos a nivel industrial.

El diseño de una red Ethernet estandarizada, tiene el objetivo de emplearse con tecnologías avanzadas y convencionales, que también se usan en la Industria 4.0, la cual, es tendencia en Innovación al aplicarse en procesos industriales, particularmente en sus tareas administrativas y de producción, y es parte de la investigación y desarrollo de toda empresa que desea seguir vigente en el mercado.

Todas estas variables son referentes para una medición del rendimiento que se tiene de la producción en específico del producto que se elabora. Los datos recabados son, tradicionalmente de manera escrita, a través de reportes que son llenados por los operadores, presentándose en ocasiones en los reportes falta de datos u omisiones. Identificar estos datos y compartirlos en la llamada Big Data, o analizadores de información de la llamada industria 4.0 se ven potencializados a poder tener un avance tecnológico significativo al emplearlos.

La Ley de Pareto, es una herramienta de calidad, esta plantea “que en cualquier negocio o industria pocos elementos son vitales, mientras que la gran mayoría no lo son”. Para enfatizar que las variables en un buen diseño repercuten en el resultado final de la instalación o infraestructura que resulte. Esta analogía también se conoce como Ley 20 – 80, donde se establece que el 20% de las causas (o variables) es la que provoca el 80 % de las complicaciones. Hay que identificar el 20% de los puntos que más influyen en los resultados, son quienes provocan el 80% de los problemas. (Bonet Borjas, 2005).

En una instalación de Red, comparándola con la ley de Pareto, las fallas que se presentan en dicha red en la industria son causas el 80% del total de los problemas que se presenten, lo que crea una gran oportunidad en este punto. Debe tenerse en cuenta que la vida de esta infraestructura se considera por arriba de los 20 años.

## 1.1 Antecedentes

La definición de Industria 4.0 es una nueva etapa en la historia de la revolución industrial que se centra en gran parte con los conceptos de: la conectividad, la automatización, el proceso automatizado y manejo de información en tiempo real. Otros términos empleados son: IloT (Internet Industrial de las cosas), o manufactura inteligente, integración de datos de producción y operaciones físicas con tecnología digital inteligente, adiestramiento automatizado y Big Data que sirve de herramienta para tener un entorno más completo y mejor conectado con las empresas que se dedican a la fabricación y la administración de la cadena de valor de bienes. Si todas las empresas y organizaciones que trabajan hoy son distintas, todas sufren similares desafíos, el requerimiento de conectividad y acceso a información en tiempo real a todos los procesos, accionistas, bienes e individuos. (Roldán, 2017).

En los años recientes, ha surgido un concepto llamado la cuarta revolución industrial, también conocida como Industria 4.0, esta definición hace énfasis en el uso de tecnología digital de años recientes y se emplea a un nivel innovador con la interconectividad de sensores o instrumentos a través del Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), el disponer información al instante y el con el uso de sistemas virtuales. La Industria 4.0 se utiliza de manera más integral, interconectada y global en la manufactura. Enlaza lo físico de manera congruente con lo digital y permite un mejor trabajo y acceso em todas las áreas, accionistas, proveedores, bienes y personas. La Industria 4.0 fortalece a los directivos de las empresas para controlar e interpretar mejor todos los detalles de su proceso y les permite producir información al momento para aumentar la productividad, eficientar los procesos e impulsar el desarrollo de la industria a que se aplicará. (Epicor, 2019).

## 1.2 Justificación

La falta de un plan que muestre un diseño de red ocasiona que se proponga implementar con tecnologías dentro del marco de la *industria 4.0* en México, provocando que existan pérdidas de tiempo y recursos en la puesta en marcha de esta tecnología. A su vez, esto ocasiona desconfianza de quienes utilizan los sistemas automatizados, y se verá reflejado en ventajas competitivas de los adversarios (otros contratistas instaladores) la experiencia que tengan confianza con los clientes al realizar la toma de decisiones de su inversión aplicada en la infraestructura de red.

En el mundo los CEO de las empresas y los gobiernos que tienen una visión a futuro, perciben la falta de inversión y que el objetivo es impulsar a sus industrias para aprovechar la tecnología creada por el internet de las cosas, con el objetivo de optimizar sus procesos, aumentar su eficiencia, e incentivar la innovación en sus etapas de manufactura.

En un estudio reciente de IHS Global e IMS Research, se pronostica que todos los días se conectan 160,000 nodos Ethernet industriales.

Consideran que con el Internet de las cosas (IoT) se enlacen 50 mil millones de dispositivos para 2022. (Evans, 2011).

En la industria de la manufactura, el aumento de dispositivos está ofreciendo información más relevante de los procesos y otros enfoques para mejorar la calidad, la productividad, la eficiencia y la seguridad.

Al tomar en cuenta las nuevas oportunidades hay nuevos desafíos. La demanda de almacenar y examinar información de producción en tiempo real está promoviendo la necesidad de que los manufactureros conviertan a algún estándar común sus redes industriales y empresariales, que históricamente son distintas, llegando a estar de acuerdo en una única arquitectura de red. El nivel de capa física será confiable y bien diseñado, base de la infraestructura, conocida como el "tejido de la red", sirve como una base crítica y se considera como una ventaja comercial estratégica para los fabricantes con perspectiva de futuro que buscan diferenciarse de la competencia.

El 80 por ciento del tiempo de inactividad de la red se atribuye a las conexiones de la capa física, estima Sage Research.

También representa un importante referente en la forma en que los fabricantes diseñan, instalan y mantienen redes industriales. El enfoque tradicional de utilizar redes separadas entre Tecnología de la Información (TI) y Tecnología de Operaciones (OT) impide una conectividad perfecta y es un limitante e inseguro sistema para ser una opción usada correctamente. En cambio, la industria requiere una única arquitectura de red estandarizada, implementada sobre una sola estructura de red física que utilice todo el protocolo de Internet y la defensa de seguridad a profundidad.

El desarrollo de una conectividad requerida y el análisis de grandes cantidades de información en toda la planta hasta la empresa representa un cambio importante en como los fabricantes diseñan, instalan y mantienen las redes industriales.

Es posible que los cables comerciales disponibles en el mercado no cumplan con los requisitos de rendimiento de la industria. Las cubiertas de los cables y el aislamiento de los conductores pueden dañarse fácilmente a temperaturas extremas.

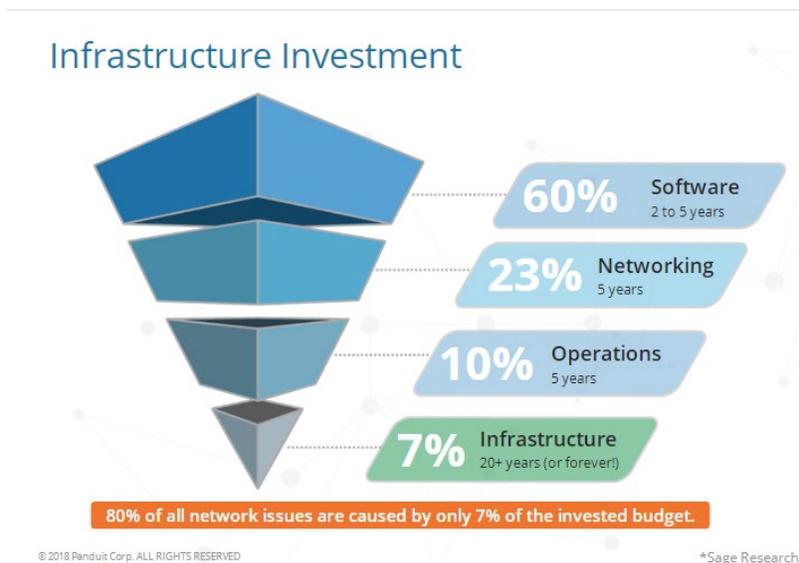
La recomendación más lógica es utilizar herramientas profesionales, que sean publicadas por asociaciones que desarrollan estándares, como es el Manual de instalación y planificación de la media de ODVA.

Los fabricantes líderes en redes están diseñando su estructura de manera deliberada y proactiva para respaldar sus objetivos de rendimiento. Un estudio de Aberdeen Group encontró que los mejores fabricantes de su clase tienen más probabilidades de construir confiabilidad en la capa física de la red, usar aplicaciones y dispositivos de administración de red y usar una estrategia de cableado alineada con la arquitectura de redes industriales que los de desempeño promedio y aquellos que se quedan atrás. (PANDUIT CORP, 2017).

### 1.3 Problemática

Realizar la instalación de tecnologías de punta sin analizar ni diseñar adecuadamente su infraestructura en la implementación de una Red, los problemas que se detectan en los enlaces de comunicaciones son el 80% del total de fallas documentados, motivo por el cual, es importante diseñar la “Columna Vertebral” de una Red en una nave Industrial, (esta actividad se muestra en la Figura 1) que cumpla con características importantes, como que sea Robusta para soportar la implementación de IoT, Industria 4.0, tecnología avanzada, herramientas de análisis y administrativas. Este diseño debe tener la aprobación con los administradores de Redes de Oficina y los de Redes Operativas, para que sea conforme a las políticas, requerimientos y estándares empresariales dentro de la organización.

La instalación tradicional de IT (tecnologías de Información), que se lleva a cabo en las empresas, por lo general se realiza en lugares de trabajo con escritorios, estas prácticas de instalación se ponen en práctica en ambientes industriales, dejando mucho que desear en la calidad de la instalación. Siendo esto un impedimento para la utilización de nuevas tecnologías.



**Figura 1. Inversión en Infraestructura.**

*Nota: Fuente: (Panduit Corp., 2018) Sage Reserch*

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar una metodología, en la que se consideren todos los pasos y recomendaciones, para llevar a cabo un análisis eficaz, identificando los entornos ambientales, y los requerimientos en particular del diseño de una infraestructura de red Ethernet. Que sean parte de un paquete tecnológico, con especificaciones y propuestas factibles, acorde a presupuesto y recursos del cliente.

### **1.4.2 Objetivo específico**

- A. Aplicar y cumplir las normas vigentes y estándares para manejo de herramientas y material para una correcta instalación de cableado estructurado.
  
- B. Estandarizar las documentaciones donde se apliquen los conocimientos para especificar una instalación de sistema de cableado estructurado, desde sus primeros pasos hasta la finalización de este.
  
- C. Realizar todos los trabajos de Ingeniería de detalle nuevos en la empresa, con toda la información relevante y necesaria para la especificación del paquete tecnológico ya con estas características.

### 1.4.3 Meta

Implementar el uso de la metodología del diseño de una red, en una línea de llenado, (o proceso industrial), en el transcurso del semestre próximo (enero a junio 2023). “En todos los nuevos proyectos que se generen en la empresa “X” de automatización.”

- a) Agregar las certificaciones que emite el hardware de prueba de los cableados instalados. Acorde a los requerimientos y calibraciones del CENAM. 2 semanas antes de la finalización o fecha compromiso de entrega del paquete tecnológico.
- b) Recopilar los estándares y normas de manera física, como material de capacitación y evidencia de certificaciones. De manera inmediata ya contar con el acervo bibliográfico.
- c) Permanecer vigente en el padrón de proveedores de diseño, supervisión e instalador de infraestructura. Aplicarse a la brevedad en todos los proyectos que se lleven a cabo. De manera inmediata aplicar esta metodología. Monitorear las páginas del fabricante para estar vigente en su padrón de diseñadores e instaladores de redes.

## **2 Marco Teórico**

Este capítulo muestra material seleccionado y consideraciones de conocimiento teórico que se necesita, para entender y aplicar el desarrollo de este trabajo, que lo considero de tipo diagnóstico, se encuentran temas de importancia en el ámbito del Cableado Estructurado y Redes de Datos que se utilizarán como base para las demás partes de esta tesis.

### **2.1 Glosario, términos y Conceptos básicos de IIoT**

Son muchos los conocimientos y terminología que se usan con el IIoT y la Industria 4.0, pero hay conceptos y definiciones básicas que se deben tener en cuenta antes de elegir si quiere emplear tecnología en la Industria 4.0 para cualquier empresa y sobre todo, entender y tener claro lo que se implementará en el proyecto. A continuación, se definen este tipo de conceptos más empleados:

(ERP): Planificación de Recursos Empresariales: son herramientas de software y hardware para la Administración de Procesos de Negocios que se pueden utilizar para administrar la información dentro de una empresa.

IIoT: significa Internet Industrial de las Cosas, se refiere a las conexiones entre individuos, información y equipos en el proceso de la manufactura y el internet.

Big Data: son recursos de datos estructurados o no organizados que pueden recopilarse, almacenarse, organizarse y analizarse para revelar patrones, tendencias, asociaciones y oportunidades.

Inteligencia artificial (IA): capacidad de las computadoras para realizar tareas y tomar decisiones que, históricamente, necesitarían algún nivel de inteligencia humana.

M2M: significa máquina a máquina y hace referencia a la comunicación entre dos máquinas separadas a través de redes inalámbricas o cableadas.

Digitalización: hace referencia al proceso de recolectar y convertir diferentes tipos de información en un formato digital.

Fábrica inteligente: es una fábrica que invierte y se beneficia de la tecnología, las soluciones y los enfoques de la Industria 4.0.

SAP: Manufacturing Integration and Intelligence (SAP MII) Sistemas Aplicaciones y Productos, permite integrar las plantas de producción con los sistemas empresariales y desplegar información integrada a todos los empleados. (Epicor, 2019).

De todos los requisitos mínimos en el diseño redes que se deben cumplir, a continuación, enlisto el principal:

El estándar de la IEEE 802.3 y ANSI-EIA / TIA 568 que trata sobre el cableado que se usa en las telecomunicaciones, está protocolizado para emplearse en edificios comerciales. El propósito de este estándar es:

- Ser universal, en relación con los servicios que incluyan y a una diversidad de líderes desarrolladores de tecnología.
- Ser base para el desarrollo y uso de más estándares de comunicaciones para gestionar conectividad (imagen, audio, datos, redes alámbricas, redes inalámbricas).
- Sugerir las características y parámetros que permitan lograr que toda la infraestructura (cableado de un edificio), desde que se tenga el plano de la obra civil, antes que se use la construcción.

Una Línea de producción es compuesta por equipos que hacen tareas específicas, los cuales trabajan de forma automatizada para añadir componentes al producto que se elabora, para manufacturar un producto final. Durante el tiempo de producción de cada máquina hay eventos que reflejan los procedimientos, que son medibles y realizar un historial de estas variables. Los obreros que operan las máquinas, al terminar su horario de trabajo, realizan una minuta con los incidentes que tuvieron durante el turno de producción, estas serían:

- Paros por falta de insumos.
- Alarmas y fallas de la maquinaria.
- Paro por falta de personal u horario de comida.
- Paros por mantenimiento.
- Incidentes generales, etc.

## **2.2 Las Topologías de Red**

Los cuatro tipos teóricos de topologías de red son: Topología en bus, Topología en anillo, Topología en estrella, Topología en malla. Teniendo estos conceptos al momento de realizar el análisis, es fundamental considerar y entender lo que se planea en una arquitectura lógica y de red.

### **2.2.1 Modelo OSI**

El modelo OSI (Open System Interconnection) empleado en una red, es un modelo documentado por la ISO (International Organization for Standardization), en donde separa las funciones de la comunicación de forma que cada una participa con la anterior, son en total 7 capas. (Gallego, 2015)

Nivel 1 “Precisa las especificaciones eléctricas, mecánicas y funcionales de todos los equipos que intervienen en el proceso de comunicación”, este nivel es considerado la capa Física.

El segundo Nivel se llama Conexión de Datos, consiste en el intercambio de paquetes de datos, a su vez localiza y modifica fallas en el proceso de la conexión de Datos. La clave que ubica a el dispositivo de comunicación del sistema (ubicación MAC) es de carácter importante.

El tercer estrato de Red tiene la tarea de guiar los paquetes de información entre los distintos niveles de la topología de red local o a una red distinta a la que tenga acceso, se encuentren ligadas físicamente o de manera indirecta. En este nivel cada nodo tiene un código lógico llamado dirección IP. (Gallego, 2015).

La Capa 4 llamada Transporte es la encargada de segmentar las diferentes cadenas de datos a transmitir llamadas segmentos y transportarlas de una entidad hacia otra, todo esto con la independencia del tipo de red que se esté utilizando. (Gallego, 2015).

La Capa 5 denominada de Sesión tiene la misión de controlar el enlace que se hayan enviado en el nivel anterior entre los dos nodos que se comunican, así como de mantenerlo o restablecerlo en el caso de que la transmisión de información se pierda. (Gallego, 2015).

El nivel 6 conocido como de Presentación realiza la tarea de mostrar los datos que se hayan enviado individualmente del protocolo usado. Se presta más atención a los datos que se envían que al proceso de comunicación de esta en sí. (Gallego, 2015). “La Capa Aplicación proporciona el acceso a los servicios propios de cada una de las capas anteriores, así como también establece los diferentes protocolos que se utilizaran para el intercambio información”. (Gallego, 2015).

### **2.3 Diseño para el medio ambiente con pautas clasificadas M.I.C.E**

El diseño para el ambiente de fábrica requiere un conocimiento a profundidad de los estándares de la industria para garantizar que la infraestructura sea compatible con diversos entornos en la planta. Deben considerarse golpes y vibraciones, contacto de agua o polvo, temperatura, áreas de lavado, exposición a ácidos o mezclas de aceites y ruido electromagnético al seleccionar soluciones para soportar estos entornos hostiles.

Las clasificaciones y clasificaciones ambientales basadas en atributos mecánicos, de ingreso, climáticos / químicos, electromagnéticos (MICE) proporcionan un método para clasificar las clases ambientales requeridas para cada una de las áreas industriales y se clasifican como 1 = bajo, 2 = medio y 3 = alto.

Ya sea que esté diseñando para el piso de la fábrica, el área de trabajo o la isla de automatización, Panduit ofrece soluciones que cumplen con las pautas TIA-1005-A M.I.C.E. Esta La guía de selección proporciona al diseñador de infraestructura física industrial información detallada de M.I.C.E sobre cada uno de los productos de red de Panduit considerado en entornos industriales. Para una oferta ampliada de piezas de nivel 1 que pueden usarse en su red industrial.

Los estándares **EIA/TIA-568-B** tratan sobre el cableado comercial para productos y servicios de telecomunicaciones.

Estos estándares se publicaron en 2001. Sustituyen a estándares TIA/EIA-568-A que ya son obsoletos. Y seguirán actualizándose con el paso de los años. De acuerdo con las asociaciones de estándares.

### **2.3.1 Estructurado y cableado punto a punto**

El cableado estructurado, o topología de zona, toma en consideración el medio ambiente.

Uso de fibra óptica entre *switches*

- Ancho de banda
- Densidad en puertos
- Distancia
- Características físicas
- Manejabilidad

Hay tres categorías de conductores para el cableado en cualquier instalación de fabricación.

- La categoría uno consiste en líneas de corriente alterna,  
E/S CA digital de alta potencia, E/S de CC digital de alta potencia y  
Conexiones de potencia (conductores) de accionamientos de motor a motores.
- La categoría dos consiste en  
líneas de E/S analógicas,  
líneas de corriente continua para dispositivos analógicos,

líneas de E/S digitales de CA/CC de baja potencia,

líneas de E/S digitales de baja potencia, y

Ethernet/IP.

- La categoría tres generalmente incluye líneas de alimentación de CC de bajo voltaje y
- cables de comunicación entre los componentes del sistema dentro del mismo gabinete.

### **2.3.2 Directrices generales de diseño de cableado**

Se deben seguir las siguientes pautas para cablear todos los cables EtherNet/IP:

Si un cable EtherNet/IP debe cruzar líneas eléctricas, debe hacerlo en ángulo recto.

El cableado EtherNet/IP debe tenderse a una distancia mínima de 1,5 metros (5 pies) de las conexiones de alto voltaje.

Recintos o fuentes de radiación de radiofrecuencia (RF)/microondas.

Si el cable EtherNet/IP pasa por un conducto o canaleta metálica, cada sección del paso de cables o conducto debe estar unido a cada sección adyacente para que tenga continuidad eléctrica en toda su longitud. También debe estar unido al recinto en la entrada punto.

Para obtener más información sobre las pautas generales de cableado, consulte Cableado y puesta a tierra de automatización industrial Guidelines<sup>18</sup> y la publicación de la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones ANSI/TIA/EIA-607.

### 2.3.3 Requerimientos

#### 1.- Reconocer los Procesos

Identificar las actividades de la empresa, después, organizar los tipos de procesos:

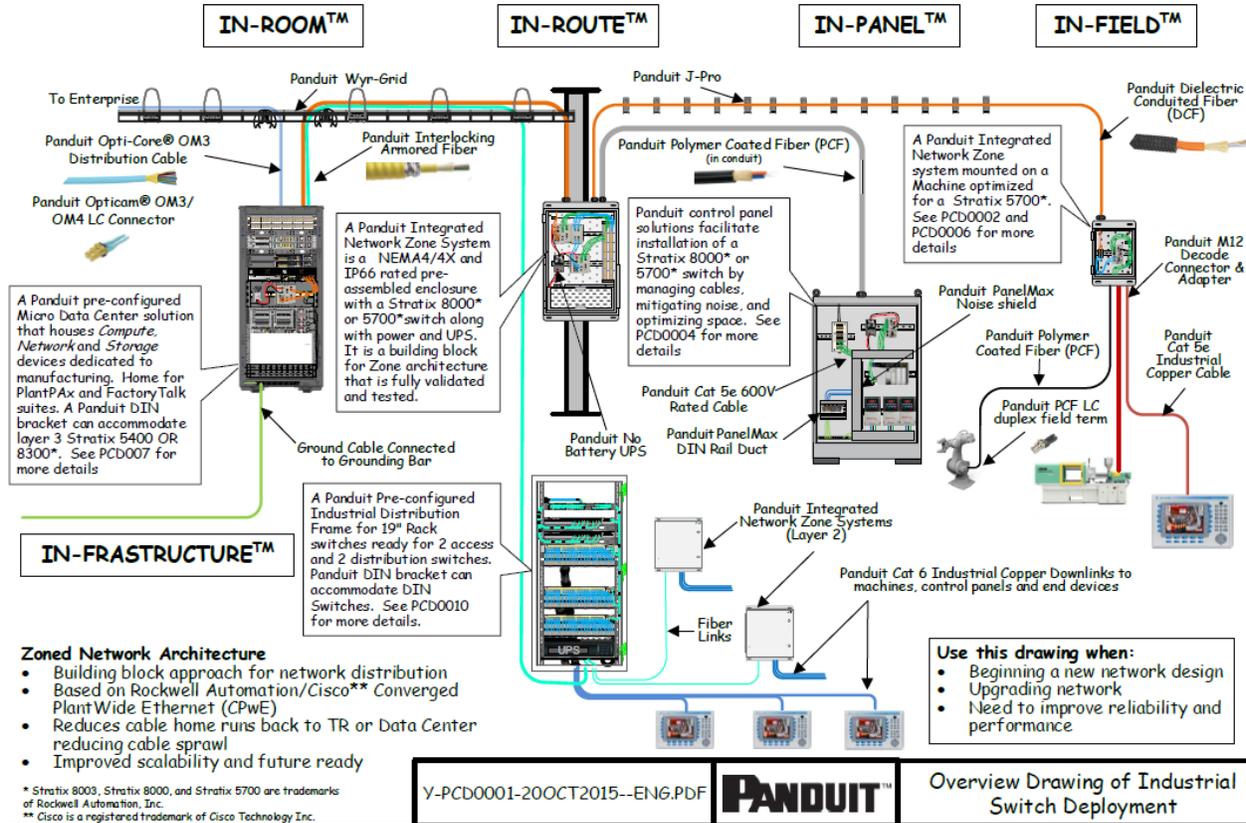
- Proceso de Estrategia.
- Procesos de Mercado.
- Procesos de Soporte.
  
- **Proceso:** Conjunto de actividades relacionadas que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- **Proceso de Estrategia:** Procesos que sustentan la estrategia organizacional e interesan a la plantilla en su totalidad. Son procesos para definir y controlar las metas de la empresa, sus políticas y estrategias. Permiten llevar a buen puerto a la organización.
- **Proceso de Mercado:** Definiciones se presentan a continuación:

“Un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (Norma Internacional ISO 9000, 2005).

“Un conjunto estructurado, medible de actividades diseñadas para producir un producto especificado, para un cliente o mercado específico. Implica un fuerte énfasis en CÓMO se ejecuta el trabajo dentro de la organización, en contraste con el énfasis en el QUÉ, característico de la focalización en el producto” (Davenport, 1993).

Las definiciones permiten entender de forma eficiente cómo alcanzar los resultados esperados, considerando en cada una de las actividades relacionadas, la posibilidad de mejorar e implementar algún plan. De manera tal, que las modificaciones logren dar valor al proceso y por consiguiente los objetivos planteados.

A typical industrial network deployment encompasses Panduit 5 "IN" solutions.  
 A Stratix switch can be deployed in a Micro Data Center, Zone Enclosure, Industrial Distribution Frame, Control Panel or On Machine



**Figura 2 Planos de configuración Popular PCD 1**

Nota: Fuente: (Network Infrastructure Catalog NCCB106-SA-ENG Panduit, 2022)

### Planos de configuración popular

Los planos de configuración popular (Popular Configuration Drawings, PCD) muestran diseños típicos de automatización industrial. Los siguientes ejemplos incluyen una lista de materiales y soluciones de prácticas recomendadas con consideraciones de diseño ejemplificadas. Consulte estos planos al mejorar una red existente o comenzar el diseño de una nueva red para mejorar su confiabilidad y rendimiento. Ejemplo es la figura 2, que es un material tipo "Resumen" que sirve de apoyo en el lugar de trabajo.

Los procesos representan el hacer de la organización, se trata de una cadena de acciones realizadas por un conjunto de personas que pertenecen a diferentes áreas funcionales y que tienen como misión coordinarse para llevar a cabo un objetivo común (Bravo, 2009).

## **2.4 Referencias de Normas**

Diseñar, fabricar, probar e instalar redes de cableado de telecomunicaciones según los requisitos del fabricante y de acuerdo con la última revisión de la NFPA-70 (National Electrical Code®), los códigos estatales, los códigos locales, los requisitos de las autoridades que tienen jurisdicción y las siguientes normas incluidas las revisiones, los apéndices y los boletines de servicio técnico (TSB) más recientes que se hayan publicado:

1. ANSI / NECA / BICSI-568-2006 - Norma para la implementación de cableado para telecomunicaciones en edificios corporativos u oficinas.
2. ANSI / NECA / BICSI 607-2011 - Norma para métodos de planificación e instalación de conexiones a tierra y conexiones de telecomunicaciones para naves comerciales.

### Requisitos ambientales del proyecto

#### Seguridad sísmica

- Observe los medios de soporte mecánicos y eléctricos de todo el equipo instalado según se requiera para la zona de peligro sísmico para esta instalación: Disposiciones recomendadas para regulaciones sísmicas para edificios nuevos y otras estructuras. Consulte también los códigos de construcción locales aplicables.
- Todos los bastidores de equipos deben estar anclados con anclajes adecuados para cumplir con las normas de seguridad.
- Accesorios de seguridad apropiados según se requiera para el montaje de dispositivos en el techo.
- Aislamiento de golpes y / o vibraciones de equipos o accesorios, según sea necesario.

## Seguridad del cable de fibra óptica

- Las siguientes advertencias deben colocarse en el lugar de trabajo: ADVERTENCIA: EL DAÑO PERMANENTE EN LOS OJOS PUEDE RESULTAR DE MIRAR DIRECTAMENTE A UN HAZ DE LUZ GENERADO POR UNA FUENTE DE LED O LÁSER O AL EXTREMO DE UNA FIBRA DE CABLE CONECTADA A UNA DE ESTAS FUENTES. PRECAUCIÓN: LA LUZ GENERADA POR ESTAS FUENTES PUEDE NO SER VISIBLE, SIN EMBARGO, PERMANECE PELIGROSA PARA LOS OJOS. BUSQUE ETIQUETAS DE ADVERTENCIA EN LOS DISPOSITIVOS FUENTE.
- Observe todas las señales de advertencia en el equipo y todas las indicaciones de seguridad escritas en el manual de instrucciones o en el manual técnico del equipo.
- Siempre manipule el cable con cuidado para evitar lesiones personales. Se debe tener cuidado con las fibras individuales para evitar lesiones en los ojos o la penetración de las fibras en la piel.

Los productos aplicables deberán cumplir con las restricciones de materiales de las directivas europeas sobre la restricción de sustancias peligrosas (RoHS; 2002/95 / EC) y equipos eléctricos y electrónicos de desecho (WEEE; 2002/96 / EC).

## Condiciones existentes

- Verificar todas las condiciones del sitio del proyecto aplicables al Trabajo de esta Sección. Notifique al Arquitecto por escrito sobre cualquier discrepancia, conflicto u omisión antes de la apertura de la oferta. De lo contrario, corríjalos sin costo adicional para el Propietario.

### **2.4.1 Cable Categoría 8**

El cableado categoría 8 está diseñado para funcionar a 2 GHz y quien no esté familiarizado con la instalación y comprobación de cable blindado, tendrá desventajas competitivas. La buena noticia para los instaladores es que los productos de la categoría 8 utilizarán el conector RJ45 muy popular en este protocolo de comunicación. Aunque la aplicación está destinada a ser un enlace permanente de 24 metros con dos cables de equipo de 3 metros en cada extremo, la

norma también incluirá algunos factores de reducción de potencia para cables de equipo con diferentes calibres.

- Es necesario comprobar el sistema de cableado en campo. Para realizar esta tarea se usa el estándar ANSI / TIA-1183-1 en donde se precisa los métodos de medición para pruebas de laboratorio de Categoría 8, y estos sean aprobados. Eso abrió el camino para los estándares de pruebas de campo de la categoría 8. Los estándares TIA-1152 existentes para las pruebas de campo, admiten la serie de estándares TIA 568 y además, han agregado la versión 1152-A en pruebas de campo 2G: el 2G se refiere a la precisión y fue llamado como tal debido a la necesidad de probar la categoría 8 a 2 GHz.

- Si se está familiarizado con los niveles de precisión para categorías anteriores de cable (es decir, Nivel III para Categoría 6 y Nivel IIIE para la Categoría 6A), puede que se pregunte por qué el siguiente nivel no es el Nivel IV. Esto se debe a que los niveles de precisión de Nivel IV y Nivel V ya existen dentro de los estándares ISO / IEC para cableado de Clase F y Clase FA. TIA-1152-A fue aprobado para su publicación a finales de 2016. (FLuke Networks, 2020).

## **2.4.2 Alta flexibilidad**

Por lo general, los cables Ethernet están contruidos con conductores de cobre sólido de calibre 24, que no son adecuados para Maquinaria en constante movimiento, como robots. Las aplicaciones de alta flexión requieren un conductor de tipo trenzado construcción para prolongar la vida útil de un cable en aplicaciones de flexión. También tenga en cuenta que los cables de alta flexibilidad están clasificados diferente según el tipo de flexión a la que estarán expuestos. Cable de arrastre o “C Track”.

Las aplicaciones requieren diferentes cables que las aplicaciones donde los cables están expuestos a una parte posterior y continua, adelante, o tipo de flexión “tic-tac”. Otras tecnologías que pueden reemplazar el cableado en estas aplicaciones incluyen comunicaciones inalámbricas e infrarrojas (IR).

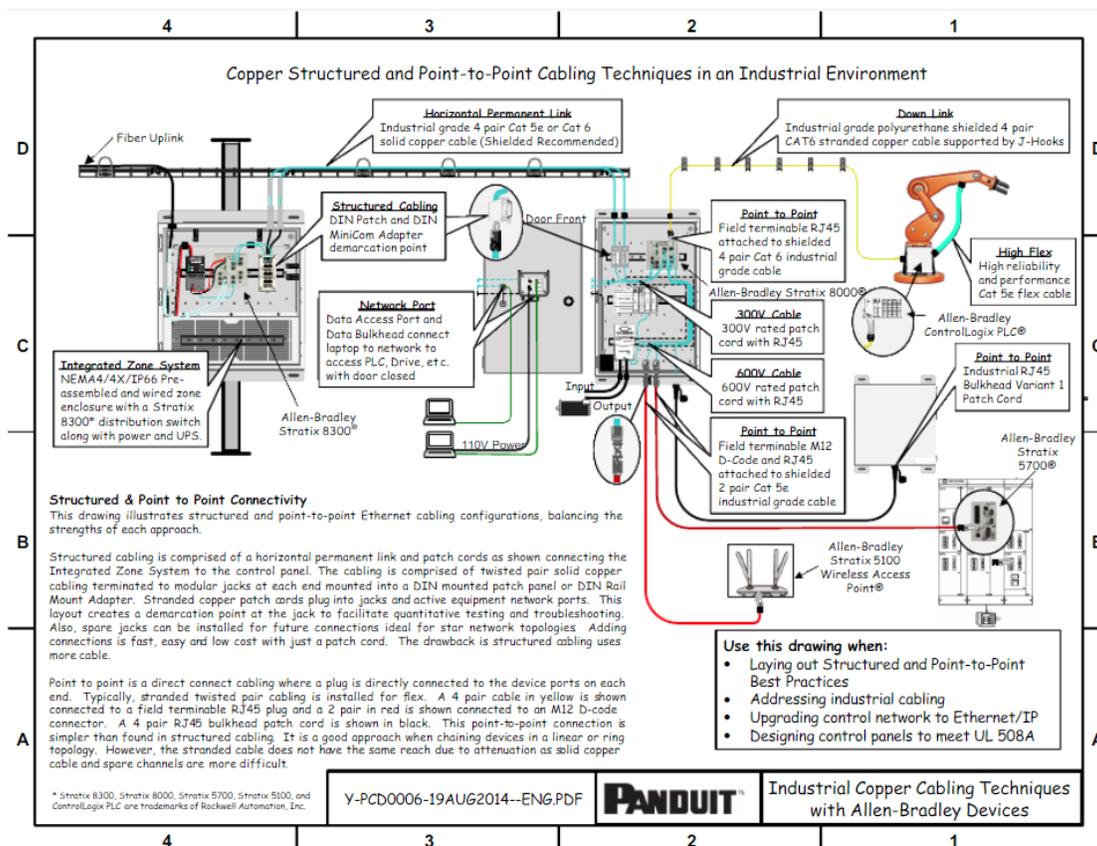
## Temperatura ambiente

La temperatura ambiente del entorno debe tenerse en cuenta al especificar los cables y conectores.

Para ser instalado. Algunos cables Ethernet no pueden sobrevivir o no funcionarán según las especificaciones en extremo temperaturas frías y calientes de algunos entornos industriales.

Consideraciones de rendimiento: la necesidad de conmutadores.

La gestión del tráfico de red implica saber qué hardware aplicar, como un conmutador frente a un enrutador. Eso también requiere la segmentación lógica de la red. El uso de LAN virtuales (VLAN), por ejemplo, puede ser en comparación con asignar un carril en una carretera solo para camiones. Finalmente, al igual que un sistema de autopistas da prioridad a los vehículos de emergencia, se debe priorizar el tráfico de la red. El objetivo es utilizar varios mecanismos para asegurar que la mensajería crítica que atraviesa la red siempre tendrá suficientes recursos para garantía de que llegará—y llegará a tiempo.



**Figura 3 PCD Cableado punto a punto ambiente industrial**

Nota: Fuente: (Network Infrastructure Catalog NCCB106-SA-ENG Panduit, 2022)

La figura 3 es un material tipo “Resumen” que sirve de apoyo en el lugar de trabajo. Los planos de configuración popular (Popular Configuration Drawings, PCD) muestran diseños típicos de automatización industrial. Incluyen una lista de materiales y de soluciones prácticas recomendadas en consideraciones de diseño ejemplificadas.

## BOBINA DE CABLE F/UTP CATEGORÍA 6A



### BACKBONE ENLACE PERMANENTE

La **solución blindada tipo F/UTP**, cuenta con un blindaje global de lámina de aluminio, para proteger los pares de cobre. Permite una excelente protección contra interferencias electromagnéticas, además, el blindaje reduce significativamente la diafonía de los extremos, cercano y lejano, entre cables adyacentes.

Diseñado para aplicaciones de gran ancho de banda y velocidad, para transmisión de voz, datos y video.

Garantiza un excelente rendimiento de transmisión, cumpliendo los parámetros del estándar TIA-568.2-D, además de contar con excelentes características eléctricas, mecánicas y físicas.

### CARACTERÍSTICAS

- Para instalaciones certificables.
- Grado de flamabilidad CMR, disponible en CMP y LSZH.
- Conductor sólido 23AWG.
- Diámetro 8.2 mm
- Longitud de 305m



### ESTRUCTURA DEL CABLE

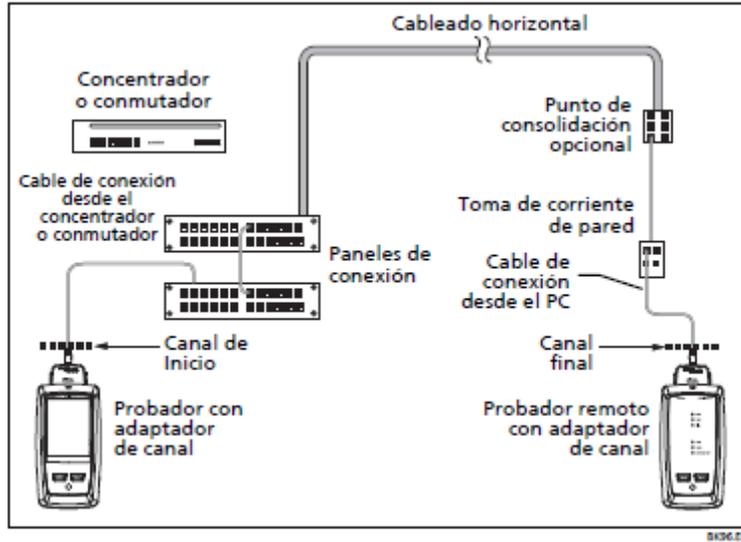
- 1 Conductor
- 2 Aislamiento HDPE
- 3 Relleno
- 4 Lámina de aluminio
- 5 Cubierta interna
- 6 Hilo drenado
- 7 Hilo de apertura
- 8 Cubierta externa



**Figura 4 Cable ethernet armado**

Nota: Fuente: (Cableado estructurado Fibremex, 2021)

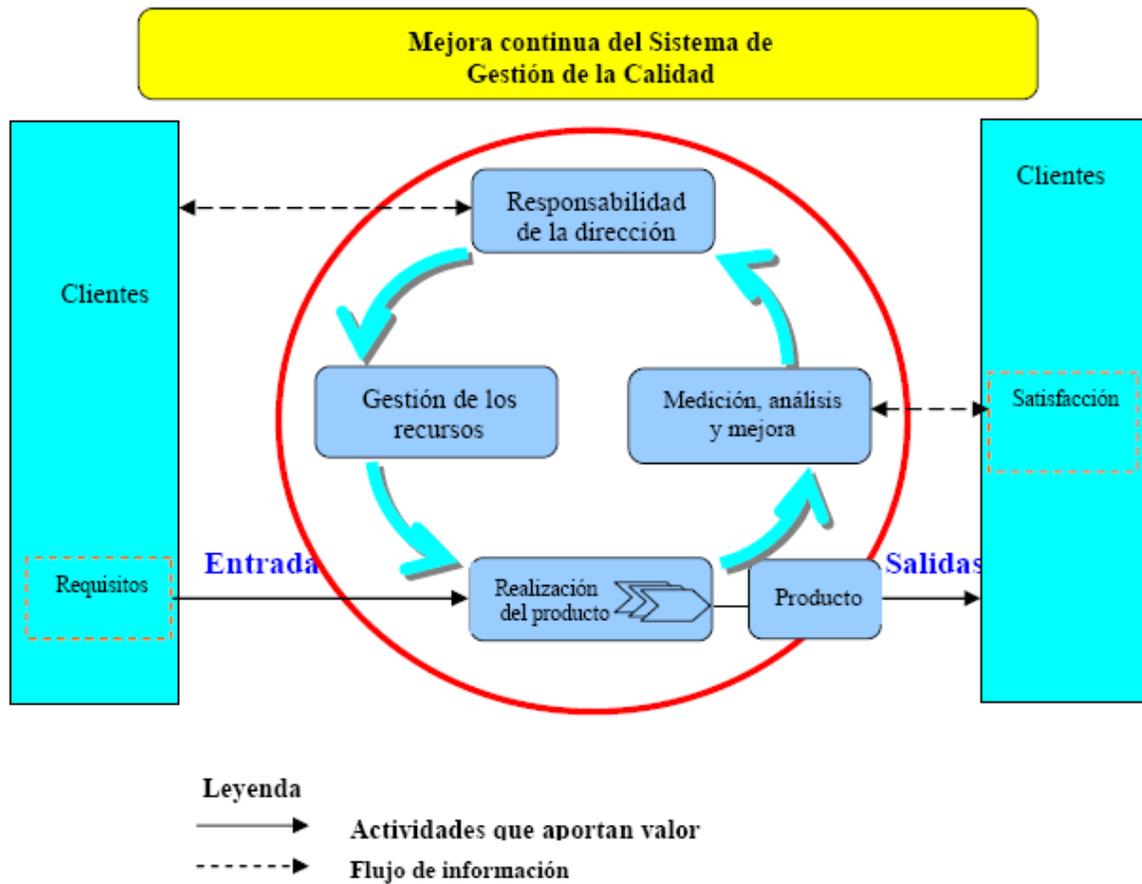
El tipo de cable “armado” se muestra en la figura 4, se especifican materiales y distribución física de cada uno de sus componentes.



**Figura 5 Arquitectura básica cables Ethernet**

Nota: Fuente: (Serie DSX-600 CableAnalyzer Fluke Networks, 2019)

Esta figura 5 es una representación de figuras de cómo se realiza la interconexión de una red, de principio a fin.



**Figura 6 Ciclo de mejora continua para el método**

Nota: Fuente: (<https://sites.google.com/site/gestiondecalidadkenniam/>)

La figura 6 es un recordatorio, de emplear retroalimentación de manera continua y medirla, para obtener una mejora en la implementación del método.

## 2.5 Cableado fuerza y control

Cableado interno (Referencia UL 508A Sección 29, 66.5):

Todos los conductores de cableado interno serán de cobre.

Todos los conductores del circuito de alimentación deben estar etiquetados en la terminación con letras o números correspondientes con el diagrama de cableado proporcionado en el panel de control industrial.

Los conductores del circuito de alimentación no deben ser más pequeños que 14 AWG.

Para cargas simples, conductores de circuito de potencia para motores o Las cargas del calentador deben dimensionarse para una corriente no menor a 125% de la corriente a plena carga.

Para cargas múltiples, como múltiples motores o un motor con otras cargas, los conductores del circuito de potencia deben dimensionarse para una ampacidad no menor al 125% de todas las cargas del calentador más 125% de la carga más grande del motor más el amperio de carga completa clasificaciones de todos los motores restantes y otras cargas que son operable simultáneamente.

El tamaño del cable se selecciona de la tabla de la NOM SEDE 2015 según en la ampacidad del cable calculada.

El diseño de la red es un proceso metódico, paso a paso. Incluye el proceso de arriba hacia debajo de mapear la infraestructura de red requerida para una aplicación. Esta sistemática

El proceso se centra en la aplicación, los objetivos técnicos y las metas comerciales.

Al diseñar la infraestructura para una red EtherNet/IP, es útil definir primero una vista lógica de la red, incluida una descripción del flujo de tráfico y la topología arquitectónica, antes de diseñar la física diseño. Con un diseño de red de arriba hacia abajo, el énfasis se pone en la planificación antes de la implementación. Si el sistema implica una red comercial y de control totalmente integrada, la cooperación entre el control y El personal de tecnología de la información no puede ser exagerado. Los dos grupos necesitan trabajar juntos.

Lo que sigue es una revisión de los procesos y pasos involucrados en el diseño de redes. Este enfoque considera tanto el diseño de red lógico como físico, analiza en profundidad los componentes de la infraestructura y proporciona algunas pautas para el diseño práctico de redes.

### 3 Estado del Arte

Este capítulo muestra material seleccionado y consideraciones de conocimiento teórico que se necesita, para entender y aplicar el desarrollo requerido de este trabajo, que lo considero de tipo diagnóstico, se encuentran temas de importancia en el ámbito del Cableado Estructurado y Redes de Datos que se utilizarán como base para las demás partes de esta tesis.

La marca Panduit, es considerada como líder mundial en el diseño, registro de patentes en la fabricación de productos y soluciones integrales para cableado y comunicaciones, y provee completas propuestas para aplicaciones eléctricas y de comunicaciones en red.

Panduit es una marca de cableado, que ofrece servicios de conectividad y comunicaciones de principio a fin, con la especificación de los productos de canalización para el cableado, hasta los accesorios de conectividad. Motivo por el cual se puede considerar como un socio potencialmente real para ser parte del mercado actual a largo plazo.

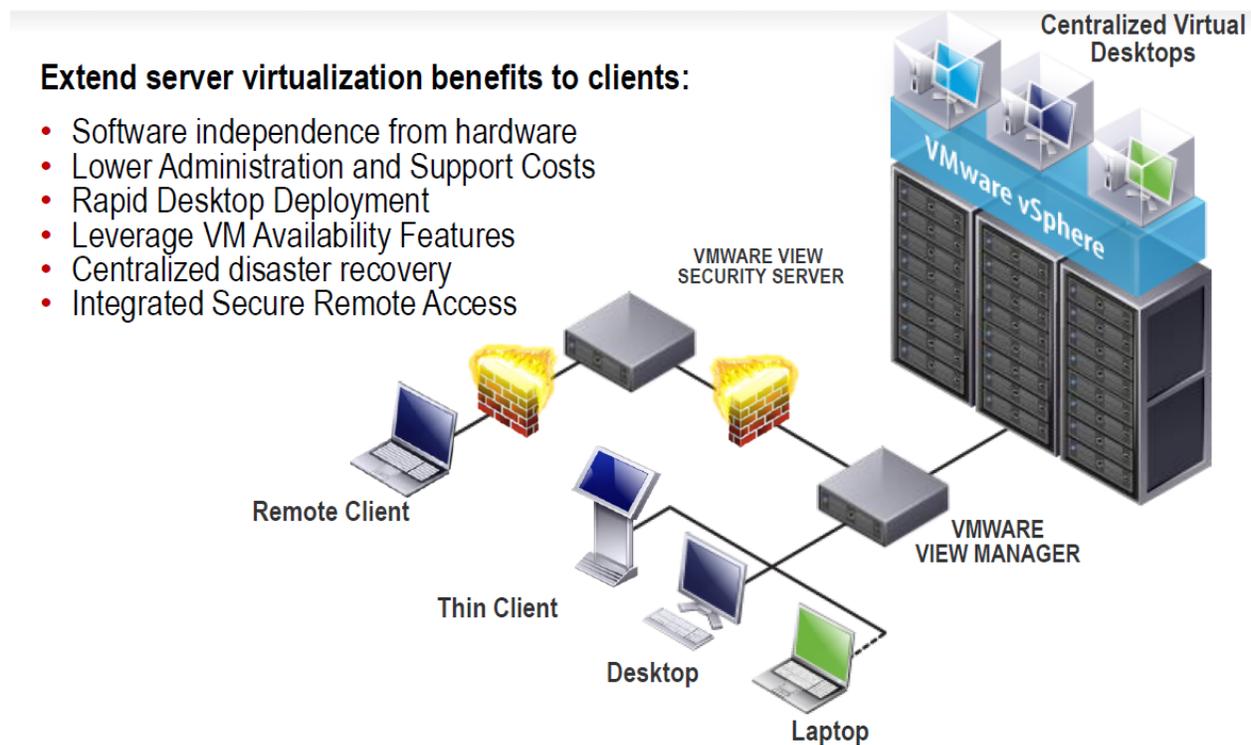
El usar un sistema de cableado estructurado es garantizar que se empleará una forma ordenada, basada en normas, encargadas de organizar los sistemas de conectividad para dispositivos, redes locales, terminales computarizadas personales, conmutadores y redes de oficinas en la empresa. Para la certificación de estos sistemas se acude al apoyo en las normas EIA/TIA de Estados Unidos y para Europa la ISO11801.

El método que emplea la marca Panduit es "flexible, estético, funcional y busca proveer los cimientos básicos para las instalaciones de telecomunicaciones. De esta forma en conectividad de comunicaciones se puede ofrecer fibra óptica y par trenzado de cobre". (Panduit Corp, 2017).

La táctica de venta y planificación de Panduit en México es a través de canales de distribución y no de manera directa, para ello cuentan con un padrón de integradores que diseñan e implementan el cableado y pueden ser distribuidores en el territorio nacional.

Panduit se fundó en Chicago, Illinois (EE.UU.) en 1955. Las oficinas centrales de Panduit EMEA (Europa, Oriente Medio & África) se encuentran en Londres, Inglaterra y mantiene una red de distribuidores dedicados en Europa, Oriente Medio y África. (Panduit Profile, 2021).

La siguiente figura 7 muestra gráficamente la representación de la arquitectura que se diseña generalmente, representando todo el hardware e implícitamente la infraestructura necesaria para llevar a cabo el proyecto que se realizará.



**Figura 7. Representación gráfica de Arquitectura Virtualizada.**

Nota: Fuente: (Rockwell Automation, 2002)

Socios con metas u objetivos similares

Panduit se ha asociado con Cisco y Rockwell Automation para ser una opción en el mercado de la fabricación basada en información.

Estas empresas crearon Industrial IP Advantage, un recurso educativo y de capacitación destinado a ayudar a los fabricantes a implementar una arquitectura de información industrial segura utilizando Ethernet estándar no modificada y el Protocolo de Internet.

IHS Technology pronostica que el sector de la automatización industrial representará casi las tres cuartas partes de todos los dispositivos conectados para el año 2025. (Minoli y otros, 04 January 2017).

El poder del valor generado por todas las conexiones industriales desarrollará nuevos modelos de marketing, transformando la productividad drásticamente. En la figura 8 se representa gráficamente cómo se lleva a cabo esta tarea. La competitividad a futuro de las empresas de manufactura depende de la rapidez con la que puedan adoptar las tecnologías de convergencia e IP (*Internet Protocol*). Una estructura de red estandarizada soportada en IP es una base sólida de la infraestructura física se utilizará para dar solución a las necesidades de conectividad e información del futuro próximo, y una guía aprobada para la convergencia de las redes para tener solidez, robustez y confiabilidad. El empleo de modelos de madurez ayudar a guiar al personal de OT como al personal de TI para mejorar el progreso hacia redes más efectivas e innovadoras que lleven a cabo la plataforma de IoT.

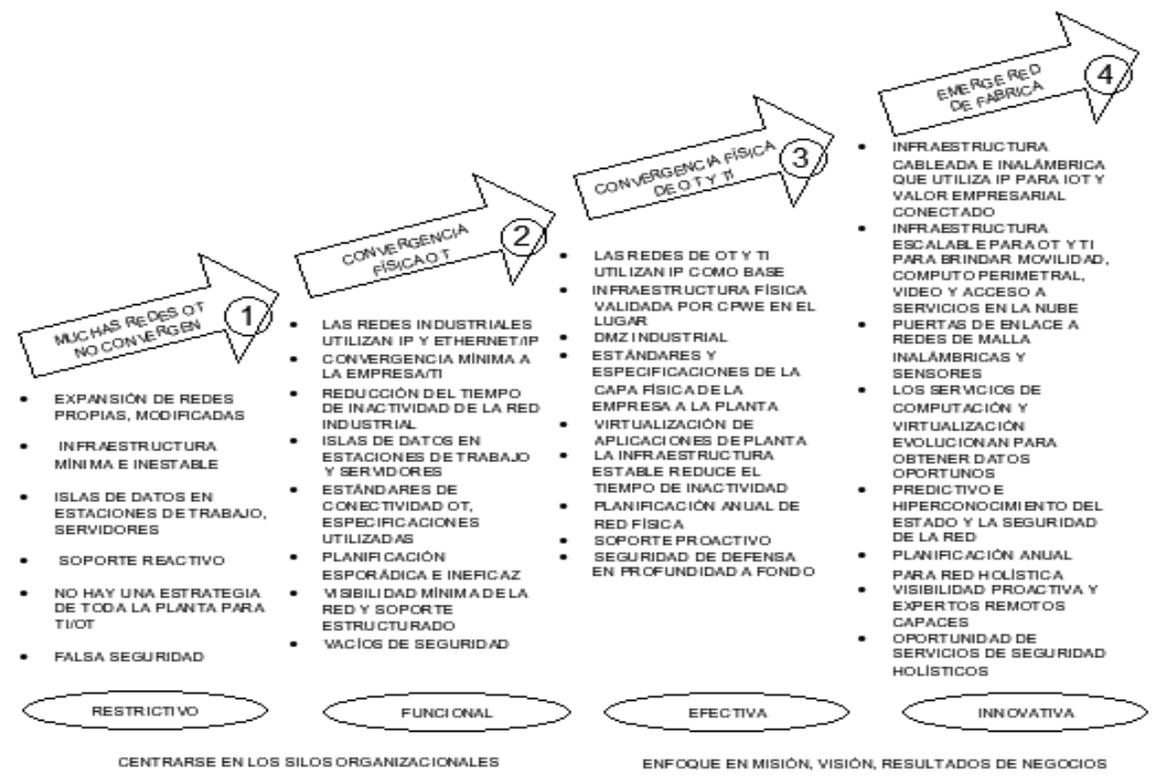


Figura 8. Modelo de madurez.

Nota: Fuente: (A Manufacturing Network Fabric Maturity Model Panduit Corp. 2015).

Partiendo de la Ingeniería básica.

Cuando un proyecto parte de la Ingeniería Básica, el paso siguiente es el desarrollo de la Ingeniería de Detalle; esta abarca desde el levantamiento de la instrumentación y del equipo que esté instalado en el sistema, después, se organiza y se clasifica la información, con el fin de realizar la distribución de señales.

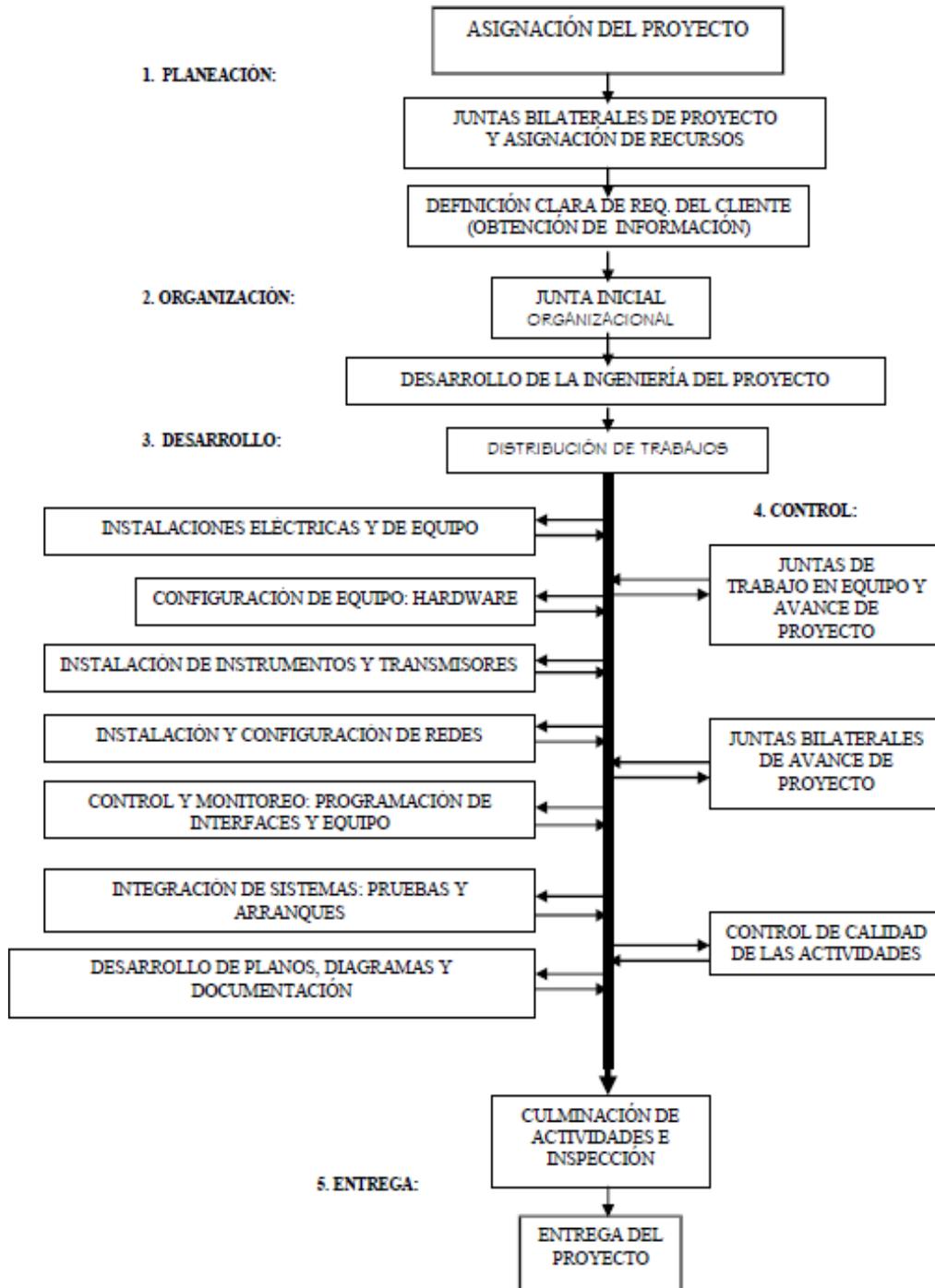


Figura 9 Diagrama de Flujo General

La representación gráfica de todas las tareas que se llevan a cabo en una ingeniería básica y de detalle, se puede observar el diagrama de flujo de la figura 9, que abarca todo el entorno de un proyecto tradicional, y se muestran la infinidad de trabajos y actividades que se llevan a la par en todo el desarrollo. No se enfocará en todos los demás aspectos este proyecto, solamente al desarrollo de la metodología para la infraestructura de red.

### **3.1 Enfocado a Marcas de proveedores de equipo de red**

Conociendo el mercado actual en la región, y para no ahondar en marcas no conocidas en la industria, se puede sondear en el mercado marcas que usan los clientes de la empresa en la que laboro, un gran resumen de estas marcas, en las cuales engloban información histórica de cómo se han desarrollado, asociado, etc. El texto que continúa líneas abajo es extracto de un artículo publicado en 2017 en una revista del ámbito empresarial.

**Cisco** es una compañía Líder en equipo de tecnología de Información, es importante en su uso de redes corporativas. La marca promete implementar avances únicos para la mayoría de las necesidades para cualquier red y asegura que los productos sean compatibles entre sí.

Es posible que haya incompatibilidad con accesorios de otras marcas y sus costos pueden sorprendernos, Cisco garantiza el empleo de tecnología dinámica y de confianza, y es la organización más fiable para ocuparse en los sitios de redes más trascendentales del mundo.

La década pasada, Cisco se favoreció gracias a salir victorioso de una demanda legal con *Arista* por uso de patentes. Cisco tiene el 60% de los clientes de canalización y conmutación (routing & switches), según la IDC, que es una consultora de Estados Unidos orientada a los mercados de tecnologías de la información, telecomunicaciones y tecnología de consumo.

Aruba es una firma que provee a sus clientes de redes inalámbricas y la compañía que líder para la infraestructura LAN cableada e inalámbrica.

Aruba, comprada por HP antes de que se dividiera en dos consorcios a finales de 2015, es la estructura inalámbrica de HPE.

Aruba se enfoca al mercado de Núcleos de Switches, para la gestión de toda red cada vez más penetrante de IoT.

Los compradores de switches podrían afectar el éxito de Aruba, aunque es poco probable que su posición en el mercado de Redes inalámbricas cambie.

La firma Juniper es una de las grandes marcas en el sector de redes y de IT. Sus soluciones están bien integradas, bien hechas y pensadas, pudiéndose considerar mejor que Cisco, ya que son compatibles con muchas soluciones de otras marcas.

Juniper rápidamente aceptó adaptarse a las necesidades de la competencia cuando se trató Mesh Networks y otras topologías de red de nueva generación, y el software de la compañía es muy transparente.

Huawei tiene muchos frentes en el mercado de redes corporativas, en los Estados Unidos es reducida, debido a la seguridad de sus productos y su relación con el gobierno chino, pero no hay tales restricciones en muchos países y mercados del mundo.

Se considera a Huawei como el Cisco del mercado chino. La marca ocupa el segundo lugar detrás de Cisco y HPE / Aruba en redes inalámbricas.

Arista se dedica a redes de IT y es una de las mejores empresas del mundo en este sector. Es la única compañía que comparte el rubro de "líderes" junto con Cisco y Gartner en el Core Routing y Switching de Magic Quadrant.

Los productos de virtualización y cloud de VMware son importantes, patente de Dell, es la más aplicada en el área de redes corporativas.

Riverbed es especialista en productos de redes secundarias, el mejor rendimiento en WAN y la monitorización ágil de aplicaciones en particular.

NetScout es una marca de optimización de recursos y análisis de rendimiento de red tiene una presencia significativa en las áreas de corporativos y proveedores de servicios. Estuvo atravesando por un verdadero cambio, con una asociación en 2015 con Fluke Networks, Arbor Networks y VSS Monitoring en una ardua fusión.

Extreme Networks es una compañía que tiene una cartera de productos de redes corporativas.

La venta de Brochad, consorcio de centros de datos de Broadcom, se creó grupo de redes de Avaya y este compró la marca de LAN de Zebra Technologies en el año 2016, los Switches y ruteadores de la marca Extreme son la base en el área de redes corporativas.

Una ventaja competitiva de la marca Dell, que es propietaria de VMware, VMware sigue trabajando con gran libertad. (Las 10 empresas más potentes en redes empresariales, 2017).

## **3.2 Estándares industriales**

Aprovechar los estándares, por lo general, conduce a soluciones.

La Asociación Americana Instituto estándares ANSI TIA American National Standards Institute / Telecommunication Industry Association TIA – 568 describe los requerimientos básicos para el diseño apropiado e instalación, además del rendimiento del cableado.

### **3.2.1 Estándares suplementarios al TIA 568**

- TIA-1005 Estándar Infraestructura en telecomunicaciones para la industria
- TIA-942 es un Estándar para la Infraestructura en telecomunicaciones para los Centro de Datos
- TIA-607 Estándar Genérico en telecomunicaciones, conexiones y puesta a tierra para clientes en sus instalaciones
- TIA 606 es un Estándar para la administración de la infraestructura de las telecomunicaciones
- TIA 569 Estándar aplicado en criterios de Rutas y espacios en Telecomunicaciones

- TIA 568 Estándar Genérico en cableado en telecomunicaciones para locales del cliente.

Los espacios de IT son diseñados con estos estándares industriales.

Los beneficios de seleccionar componentes clasificados MICE, este acrónimo es traducido al español como: Mecánica, Ingreso, Climático/Química, Electromagnética M.I.C.E. y este es un Estándar muy usado en proyectos como el que es objeto este trabajo. El esquema TIA – 1005 A

El medio ambiente industrial pone a los cables en gran estrés. Mecánicamente el estrés incluye golpes, constante movimiento, y vibración.

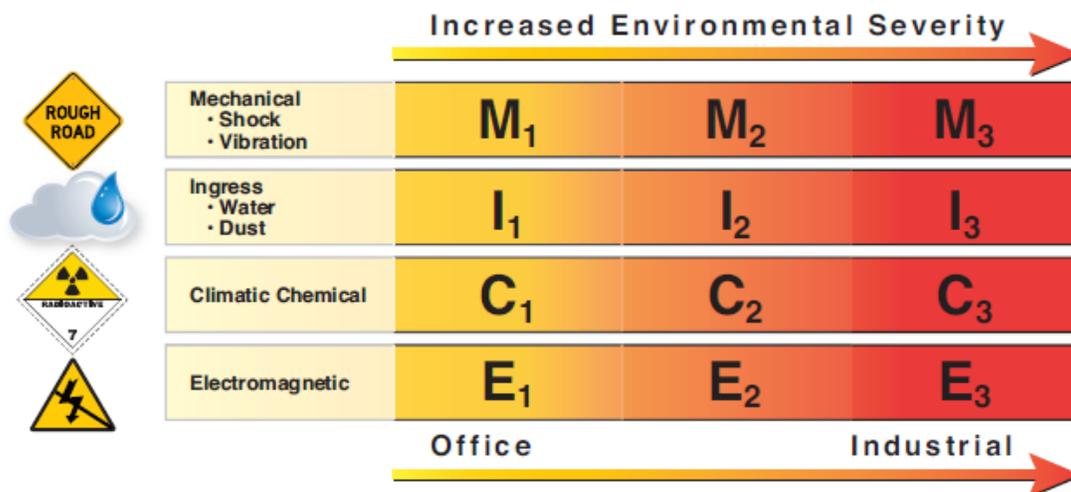
La entrada sin control permite los productos químicos y la humedad.

El estrés climático resulta de los cambios de temperatura en medio ambiente frío y cálido.

El ruido electromagnético de Variadores de velocidad, motores, contactores y otros equipos pueden penetrar a los cables ethernet y dispositivos,

Acorde a este estándar, hay tres tipos básicos de áreas industriales:

- Piso de Fábrica
- Área de trabajo
- Isla de Automatización



**Figura 10 Resumen de análisis MICE**

Nota: Fuente: (TIA-1005-A M.I.C.E Rated Product Selection Guide, 2019)

La figura 10 es una representación de los aspectos que se analizan en un entorno real en la industria, pudiéndose presentar ambientes similares a una oficina, e incrementándose la hostilidad del ambiente al ser más industrial o procesos más peligrosos o de alto riesgo.

Es importante considerar 7 áreas funcionales.

- Conexión a tierra y enlace
- Energía
- Rutas
- Gabinetes, Racks y envolventes
- Cableado de datos
- Administración y Etiquetado
- Enfriamiento térmico

Se realizan análisis basados en criterios como los estándares TIA mejores prácticas y Análisis MICE

- Conexión a tierra y enlace ANSI/TIA 607-C Evalúa que se cumpla desde el cuarto hasta el rack de TI.
- Potencia o energía es evaluado con la TIA 942
- Rutas TIA 569
- Verificar si es bajo/sobre piso, tuberías o canalizaciones seguras.
- Evaluación de gabinetes y racks basados en el TIA 310-C y TIA 942 administra las cuestiones de impacto en la transmisión de datos y temperaturas
- Cableado de datos TIA 568-C.2 ISO/IEC11801
- EN 50173
- DIN EN 50173
- La TIA 607-c Grounding
- TIA – 942 Power Assessment
- TIA-569 Evaluación de rutas
- TIA-310-C Y TIA-942 Evaluación de racks y gabinetes
- ANSI/TIA-568-C.2 Evaluación de cableado de datos
- TIA-606-A Y -C Evaluación de etiquetado y administración,
- TIA-568 Evaluación de enfriamiento

Todas estas normas ayudan en la capa 1 del modelo de OSI, para cumplir con las mejores prácticas en estándares industriales.

### **3.3 Comprobadores de cable de red**

Al hacer uso de un nuevo cable o reparando un cable anterior, las pruebas en redes Ethernet tienen un rol importante en el proceso. Los probadores comunes para cableado de datos en comunicación miden longitud, realizan un bosquejo o mapa del cableado, miden atenuación, realizan pruebas como la NEXT, también miden resistencia de bucle CC, y pérdida de retorno, entre otros más parámetros.

Con el crecimiento y adelantos tecnológicos en las redes, se alcanza también a reflejar en las infraestructuras de cableado, aplicando soporte. Contantemente se aplican estándares de cableado para redes con el fin de garantizar a los instaladores del cableado sobre la calidad de su producto, la aprobación, identificación y solución de hallazgos y la, sobre todo, una certificación, tanto en instalaciones en cobre como de redes de fibra óptica. En las velocidades 10BASE-T, 100BASE-TX o 1000BASE-T, hay lineamientos específicos y problemas al usar estas tecnologías. El implemento de velocidad 10GBASE-T, es más esencial usando los últimos avances en las técnicas de instalación de Ethernet y su certificación.

### **3.4 Proveedores**

Dentro de ámbito regional, existen muchas empresas que se anuncian como líderes en redes, ostentando el respaldo o autorización de marcas arriba mencionadas. En este rubro busqué algunas en un buscador muy común, como lo es Google, arrojándome resultados de empresas como: Transtelco, Triohmtec, Ikania, Fibremex, Hermos, Calvek, etc.

La página en la web de Panduit, en su sección de Partners (Socios de negocio), tiene un directorio de Instaladores certificados, distribuidores, etc.

Marcas o empresas como Euroberer, Conectorama, Ikania y muchos más nos bombardean con una oferta en el mercado de redes modernas, que desgraciadamente no podemos valorar de manera tangible. Realizando comparativas de cotizaciones para un proyecto en específico o licitación completa de alguna obra bien estructurada de manera global, en el que se haya analizado a profundidad el mercado existente en la región. Se busca que todos estos proveedores, cumplan con la disponibilidad, soporte, capacitación, cobertura de toda la gama de requerimientos del sistema, además de la compatibilidad con softwares, hardware, conectorización, sistemas de ciberseguridad de tipo industrial, etc.

También hay marcas conocidas en el sector, ya que se publicitan impartiendo e invitando a cursos, tanto técnicos, como también comerciales, con los expertos en la venta y suministro del producto, como es Panduit y Belden. La marca Belden, ha incursionado como empresa en el sector de Redes con Switches, al adquirir a la marca Hirschmann Industrial Ethernet. Ahora esta marca (Belden), que era una marca exclusiva de cables tanto de fuerza, como de control, ahora pasó a ser una empresa, como lo dice en su página comercial, Belden Solutions. A ser un proveedor integral de soluciones. Hay más marcas relacionadas con el control industrial, como los son Rockwell Software, Allen Bradley, Phoenix Contact, Moxa, Weidmüller, TrendNet, Omron, Schneider, Invensys, Wonderware, Foxboro, MES, Microsoft, etc. Quienes tienen una popularidad amplia, al ser usadas en OEM (Fabricantes de Equipo Original), o integradores en soluciones finales.

La marca Advantech, que es conocida como una marca de HMI o PC's embebidas, de tipo industrial, encontré que también ofrece en su página una solución u opción en el mercado de la Industria 4.0, al anunciar el "Intel IoT Solutions Alliance".

Alianzas, como la de Panduit con Cisco y Rockwell Automation, de la cual se puede participar en capacitaciones, por haber tomado cursos, se observa que contempla programas de capacitaciones y certificaciones en 3 rubros: comercial, diseño e implementación. El concepto "socio de negocio" es manejado para realizar capacitaciones, además de que recomiendan en sus plataformas digitales a quienes pueden realizar ventas de proyectos "llave en mano", diseño y sobre todo un servicio integral, o según sea el caso, algún elemento específico del sistema a implementar, me refiero a: solamente el diseño y especificación de software, o diseño y especificación del sistema eléctrico que alimente el Hardware del proyecto. Existen diferentes socios de negocios, que pueden ser catalogados niveles Silver o Gold. Quizá el caso en el que se contrate específicamente una supervisión del desarrollo e implementación de la Instalación. Programación específicamente de PLC's de máquinas. Creación de mensajes, adecuación de paquetes de datos, etc.

*Monarch* es una Empresa Líder en integración tecnológica, es un proveedor con quien se ha trabajado, apoyando en supervisión. Ya que específicamente la programación de switches Cisco es de suma importancia para IT o el área de sistemas de cada planta. En algunos casos se delega o subcontrata el desarrollo o configuración de Redes, que en ocasiones específicas se trata de Administrar sistemas y redes de manera avanzada, refiriéndome a realizar redes virtuales, segmentar redes, cables troncales, términos como "Uplink" o "Downlink", velocidades de comunicación, etc.

Las empresas, en un estudio demográfico reciente del INEGI toca el tema de Esperanza de vida de las empresas en México, de 2016, interpreta que, tras ser creadas, tienen una estimación de vida de 7.8 años, según datos a nivel nacional. Y en este contexto, nacen muchas empresas, que, al entrar al mercado, sin una planeación firme y sustentada, además de recursos económicos limitados, resulta que, de tener alguna falla en la implementación, ya sea por errores de diseño, o consideraciones fuera del alcance del contratista instalador, hace que no se cumpla en tiempo y forma con el alcance planeado o proyectado. Desafortunadamente, este tipo de implementaciones, genera en el mercado de la industria la desconfianza del usuario, llegando a considerar trabajar con empresas extranjeras o, sobre todo, las que recomienda el fabricante o marca, dejando perder la oportunidad de empresas mexicanas o regionales establecidas en México Bajío para poder ofrecer de manera confiable el soporte técnico, la capacidad técnica de diseño y sobre todo el respaldo de alguna marca, asociación o socios de negocio reconocidos o certificaciones de alguna marca o distribuidor regional o autorizado por una marca de renombre o que se considere confiable por el área de sistemas de información, o de producción de la industria. (INEGI, 2014)

En una instalación de Red, La vida de esta infraestructura se considera por arriba de los 20 años.

Los empresarios buscan tener un respaldo físico en su planta a largo plazo (o en el tiempo planeado) que solamente tengan que actualizar Softwares y en algunos casos Hardware de acuerdo con los requerimientos cambiantes de la industria manufacturera. Y la idea es que los cableados de Red sean compatibles con las nuevas tecnologías.

Cabe señalar que el concepto que tienen muchos gerentes de producción es que el personal de IT de las empresas son los encargados de ejecutar al 100 % todo este desarrollo, Siendo tradición tener solamente los sistemas administrativos, de oficinas y a nivel gerencial o de piso, no teniendo ninguna responsabilidad en el ámbito de Proceso o Producción. Lo que generalmente provoca una resistencia al cambio o a implementar este sistema en un ambiente de trabajo común.

La aplicación de las tecnologías Ethernet e Internet está impregnando todos los aspectos de la fabricación. automatización actual: control, seguridad, configuración y diagnóstico, sincronización y movimiento, e información. Para darse cuenta de los beneficios de estas

tecnologías, la infraestructura de red es crítica y representa una inversión a largo plazo para los usuarios que requiere un análisis exhaustivo de los requisitos de rendimiento junto con opciones y tendencias tecnológicas.

Infraestructura de red para EtherNet/IP™ proporciona una introducción a la infraestructura de red utilizada en redes EtherNet/IP y brinda a los usuarios un marco para identificar las consideraciones más críticas a sus aplicaciones específicas. Representa el conocimiento combinado de expertos de empresas que están liderando la industria en la aplicación de Ethernet en la planta de producción. ODVA desea reconocer las muchas horas de arduo trabajo brindado por personas de estas empresas colaboradoras:

- Belden
- Sistemas Cisco
- Controles Contemporáneos
- Motores generales
- HARTING
- Hirschmann
- kendall eléctrico
- Compañía eléctrica McNaughton-McKay
- Contacto fénix
- Automatización de Rockwell
- RuggedCom
- La Compañía Siemon
- WAGO

Se puede obtener más información sobre EtherNet/IP, visitando el sitio web de ODVA en [www.odva.org](http://www.odva.org), donde existen recursos y literatura para aplicar la red Ethernet líder en el mundo en automatización de la manufactura.

Gran parte de las empresas existentes en el mercado local, tienen administradores de redes con conceptos o predisposiciones a manejar una infraestructura de red aislada o separada de la Industria, específicamente en procesos. Y es este punto en el que vería una propuesta palpable

al implementarse juntos, administrados y configurados adecuadamente, organizados segmentos de redes convergentes en la administración de la empresa. La especificación del Ethernet Industrial en instalación física ha llegado a creer que la misma calidad en el edificio de oficinas, se implementará con la misma calidad en el área de proceso. Aquí es donde ya se recomendarían otro tipo de características en la instalación, como lo es el evitar curvas o dobleces que exijan un esfuerzo al cableado armado, pares trenzados, núcleo, aislantes, etc.

La certificación de la infraestructura por medio de instrumentos calibrados, la impresión y documentación de estándares cumplidos, el diseño y, sobre todo, la correcta instalación por empresas certificadas por la marca.

En la industria existen muchas empresas que son creadas por personas físicas, esperando un desarrollo prometedor, pero sin algún respaldo económico, y sobre todo el conocimiento técnico básico requerido para poder diseñar, dimensionar, entender y solventar los múltiples factores del mercado, la tecnología actual disponible, los costos y alcances que espera el cliente, la oferta regional de instaladores, programadores y diseñadores requeridos para un excelente planeación y desarrollo de un proyecto integral de Red o de Industria Moderna.

El Programa Panduit ONE tiene como finalidad el desarrollo de una relación comercial estratégica que genere valor para ambas partes al promover los Productos y Servicios de la marca Panduit y del Partner. Lineamientos del programa para Partners de Panduit ONE: CONFIDENCIAL.

**Certificación de la compañía del Partner:** los Partners que deseen certificarse en una Competencia en cualquier Solución de mercado deben estar primero aprobados por Panduit. Una vez autorizados por Panduit para recibir la Certificación por la competencia, los empleados del Partner son elegibles para inscribirse y completar los cursos y los exámenes de evaluación de habilidades de manera presencial o en línea, como se identifica en el Sistema de gestión de aprendizaje en línea de Panduit en The Hub para cada Solución de mercado o Competencia en particular.

Una vez que el mínimo de empleados completó exitosamente la capacitación y recibió su Certificado de capacitación de empleados para Partners de Panduit ONE <sup>SM</sup>, el Partner estará autorizado para representarse a sí mismo como Partner de Panduit ONE <sup>SM</sup> certificado para aquella Solución de mercado y Competencia en particular en el territorio geográfico establecido en la página de perfil del Partner en The Hub hasta tanto el Partner mantenga su estado de certificación. Un certificado que evidencia el estado de un Partner como Partner de Solución o Competencia de Panduit ONE <sup>SM</sup> se documentará en un certificado (el “Certificado de la compañía del Partner”) que se encontrará disponible en la página Certificación (Certification) del Partner en The Hub. El Certificado de la compañía del Partner indicará la fecha de emisión y tendrá vigencia siempre y cuando el Partner mantenga un mínimo de empleados certificados en el personal.

Panduit ONE se compromete a proporcionar a nuestros valiosos socios actualizaciones constantes y continuas sobre lanzamientos de productos, promociones, cambios y Panduit News. Si necesita ayuda, comuníquese con [panduitpartners@panduit.com](mailto:panduitpartners@panduit.com) o llame al 708-444-6300 para hablar rápidamente con un representante del programa Panduit ONE Partner.

Panduit y Rockwell Automation ayudan a los clientes a implementar una infraestructura de red sólida que aborde las necesidades de red física de OT y TI. Por qué esta asociación Para liberar nuevas posibilidades con la transformación digital y minimizar riesgos como el tiempo de inactividad y las filtraciones de datos, los clientes necesitan una infraestructura de red física sólida. Uno que está optimizado para la seguridad y las necesidades de rendimiento a largo plazo.

## 4 Desarrollo

Esta sección muestra las consideraciones de conocimiento teórico que se aplican en el desarrollo requerido de este trabajo,

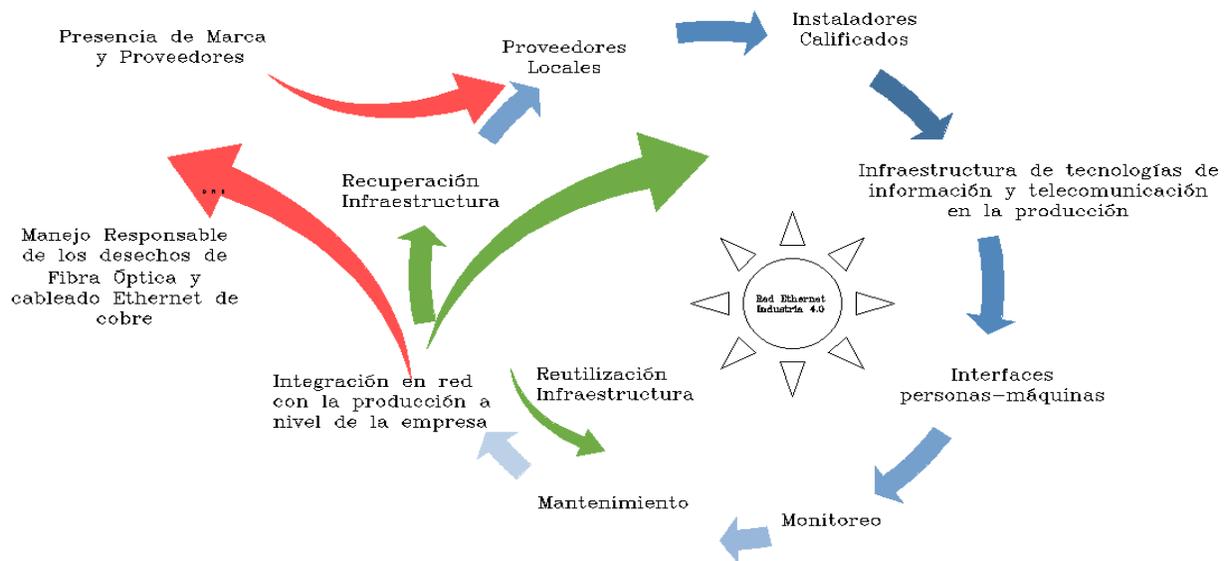


Figura 11 Ciclo de desarrollo Sustentable

Nota: Fuente: (United Nations Environment Programme, 2007)

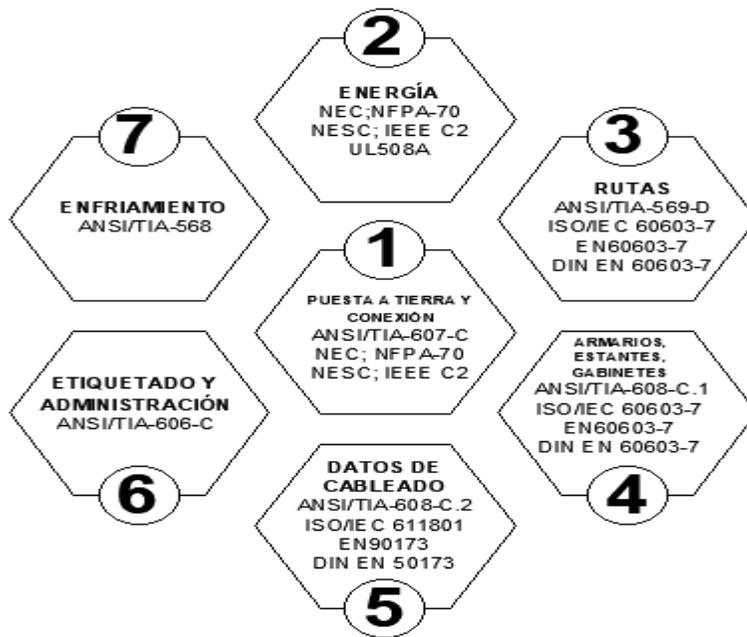
La tarea de implementar este desarrollo, que a su vez sea sustentable y amable a la conservación del medio ambiente, la figura 11 muestra las tareas y aspectos a analizarse en este diseño, que pudiera abarcar hasta la supervisión e implementación de un proyecto en su totalidad acorde a las herramientas de la Industria 4.0 y sus tecnologías que conlleva en su desarrollo.

El estándar más importante, el TIA/EIA-568-B.1 expone los requisitos generales, mientras que TIA/EIA-568-B.2 se enfoca a los componentes de sistemas de cable de pares balanceados y el -568-B.3 trata cada parte de los sistemas de cableado de fibra óptica.

## 4.1 Desarrollo y Metodología

Se realizarán los estudios necesarios para definir a qué procedimientos apegarse, para la creación de la metodología, considerando importantes los siguientes aspectos:

- El levantamiento de información del estado que tiene se realizará a través de visitas a la planta del cliente, en el lugar que se aplicará el procedimiento de exploración y conversaciones con personal operativo, que permitirá identificar el estado de los servicios básicos de las redes; para posteriormente diseñar de acuerdo con las necesidades de la planta analizada.
- Conexión de los datos de Producción con otras áreas corporativas.
- En un análisis con la guía de diseño TIA-1005-A o también la ISO/IEC 11801-3 M.I.C.E, que son los documentos realizar un análisis del entorno a donde se proyecta la implementación de una red 4.0.



**Figura 12 Normas y Estándares.**

Nota: Fuente: (Panduit Corp., 2017) Sage Reserch

El contexto de la figura 12 tiene como objetivo englobar todas las consideraciones de normas y estándares en el diseño de infraestructura física. Tiene como propósito el identificar los

aspectos y variables, con sus respectivas normas y estándares vigentes que recomiendan fabricantes de tecnología en redes.

#### **4.1.1 Procedimiento del análisis, sección Producto**

Para la parte de **Integración de sensores y actuadores**, se considera para esta explicación, que las maquinas industriales involucradas, son de marcas reconocidas o patentadas, en las cuales, nuestra función principal como “integradores de sistemas” es lograr que trabajen de manera conjunta en una línea de producción. Motivo por el cual, el objeto del trabajo de tesis se enfoca a implementar herramientas (Infraestructura de red) que le sirvan al cliente para que implemente (Adquiera) un software de análisis de la producción, obteniendo datos en tiempo real, a través de una Red Ethernet, y considerando que el Software y Hardware de Análisis de Producción, pudiera ser instalado en un cuarto de servidores físico o virtual, según las políticas y/o recursos del cliente. De forma paralela a la integración tradicional de una línea de producción.

De ser necesario añadir algún hardware a la maquinaria, el equipo de Programación propondrá al cliente, de ser necesario, explicando que tan importante sería añadir el equipo a la red de Trabajo de proceso.

Modelo de Negocio, apoya a los clientes, a tener su Línea de producción, en tiempo Real, para así con las Herramientas de análisis, que por lo general son Modulares, y/o adaptables a los requerimientos del cliente. Un ejemplo de este tipo de software que va de la mano de servidores es Orchestra. Desarrollada por Wonderware y adquirida recientemente por Schneider. Y más programas modulares que son escalables, de acuerdo con los requerimientos del cliente. (industrie40.vdma.org, 2017).

Servicios de TI asociados a los productos					
	Ningún servicio	Servicios a través de portal online	Ejecución de servicios directamente sobre el producto	Ejecución autónoma de servicios	Completa integración a la infraestructura de servicios TI
Modelos de negocio para el producto					
	Ganancia por medio de la venta de un producto estándar	Venta y asesoría sobre el producto	Venta, asesoría y adaptación del producto a necesidades del cliente	Venta adicional de prestaciones de servicio asociadas al producto	Venta de funciones de producción

Figura 13 Gráfico del análisis de producto

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

En la figura 13, no existe ningún servicio asociado a los productos, los trabajos que se han realizado llevarán a una mejora gradual del nivel de mejora o avance en la implementación de tecnología Industria 4.0, la cual no llega a los detalles.

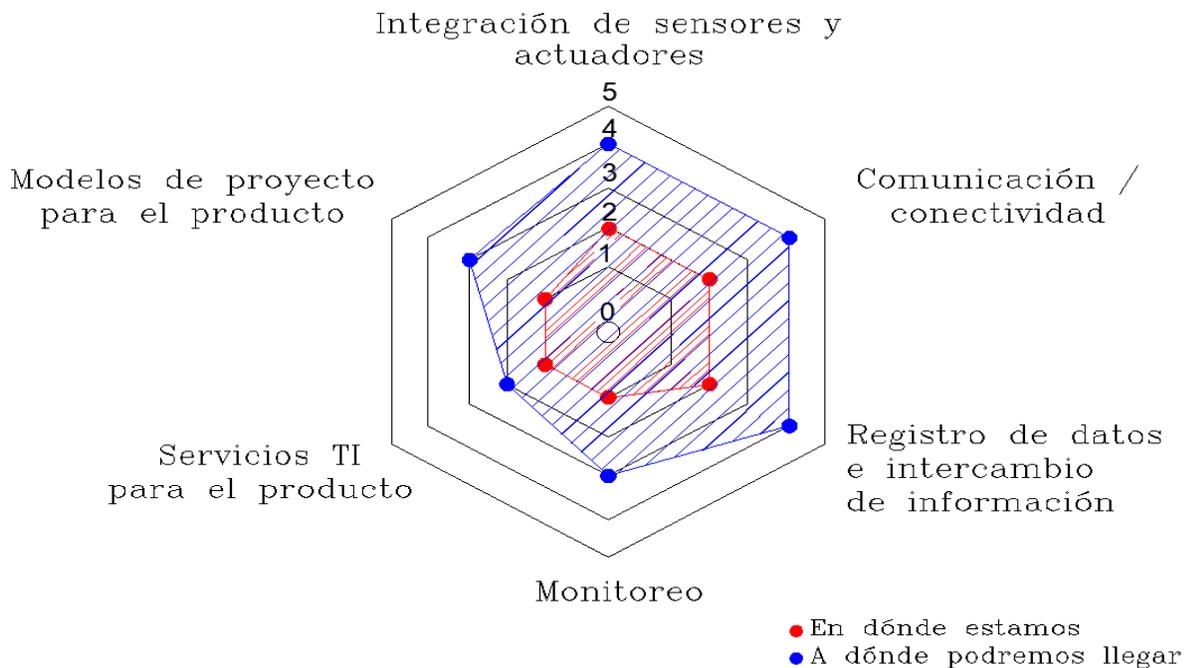


Figura 14 Gráfico Radial producto

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

Esta figura 14 es la representación del análisis realizado, en donde el color rojo marca lo que inicialmente se capta en los levantamientos del cliente. El color azul proyecta las mejoras que se propondrán al realizar los diseños que implemente o se sugieran al cliente, en el marco de la Industria 4.0 y sus tecnologías afines.

#### **4.1.2 Procedimiento del análisis, sección Producción**

En base a la entrevista, como resultado de visita al gerente de producción de planta y a operadores, se recopilarán los requerimientos en cuanto a áreas de producción, número de nodos de red, capacidad del IZE (Industrial Zone Enclosure) y aspectos de infraestructura entre otros con el fin de tener contempladas las necesidades y requisitos que el sistema de comunicación que se implemente deberá cubrir.

Se planea construir un cuarto de equipos de acuerdo con las necesidades, posibilidades y normas de la empresa, así como el Cableado Estructurado para la comunicación con la planta productiva, para ello se diseñará un plano o Layout, en el cual plasme la ubicación de las estaciones de trabajo, tomas de servicios de Telecomunicaciones, así como componentes del sistema de Cableado Estructurado, que se adapten tanto a los requerimientos de la corporación que sea el usuario final, y que cumpla con la norma TIA / ANSI / EIA 1005.

A través de un diseño final, se tendrá un sustento que requiera un presupuesto base ineludible en la mejora proyectada de redes en la industria para la que se elaboran documentos entregables se especificará lista recomendada de componentes, la cantidad de dispositivos, sin los costos y gastos, se recomienda considerar, adicional, precios del trabajo de instalación y de trabajos preventivos que garanticen su adecuada operación.

En la figura 15, no existe un procedimiento de datos, los trabajos que se han realizado han sido copia de algún documento o Ingeniería básica, la cual no llega al tipo de detalle, sustento del diseño, cálculos, etc.

# Caja de herramientas Industria 4.0

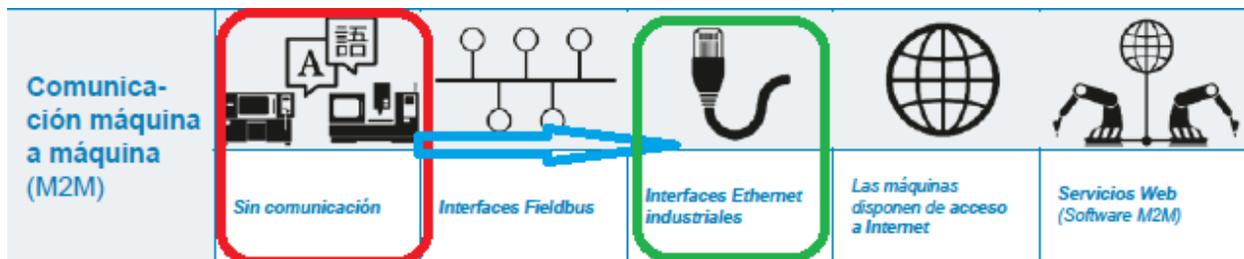


**Figura 15 Gráfico análisis producción, procesamiento**

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

Comunicación Máquina a Máquina (M2M).

Se pueden preparar a futuro, suponiendo que las Máquinas involucradas tendrán el Protocolo de comunicación Ethernet. Figura 16.



**Figura 16 Gráfico análisis producción, comunicación**

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

Conexión de la Producción con otras áreas de la Empresa.

En un análisis con la guía de diseño TIA-1005-A M.I.C.E Rated Product Selection Guide O también la ISO/IEC 11801-3 M.I.C.E, que son los documentos que se recomienda seguir para realizar un análisis del entorno a donde se proyecta la implementación de una red 4.0



**Figura 17 Gráfico análisis producción, conexión con otras áreas**

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

La figura 17 representa el brinco que se plantea dar en la conexión de diversas áreas de la empresa, y se pueda ya tener bases de datos y emplearlos con alguna herramienta avanzada de análisis de Big Data.

Infraestructura TIC en la Producción.

Se define con el usuario, y se analiza / sugiere si es factible la conexión a algún servidor virtual o enlaces Extranet.



**Figura 18 Gráfico análisis producción, Infraestructura**

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

La figura 18 representa desde el envío de un simple e-mail al proveedor, hasta poder intercambiar automáticamente información en tiempo real entre proveedores y clientes.

Interfases personas – máquinas.

Se define de inicio, los tipos de dispositivos que estarán en red. Por lo general son máquinas o equipos que mandan volúmenes de datos a un servidor dedicado al análisis de datos de producción, No se reciben ordenes o comandos de información del exterior. Cabe señalar que virtualizando PC's como por ejemplo *Thin Manager* es un servidor de aplicaciones, en el cual solamente se cargan los programas y licenciamientos mínimos para el óptimo empleo del operador en la tarea asignada.



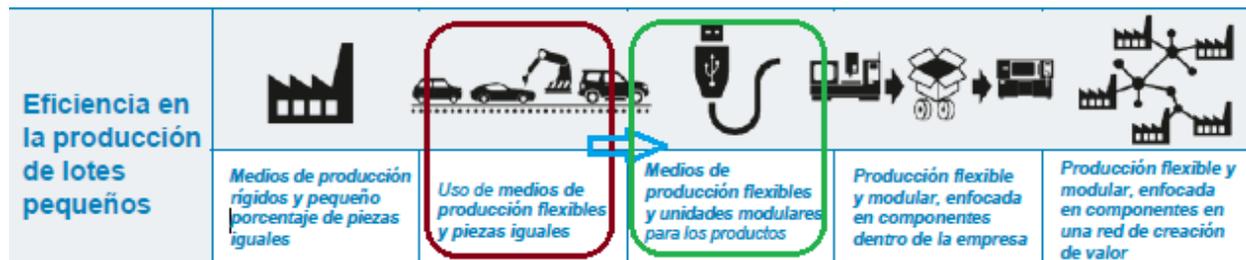
**Figura 19 Gráfico análisis producción, interfases**

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

La figura 19 muestra los grados de interfases que pueden implementarse para mejorar el manejo y operación de una máquina con los operadores, grado de automatización del equipo.

Eficiencia en la producción de Lotes pequeños.

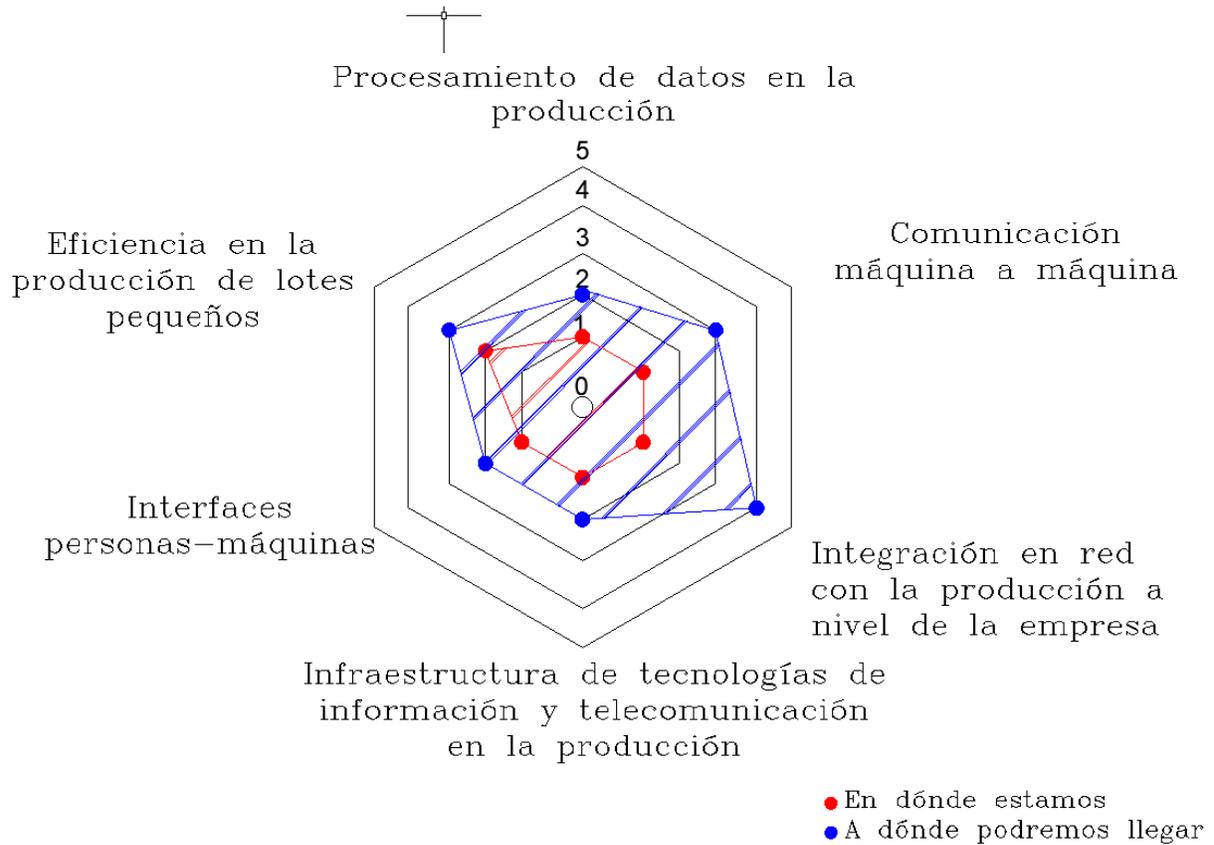
La manera en que se trabaja en la empresa integradora es realizando ingenierías a medida del cliente. No dejando de lado las Normas y/o lineamientos pertinentes de los clientes y entorno. A nivel producción, claramente se tendrá una mejora o ventaja al tenerlos con la posibilidad de intercambiar datos en Red.



**Figura 20 Gráfico análisis producción, eficiencia**

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

La manera de proponer al cliente que maneje y eficiente su producción empleando el detalle de lotes pequeños se representa en la figura 20, con herramientas adecuadas a su plan de desarrollo o crecimiento.



**Figura 21 Gráfico Radial Producción**

Nota: Fuente: (industrie40.vdma.org, 2017)

Esta figura 21 es la representación del análisis realizado, en donde el color rojo marca lo que inicialmente se capta en los levantamientos del cliente. El color azul proyecta las mejoras que se propondrán al realizar los diseños que implemente o se sugieran al cliente, en el marco de la Industria 4.0 y sus tecnologías afines.

Una vez identificados tales requerimientos claves, el trabajo deberá permitir crear valor y aumentar la comprensión entre los ingenieros sobre las capacidades y habilidades necesarias dentro de la empresa.

El punto de mayor oportunidad en la gráfica radial de producción, en la integración con la producción a nivel de la empresa, parte fundamental del proyecto u objetivo a alcanzar. En el resto de los ámbitos si se pueden considerar etapas de implementación, y dados los diagnósticos situacionales, pues se tendrá una mejora continua, sujeta a retroalimentaciones y ajustes sobre la marcha o ejecución. Nótese que, en la Gráfica de Producto, se tendría un objetivo de crecimiento o desarrollo de la industria 4.0 más ambicioso, con metas alcanzables en lo que se ofrezca como producto final al cliente.

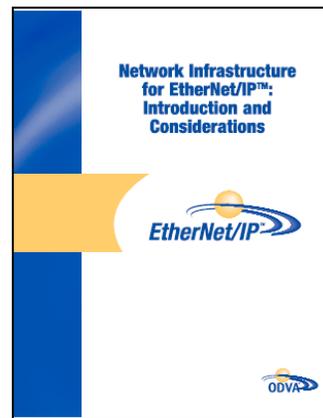
## **4.2 Descripción del entorno**

El levantamiento de información en sitio físico (enfocado a producto y producción) se realizará a través de recorridos al lugar donde se encuentre la fábrica del cliente, en el sitio que se aplicará el procedimiento de exploración y conversaciones con personal operativo, y será una herramienta para conocer e identificar la base técnica e instalada para la interconexión de redes; para posteriormente especificar áreas de oportunidad y requerimiento para el cliente.

A continuación, como una base del procedimiento, se sugiere aplicar la Guía Industria 4.0 de la cual, se sigue el procedimiento recomendado y plasmo en las figuras sugeridas de la guía Caja de Herramientas.

La empresa que realizará el levantamiento empleará el método del presente trabajo, actualmente se encuentra posicionada en el mercado regional local, como una opción en el ámbito industrial como un Integrador reconocido por marcas líderes y clientes, en más de 20 años que tiene desarrollando proyectos. Es por estos antecedentes, que lo que se analizará primero es el producto, la Integración de una Línea de Producción existente a una plataforma

de análisis de producción que la empresa cliente elija. Dando por asentado que será con redes convergentes a Ethernet IP del tipo industrial. (industrie40.vdma.org, 2017).



**Figura 22 Portada Guía ODVA**

Nota: Fuente: (ODVA, Inc., EtherNet/IP™ Media Planning and Installation Guide, Ann Arbor, 2006)

#### **4.2.1.1 Seguro De Calidad**

Consideraciones para cumplir de manera general con garantías y tener contemplado el implementarlas, para no caer en inconvenientes ni problemas legales.

- Proporcionar todos los materiales, equipos e instalación de acuerdo con las últimas normas aplicables de ANSI, ASTM, FCC, EIA / TIA, NEC, IEEE, NFPA, UL, OSHA, REA y NEMA.

Cualificaciones del contratista

- El contratista debe estar completamente certificado por el fabricante cuya solución de producto se especifica para este proyecto y debe poder proporcionar la garantía del sistema de acuerdo con el programa de garantía del fabricante como se describe más adelante en esta sección.

- El Contratista debe tener un mínimo de un (1) Diseñador de distribución de comunicaciones registrado (RCDD) reconocido por el Servicio de consultoría de la industria de la construcción.

## BICSI

BICSI es el acrónimo de una asociación profesional que apoya el desarrollo de la profesión de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) y actualmente atiende a más de 26 000 miembros y titulares de credenciales. BICSI es el recurso preeminente para el Mundo Conectado. Con sede en Tampa, Florida, EE. UU., la membresía de BICSI abarca más de 100 países.

BICSI CONNECT ofrece acceso a una variedad de cursos en línea que obtener o ganar conocimientos esenciales sin invertir en los gastos de viaje. Los socios reconocidos aprovechan para tener reconocimiento de este sistema en línea.

- Obtenga capacitación técnica y de desarrollo profesional
- Vea y maneje sus cursos, imprima sus certificados de cumplimiento y más

Internacional (BICSI.) El RCDD (*Registered Communications Distribution Designer*) debe ser un empleado a tiempo completo del Contratista y será responsable del cumplimiento del trabajo con las normas y directrices mencionadas. El currículum vitae profesional y la prueba del registro actual se entregarán al ingeniero para su aprobación en el momento de la oferta. El RCDD estará presente durante la construcción y todas las pruebas de cables.

- Posesión y conocimiento de los estándares de instalación BICSI.
- Posesión y conocimiento de los estándares NEC.
- Posesión y conocimiento de los estándares TIA.

- Cinco años de experiencia en la instalación de cables de fibra óptica, incluidos empalmes, terminaciones y pruebas. Las pruebas en cable de fibra óptica incluirán monomodo y multimodo.
- Tres años de experiencia en la instalación de cables de cobre de par trenzado laminado / sin blindaje de categoría 6 para sistemas de distribución de voz y datos, incluida la terminación y las pruebas. Las pruebas incluirán una verificación completa con los estándares de cables TIA / EIA.
- Cinco referencias para proyectos de alcance, tipo y complejidad equivalentes de trabajo completado dentro de los últimos cinco años. El Contratista deberá presentar como prueba los documentos de respaldo y los nombres, direcciones y números de teléfono del personal operativo con quien se pueda contactar en relación con el sistema de instalación.
- Debe ser un instalador certificado del fabricante del equipo de terminación.

Instale los productos únicamente por técnicos calificados certificados por Panduit.

### **4.3 Procedimiento en general**

Identificar los elementos por pasos en el diseño.

Explicar las diferencias entre diseñar para el campo verde o facilidad para campo café marrón.

Identificar la importancia de la necesidad del estudio de análisis.

Identificar las 4 etapas del diseño que deben ser incluidas en una lista de materiales

Identificar la Importancia de seguir los estándares y códigos industriales.

Enfoque profesional para el diseño de infraestructura.

- Descripción general del diseño de la infraestructura de red.
- Tipo de instalación.
- Preparación del diseño

Requerimientos del proyecto, se enfatiza en la importancia de entender los requerimientos del proyecto y aprovechar preguntas para obtener información de utilidad.

### **4.3.1 Capacidad de planeación**

Tomar en consideración los requerimientos del proyecto, desarrollar un plan para medir los resultados esperados que proporcionen el crecimiento futuro.

Idealización, analiza los requerimientos, capacidad planeada y desarrollo de soluciones que aplique el diseño de la red.

Prototipos/ejemplos. Cómo inició, desarrollo de la solución, pruebas de esta y por último prueba del concepto

Análisis. - analiza los resultados de las pruebas de su solución y hacer ajustes necesarios.

Entrega. Una vez el diseño ha sido seleccionado por su equipo, ponerlo junto al paquete que sea entendible para su cliente

### **4.3.2 Preparación del diseño**

El cliente debe proveer la información fundamental necesaria para el desarrollo del paquete de propuestas.

A continuación, se indican los pasos para recopilar de manera eficiente la información requerida:

- Obtener planos relevantes de la planta y de la instalación general
- Determinar el marco del tiempo del cliente que se necesita para completar el desarrollo del paquete.
- Identificar la geolocalización.
- Determinar cuándo se realizan visitas al sitio en revisiones del proyecto y determinar los costos del servicio.
- Entregar un paquete de propuestas y documentos para confirmar los requerimientos del proyecto, se entienden completamente todos los documentos generados. Crear la orden de trabajo, discutir los pasos que conduzcan a el compromiso activo contratado del proceso de diseño.

### **4.3.3 Tipo de Instalación**

El determinar el tipo de instalación en el medio ambiente es crucial en el proceso de diseño. Por ejemplo, en terrenos totalmente nuevos y entornos abandonados,

En entornos totalmente nuevos, la instalación incluye la configuración de toda la red, ya que no existe alguna anterior. Las áreas que se retiran totalmente y son reemplazadas con tecnologías más nuevas, se consideran proyectos de área nueva.

En contraste, un desarrollo Brownfield es una actualización o adición a una red existente, usualmente requiere el uso de algunos componentes heredados.

Brownfield es utilizado en el mundo IT para referirse aquellos programas que usan y aprovechan una instalación existente.

### **4.3.4 Consideraciones del diseño**

Requerimientos funcionales, a detectarse en visitas y/o entrevistas

Prioridades, se pregunta al cliente la importancia que requiere el sistema.

- Criticalidad
- Riesgo
- Requerimientos no funcionales
- Costo del producto
- Rendimiento
- Portabilidad
- Disponibilidad
- Seguridad
- Mantenibilidad

## **4.4 Método Preliminar**

Planear la manera en que se va a recolectar la información, su tipo e importancia, lo relevante en trayectorias y medio ambiente inmerso de donde se ubique geográficamente la planta, y el tipo de industria donde se implementará el diseño a considerar.

### **4.4.1 Obtención de información**

El desarrollo de un proyecto comienza con la obtención de información del sistema o sistemas, o del proceso a implantar y/o a modificar, esta información básicamente es la referente a:

1. Requerimientos generales del cliente.
2. Su arquitectura,
3. Identificación de todo el equipo involucrado en el (los) sistema(s),
4. Funcionamiento y operación de todos los elementos,
5. Secuencias de operación de cada elemento,
6. Localización del sistema y de todos sus elementos,
7. El flujo del proceso,
8. Las estaciones y áreas del proceso,
9. Forma de comunicación entre los elementos, distancias, etc.
10. Operación del (los) sistema(s) completo(s),

La información se puede obtener por los medios siguientes:

1. Instructivos de operación,
2. Instructivos de mantenimiento,
3. Diagramas de fuerza y control,
4. Diagramas de instrumentación y tuberías,
5. Planos de localización,
6. Entrevistando al personal de Ingeniería y/o mantenimiento del proceso, planta o sistema.

El líder de proyecto llevará un expediente de documentos proporcionados por el cliente, donde registrará los documentos que anteriormente se mencionaron para asegurar su rastreabilidad, asegurando con esto que la información sea actualizada, si algún documento es actualizado, se registra este y el anterior es destruido o señalado como OBSOLETO.

## **4.5 Fases Generales De Las Tareas En el Método**

### **4.5.1 Selección de Información**

#### **Obtener el Alcance.**

- Delimitar el campo de estudio. Establecer y describir el contexto, características y ubicación del proceso que se analizará.
- Establecer Nombre del Proceso a diseñarles.

#### Definir Objetivo.

- Responder el para qué y en el que se quiere lograr.
- Establecer meta o propósito que se quiere alcanzar.

#### **Programar Reunión**

- Programar junta con el responsable o gerente del Departamento o Área al que pertenece el estudio.
- Conocer y analizar la estructura operacional existente.
- Conocer y analizar la estructura organizacional existente.
- Identificar objetivos asociados.
- Recabar información requerida.

## 4.5.2 Comprensión del Proceso

### Describir el Proceso

- Programar Reunión:
- Definir Relaciones.
- Definir Responsabilidades.
- Detallar “lo que se hace” y a asegurarse que “así se hace”.

Una descripción adecuada debe contener la siguiente información:

- Nombre del Proceso, Subproceso y/o Actividades.
- Responsable de llevar a cabo el Proceso, Subproceso y/o Actividad.
- Entradas y/o Salidas.
- Controles y/o Validaciones.

## 4.5.3 Documentación de Información

- Elaborar un formato de la empresa que considere controles internos e indicadores.
- Elaborar un documento formal que contenga toda la información recabada del ámbito de estudio.

El documento debe contener información relativa a:

- Portada (Nombre del Proceso).
- Introducción.
- Objetivo.
- Alcance.
- Responsabilidades en el Proceso.

- Fecha última Versión.
- Preparado/Modificado por (Nombre Responsable).
- Ruta o Lugar de Acceso al Documento.

Según la norma TIA-1005-A, existen tres tipos básicos de áreas industriales:

- Piso de la fábrica
- Área de trabajo
- Isla de automatización

Diseñar para ambientes industriales requiere de un conocimiento profundo de todas las áreas para garantizar que la infraestructura sea adecuada con los distintos entornos que se encuentren en el piso de la planta. Consideraciones como vibraciones, ambientes con agua o polvo, temperatura, áreas de lavado, exposición a ácidos o mezclas de aceite y el ruido electromagnético deben tenerse en cuenta al seleccionar soluciones para soportar estos entornos hostiles.

Las clasificaciones y clasificaciones ambientales basadas en atributos mecánicos, de entrada, climáticos / químicos, electromagnéticos (M.I.C.E) proporcionan un método de categorizando las clases ambientales requeridas para cada una de las áreas industriales y se clasifican como 1 = bajo, 2 = medio y 3 = alto.

Ya sea que esté diseñando para el piso de la fábrica, el área de trabajo o la isla de automatización, Panduit o cualquier otra marca debe ofrecer soluciones que cumplan con las pautas TIA-1005-A M.I.C.E. Esta guía de selección proporciona al diseñador de infraestructura física industrial información detallada de M.I.C.E sobre cada uno de los productos de red de marca, normalmente considerado en entornos industriales.

#### **4.5.4 Aspectos en la Ruta de Telecomunicaciones General**

Analizar todos estos puntos:

A. El instalador proporcionará los insumos y trabajos necesarios para la canalización de los sistemas de paso de cables, incluidos, entre otros:

1. Conducto
2. Pasarela para cables / Bandeja para cables
3. Bandeja de canasta de alambre soldada

B. Dibujos relacionados

Aunque dicho trabajo no se menciona específicamente en este documento o en los planos, el contratista deberá proporcionar e instalar todos los artículos, accesorios, enseres y dispositivos diversos que sean necesarios para una instalación sólida, segura y completa, sin reclamar un pago adicional. Suministrar accesorios y equipos necesarios para un sistema completo, incluso si no se mencionan específicamente en este documento o en los dibujos, sin reclamar un pago adicional.

Si aparecen errores u omisiones en los Dibujos, Especificaciones u otros documentos, el Contratista licitador deberá notificar al Ingeniero antes de presentar la oferta. Si se produce un conflicto entre los dibujos y las especificaciones, se considera que el contratista licitador ha estimado la forma más costosa de realizar el trabajo, a menos que haya solicitado y obtenido una decisión por escrito (apéndice) antes de la presentación de la oferta sobre qué método o materiales, será requerido.

No utilice equipos que excedan las dimensiones indicadas o equipos o disposiciones que reduzcan los espacios libres requeridos o excedan las dimensiones máximas especificadas.

#### 4.5.5 Condiciones Del Proyecto, Control De Calidad En Campo

Para llevar a cabo esta actividad, se sugiere contemplar los siguientes aspectos referentes a los requerimientos ya definidos por parte del cliente y/o detectados durante la recopilación de información.

Realice las siguientes pruebas e inspecciones:

- Después de instalar las vías y después de que se haya energizado el circuito eléctrico, inspeccione el cumplimiento de los requisitos.
- Inspeccione visualmente el aislamiento del cable en busca de daños. Corrija las esquinas afiladas, las protuberancias en los caminos, las vibraciones y las condiciones de expansión y contracción térmica que pueden causar o haber causado daños.
- Verifique que el número, tamaño y voltaje de los cables en las vías no exceda lo permitido por NFPA 70. Verifique que los circuitos de comunicaciones o procesamiento de datos estén separados de los circuitos de energía por barreras o estén instalados en vías separadas.
- Verifique que no haya elementos entrometidos como tuberías, colgadores u otro equipo en el camino.
- Elimine los acumulamientos de polvo, los sobrantes de procesos industriales, el material de cualquier descripción y cualquier bloqueo de la ventilación de la canalización.
- Inspeccione visualmente cada unión de la vía y cada conexión a tierra para verificar la continuidad mecánica. Revise las conexiones atornilladas entre las secciones en busca de corrosión. Limpie y vuelva a apretar en áreas sospechosas.
- Verifique que todos los tornillos de unión estén asegurados en todos los conectores de empalme.
- Compruebe si hay pernos, cabezas de pernos o tuercas faltantes, incorrectos o dañados. Cuando lo encuentre, reemplácelo con el hardware especificado.

## 4.6 Documentos de Referencia

<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>			
FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	AUTOR
2006	PUB000148R0	ODVA ETHERNET / IP MANUAL DE INSTALACIÓN Y PLANEACIÓN DE MEDIA	ODVA
2011	OL-211226-01	GUÍA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ETHERNET CONVERGENTE EN TODA LA PLANTA (CPwE)	CISCO SYSTEMS Y ROCKWELL AUTOMATION
2015	ENET-TD005B-EN-P	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO ETHERNET RESILIENTE (REP) EN UNA GUÍA DE DISEÑO DEL SISTEMA ETHERNET CONVERGENTE EN TODA LA PLANTA (CPwE)	CISCO SYSTEMS Y ROCKWELL AUTOMATION
2011	ENET-TD003A-EN-E	FIBER OPTIC INFRASTRUCTURE APPLICATION GUIDE	Panduit – Rockwell - Cisco
2009	1.0	GUÍA DE DISEÑO DE ARQUITECTURA DE REFERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE PANDUIT INDUSTRIAL ETHERNET	Panduit
2014	-	MARCO PARA MEJORAR LA CIBERSEGURIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA CRÍTICA V1.0	NIST Committee
2009/2013	IEC-62443	REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL - SISTEMA DE REDES Y ESTÁNDARES DE SEGURIDAD INTERNACIONALES	ISA 99 Committee
2016	PROCES-RM001J-EN-P- March 2016	PLANTPAX MANUAL DE REFERENCIA SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	ROCKWELL AUTOMATION

Nota: Fuente: (ODVA, Inc., EtherNet/IP™ Media Planning and Installation Guide, Ann Arbor, 2006)

La tabla 1 muestra los años en que se publicaron los documentos que respaldan toda la información que se debe cubrir, tanto para el diseño, como la supervisión de lo instalado.

## 4.7 Conexión a Tierras y puesta a tierra

Norma TIA 607-c Grounding and bounding

Obligaciones de puesta y conexión a tierra en telecomunicaciones: Norma ANSI/TIA/EIA 607

El sistema de conexión a tierra es primordial en el diseño de una red, ya que fomenta al máximo el tiempo de vida de los equipos, además de proteger la integridad física del personal a pesar de que se trate de un sistema que maneja voltajes bajos. El 70% de anomalías y problemas asociados a sistemas distribución de potencia son directa o indirectamente relacionados a temas de conexiones y puestas a tierra.

El estándar que describe el sistema de puesta a tierra para las redes de telecomunicaciones es ANSI/TIA/EIA-607. El propósito principal es crear un camino adecuado y con capacidad suficiente para dirigir las corrientes eléctricas y voltajes pasajeros hacia la tierra. Estas trayectorias a tierra son más cortas de menor impedancia que las del edificio.

**Puesta a tierra (*grounding*):** Es la conexión entre un equipo o circuito eléctrico y la tierra.

**Conexión equipotencial a tierra (*bonding*):** Es la conexión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria conductora eléctrica que asegura la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir de manera segura cualquier corriente que le sea impuesta.

Cada equipo o armario dentro del cuarto de redes utilizará obligatoriamente su TGB (Terminal Grounding Bounding) instalado en la platina o placa en la parte de atrás y arriba.

El estándar ha establecido una tabla, que se muestra su imagen en la figura 23, para diseñar este conductor de acuerdo con su distancia:

Longitud del TBB (m)	Calibre (AWG)
Menor a 4	6
4 - 6	4
6 - 8	3
8 - 10	2
10 - 13	1
13 - 16	1/0
16 - 20	2/0
Mayor a 20	3/0

**Figura 23 Calibres recomendados puesta a tierra**

Nota: Fuente: (NOM SEDE 2015, 2015)

Deben evitarse empalmes, pero sí de todas maneras existen estos deben estar ubicados en algún espacio de telecomunicaciones.

Todos los elementos metálicos que no lleven corriente en el sistema de cableado estructurado deberán ser aterrizados, como por ejemplo bastidores (racks), bandejas, etc.

Entrevistas a Personal operativo en el área de proceso, gerentes o técnicos en Mantenimiento del área.



**Figura 24 Esquema de conexión a tierra en un edificio.**

Nota: Fuente: (Total Ground, 2010)

El esquema de la figura 24 ayuda visualmente a revisar las características de los dispositivos a recomendar, además de cubrir con los aspectos a considerar en el diseño.

Preguntas para identificar una red de tierra en buenas condiciones:

1. ¿Se han dañado equipos de manera recurrente en el área?
2. ¿Por la ubicación Geográfica, que tan seguido hay descargas atmosféricas (Rayos)?
3. Durante el trabajo en las Líneas de proceso, ¿le han dado “toques” al tocar algún transportador o equipo?
4. En la planta ¿existe la comisión de Salud por parte del sindicato? ¿Realizan recorridos para ver las condiciones del área laboral?

## 4.8 Método de diseño de red

El proceso de diseño de red puede verse como una secuencia de los siguientes pasos:

1. Definición de los requisitos de la aplicación
2. Diseño de red lógica
3. Diseño de red física

Las siguientes secciones enumeran las actividades recomendadas para su consideración durante el diseño de la red EtherNet/IP, incluidos los requisitos de la aplicación funcional, el alcance del proyecto y otros factores. Para entender mejor las cuestiones de diseño, se presentan en forma de comparación entre redes industriales con activos infraestructuras (como EtherNet/IP) e infraestructuras pasivas.

La tabla 2 es extraída de la guía de diseño de ODVA, se traducen las actividades sugeridas para el diseño, y quienes operativamente deben de intervenir en cada punto a definir.

**Tabla 2**

DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN		
ACTIVIDAD	RED INDUSTRIAL CON INFRAESTRUCTURA PASIVA	ETHERNET / IP
Definir los objetivos del proyecto, presupuesto Y restricciones	Esta actividad se suele realizar pero no ha sido reconocida como una actividad separada.	Esta actividad debe realizarse, si es apropiado. Trabajar con el departamento de TI.
Analizar metas técnicas y limitaciones (por ejemplo, escalabilidad, disponibilidad, rendimiento, seguridad, manejabilidad, usabilidad y adaptabilidad).	Esta actividad se suele realizar. Trabajo con empresa de control.	Esta actividad debe realizarse. Obtenga ayuda externa si es necesario. Trabajar con el departamento o sistema de TI integrador.
Caracterizar la red existente	Esta actividad rara vez se realiza ya que estas redes son normalmente diseñadas desde cero.	Se espera que estas redes normalmente sean diseñadas a partir de un borrador. Por lo tanto, esta actividad rara vez se realizará. Una interfaz con lo que existe en la red de planta / empresa debe ser caracterizado en cambio.
Caracterizar el tráfico de red. Esta actividad puede incluir caracterización del flujo de tráfico, carga de tráfico, comportamiento del tráfico, y Calidad de Servicio.	Esta actividad se suele realizar como parte de la planificación de la red actividades. Incluye análisis de operación.	Tanto en la operación como el tráfico se debe realizar un análisis. Se debe prestar atención a tráfico de multidifusión generado por mensajes implícitos en Ethernet/IP.

Nota: Fuente: (ODVA, Inc., EtherNet/IP™ Media Planning and Installation Guide, Ann Arbor, 2006)

Continuar con entrevistas a Personal operativo en el área de proceso, gerentes o técnicos en Mantenimiento del área.

Preguntas para identificar el tipo de control y fuerza en las áreas de procesos:

- 1.- ¿Ha ocurrido algún incendio o incidente en equipos en el área?
- 2.- De ser afirmativo, ¿Qué tan seguido?
- 3.- ¿Existe el Departamento de IT en la Planta?
- 4.- ¿IT hace trabajos en las áreas de Proceso?
- 5.- ¿Existe el departamento de programación en el área de Mantenimiento??
- 6.- ¿Comparten infraestructura IT y producción? Cuartos de control, IDF's, etc.

#### **4.8.1 Canalizaciones**

ANSI / TIA-569-D: Rutas y canalizaciones de telecomunicaciones.

TIA-569-D Caminos y espacios

Esta Norma define lineamientos generales para vías y espacios de telecomunicaciones. Enlista las consideraciones en aspectos de separación y aislamiento dentro del entorno operativo, sugerencias de diversos tipos de instalaciones en telecomunicaciones para garantizar un funcionamiento adecuado en condiciones hostiles y exigencias de temperatura y humedad. También brinda información de diseño arquitectónico (por ejemplo, tamaño de los cuartos y cortafuegos) y de medio ambiente (por ejemplo, HVAC, conexión a tierra y conexión, y reducción de interferencia electromagnética).

ANSI / TIA-569-D "Vías y espacios de telecomunicaciones" fue elaborado por una comisión de Vías y espacios de TIA TR-42.3 y publicado en abril de 2015. Esta norma especifica los requisitos para rutas y canalizaciones de telecomunicaciones en construcciones comerciales y

de muchos clientes, acceso espacioso para empresas y espacios para proveedores de servicios donde se ubican las áreas de entrada, de distribución, oclusiones, racks y gabinetes y otras instalaciones e infraestructura de telecomunicaciones. Las ubicaciones de los racks incluyen áreas por encima del techo, sistemas de piso celular y de acceso limitado, sistemas de soporte de cables, sistemas de inserciones y conductos debajo del piso, caminos perimetrales y caminos de montaje en superficie y columnas de servicios generales.

Los cambios significativos con respecto a la edición anterior incluyen:

Incorporación de los requisitos de temperatura y humedad revisados de TIA-568-C.1

Inclusión de un tamaño mínimo recomendado más pequeño para las salas de distribución.

Eliminación de los requisitos de altura máxima para racks y gabinetes (todavía se proporciona una altura máxima recomendada).

Reducción del espacio libre de acceso mínimo por encima de las bandejas de cables de 300 mm (12 pulg.) A 200 mm (8 pulg.).

Recomendaciones revisadas para separar el cableado de alimentación del cableado de par trenzado balanceado.

Nuevos requisitos para espacios metálicos.

Nuevos requisitos para espacios de puntos de consolidación y ensamblaje de tomas de telecomunicaciones multiusuario.

ANSI / TIA-569-D-1 "Anexo 1, Requisitos revisados de temperatura y humedad para espacios de telecomunicaciones" publicado en octubre de 2016 y revisa las especificaciones del rango de humedad en TIA-569-D. Específicamente, este estándar reduce el rango de humedad recomendado y permitido para las clases A1 a A4 para armonizar con la cuarta edición del estándar de ASHRAE (es una asociación de tecnología para edificios) "Pautas térmicas para entornos de procesamiento de datos", que se publicó en 2015. Varias pequeñas inconsistencias dentro de la Tabla 2 de TIA-569 -D también se corrigieron.

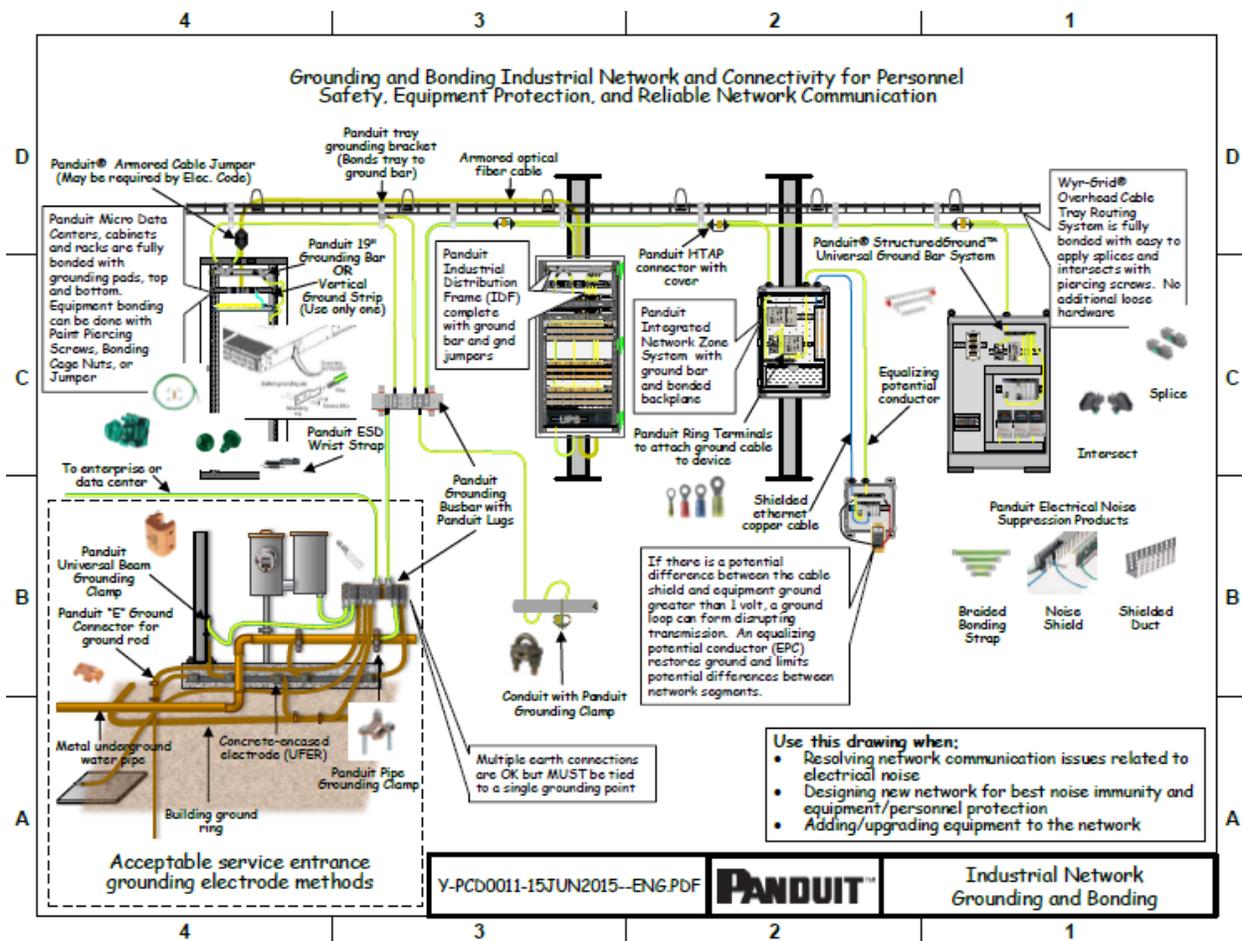
ANSI / TIA-569-D-2 "Anexo 2, Consideraciones adicionales de vías y espacios para cableado.

Soporte de alimentación remota sobre cableado de par trenzado balanceado" publicado en junio de 2018 y proporciona pautas para los sistemas de vías que admiten cableado de par

trenzado balanceado utilizado para aplicaciones de alimentación remota. La entrega de energía de CC (por ejemplo, PoE y POH) puede causar un aumento de temperatura en los cables, lo que puede afectar negativamente el rendimiento de la transmisión y causar degradación mecánica si se excede la clasificación de temperatura del cable. Los diferentes tipos de vías, que van desde soportes no continuos hasta conductos sellados, tienen diferentes propiedades de disipación de calor. La selección cuidadosa de los sistemas de vías y el cumplimiento de las prácticas de instalación recomendadas (p. Ej., Separar los cables dentro de los sistemas de vías, observar el diseño del sistema de vías y las proporciones de llenado y seguir las prácticas de instalación recomendadas relacionadas con el tamaño y el enrutamiento de los haces de cables) puede reducir el aumento de temperatura de los cables y mejorar el rendimiento térmico general del sistema de vías.

#### Contenido ANSI / TIA-569-D

- Compatibilidad ambiental
- Diversidad de instalaciones de telecomunicaciones
- Espacios de construcción
- Acceder a los espacios de proveedores y a los espacios de proveedores de servicios
- Espacios de edificios para múltiples inquilinos
- Construyendo caminos
- Anexos que abordan las pautas de reducción de ruido electromagnético y cortafuegos para cableado de par trenzado equilibrado



**Figura 25 Arquitectura a detalle de tierras**

Nota: Fuente: (Network Infrastructure Catalog NCCB106-SA-ENG Panduit, 2022)

Un esquema general que muestra todos los aspectos a considerar en un diseño de interconexión es la que se muestra en la figura 25.

#### 4.8.2 Gabinetes

Se refiere a: Armarios, racks y gabinetes, bajo la norma Nema National Electrical Manufacturers Association.

NEMA Standards Publication No. 250

Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)

NEMA Standards Publication No. ICS6

Enclosures for Industrial Controls and Systems

Clasificaciones NEMA, UL y CSA

Paneles bajo la norma de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos, UL 508A. normas para cerramientos ni las de la Fabricantes eléctricos y electrónicos Asociación de Canadá. Underwriters Laboratories Inc. (UL) no se responsable del uso o dependencia de un UL

Estándar de cualquiera. UL no incurrirá en ninguna obligación o responsabilidad por daños, incluidos daños emergentes, que surja de o en conexión con el uso, interpretación de, o dependencia de un estándar UL.

NEMA, UL y CSA son organizaciones de redacción de normas comúnmente reconocidas en América del Norte. Sus calificaciones se basan en similares descripciones de aplicaciones y rendimiento esperado. Tanto UL como CSA requieren pruebas de envolverte por parte de evaluadores calificados. También envían al sitio inspectores para asegurarse de que un fabricante se adhiera a los métodos de fabricación prescritos y las especificaciones de materiales. NEMA, por otro lado, no requiere pruebas independientes y deja el cumplimiento completamente en manos del fabricante.

**Enclosure Types Non-Hazardous Locations**

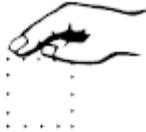
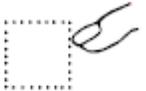
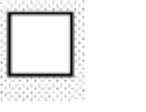
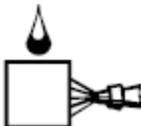
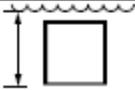
Enclosure Type	National Electrical Manufacturers Association (NEMA Standard 250) and Electrical and Electronic Mfg. Association of Canada (EEMAC)	Underwriters Laboratories Inc. (UL 50 and UL 508A)	Canadian Standards Association (Standard C22.2 No. 94)	
<b>Indoor</b>	<b>Type 1</b>	Enclosures are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against contact with the enclosed equipment or locations where unusual service conditions do not exist.	Indoor use primarily to provide protection against contact with the enclosed equipment and against a limited amount of falling dirt.	General purpose enclosure. Protects against accidental contact with live parts.
	<b>Type 12</b>	Enclosures are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against dust, falling dirt, and dripping noncorrosive liquids.	Indoor use to provide a degree of protection against dust, dirt, fiber flyings, dripping water, and external condensation of noncorrosive liquids.	Indoor use; provides a degree of protection against circulating dust, lint, fibers, and flyings; dripping and light splashing of non-corrosive liquids; not provided with knockouts.
	<b>Type 12K</b>	Enclosures with knockouts are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against dust, falling dirt, and dripping noncorrosive liquids.	Indoor use to provide a degree of protection against dust, dirt, fiber flyings, dripping water, and external condensation of noncorrosive liquids.	Indoor use; provides a degree of protection against circulating dust, lint, fibers and flyings; dripping and light splashing of noncorrosive liquids; not provided with knockouts.
	<b>Type 13</b>	Enclosures are intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against dust, spraying of water, oil, and noncorrosive coolant.	Indoor use to provide a degree of protection against lint, dust seepage, external condensation and spraying of water, oil, and noncorrosive liquids.	Indoor use; provides a degree of protection against circulating dust, lint, fibers, and flyings; seepage and spraying of non-corrosive liquids, including oils and coolants.
<b>Outdoor</b>	<b>Type 3</b>	Enclosures are intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against windblown dust, rain, and sleet; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Outdoor use to provide a degree of protection against windblown dust and windblown rain; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use; provides a degree of protection against rain, snow, and windblown dust; undamaged by the external formation of ice on the enclosure.
	<b>Type 3R</b>	Enclosures are intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against falling rain and sleet; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Outdoor use to provide a degree of protection against falling rain; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use; provides a degree of protection against rain and snow; undamaged by the external formation of ice on the enclosure.
	<b>Type 3RX<sup>a</sup></b>	Enclosures are intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against corrosion, falling rain and sleet; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Not specifically defined.	Not specifically defined.
	<b>Type 4</b>	Enclosures are intended for indoor or outdoor use primarily to provide a degree of protection against windblown dust and rain, splashing water, and hose directed water; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Either indoor or outdoor use to provide a degree of protection against falling rain, splashing water, and hose-directed water; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use; provides a degree of protection against rain, snow, windblown dust, splashing and hose-directed water; undamaged by the external formation of ice on the enclosure.
	<b>Type 4X</b>	Enclosures are intended for indoor or outdoor use primarily to provide a degree of protection against corrosion, windblown dust and rain, splashing water, and hose-directed water; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Either indoor or outdoor use to provide a degree of protection against falling rain, splashing water, and hose-directed water; undamaged by the formation of ice on the enclosure; resists corrosion.	Indoor or outdoor use; provides a degree of protection against rain, snow, windblown dust, splashing and hose-directed water; undamaged by the external formation of ice on the enclosure; resists corrosion.
	<b>Type 6</b>	Enclosures are intended for use indoors or outdoors where occasional submersion is encountered. limited depth; undamaged by the formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use to provide a degree of protection against entry of water during temporary submersion at a at a limited depth; undamaged by the external formation of ice on the enclosure.	Indoor or outdoor use; provides a degree of protection against the entry of water during temporary submersion at a limited depth. Undamaged by the external formation of ice on the enclosure; resists corrosion.

**Figura 26 Tipos de Armarios o gabinetes**

Nota: Fuente: (Hoffman Enclosures Inc, 2007)

La tabla de la figura 26 muestra los tipos de ambientes, desde hostiles hasta amigables que se presentan en la industria, y es una guía de selección para definir el tablero más adecuado a los requerimientos del cliente, se extrae del manual Hoffman, ahora nVent.

**IP Rating Categories**

First Numeral			Second Numeral	
IP	Protection of Persons	Protection of Equipment	IP	Protection of Equipment
0	No Protection	No Protection	0	No Protection
1	 Protected against contact with large areas of the body (back of hand)	Protected against objects over 50 mm in diameter	1	 Protected against vertically falling drops of water, e.g. condensation
2	 Protected against contact with fingers	Protected against solid objects over 12mm in diameter	2	 Protected against direct sprays of water up to 15° from vertical
3	 Protected against tools and wires over 2,5 mm in diameter	Protected against solid objects over 2,5mm in diameter	3	 Protected against sprays to 60° from vertical
4	 Protected against tools and wires over 1 mm in diameter	Protected against solid objects over 1mm in diameter	4	 Protected against water sprayed from all directions (limited ingress permitted)
5	 Protected against tools and wires over 1mm in diameter	Protected against dust (limited ingress, no harmful deposit)	5	 Protected against low pressure jets of water from all directions (limited ingress permitted)
6	 Protected against tools and wires over 1mm in diameter	Totally protected against dust	6	 Protected against strong jets of water
			7	 Protected against the effects of immersion between 15 cm and 1 m
			8	 Protected against long periods of immersion under pressure

**Figura 27 Categorías de clasificación IP**

Nota: Fuente: (Hoffman Enclosures Inc, 2007)

La tabla de la figura 27 muestra los tipos de protección requeridos en la industria, y es una guía de selección para definir el tipo de tablero más adecuado a los requerimientos del cliente, se extrae del manual Hoffman, ahora nVent.

Gabinete eléctrico. Es el producto que brinda protección a los componentes y accesorios contra las variables externas y desde cualquier lado.

Los gabinetes proveen una protección al ingreso de materiales, objetos extraños y golpes mecánicos que puedan dañar la funcionalidad de los elementos electrónicos, los cuales cumplen con normas internacionales como la NEMA, en donde se especifican los grados de protección que proporciona contra el ingreso de objetos y agua.

Nivel de protección. Es el grado de defensa provisto por el gabinete contra el ingreso de partículas peligrosas, frente a la entrada de objetos solidos no deseados, contra el ingreso de agua, protege de golpes mecánicos del exterior. El nivel de defensa específico debe ser seleccionado sabiendo las características que debe proteger el sistema electrónico, cumpliendo con las características a las que va a quedar sometido, en base a variables interiores o de afuera.

La norma internacional NEMA consiste en un conjunto de estándares de una agrupación de marcas de equipos eléctricos. Utilizado para generalizar el diseño de los envoltentes, mide niveles de protección e identifica el grado de un armario para resistir elementos climáticos, desde líquidos que caigan a el ingreso de partículas extrañas y el hundimiento total. El fin de la evaluación de las tres clasificaciones es ayudar a los clientes finales a realizar una selección adecuada, entendida, de envoltentes que desempeñen especificaciones de su diseño operativo.

Nema 1: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como mugre o salpicaduras, no da defensa al acceso de líquidos.

Nema 2: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como mugre que escurra, brinda resguardo del acceso de líquidos: escurrimiento y chorros ligeros.

Nema 5: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como mugre que escurra, acumulación de pelusa, tierra seca, contaminación y tejidos libres salvaguarda el acceso de líquidos: escurrimiento y chorros ligeros.

Nema 12: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como manchas que escurran, acumulación de pelusa, tierra seca, contaminación y tejidos libres salvaguarda el acceso de líquidos: escurrimiento y chorros ligeros o escurrimiento de lubricante y agentes de enfriamiento que no sean corrosivos.

Nema 3: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como manchas que escurran, y partículas impulsadas por el aire, protege el acceso de líquidos: precipitaciones o llovizna impulsada por el aire.

Nema 3R: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como manchas que escurran, protege el acceso de líquidos: precipitaciones, llovizna impulsada por el aire o nevadas.

Nema 4: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como manchas que escurran, y partículas impulsadas por el aire, protege el acceso de líquidos: precipitaciones o llovizna impulsada por el aire, escurrimiento de líquido y lavado con irrigador.

Nema 4x: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como manchas que escurran, y partículas impulsadas por el aire, protege el acceso de líquidos: precipitaciones o llovizna impulsada por el aire, escurrimiento de líquido y lavado con irrigador y alto grado de cuidado con elementos corrosivos u hostiles.

Nema 6: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como mugre que escurra, protege el acceso de líquidos: lavado con irrigación y sumergir brevemente a un nivel poco profundo.

Nema 6P: brinda un nivel de protección al ingreso de elementos peligrosos y frente al acceso de piezas extrañas solidas como mugre que escurra, protege el acceso de líquidos: lavado con irrigación y sumergir mucho tiempo a un nivel poco profundo.

### 4.8.3 Normas de etiquetado y manejo de datos

Cableado de Datos, Datos de los cableados, etiquetado

La tabla 3 es extraída de la guía de diseño de ODVA, se traducen las actividades sugeridas para el diseño, y quienes operativamente deben de intervenir en cada punto a definir. En este caso los componentes.

Tabla 3

<b>DISEÑO DE LA RED FÍSICA</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RED INDUSTRIAL CON INFRAESTRUCTURA PASIVA</b>	<b>ETHERNET / IP</b>
<b>Seleccione los componentes del sistema de cable y dispositivos de infraestructura.</b>	<b>Esta actividad es equivalente a selección del cable de red Componentes del sistema.</b>	<b>Esta actividad debe realizarse. Integradores de sistemas y departamento de TI puede ayudar.</b>

Nota: Fuente: (ODVA, Inc., EtherNet/IP™ Media Planning and Installation Guide, Ann Arbor, 2006)

**Tabla 4**

**VERIFICACIÓN DEL DISEÑO**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RED INDUSTRIAL CON INFRAESTRUCTURA PASIVA</b>	<b>ETHERNET / IP</b>
Probar el diseño de la red.	Normalmente se realiza, por lo general consiste en un diseño piloto de prueba e implementación.	Debe realizarse y puede consisten en diseño e implementación de una prueba piloto.
Optimizar el diseño de la red.	Realizada si es necesario.	Debe realizarse si es necesario.
Documentar el diseño de la red.	Usualmente realizado.	Debe realizarse o será difícil de solucionar cuando la clave el personal ya no está disponible.

Nota: Fuente: (ODVA, Inc., EtherNet/IP™ Media Planning and Installation Guide, Ann Arbor, 2006)

La tabla 4 también es extraída de la guía de diseño de ODVA, se traducen las actividades sugeridas para el diseño, y quienes operativamente deben de intervenir en cada punto a definir. En este caso es para verificaciones.

**4.8.4 Administración y etiquetado**

La norma TIA-606-C ayuda a operaciones de tener instalaciones organizadas, elimina las hipótesis al hacer las etiquetas en la oficina o en movimiento. Facilita la creación de etiquetas en el campo con una impresora móvil.

Usar sistemas etiquetados adecuadamente nos beneficia a todos: a los instaladores y contratistas, a los técnicos de sistemas, a los propietarios y al negocio.

Mejora la eficiencia al reducir el tiempo para crear etiquetas, lo que simplifica el proceso de instalación y etiquetado.

#### 4.8.5 Cómo identificar cables adecuadamente según TIA-606-C

Cada uno de los siguientes componentes debe ser etiquetado claramente con los identificadores adecuados:

- Rutas
- Tomas de corriente en áreas de trabajo
- Paneles de conexiones
- Bastidores y gabinetes
- Puertos
- Barras de puesta a tierra
- Cableado
- Ubicaciones de producto cortafuegos
- Espacio de telecomunicaciones
- Cuartos de centros de datos



**Figura 28 Etiquetado del cableado**

Nota: Fuente: (TIA\_606\_Labeling\_Standards\_ebook\_Latin\_America\_ASP 6, Brady, 2019)

El resultado de implementar estos puntos anteriormente listados, se plasman en la figura 28.

#### **4.8.6 Enfriamiento**

Una herramienta de diseño que es empleada por diseñadores en el ámbito industrial es la de Hoffman, que recientemente fue renombrada a nVent, recomienda dimensionar algunos de sus gabinetes con su aplicación disponible en su página web. <https://coolingselection.nvent.com/>

##### Temperatura y humedad

Es esencial que el ambiente de los cuartos de telecomunicaciones deba mantenerse las 24 horas del día, los 365 días del año, y que sean independientes de los controles del área de trabajo exterior. El cuarto de telecomunicaciones debe tener suficiente calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) para mantener una temperatura ambiente que oscile aproximadamente entre los 17° C y los 21°C (entre los 64°F y los 75°F) mientras todos los equipos de LAN estén en pleno funcionamiento.

#### **4.8.7 Resumen de los puntos clave del diseño de EtherNet/IP**

Las redes EtherNet/IP utilizan una infraestructura activa; necesitan enrutadores y conmutadores.

EtherNet/IP se utiliza para aplicaciones de control; las subredes pueden manejar aplicaciones en tiempo real.

El tráfico de control en EtherNet/IP se basa en el modelo productor-consumidor, lo que da como resultado IP multidifusión de datos de control críticos.

Hay dos tipos de redes EtherNet/IP: aisladas y no aisladas.

Para redes aisladas, el proceso de diseño de red es similar a las redes a nivel de dispositivo.

Las redes no aisladas requieren consideraciones de diseño adicionales. Redes no aisladas interfaz para empresas y redes de área amplia (WAN) e Internet para proporcionar.

**Tabla 5****Table 4-8 Maximum Cable Lengths by Type**

Cable	Maximum Segment Length
10Base-T	100 meters (328 ft)
100Base-TX	100 meters (328 ft)
10Base-FL	2000 meters (6562 ft)
100Base-FX (62.5 micron multimode glass fiber)	412 meters (half-duplex) (1352 ft) 2000 meters (full-duplex) (6562 ft)
100Base-FX (single-mode fiber)	412 meters (half-duplex) (1352 ft) 15 km or more (full-duplex) (6.2 mi) Consult vendor for cable-specific limits.
1000Base-TX	100 meters (328 ft)
1000Base-SX (62.5 micron multimode glass fiber)	550 meters (1787 ft)
1000Base-LX (single-mode fiber)	5 km (3 mi) up to 10 km (6 mi) based on cable type Consult vendor for cable-specific limits.
1000Base-LH (single-mode fiber)	Up to 120 km (75 mi) based on cable type and signal frequency (1310 nm vs. 1550 nm) Consult vendor for cable-specific limits.

Nota: Fuente: (ODVA, Inc., EtherNet/IP™ Media Planning and Installation Guide, Ann Arbor, 2006)

La tabla 5 muestra las máximas distancias que alcanzan a trabajar de manera eficiente los diferentes tipos de cableados para el manejo de información.

Estas son las longitudes de cable máximas sugeridas. Para conocer reglas de cableado de Ethernet más específicas, consulte:

ANSI/TIA/EIA Std 568-B.1.17 Para Ethernet rápido, bajo nivel de ruido, cables 24 AWG de alto rendimiento y los conectores son muy recomendables. Cualquier degradación en el rechazo de ruido degradará un enlace completo entre un dispositivo de conmutación y el equipo periférico.

Para la operación Gigabit, el aumento de la velocidad también aumenta el potencial de distorsión de datos por electricidad, ruido, y requiere atención adicional a la disposición del cableado de la instalación. El cable de datos Cat6 es recomendado para su uso con Gigabit Ethernet para una mayor inmunidad al ruido. Tenga en cuenta las restricciones de distancia para fibra multimodo, ya que normalmente no supera los 550 metros (alrededor de 600 yardas) para Gigabit Ethernet. Esta se compara con 2 km (1 mi) o más para Ethernet de 100 Mbps. ANSI/TIA/EIA-568-B, Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales – Parte 1: Requisitos generales. <http://www.tiaonline.org/>

### Tendido de cables

Un plan de enrutamiento de cables adecuado es esencial. EtherNet/IP o cualquier cable de red no debe tenderse cerca equipos que generan fuertes campos eléctricos o magnéticos. En particular, tender cables de red cerca y debe evitarse lo siguiente:

- Luces, especialmente aquellas que usan balastos como vapor de mercurio, sodio o fluorescentes
- Motores: de cualquier tamaño, especialmente si sus velocidades están controladas por variadores de frecuencia
- Controladores de accionamiento
- Soldadores de arco
- Conducto que transporta alta tensión/corrientes elevadas

### Cableado externo a los gabinetes

Los cables que se extienden fuera de los recintos protectores pueden ser relativamente largos. Para minimizar la diafonía cercana líneas eléctricas, es una buena práctica mantener la máxima separación entre el cable Ethernet y otros posibles conductores de ruido. Se deben seguir las siguientes pautas para enrutar los cables de red cerca

Cables potencialmente inductores de ruido.

Dentro de una canaleta o conducto metálico contiguo

En ausencia de estos códigos, la regla general para la protección contra el ruido es una distancia mínima de 7,6 cm (3 pulg.) conductores de luz y energía eléctrica y 2,5 cm adicionales (1 pulgada) por cada 100 voltios por encima de los 100 voltios. Como se ve en la Tabla 6 que se muestra a continuación.

**Tabla 6**

**Table 4-9      Outside Wiring**

<b>Voltage Level</b>	<b>Minimum Distance</b>
0-100 V	7.6 cm (3 in.)
101-200 V	10.2 cm (4 in.)
201-300 V	12.7 cm (5 in.)
301-400 V	15.2 cm (6 in.)
401-500 V	17.8 cm (7 in.)

Nota: Fuente: (ODVA, Inc., EtherNet/IP™ Media Planning and Installation Guide, Ann Arbor, 2006)

#### **4.8.8 Cableado dentro de los gabinetes**

Las secciones de cable que corren dentro de los gabinetes de equipos de protección son relativamente cortas. Al igual que con el cableado fuera de los gabinetes, la separación máxima entre los cables Ethernet y los conductores de Categoría 1 debe ser mantenido.

Al tender el cable dentro de un gabinete, los conductores deben enrutarse fuera de todas las canalizaciones en el mismo envolvente o en una canalización separada de los conductores de categoría 1.

Al seleccionar un cable de red, la construcción de la cubierta debe ser compatible con cualquier vibración y la temperatura y los productos químicos en el medio ambiente. Es importante no pasar por alto el cableado eléctrico, especificaciones, como sobrecalentamiento, ya que muchos cables disponibles en el mercado no cumplen con los estándares TIA/EIA a temperaturas industriales. Las cubiertas de los cables pueden dañarse fácilmente, incluso en rangos de temperatura bajos.

Los productos químicos pueden ser absorbidos por las cubiertas y el aislamiento de los cables, causando el deterioro del plástico y degradación del rendimiento. Es posible que se requieran medios sellados si los conectores o las cubiertas de los cables están expuestos a un ambiente difícil.

En instalaciones industriales de cable sin blindaje, se recomienda el uso de cables balanceados. Si la red la aplicación se encuentra en un entorno de alto ruido, entonces se deben utilizar medios de cable blindados o cableado de fibra óptica.

## **4.9 Diseño de método a aplicar en infraestructura**

Descripción general del diseño de la infraestructura de red

Requerimientos del proyecto, se enfatiza en la importancia de entender los requerimientos del proyecto y aprovechar preguntas para obtener información de utilidad.

Capacidad de planeación

Tomar en consideración los requerimientos del proyecto, desarrollar un plan para medir los resultados esperados que proporcionen el crecimiento futuro.

Idealización, analiza los requerimientos, capacidad planeada y desarrollo de soluciones que permitan el desarrollo del diseño de la red.

Prototipos/ejemplos. Cómo inició, desarrollo de la solución, pruebas de esta y por último prueba del concepto

Análisis. - analiza los resultados de las pruebas de su solución y hacer ajustes necesarios.

Entrega. Una vez el diseño ha sido seleccionado por su equipo, ponerlo junto al paquete que sea entendible para su cliente

## 4.10 Diseño del Paquete de infraestructura física

Sondear las expectativas del cliente, alineadas de acuerdo con los estándares ya listados.

Se debe generar un diseño preliminar para presentarlo al cliente, en él se debe incluir localizaciones de equipos, rutas de cableado e isométricos, todo esto como parte del paquete tecnológico,

- Especificación del trabajo y etapas de cableado troncal
- Entrega final (Incluir la lista de todos los materiales)

Se recomienda aquí utilizar formatos para prevenir retrabajos, algunos fabricantes usan preformas ya definidas. Panduit | AutoCAD

<https://www.panduit.com/en/support/tools1/autocad.htm>

Incluir diagramas e interconexiones de dispositivos Esto permite al cliente tener suficiente información para comprender cómo pretende cumplir con los requisitos de diseño.

- La cédula de cableado simplifica el ordenamiento Con el número exacto de partes
- Reduce el desperdicio en longitudes de cable
- Agiliza la instalación con el detalle de cable desde / hasta
- Y la lista de materiales aparte de especificar todos los componentes diseñados, reduce el tiempo de adquisición, si está bien elaborada.

Soluciones de productos que brindan respuesta a problemas de infraestructura de red

TIA-607 Grounding, UL5088A power, TIA-569 rutas, ANSI/TIA-568.0 armarios racks y envolventes.

ANSI/TIA-568.1 Cables de datos cobre / opción fibra ANSI/TIA-568.3

Recomendar al fabricante con sus accesorios.

Todos los cables, espacios, gabinetes deben identificarse, aunque sean de otras marcas.  
TIA/EIA-606

El enfriamiento es importante, ya que el *hardware* entre más avanzado, más disipación de calor generan.

#### **4.10.1 Lista de verificación del Proyecto**

Tener en cuenta que: No muchas redes convergen.

Considerar 4 etapas:

- Restrictiva
- Funcional
- Efectiva
- Innovadora

Observaciones generales

- Identificar en sitio
- Analizar lo existente

#### **4.11 Descripción general del diseño de infraestructura de red**

Requerimientos del proyecto - Enfatizar la importancia de comprender los requisitos del proyecto, y aprovechar las preguntas para obtener información.

Capacidad de Planeación - Tener en cuenta los requisitos del proyecto, desarrollar un plan para cumplir con el resultado esperado del proyecto y proporcionar capacidad para crecimiento futuro.

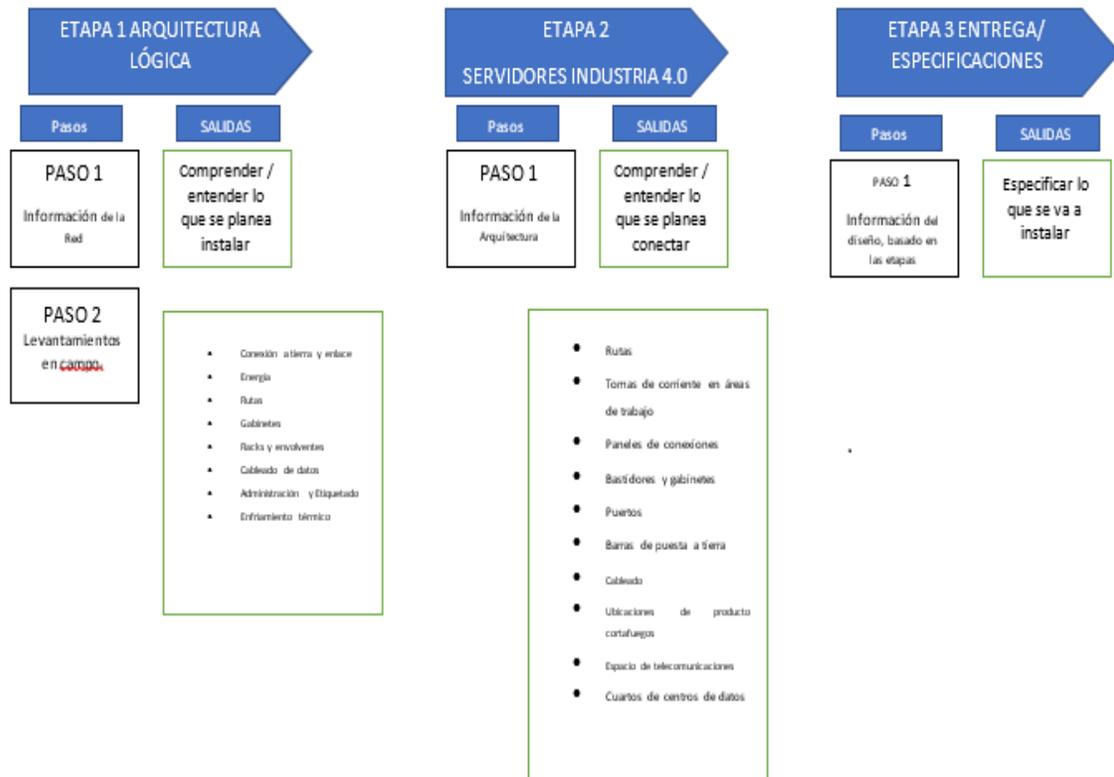
Idealización - Análisis de los requisitos del proyecto, capacidad planeada y desarrollo de soluciones que permitan el despliegue del diseño de la red.

Prototipos / Ejemplos - Desarrollar una solución, luego probarla, probarla nuevamente y luego probar el concepto.

Análisis - Analizar los resultados de las pruebas de las soluciones y realizar los ajustes necesarios.

Entregables - una vez que se haya elegido un diseño, se prepara un paquete que sea comprensible para el cliente.

# MÉTODO GRAFICO AVANCE



**Figura 29 Gráfico del Método**

## **5 Resultados**

El paquete tecnológico que se comercializa como resultado final de la oferta que requiere el cliente, cumple con requerimientos legales complementarios a los de el desarrollo global de actividades realizadas plasmadas en la documentación entregable que se le entrega al cliente. Este incluye la Lista de materiales (BOM), Arquitectura Lógica, Arquitectura Física, incluyendo las recomendaciones técnicas tanto para instaladores, fabricantes del material de instalación física y hardware, y además las certificaciones pertinentes que garanticen globalmente la funcionalidad completa del proyecto.

### **5.1 Conclusiones y discusiones de los resultados**

Toda la información recabada en capítulos anteriores nos ayuda a tener un método inicial, susceptible a una mejora continua, al igual que muchos procesos que van gestionándose y midiendo su efectividad aplicando el método de la mejora continua del sistema de gestión de calidad que se implementa de manera constante en la empresa, por lo general, y de no llevarse a cabo, pues sugeriría que sea más riguroso el empleo para este tipo de levantamientos de información.

Todo el análisis de la información que se requiere para una buena práctica de diseño en una red, que será considerada la infraestructura, permitieron identificar la base que tiene la empresa, en los acostumbrados trabajos, y también, tener el enfoque que presenta la Industria 4.0, dado que son Labores que llevan en conjunto el trabajo de diversas áreas en Integración de los diferentes departamentos.

La mayor parte de las mejoras sugeridas, se mantendrán dentro de las posibilidades y/o requerimientos del cliente, teniendo en cuenta que los programas de análisis que tenga planeado implementar, pudiera ser tan sofisticado y completo, como lo es SAP, MFR, etc. En donde se administran recursos humanos, compras a proveedores, pagos a empleados, órdenes

de compra de los proveedores y clientes de nuestro cliente, planes de mantenimiento preventivo, que es aquí donde se ve una amplia oportunidad de mercado.

La certificación por medio de instrumentos calibrados, la impresión y documentación de estándares cumplidos, el diseño y, sobre todo, la correcta instalación por empresas avaladas, autorizadas o reconocidas por el ámbito industrial. Generan un nivel de confianza al cliente, que verá materializado el enfoque del Big Data aplicada a su proceso industrial, además de estar capacitado y preparado para nuevas funciones dentro de las nuevas tecnologías.

El tener el respaldo de marcas a nivel internacional, La caracterización de las oportunidades que puedo detectar o implementar, en algún proyecto, o modelo de negocio, además de obtener alguna mejora, desde lo más simple, quizá hasta lo más complejo e innovador. Pudiendo ser el más simple método de observación, que no implicara alguna inversión, o quizá planificar etapas de desarrollo. Acotar el detalle de la innovación que se requiera plantear. También el tipo de objetivo planteado a detalle y más específico. El objetivo puede ser solamente el modo o método del proceso, algún tipo de patente o licenciamiento regionalizado o tropicalizado para el área del bajo mexicano.

Apegarse a programas de capacitación continua del personal que está encargado de la administración de proyectos, actualizaciones y foros de industria de manufactura en la región, identificar estos eventos puede redituarse en considerar algún socio estratégico en proveer algún servicio de asesoría, herramientas de apoyo. Se sugiere apegarse a alguna organización que sea reconocida a nivel internacional, como lo es la ISA (International Society of Automation) que desde hace décadas realiza de manera presencial Exposiciones comerciales en stands en la ciudad de México, que muestra la más reciente tecnología en el mercado -industrial, algunos demos o casos de éxito de sus productos y marcas, que pudieran ayudarnos a detectar algunas ventajas competitivas que podamos tener como empresa con nuestras competencias en el mercado manufacturero y de servicios en la región, y también en el País.

También identificamos el evento en México llamado Industrial Transformation MÉXICO 2022, un evento de Hannover Messe, que se ha llevado a cabo en el Poliforum León, Guanajuato. La feria líder de la Industria 4.0 en México y América Latina. Este evento ya se esté preparando para también llevarse a cabo en 2023.

El presente trabajo es apto para que se continúe una nueva etapa de definición y detalles del método, enfocado a la Industria 4.0 que pudiese implementar alguna empresa, y requiera el asesoramiento de alguna Institución educativa, como el TecNM, y tenga sustento en entregar una solución completa a los requerimientos de la empresa cliente.

## 6 Anexos

LEVANTAMIENTOS EN CAMPO. SECCION: \_\_\_\_\_

CLAVE DEL PROYECTO: \_\_\_\_\_  
FECHA DE LEVANTAMIENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ AREA: \_\_\_\_\_

DIAGRAMA ESQUEMATICO:

DATOS DEL CLIENTE:  
NOMBRE DEL CCM: \_\_\_\_\_  
TAG: \_\_\_\_\_ UBICACION: \_\_\_\_\_  
VOLTAJE: \_\_\_\_\_ CORRIENTE: \_\_\_\_\_

TIPO DE PLANTA:

<input type="checkbox"/> TRANSFORMADOR	<input type="checkbox"/> ARRANCADOR	<input type="checkbox"/> CAJA CONEXION
<input type="checkbox"/> CENTRO DE CARGA	<input type="checkbox"/> VARIADOR	<input type="checkbox"/> FUENTES
<input type="checkbox"/> DESCONECTADOR	<input type="checkbox"/> G. CONTROL	<input type="checkbox"/> OTRO: _____

IDENTIFICACION DE COMPONENTES EN CAMPO:

ITEM: \_\_\_\_\_ TAG: \_\_\_\_\_ FUNCION: \_\_\_\_\_  
MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_  
CAPACIDAD: I: \_\_\_\_\_ V: \_\_\_\_\_ KVA: \_\_\_\_\_ KW: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_

ITEM: \_\_\_\_\_ TAG: \_\_\_\_\_ FUNCION: \_\_\_\_\_  
MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_  
CAPACIDAD: I: \_\_\_\_\_ V: \_\_\_\_\_ KVA: \_\_\_\_\_ KW: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_

ITEM: \_\_\_\_\_ TAG: \_\_\_\_\_ FUNCION: \_\_\_\_\_  
MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_  
CAPACIDAD: I: \_\_\_\_\_ V: \_\_\_\_\_ KVA: \_\_\_\_\_ KW: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_

ITEM: \_\_\_\_\_ TAG: \_\_\_\_\_ FUNCION: \_\_\_\_\_  
MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_  
CAPACIDAD: I: \_\_\_\_\_ V: \_\_\_\_\_ KVA: \_\_\_\_\_ KW: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_

ITEM: \_\_\_\_\_ TAG: \_\_\_\_\_ FUNCION: \_\_\_\_\_  
MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_  
CAPACIDAD: I: \_\_\_\_\_ V: \_\_\_\_\_ KVA: \_\_\_\_\_ KW: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_

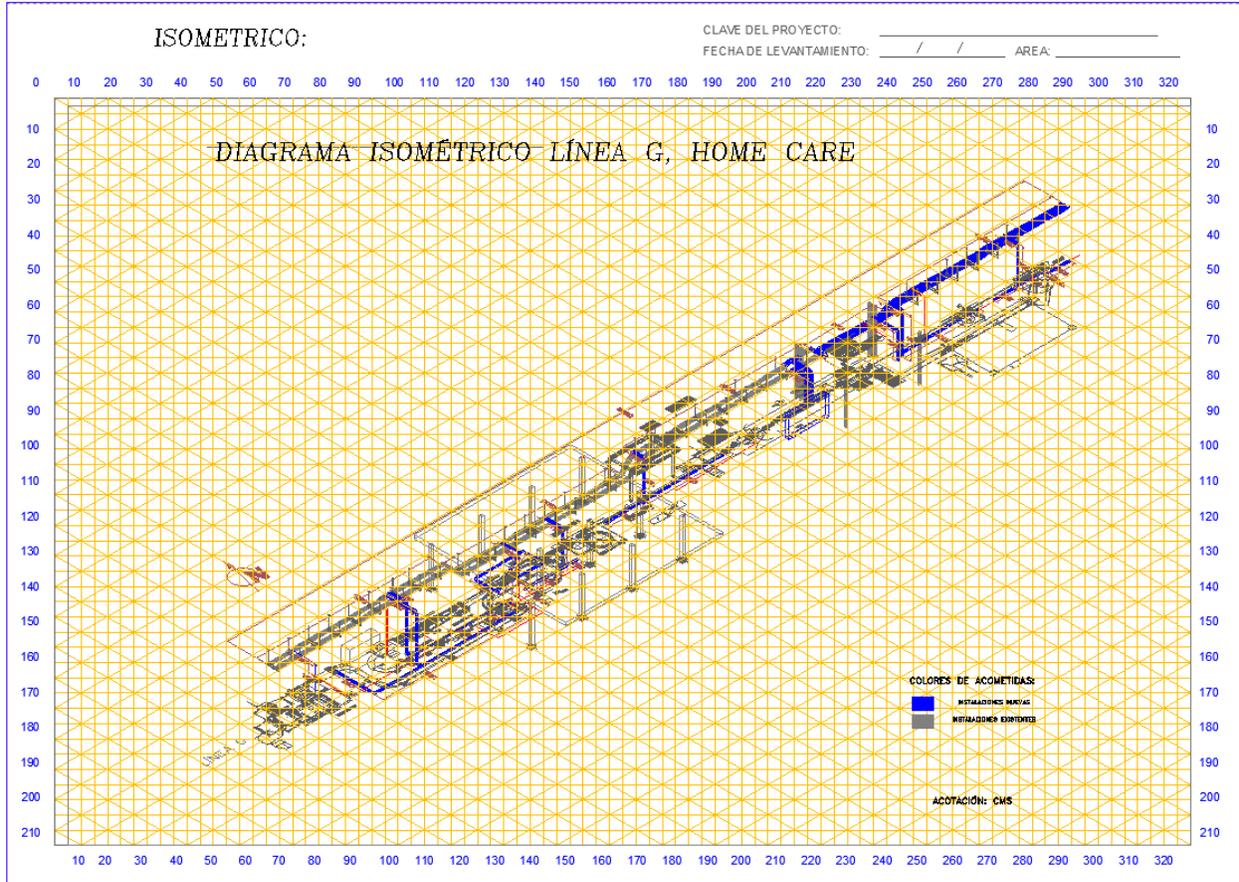
ITEM: \_\_\_\_\_ TAG: \_\_\_\_\_ FUNCION: \_\_\_\_\_  
MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_  
CAPACIDAD: I: \_\_\_\_\_ V: \_\_\_\_\_ KVA: \_\_\_\_\_ KW: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_

ITEM: \_\_\_\_\_ TAG: \_\_\_\_\_ FUNCION: \_\_\_\_\_  
MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_  
CAPACIDAD: I: \_\_\_\_\_ V: \_\_\_\_\_ KVA: \_\_\_\_\_ KW: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_

**Figura 30 Plantilla para levantamiento de equipos**

La figura 30 de este anexo es una captura de la imagen del formato realizado en AutoCad como una ayuda en el trabajo de campo en la recolección de información.

## PLANTILLA PARA ISOMÉTRICOS A MANO ALZADA



**Figura 31 Isométricos a mano alzada**

La figura 31 de este anexo representa la imagen de un levantamiento a mano alzada, en la que representan la ubicación geográfica de equipos en planta, además en perspectiva las distancias, alturas, etc. Que ayudan en el diseño y obtención de información en la planta del cliente.



***Figura 32 Plantilla para Levantamientos a mano alzada Isométricos***

La figura 32 de este anexo es una captura de la imagen del formato realizado en AutoCad como una ayuda en el trabajo de campo en la recolección de información.



**Figura 33 Producto Académico**

Captura del producto académico del 8vo. Encuentro de jóvenes investigadores del estado de Querétaro que en 2021 participó el presente trabajo. Figura 33.

## 6.1 Referencias Bibliográficas

- Bonet Borjas, C. M. (2005). *LEY DE PARETO APLICADA A LA FIABILIDAD*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225118188010>.
- Davenport, T. H. (1993). *Process Innovation -- Reengineering Work Through Information Technology*. USA: Harvard Business School Press.
- Epicor. (14 de junio de 2019). *Epicor Software Corporation*. <https://www.epicor.com/>: <https://www.epicor.com/es-mx/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>
- Evans, D. (Abril de 2011). *Cisco*. The Internet of Things: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/[https://www.cisco.com/c/dam/global/es\\_es/assets/executives/pdf/Internet\\_of\\_Things\\_IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/es_es/assets/executives/pdf/Internet_of_Things_IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)
- FLuke Networks. (2 de December de 2020). <https://es.flukenetworks.com/expertise/learn-about/cable-testing>. <https://es.flukenetworks.com/expertise/learn-about/cable-testing>
- Gallego, J. C. (2015). *Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos*. Madrid: EDITEX.
- industrie40.vdma.org. (2017). *Industria 4.0 Guía para su introducción en la pequeña y mediana empresa*. Frankfurt Germany, Alemania: VDMA Verlag GmbH.
- INEGI. (1 de 1 de 2014). *INEGI. Censos Económicos 1989, 1994, 1999, 2004, 2009 y 2014*. <https://www.inegi.org.mx/temas/evnm/>
- Las 10 empresas más potentes en redes empresariales. (5 de SEPTIEMBRE de 2017). *Esta entrada se publicó en Análisis, Marcas y está etiquetada con arista, Cisco, dell, equipos de red, hpe, Huawei, Juniper, vmware en 5 septiembre, 2017 por Marketing MercadoIT*. Marketing MERCADO IT: <https://www.mercadoit.com/blog/analisis-opinion-it/las-10-empresas-mas-potentes-en-redes-empresariales/>
- Minoli, D., Sohraby, K., & Occhiogrosso, B. (04 January 2017). <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7805265>. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7805265>
- Panduit. (October de 2015). <https://www.panduit.com/content/dam/panduit/en/landing-page-pdf-old/network-fabric-maturity-model-white-paper-cpat18.pdf>. A Manufacturing Network Fabric Maturity Model.
- Panduit Corp. (2017). *CPCB135--SA-ENG 11/2017*. <https://www.panduit.com/content/dam/panduit/en/solutions/D-CPCB135-INIBrochure.pdf>: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://www.panduit.com/content/dam/panduit/en/solutions/D-CPCB135-INIBrochure.pdf>
- Panduit Profile. (2021). <http://www.panduit.com/es/about-us/overview/company-profile>. <https://www.panduit.com/en/about/company-profile.html>: <https://www.panduit.com/en/about/company-profile.html>
- Rockwell Automation. (8 de Junio de 2020). *Rockwell Automation*. (Sales & Partners) Retrieved 08 de 06 de 2020, from <https://locator.rockwellautomation.com/SystemIntegrator/CompanyDetails/317fa07b-c112-a19c-93df-8271df9596a0>
- Roldán, P. N. (25 de ABRIL de 2017). *Cadena de Suministro*. Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>