

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES Y REDES**



**“DISEÑO DE UNA RED CONVERGENTE DE
COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS PARA LA
EMPRESA AGROINDUSTRIAL AVOCADO PACKING
COMPANY S.A. – SEDE CHAO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO, INTERCONEXIÓN Y GESTIÓN DE
REDES DE COMUNICACIÓN**

AUTOR: Br. Juan Eduardo Chauca Azabache

ASESOR: Ms. Ing. Filiberto Azabache Fernández

TRUJILLO - PERÚ

2016

ACREDITACIONES

TÍTULO: “DISEÑO DE UNA RED CONVERGENTE DE COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS PARA LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AVOCADO PACKING COMPANY S.A. – SEDE CHAO”

AUTOR:

Br: Juan Eduardo Chauca Azabache

APROBADO POR:

Ing. Saúl Noé Linares Vértiz
PRESIDENTE
N° CIP 142213

Ing. Lenin Humberto Llanos León
SECRETARIO
N° CIP 139213

Ing. Luis Enrique Alvarado Rodríguez
VOCAL
N° CIP 149200

Ms. Ing. Filiberto Azabache Fernández
ASESOR
N° CIP 97916

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones y Redes, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado “DISEÑO DE UNA RED CONVERGENTE DE COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS PARA LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AVOCADO PACKING COMPANY S.A. – SEDE CHAO”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen, excusándome de antemano de los posibles errores involuntarios cometidos en el desarrollo del mismo.

Trujillo, Setiembre de 2016.

Br: Juan Eduardo Chauca Azabache

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a mi madre Elena Azabache Fernandez, pilar fundamental en mi vida. Sin ella, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ella el un gran ejemplo a seguir y destacar. También dedico este proyecto a mis Tíos Matilde Azabache Fernandez que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien y Filiberto Azabache Fernandez, fuente de ejemplo de sabiduría e integridad, A ellos este proyecto, que, sin ellos, no hubiese podido ser.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

Al Ing. Filiberto Azabache Fernandez asesor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma

Gracias a todas las personas que me ayudaran directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

RESUMEN

La presente investigación documenta el procedimiento metodológico para el diseño de una red convergente de voz y datos para la empresa agroindustrial Avocado Packing Company S.A. con sede en la provincia de Chao, cumpliendo los requerimientos y necesidades actuales y futuras de comunicación de los procesos y operaciones de producción y administrativas de la Planta.

El trabajo se estructuró en cuatro fases, en la primera fase, se determinó los requerimientos y necesidades de la empresa, para lo cual, se procedió a recolectar información bibliográfica de trabajos anteriores, libros de la especialidad e internet para desarrollar el marco teórico en el cual está fundada este proyecto de investigación, se organizaron reuniones con el personal encargado de las áreas de Tecnología de información e Ingeniería y Mantenimiento de la empresa para determinar los servicios y requerimientos necesarios para el buen funcionamiento de cada uno de sus procesos.

En la segunda fase, se realizó el análisis para el diseño de red, para ello, se analizaron todos los datos recaudados como requerimientos, tipos de acceso a internet, topologías de red, tráfico de la red y medios de transmisión de datos, teniendo una mejor definición de para el diseño de la red convergente.

En la tercera fase, se determinó el tipo de acceso a internet, la topología de red y el medio de comunicación en la capa de acceso y transporte y el diseño lógico de la red, teniendo en cuenta el despliegue de todos los servicios a implementar y cantidad de puntos de red.

En la cuarta fase se realizó la estimación de la inversión requerida del posible equipamiento, considerando las características de red, las especificaciones técnicas y cantidades de equipos activos y materiales necesarios para para la implementación de la red convergente.

Se documenta también los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos propuestos, así como su análisis y discusión y se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

ABSTRACT

This research documents the methodological procedure for designing a converged voice and data network for the agribusiness company Avocado Packing Company S.A. located in Chao, meeting the requirements and needs of current and future communication processes and production and administrative operations of the plant.

The Work was divided into four phases, in the first fase the requirements and needs of the company was determined, for which it is, we proceeded to collect cite previous work, specialty books and the Internet to develop the theoretical framework in which is founded this research project were organized: meetings with the staff responsible for the areas of information Technology and Engineering and Maintenance Company to determine services and requirements necessary for the proper functioning of each of its processes.

In the second phase, the analysis for the design of red was made, para wave, analyzed all data collected from such us: requirements, types of Internet access, network topologies, network traffic and Media Data & having a definition of best design for red convergent.

In the third phase, the type of Internet access was determined, the network topology and the media in the Access Layer and Transport and the logical design of the network, taking into consideration the deployment of All Services to implement and number of points red.

In the fourth phase the estimation of Possible Investment Required equipment was made, considering the characteristics of red, the Technical Specifications and Quantities of active equipment and materials needed for the Implementation of the red convergent.

The results according to the proposed objectives, as well as analysis and discussion are also documents and conclusions and recommendations of the work are presented.

INDICE

ACREDITACIONES	ii
PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Delimitación del problema	1
1.3. Formulación del Problema	1
1.4. Formulación de la Hipótesis.....	2
1.5. Objetivos del Estudio	2
1.6. Justificación del Estudio.....	2
1.6.1. Académica	2
1.6.2. Tecnológica.....	2
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedente	4
2.2. Fundamentación Teórica	4
2.2.1. Red de Datos.....	4
2.2.2. Red Convergente	5
2.2.3. Tipos y Estructuras de Red	5
2.2.4. Tipos de Topologías de Red	8
2.2.5. Arquitectura de red	11
2.2.5.1. Modelo OSI.....	13
2.2.5.2. Modelo TCP/IP.....	15
2.2.5.3. Tecnologías de acceso a internet	16
2.2.6. Medios de transmisión de datos.....	21
2.2.7. Sistema de cableado estructurado	28
2.2.8. VoIP.....	36
2.2.9. Seguridad de la red	38

2.2.10. Calidad de servicio	40
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	43
3.1. Material	43
3.1.1. Población y Muestra	43
3.1.2. Unidad de Análisis.....	43
3.2. Método.....	43
3.2.1. Nivel de Investigación:	43
3.2.2. Diseño de Investigación.....	43
3.2.3. Variables de estudio y Operacionalización.....	45
3.2.4. Instrumentos de recolección de Datos	46
3.2.5. Procedimientos y análisis de datos	49
4. RESULTADOS	56
4.1. Diseño de la red convergente	56
4.1.1. Ubicación de Centro de comunicaciones y Gabinetes de acceso	56
4.1.2. Ubicación de Puntos de red	57
4.1.3. Topología de la red	77
4.1.4. Tecnología de acceso a Internet.....	79
4.1.5. Medios de transmisión de acceso y backbone	79
4.1.6. Capacidad de conmutación de switches acceso y core	79
4.1.7. Cableado Estructurado.....	81
4.1.8. Direccionamiento de la red.....	86
4.1.9. Elección de equipamiento.....	88
4.1.10. Estimación de costos.....	93
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	96
6. CONCLUSIONES	97
7. RECOMENDACIONES.....	98
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS:.....	101
Anexo 01 Plano General de Planta.....	101
Anexo 02 Ubicación de Gabinetes de Comunicaciones.....	101
Anexo 03 Plano de distribución de fibra óptica	101
Anexo 04 Centro de Datos	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Codecs VOIP	36
Tabla N° 2. Operacionalización de la variable Independiente	45
Tabla N° 3. Operacionalización de la variable Dependiente.....	46
Tabla N° 4. Operacionalización de la variable Dependiente.....	46
Tabla N° 5. Cantidad de puntos de Red	47
Tabla N° 6. Usuarios Teléfonos y privilegios	48
Tabla N° 7.Comparación de topologías de red.....	51
Tabla N° 8. Velocidad de acceso de servicios de Internet	52
Tabla N° 9. Requerimiento de trafico de acceso a Internet.....	52
Tabla N° 10. Tabla comparativa de codecs VOIP.....	53
Tabla N° 11. Demanda de trafico pico por puerto.....	54
Tabla N° 12. Comparativa de medios de transmisión	55
Tabla N° 13. Comparativa de categorías de cable de par trenzado	56
Tabla N° 14. Comparativa de tipos de cable fibra óptica.....	56
Tabla N° 15. Ubicación de gabinetes de comunicaciones.....	57
Tabla N° 16. Cantidad de puntos de red por servicio.....	57
Tabla N° 17. Tipo de switch por gabinete	78
Tabla N° 18. Características de la tecnología de acceso a internet	79
Tabla N° 19. Características del medio de transmisión de acceso	79
Tabla N° 20. Características técnicas del medio de transmisión de backbone.....	79
Tabla N° 21. Capacidad de conmutación de switches de acceso	80
Tabla N° 22. Capacidad de conmutación de switches de core	80
Tabla N° 23. Materiales – área de trabajo	81
Tabla N° 24. Materiales – Cableado vertical.....	82
Tabla N° 25. Características técnicas mínimas cable F/UTP categoría 6	82
Tabla N° 26. Cantidad de cables por tipo de canaleta.....	82
Tabla N° 27. Cantidad de cables por tubería PVC-SAP	83
Tabla N° 28. Cantidad de cables por tubería conduit.....	83
Tabla N° 29. Características técnicas de gabinete de 15 RU	83
Tabla N° 30. Características técnicas de gabinete de 15 RU	84
Tabla N° 31. Características técnicas de fibra óptica OM4.....	84
Tabla N° 32. Distribución de fibra óptica hacia gabinetes	85

Tabla N° 33. Materiales – Cableado vertical.....	85
Tabla N° 34. Direccionamiento de red	86
Tabla N° 35. IP´s de dispositivos de comunicación	87
Tabla N° 36. IP´s de dispositivos VOIP	88
Tabla N° 37. Requerimientos mínimos de switch core	89
Tabla N° 38. Requerimientos mínimos de switch de acceso tipo 1	90
Tabla N° 39. Requerimientos mínimos de switch de acceso tipo 2	91
Tabla N° 40. Requerimientos mínimos de central telefónica.....	92
Tabla N° 41. Requerimientos mínimos de central telefónica.....	93
Tabla N° 42. Costos de Quipos de Networking	93
Tabla N° 43. Costos de equipos VOIP	94
Tabla N° 44. Costos de cableado estructurado y canalización	95
Tabla N° 45. Total de costos de equipamiento y materiales	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Topología bus	8
Figura N° 2. Topología Estrella.....	9
Figura N° 3. Topología Anillo.....	9
Figura N° 4. Topología Árbol	10
Figura N° 5. Topología Malla	10
Figura N° 6. Topología Mixta	11
Figura N° 7. Modelo de Comunicación.....	12
Figura N° 8. Arquitecturas OSI y TCP/IP	13
Figura N° 9. Red ADSL	18
Figura N° 10. Topología HFC	19
Figura N° 11. Topología FTTH.....	20
Figura N° 12. Topología de Internet Asimétrico Satelital.....	21
Figura N° 13. Cable de par trenzado	22
Figura N° 14. Fibra óptica	23
Figura N° 15. Fibra óptica Multimodo	24
Figura N° 16. Fibra de Vidrio.....	24
Figura N° 17. Dimensiones de Núcleo de la Fibra	28
Figura N° 18. Elementos del cableado estructurado	29
Figura N° 19. Protocolos VOIP	37
Figura N° 20. Plano General	50
Figura N° 21. Leyenda de planos de ubicación de puntos de red.....	58
Figura N° 22. Puntos de red – Garita	59
Figura N° 23. Puntos de red – Balanza.....	60
Figura N° 24. Puntos de red – Residencia	61
Figura N° 25. Puntos de red – Área de Recepción	62
Figura N° 26. Puntos de red – Oficina de almacén y zona de almacén.....	63
Figura N° 27. Punto de red – Salida de Container	63
Figura N° 28. Puntos de red – Almacén General	64
Figura N° 29. Puntos de red – Oficinas administrativas 1° Piso	65
Figura N° 30. Puntos de red – Lanzado de jvas e ingreso de personal.....	66
Figura N° 31. Puntos de red – Laboratorio de calidad y comedor	67
Figura N° 32. Puntos de red – Oficinas administrativas 2° piso	68

Figura N° 33. Puntos de red – Oficinas SISO, mantenimiento y producción	69
Figura N° 34. Puntos de red – Sala de procesos.....	70
Figura N° 35. Puntos de red – Oficina sala de máquinas y tableros eléctricos	71
Figura N° 36. Puntos de red – Sala de Procesos.....	72
Figura N° 37. Puntos de red – Oficina de almacén de piso y almacén de piso	73
Figura N° 38. Puntos de red – Túneles de frio y cámaras de frio 1 y 6.....	74
Figura N° 39. Puntos de red – Oficina Despacho, almacén de piso y zona de embarque	75
Figura N° 40. Puntos de red – Cámaras de frio 2, 3, 4 y 5	76
Figura N° 41. Puntos de red – Anden de despacho y zona de embarque	77
Figura N° 42. Topología de red.....	78

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La empresa Agroindustrial AVOCADO PACKING COMPANY S.A.C., como parte de su inicio de operaciones en el Perú se encuentra construyendo una planta industrial en el Distrito de Chao para el procesamiento, seleccionado y empaclado de frutas y verduras de exportación que cumplan con altos estándares de calidad para su exportación; por lo que estará equipado con maquinaria, dispositivos y tecnología de punta, con el propósito de satisfacer la demanda de los servicios que se originen una vez que entre en funcionamiento la planta.

Actualmente la planta se encuentra en fase de construcción e implementación, por lo que se deberá definir su sistema de comunicaciones el cual involucra la elección de su red de transporte y acceso que cumpla con las necesidades que requiera y demandas futuras.

La planta agroindustrial cuenta con personal administrativo y operarios en los diversos procesos de producción, esto exige que, para el diseño del sistema de comunicaciones, se deberán determinar los servicios de telecomunicaciones y puntos de acceso que se implementarán por cada proceso.

La empresa cuenta con proveedores de dispositivos, quienes permanentemente monitorearán su operación desde distintas partes del mundo, esto implica que se deberá determinar la seguridad de la comunicación de dichos proveedores con la red interna de la empresa; de igual forma los usuarios de la red, así como la documentación deberán ser protegidos por un sistema que otorgue seguridad tanto interna como externa de la red.

1.2. Delimitación del problema

La presente investigación se delimita a estudiar las alternativas para diseñar un sistema de comunicaciones para la empresa agroindustrial AVOCADO PACKING COMAPANY S.A.C. Sede CHAO.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo diseñar una red Comunicaciones convergentes acorde con los requerimientos, normas y estándares internacionales para la planta agroindustrial AVOCADO PACKING COMPANY S.A.C.?

1.4. Formulación de la Hipótesis

La determinación de requerimientos y el estudio de las tecnologías emergentes permiten proponer el diseño lógico de la red de comunicaciones de la empresa AVOCADO PACKING COMPANY.

1.5. Objetivos del Estudio

General

Diseñar una red de Comunicaciones convergente para la empresa Agroindustrial AVOCADO PACKING COMPANY S.A.C.

Específicos

- Identificar los requerimientos para el diseño de la red comunicaciones.
- Determinar la topología acorde con los requerimientos
- Determinar el medio transmisión para la red de Comunicación
- Realizar el diseño de la red convergente de comunicaciones.
- Proponer el equipamiento requerido.
- Estimar la inversión requerida.

1.6. Justificación del Estudio

1.6.1. Académica

En el presente proyecto de investigación se adquirirá conocimientos en los tipos de tecnologías de transmisión y medios de comunicación, así como los nuevos estándares y normas internacionales vigentes en el diseño de sistemas de comunicaciones, considerando los estándares de calidad y fidelidad en la implementación de los mismos.

1.6.2. Tecnológica

El diseño de red propuesto se adaptará a todos los procesos y operaciones tanto en Producción como en las áreas administrativas de la Planta Agroindustrial de AVOCADO PACKING COMPANY S.A.C. Sede CHAO, lo cual producirá una comunicación adecuada, obteniendo un mínimo de pérdidas desde los dispositivos interconectados hasta los usuarios finales. Se podrá administrar la totalidad de todos los dispositivos,

ahorrando considerablemente el tiempo y mejorando la calidad de los procesos.

Entre los beneficios que obtendrá la empresa AVOCADO PACKING COMPANY se destaca lo siguiente:

- Mantener bases de datos actualizadas instantáneamente y desde distintos puntos.
- Facilitar el compartimiento de archivos entre cada área de trabajo.
- Compartir dispositivos de red periféricos (impresoras, scanner, etc.)
- Tener un sistema inalámbrico dentro de la planta capaz de facilitar el acceso a los recursos tecnológicos desde dispositivos móviles.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedente

Habiendo realizado una pesquisa, se ha encontrado el siguiente antecedente:

Guzmán, W. (2013), en su investigación titulada “DISEÑO DE LA RED LAN PARA LA SEDE GUARUMO DEL I.E.P. DE EP PETROECUADOR”, realizó el diseño y dimensionamiento de una Red de Área Local (LAN) de datos e Internet que requiere el Campamento Guarumo, tomando en cuenta que las diversas aplicaciones y switches de Core, se encuentran en las ciudades de Quito y Lago Agrio. Se desarrolló el marco teórico acerca de las tecnologías LAN y WLAN disponibles, así como un resumen de los estándares vigentes y fundamentos de diseño de redes LAN y WLAN, como una de las referencias para el análisis y selección de la tecnología más factible. Previo al diseño se realizó un análisis de la situación actual de la Sede Guarumo del Instituto de Estudios del Petróleo, para ello se efectuó el levantamiento de información referente a las necesidades tecnológicas actuales y futuras de la Sede Guarumo. Se diseñaron redes alámbricas e inalámbricas, basándose en los requerimientos obtenidos en el análisis previo y el dimensionamiento de la red de Internet, para obtener una conexión local fiable, que permita el intercambio de información a altas velocidades y con pérdidas mínimas; se generó un plano de la red de datos de la Sede Guarumo con rutas del cableado y la ubicación del cuarto de telecomunicaciones; la red será multiservicio y apoyará procesos de capacitación empresarial. Una vez concluido el diseño se realizó un análisis costo – beneficio, para ello se determinó el CTP (Costo Total de Propiedad) y el análisis de factibilidad para la implementación y administración de la Sede. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que se han llegado a obtener en el desarrollo del proyecto y que serán la pauta de una buena implementación de las redes de la información. El aporte a la presente investigación es el análisis y estudio del diseño de una red LAN fiable y óptima.

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Red de Datos

Stallings, W. (2000) establece que “Una red de datos es un sistema que vincula dos o más puntos (terminales) por un medio físico, permitiendo el intercambio

ordenado de la información. Cada una de las redes es diseñada para satisfacer necesidades y objetivos, con una arquitectura que facilita el proceso”.

Por lo general, estas redes se basan en la conmutación de paquetes y pueden clasificarse de distintas maneras: de acuerdo a la arquitectura física, en el tamaño y la distancia cubierta.

La red privada de datos es esencialmente una red local que está diseñada para permitir la transmisión de datos entre los diferentes departamentos dentro de una identidad determinada, como una empresa, utilizando equipos que permitan la comunicación de nodos mediante la conmutación de paquetes.

2.2.2. Red Convergente

Berral, I. (2014) define que “Los avances de la tecnología nos han permitido consolidar las redes hasta hace poco dispersas (telefonía, video y datos) en una única red: una plataforma definida como una red convergente. EL flujo de voz, video y datos que viajan a través de la misma red elimina la necesidad de crear y mantener redes separadas. En una red convergente hay muchos dispositivos especializados como; ordenadores, teléfonos, televisores, móviles, etc. Pero solo una infraestructura de red en común.

2.2.3. Tipos y Estructuras de Red

La estructura de redes de datos normalmente se encuentra centralizada en el cuarto de comunicaciones donde se tiene armarios organizados para la colocación de servidores, switch, router, firewall, patch panel, central telefónica, entre otros, es decir, cualquier equipo que permita la comunicación y almacenamiento dentro y fuera de la empresa, además cuenta con una infraestructura cableada que permite llegar a los usuarios terminales.

Stallings W. (2000), señala que “La arquitectura de una LAN se describe mejor en términos de una jerarquía de protocolos que organizan las funciones básicas” (p. 401).

Existen varios tipos de red que se pueden tomar en cuenta las cuales se darán a conocer a continuación:

- **Red LAN**

Huidobro, Millán y Roldan (2007) establecen que “Una red LAN se define como una red de telecomunicaciones tolerante a fallos que permite el acceso

a recursos compartidos, a gran velocidad y en entorno geográfico restringido, como puede ser un edificio, oficina, nave o campus”.

La red de área local consiste en la interconexión de dos o más computadoras que se comunican entre sí con servidores donde se ejecutan aplicaciones que permiten el intercambio de información, el medio de comunicación puede ser cable UTP o fibra óptica.

Su tamaño es reducido físicamente a un edificio, oficina o fábrica, donde se encuentra el hardware y el software necesario para la interconexión de los distintos dispositivos y el intercambio de información.

Las redes LAN tienen un medio de difusión compartido con capacidad de transmisión que varía entre 1 Mbps y 1Gbps, usando un medio de comunicación privado que permite una gran variedad de equipos conectados; para que ocurra un intercambio de información en la red LAN.

- **Red WAN**

Huidobro J; Millán R y Roldan D. (2007) establecen que “Una red WAN es una red de transporte de información entre zonas distantes con unas prestaciones muy altas en cuanto a velocidad y fiabilidad. La constitución de este tipo de redes se puede realizar mediante el uso de redes públicas de datos o enlaces privados ya sean alquilados o en propiedad.

Una red WAN es capaz de cubrir distancias entre 100 a 1000 Km; permitiendo dar servicio a un país o continente, la mayoría de redes WAN son construidas por y para organizaciones o empresas privadas, otras por proveedores de internet, para brindar servicios a sus usuarios.

Las redes WAN pueden incluir Tanto Líneas dedicadas como líneas conmutadas:

- Una línea dedicada es una conexión permanente entre dos puntos que normalmente por un tiempo determinado.
- Un servicio de línea conmutada no requiere conexiones permanentes entre dos puntos fijos. En su lugar, permite a los usuarios establecer conexiones temporales entre múltiples puntos cuya duración corresponde a la transmisión de datos.

- **Red WLAN**

Huidobro J; Millán R y Roldan D. (2007) establecen que “Una red de área local inalámbrica es un sistema de comunicación de datos flexible muy utilizado como alternativa a la LAN cableada o como una extensión de esta. Emplean tecnología de radio frecuencia que permita mayor movilidad a los usuarios, al minimizar las conexiones cableadas.

Una Red WLAN es la creación de una estructura de red implementando como base principal la utilización de tecnología inalámbrica WIFI con los estándares IEEE (802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n) que permita a los equipos conectarse entre sí y a internet de forma inalámbrica.

Se utilizan ondas de radio para llevar la información de punto a otro sin necesidad de un medio físico guiado. Al hablar de ondas de radio se refiere a portadoras de radio, que contienen información, cuya función es la de transportar energía a un receptor remoto. Los datos a transmitir se modulan con una portadora de radio y de este modo pueden ser extraídos en el receptor, desmodulados.

Los estándares 802.11b y 802.11g utilizan la banda de 2.4 – 2.5 GHz. En esta banda, se definieron 11 canales utilizables por equipos WIFI, los cuales pueden configurarse de acuerdo a las necesidades particulares. Sin embargo, los 11 canales no son completamente independientes (canales contiguos se superponen y producen interferencia) y en la práctica solo se pueden utilizar 3 canales en forma simultánea (1, 6 y 11). Esto es correcto para USA y muchos países de América Latina. Esta asignación de canales usualmente se hace solo en el punto de acceso, pues los clientes automáticamente detectan el canal, salvo en los casos en que se forma una red ad-hoc o punto a punto.

Uno de los problemas de este tipo de redes es precisamente la seguridad una que cualquier terminal inalámbrica podría comunicarse con un punto de acceso privado si no se disponen de las medidas de seguridad adecuadas.

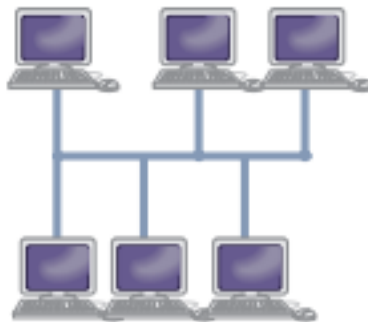
Stewart S, Miller (2004) establece que “Para mantener la privacidad, el estándar 802.11 se diseñó específicamente para rechazar cualquier mensaje alterno al tránsito, ya fuera por accidente o voluntariamente. Para asegurar que la privacidad se mantiene, se utiliza la técnica de control de redundancia cíclica como mecanismo cifrado.”

2.2.4. Tipos de Topologías de Red

Andreu J. (2011) señala que “La disposición física, es decir, cómo se distribuye o conecta una red se llama topología. Es la forma en que se conectan los nodos de una red para poder comunicarse entre sí sus elementos. Al hablar de topología, muchas veces se hace referencia únicamente a la disposición del cableado, pero es necesario añadir también la configuración de los equipos. Aunque las distancias máximas entre nodos, las interconexiones físicas, las tasas de transmisión o error y los tipos de señal que se transmiten no son especificaciones de la topología, sí existe una relación causa efecto que puede alterarlos.”

- **Topología Bus**

En la topología de bus solo existe un único canal de comunicaciones que comparten los diferentes dispositivos de la red. Este canal se llama bus, troncal o backbone. En esta topología se tiene un único cable, cuyos extremos terminan con una resistencia de acople denominada terminador, que, aparte de indicar que no quedan más equipos en el extremo, permite cerrar el bus por medio del acople de impedancias.



*Figura N° 1. Topología bus
Fuente: Joaquín Andreu (2011)*

- **Topología Estrella**

La topología en estrella se caracteriza porque todas las estaciones están conectadas a un punto central, de este modo todas las comunicaciones se realizan a través de él, incluyendo también las funciones de distribución, conmutación y control. Existen dos tipos de configuración en estrella: las que tienen un nodo central activo que soluciona o previene el eco y las que no lo tienen de este modo. Es la topología que siguen la mayoría de redes

que tienen un router (enrutador), switch (conmutador) o hub (concentrador), siendo éstos el nodo central. Como nodo central se puede usar un servidor o un proxy.

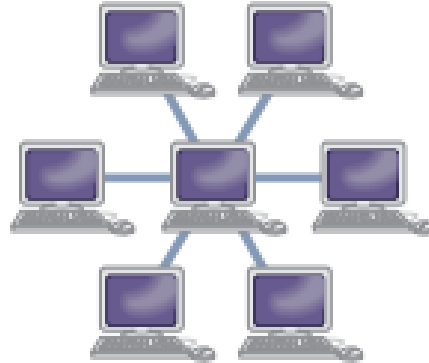


Figura N° 2. Topología Estrella
Fuente: Joaquín Andreu (2011)

- **Topología Anillo**

En esta topología cada estación está conectada a la siguiente, y la última a la primera, cerrando el círculo (de ahí el nombre de red en anillo). Cada nodo tiene un receptor y un transmisor que hacen la función de repetidor hacia el siguiente equipo. Esta topología tiene menos colisiones por los algoritmos de paso de testigo (o token). Existe la topología de doble anillo para que la comunicación sea bidireccional, creando una gran tolerancia a fallos.

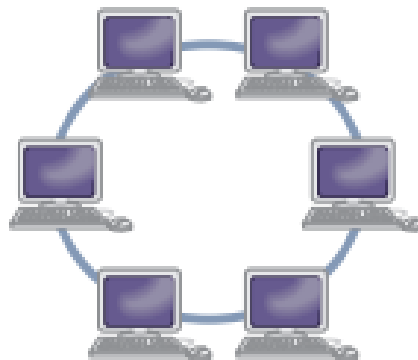


Figura N° 3. Topología Anillo
Fuente: Joaquín Andreu (2011)

- **Topología Árbol**

Tienen una estructura jerárquica. Si un nodo falla, deja a un grupo de terminales sin conexión (los de sus niveles inferiores, hijos y descendientes).

Se usa mucho en redes de telefonía con centralitas locales, municipales, comarcales, regionales, estatales, etc.

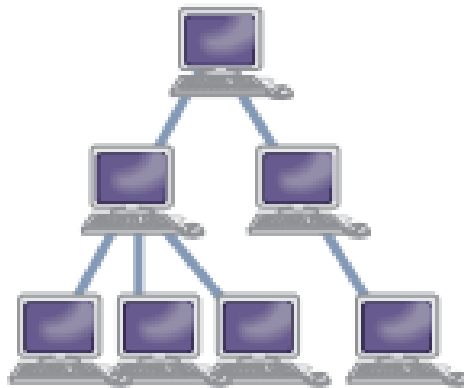


Figura N° 4. Topología Árbol
Fuente: Joaquín Andreu (2011)

- **Topología Malla**

Todos los nodos están conectados entre sí con varias conexiones a otros equipos. Es muy caro de cablear, pero muy tolerante a fallos. Una malla totalmente conexa es un subtipo de malla donde todos los nodos están conectados entre sí, todos con todos.

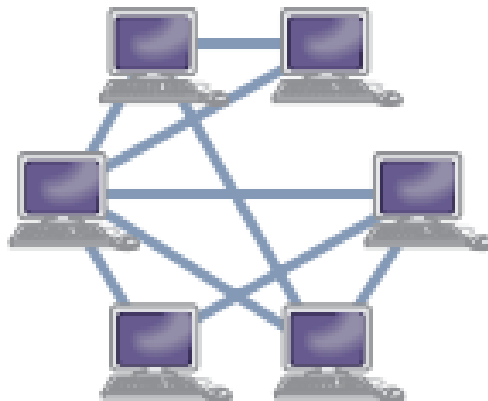
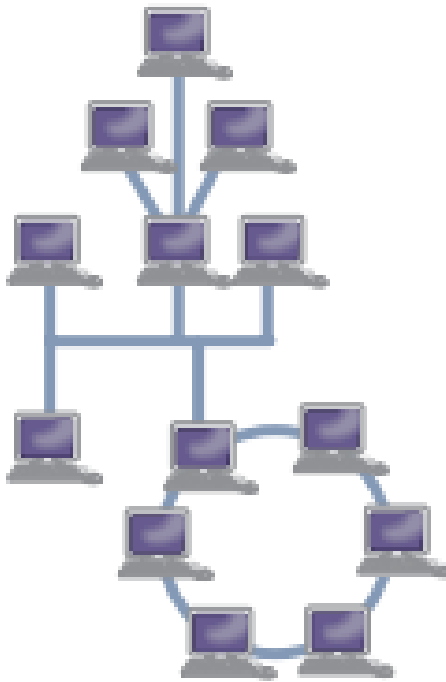


Figura N° 5. Topología Malla
Fuente: Joaquín Andreu (2011)

- **Topología Mixta**

La topología mixta no es una topología en sí misma, sino la combinación o la interconexión de varias de ellas, por ejemplo, varias configuraciones en anillo unidas, etc.



*Figura N° 6. Topología Mixta
Fuente: Joaquín Andreu (2011)*

2.2.5. Arquitectura de red

Gil P; Pomares J. y Candelas F. (2010) señalan que “Una arquitectura de red se puede definir como el conjunto de capas y protocolos que constituyen un sistema de comunicaciones. Cada capa o nivel de servicios ofrecidos por el nivel inferior y proveedor de servicios del nivel superior. Además, cada capa se implementa mediante un conjunto de entidades, aquellos elementos de un nivel que dialogan con otros elementos del mismo nivel y se entienden como servicio un conjunto de funciones.

La comunicación entre entidades de una misma capa, en distintos dispositivos, es gobernada por un conjunto de reglas denominadas protocolos. Sin embargo, si la comunicación se produce entre entidades de capas distintas de un mismo dispositivo, al conjunto de reglas que gobiernan dicho intercambio de información se le denomina Interfaz.

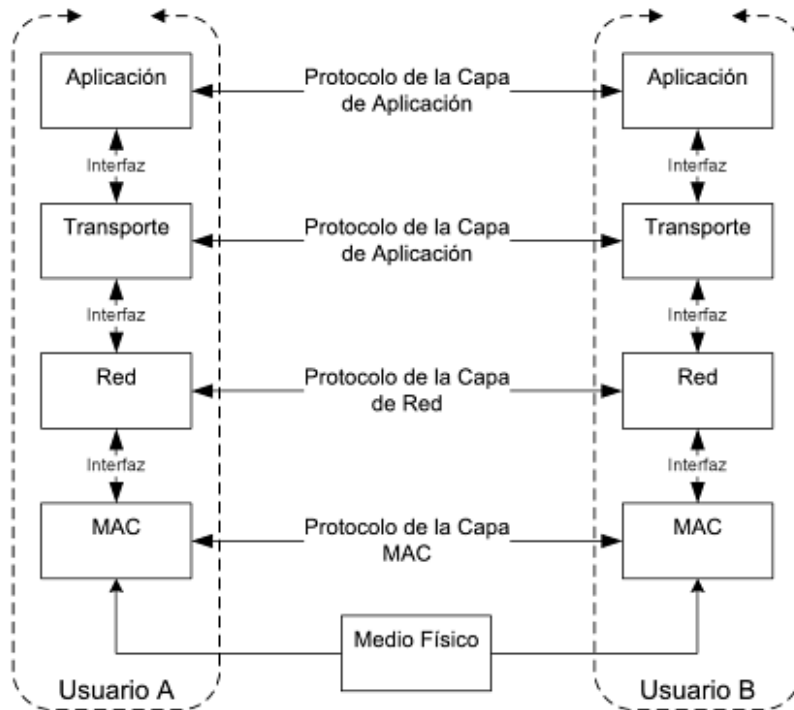


Figura N° 7. Modelo de Comunicación
Fuente: Pablo Gil, Jorge Pomares y Francisco Candelas (2010)

Una arquitectura estratificada capas permite definir funciones específicas en un sistema grande y complejo. Cuando un sistema tiene una estructura estratificada es mucho más fácil realizar modificaciones en una parte de este sin que estas modificaciones obliguen a modificar todo el sistema.

Existen 2 arquitecturas de red que han sido fundamentales en el desarrollo de estándares de comunicaciones. Se trata de los modelos de referencia TCP/IP y OSI/ISO. El modelo de referencia OSI (Open System Interconexión) es una normativa internacional de la ISO (International Standards Organization).

El modelo de referencia TCP/IP constituye hoy por hoy la arquitectura de red más empleada por cualquier sistema de comunicaciones que requiere de interconexión ente sistemas diversos. En ambos casos, ambas arquitecturas de red se organizan en un conjunto de capas. Así el modelo de referencia OSI/ISO se comprende de siete capas y el modelo de referencia TP/IP en cuatro: Enlace, Red, Transporte y Aplicación, En la capa de enlace algunos autores diferencian 2 subcapas, Física y acceso a red, hasta constituir las 5 capas. De ahí que muchos autores llamen a la capa de enlace capa Host-red.

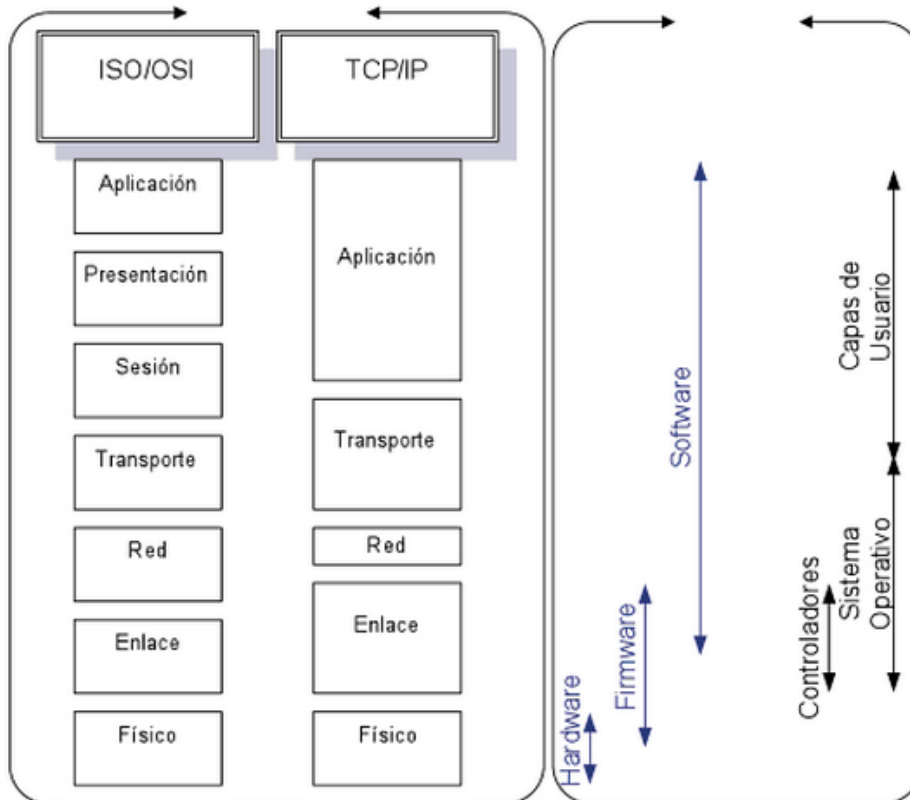


Figura N° 8. Arquitecturas OSI y TCP/IP
 Fuente: Pablo Gil, Jorge Pomares y Francisco Candelas (2010)

2.2.5.1. Modelo OSI

En la página web de Microsoft (WEB 01)¹ se define que “El modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) tiene siete capas. Este artículo las describe y explica sus funciones, empezando por la más baja en la jerarquía (la física) y siguiendo hacia la más alta (la aplicación).” Las capas se apilan de esta forma:

Capa Física

La capa física, la más baja del modelo OSI, se encarga de la transmisión y recepción de una secuencia no estructurada de bits sin procesar a través de un medio físico. Describe las interfaces eléctricas/óptica, mecánica y funcional al medio físico, y lleva las señales hacia el resto de capas superiores.

¹ <https://support.microsoft.com/es-es/kb/103884>

Capa Enlace de datos

La capa de vínculo de datos ofrece una transferencia sin errores de tramas de datos desde un nodo a otro a través de la capa física, permitiendo a las capas por encima asumir virtualmente la transmisión sin errores a través del vínculo.

Capa de Red

La capa de red controla el funcionamiento de la subred, decidiendo qué ruta de acceso física deberían tomar los datos en función de las condiciones de la red, la prioridad de servicio y otros factores.

Capa de Transporte

La capa de transporte garantiza que los mensajes se entregan sin errores, en secuencia y sin pérdidas o duplicaciones. Libera a los protocolos de capas superiores de cualquier cuestión relacionada con la transferencia de datos entre ellos y sus pares.

El tamaño y la complejidad de un protocolo de transporte dependen del tipo de servicio que pueda obtener de la capa de transporte. Para tener una capa de transporte confiable con una capacidad de circuito virtual, se requiere una mínima capa de transporte. Si la capa de red no es confiable o solo admite datagramas, el protocolo de transporte debería incluir detección y recuperación de errores extensivos.

Capa de Sesión

La capa de sesión permite el establecimiento de sesiones entre procesos que se ejecutan en diferentes estaciones.

Capa de Presentación

La capa de presentación da formato a los datos que deberán presentarse en la capa de aplicación. Se puede decir que es el traductor de la red. Esta capa puede traducir datos de un formato utilizado por la capa de la aplicación a un formato común en la estación emisora y, a continuación, traducir el formato común a un formato conocido por la capa de la aplicación en la estación receptora.

Capa de Aplicación

El nivel de aplicación actúa como ventana para los usuarios y los procesos de aplicaciones para tener acceso a servicios de red.

2.2.5.2. Modelo TCP/IP

En la página web de ORACLE (WEB 02)² se define que, El modelo OSI describe las comunicaciones de red ideales con una familia de protocolos. TCP/IP no se corresponde directamente con este modelo. TCP/IP combina varias capas OSI en una única capa, o no utiliza determinadas capas. La tabla siguiente muestra las capas de la implementación de Oracle Solaris de TCP/IP.

Capa Física

La capa de red física especifica las características del hardware que se utilizará para la red. Por ejemplo, la capa de red física especifica las características físicas del medio de comunicaciones. La capa física de TCP/IP describe los estándares de hardware como IEEE 802.3, la especificación del medio de red Ethernet, y RS-232, la especificación para los conectores estándar.

Capa enlace de datos

La capa de red física especifica las características del hardware que se utilizará para la red. Por ejemplo, la capa de red física especifica las características físicas del medio de comunicaciones. La capa física de TCP/IP describe los estándares de hardware como IEEE 802.3, la especificación del medio de red Ethernet, y RS-232, la especificación para los conectores estándar.

Capa Internet

La capa de Internet, también conocida como capa de red o capa IP, acepta y transfiere paquetes para la red. Esta capa incluye el potente Protocolo de Internet (IP), el protocolo de resolución de direcciones (ARP) y el protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP).

Capa de Transporte

La capa de transporte TCP/IP garantiza que los paquetes lleguen en secuencia y sin errores, al intercambiar la confirmación de la recepción de los datos y retransmitir los paquetes perdidos. Este tipo de comunicación se conoce como transmisión de punto a punto. Los protocolos de capa de transporte de este nivel son el Protocolo de control

² <http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipov-10/index.html>

de transmisión (TCP), el Protocolo de datagramas de usuario (UDP) y el Protocolo de transmisión para el control de flujo (SCTP). Los protocolos TCP y SCTP proporcionan un servicio completo y fiable. UDP proporciona un servicio de datagrama poco fiable.

Capa de Aplicación

La capa de aplicación define las aplicaciones de red y los servicios de Internet estándar que puede utilizar un usuario. Estos servicios utilizan la capa de transporte para enviar y recibir datos. Existen varios protocolos de capa de aplicación.

2.2.5.3. Tecnologías de acceso a internet

Los operadores de redes y servicios de comunicaciones electrónicas que utilizan diferentes tecnologías para prestar servicios de banda ancha a los usuarios finales.

Las tecnologías de acceso de banda ancha pueden clasificarse en tres grupos según el tipo de acceso:

A. Cableado:

En la página web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España (WEB 03)³ se establece que “Son aquellos accesos que requieren una conexión por medio de un cable hasta el terminal del usuario, por lo que la ubicación del usuario es relativamente fija. Este es el caso de la mayoría de servicios de banda ancha domésticos.”

Estos accesos se pueden basar en las siguientes tecnologías:

- **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop)**

El ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop o Bucle de Abonado Digital Asimétrico) es una técnica de transmisión que, aplicada sobre los bucles de abonado de la red telefónica tradicional, permite la transmisión sobre ellos de datos a alta velocidad. Para ello utiliza frecuencias más altas que las empleadas en el servicio telefónico y sin interferir en ellas, permitiendo así el uso simultáneo del bucle para el

³ <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/banda-ancha/tecnologias/cableado/Paginas/acceso-cableado.aspx>

servicio telefónico y para acceder a servicios de datos a través de ADSL.

La asimetría que caracteriza a los sistemas ADSL permite ofrecer una mayor capacidad de transmisión en el llamado "sentido descendente" (de la red de telecomunicaciones al usuario) que en "sentido ascendente" (del usuario a la red). Esto los hace especialmente apropiados para aplicaciones como el acceso a Internet basada en sistemas Web, donde el volumen de información recibida por los usuarios es notablemente mayor que el enviado.

ADSL es el nombre más utilizado para designar a varios estándares de la familia xDSL (Digital Subscriber Line), que engloban también a ADSL2 y ADSL2+, evoluciones de ADSL que ofrecen mayores velocidades o alcance, VDSL y VDSL2, que permiten velocidades muy elevadas, aunque restringidas a bucles de muy corta longitud, y SDSL, que permite disponer de la misma velocidad en sentido descendente y ascendente.

Mientras que el estándar ADSL básico no permite velocidades superiores a los 8 Mbit/s, la tecnología más implantada actualmente es la denominada ADSL2+ que permite alcanzar hasta 24 Mbit/s en condiciones ideales. La tecnología VDSL permite una velocidad máxima de descarga de 52 Mbit/s y VDSL2 hasta 100 Mbit/s, también en condiciones ideales.

Estas velocidades son las cotas máximas alcanzables, lo que no implica que los usuarios puedan disponer de ellas en todas las líneas ni en todo momento. Habrá líneas que, por sus características físicas, fundamentalmente la longitud, nunca puedan alcanzar estos niveles máximos. Esto es lo que motiva que determinadas ofertas disponibles en el mercado que anuncian velocidades "de hasta 20 Mbit/s" no garanticen que todos los clientes puedan llegar a disponer de esta velocidad máxima.

Por otra parte, aunque la línea de acceso es dedicada para cada usuario, las redes datos que canalizan el tráfico de conjuntos de líneas ADSL se dimensionan teniendo en cuenta su carácter de recurso compartido,

de manera que a medida que haya más usuarios conectados la velocidad real que disfruta cada uno tiende a disminuir.



Figura N° 9. Red ADSL

Fuente: <http://www.tvl.vu/en/internet/adsl/>

- **HFC (Híbrido Fibra Coaxial)**

La arquitectura de las redes de cable es habitualmente de tipo HFC (Híbrido Fibra Coaxial), de manera que se combina la fibra óptica y el cable coaxial, que es utilizado en el último tramo de conexión con el usuario. Las redes de cable fueron concebidas originalmente para la difusión de servicios de televisión, pero en la actualidad han evolucionado para proporcionar también servicios de acceso a Internet. El cable módem es un terminal de usuario que permite la provisión de servicios de banda ancha a través de las redes de cable. DOCSIS es el estándar utilizado por estos dispositivos para la transmisión de datos a través de las redes de cable. Mediante el estándar DOCSIS 3.0 se pueden alcanzar velocidades teóricas de descarga de hasta 400 Mbit/s en condiciones ideales, si bien las velocidades comercializadas pueden ser menores.

Las futuras evoluciones del estándar (DOCSIS 3.1) permitirán velocidades teóricas de descarga superiores a 1 Gbit/s, sin embargo, cabe destacar que los valores indicados corresponden a máximos teóricos y que las velocidades reales de descarga no suelen alcanzar estas cotas máximas.

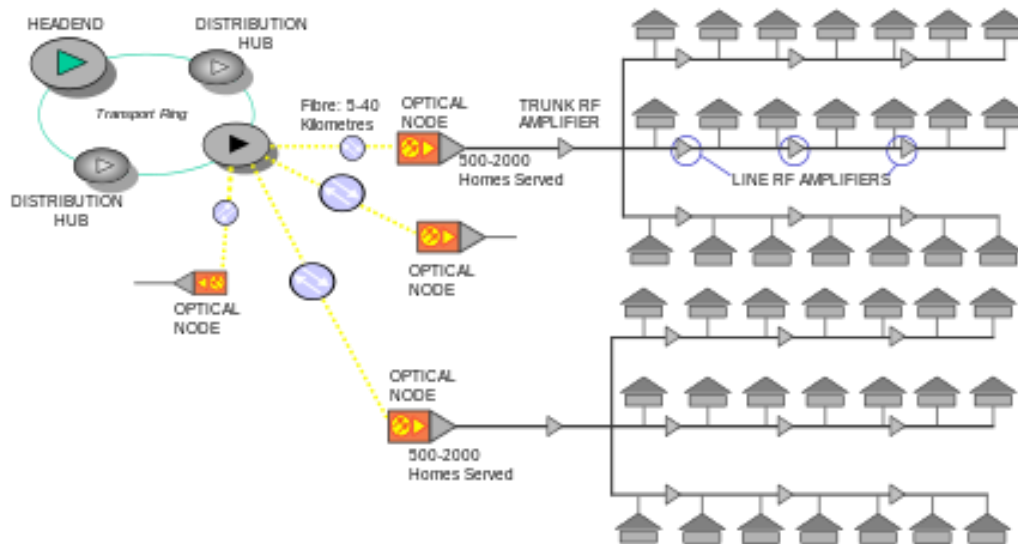


Figura N° 10. Topología HFC
 Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%ADbrido_de_Fibra_Coaxial

- **FTTH (Fiber to the Home)**

La fibra óptica es un medio de transmisión con muy buenas características en cuanto a alta capacidad y baja atenuación, lo que lo hace un medio idóneo para ser utilizado en las redes de telecomunicaciones, permitiendo enviar grandes cantidades de datos a largas distancias.

Las redes puras de fibra óptica están compuestas enteramente por cables de fibra óptica, por lo que también son denominadas como redes de fibra hasta el hogar, en inglés, Fiber To The Home (FTTH).

Las redes FTTH pueden ser de dos tipos según su topología:

- **Redes punto-a-punto:** si cada usuario está conectado mediante una fibra individual a la central; o
- **Redes punto-multipunto:** si varios usuarios comparten un mismo tramo de fibra desde su vivienda a la central.

Éste último tipo, también es conocido como redes PON (Passive Optical Network), pues utilizan componentes electrónicos pasivos en su construcción y son el tipo de red más económico y más extendido en la actualidad.

Las redes FTTH permiten ofrecer velocidades de descarga muy superiores a las redes convencionales de cobre que utilizan los servicios xDSL, pudiendo alcanzar velocidades teóricas de descarga

de más de 1 Gbit/s en condiciones ideales, si bien en la práctica las velocidades comercializadas pueden ser menores debido a diversos factores. Asimismo, las redes FTTH permiten una mayor simetría, es decir valores más parecidos, para las velocidades de subida y descarga de datos.

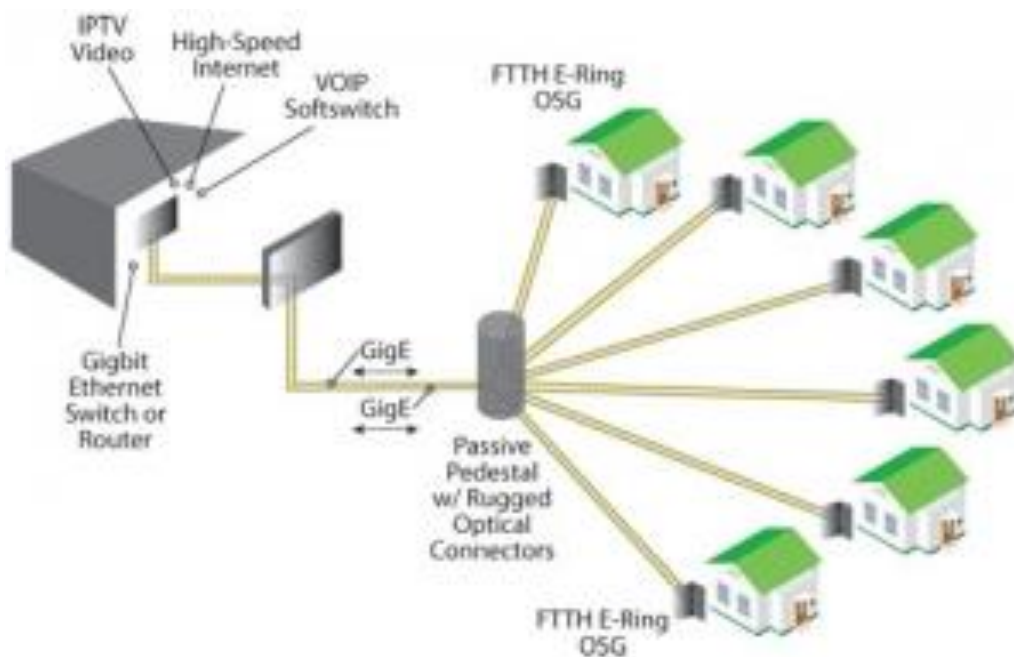


Figura N° 11. Topología FTTH

Fuente: <http://raycap.com/fixed-line-networks/ftth-solutions/>

B. Inalámbrico

• VSAT (Very Small Aperture Terminal)

El servicio Internet VSAT es el servicio de acceso a Internet para clientes que requieren servicios en zonas donde no se cuentan con servicios de acceso a Internet convencionales como los provistos mediante servicios cableados o vía celular. Este servicio provee conectividad esencial a Internet, y su aplicación principal se orienta a la navegación y a las consultas web.

Características:

- Velocidades: 128Kbps - 32Kbps, 256Kbps - 64Kbps, 512Kbps - 128Kbps, 768Kbps - 256Kbps y 1024Kbps - 256Kbps.
- Servicio Asimétrico.
- Overbooking 4:1 y 8:1.

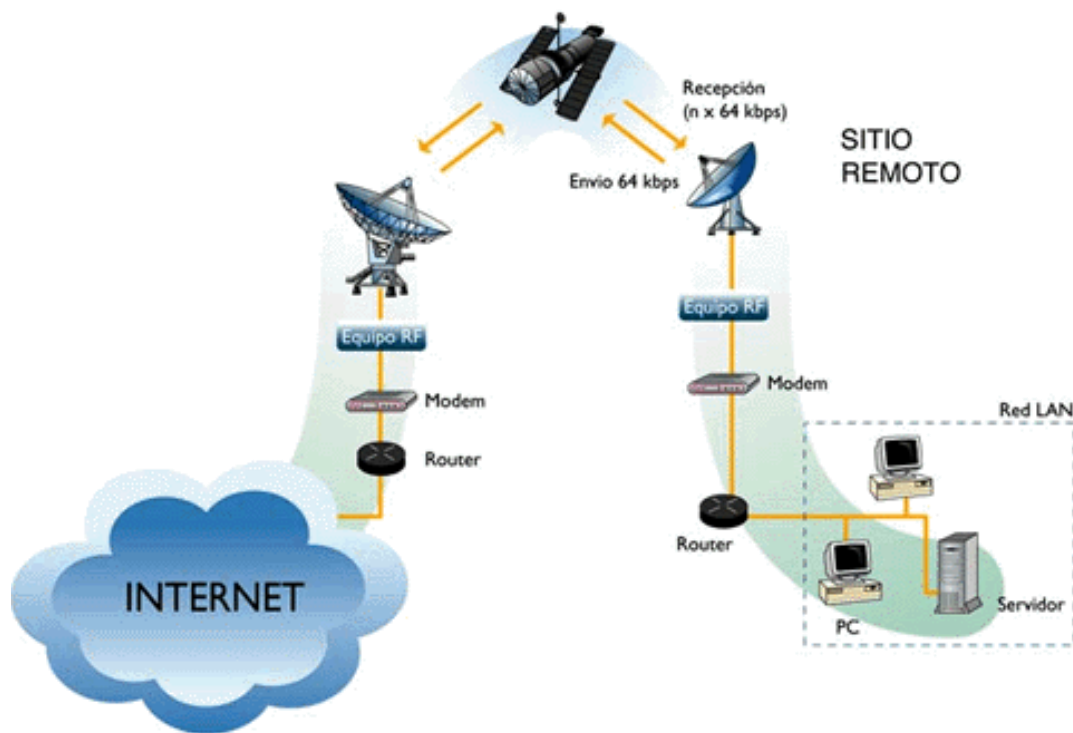


Figura N° 12. Topología de Internet Asimétrico Satelital
Fuente: <http://www.tuxcom.net.mx/damisa/2ways/info.php>

2.2.6. Medios de transmisión de datos

Andrew Tanenbaund y David Wheterall (2012) señalan que, Se pueden utilizar varios medios físicos para la transmisión real. Cada medio tiene su propio nicho en términos de ancho de banda, retardo, costo y facilidad de instalación y mantenimiento. A grandes rasgos, los medios se agrupan en medios guiados (como el cable de cobre y la fibra óptica)

A. Par trenzado

El cable de par trenzado no blindado (UTP) es un medio de cuatro pares de hilos que se utiliza en diversos tipos de redes. Cada uno de los 8 hilos de cobre individuales del cable UTP está revestido de un material aislante. Además, cada par de hilos está trenzado. Este tipo de cable cuenta sólo con el efecto de cancelación que producen los pares trenzados de hilos para limitar la degradación de la señal que causan la EMI y la RFI. Para reducir aún más la diafonía entre los pares en el cable UTP, la cantidad de trenzados en los pares de hilos varía. Al igual que el cable STP, el cable UTP debe seguir especificaciones precisas con respecto a cuánto trenzado se permite por unidad de longitud del cable.

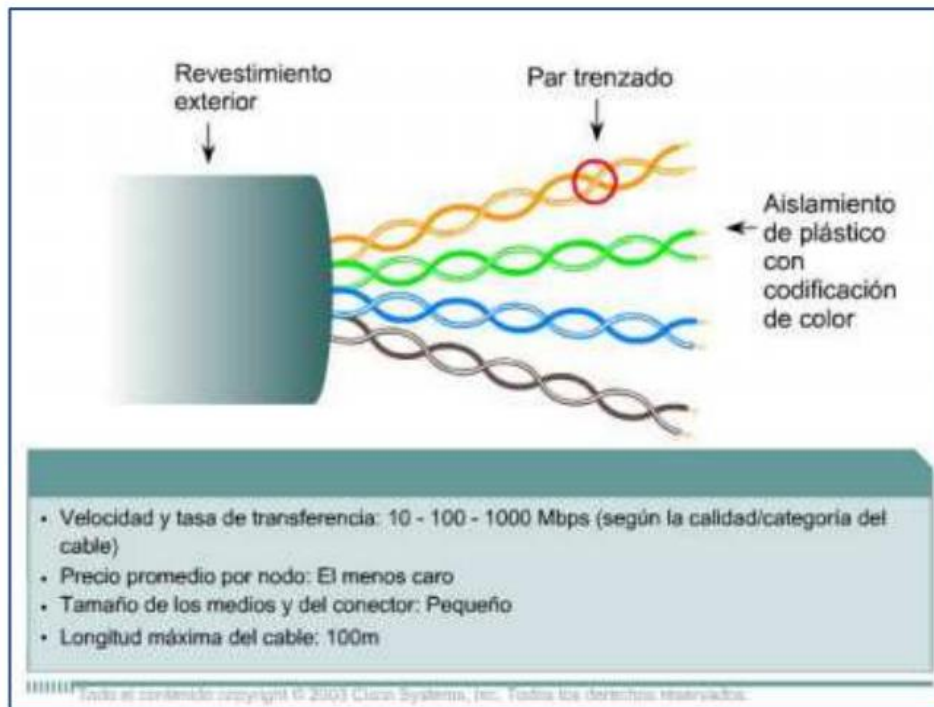


Figura N° 13. Cable de par trenzado
Fuente: CNNAI-Conceptos básicos sobre Networking v3.1

El estándar TIA/EIA-568-C.2 especifica los componentes de cableado, transmisión, modelos de sistemas, y los procedimientos de medición necesarios para verificar los cables de par trenzado balanceado. Exige el tendido de dos cables, uno para voz y otro para datos en cada toma. De los dos cables, el cable de voz debe ser UTP de cuatro pares. El cable Categoría 6 es el que actualmente se recomienda e implementa con mayor frecuencia en las instalaciones. Sin embargo, las predicciones de los analistas y sondeos independientes indican que el cable de Categoría 6 sobrepasará al cable Categoría 5 en instalaciones de red. El hecho que los requerimientos de canal y enlace de la Categoría 6 sean compatibles con la Categoría 5e hace muy fácil para los clientes elegir Categoría 6 y reemplazar la Categoría 5e en sus redes. Las aplicaciones que funcionan sobre Categoría 5e también lo harán sobre Categoría 6.

B. Fibra óptica

La fibra óptica se utiliza para la transmisión de larga distancia en las redes troncales, las redes LAN de alta velocidad (aunque hasta ahora el cobre siempre ha logrado ponerse a la par) y el acceso a Internet de alta velocidad como FTTH (Fibra para el Hogar, del inglés Fiber To The Home). un sistema de transmisión óptico tiene tres componentes clave: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector. Por convención, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultradelgada. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz incide en él. Al conectar una fuente de luz a un extremo de una fibra óptica y un detector al otro extremo, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite mediante pulsos de luz, y después reconvierte la salida a una señal eléctrica en el extremo receptor.

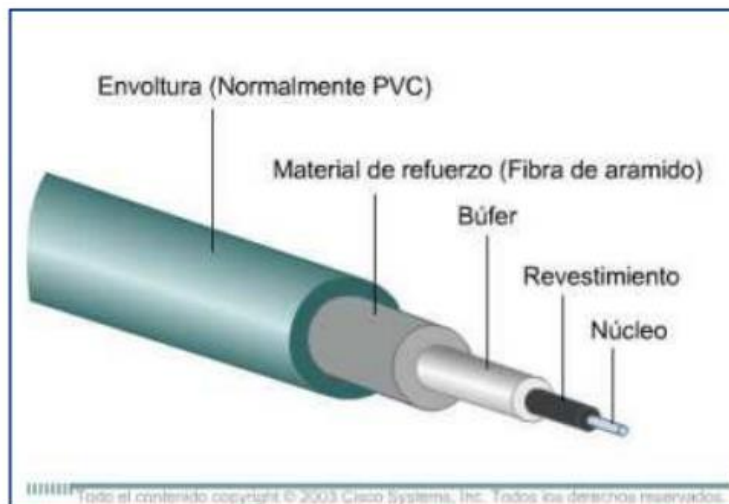


Figura N° 14. Fibra óptica

Fuente: CNNAI-Conceptos básicos sobre Networking v3.1

- **Fibra Óptica Multimodo**

La parte de una fibra óptica por la que viajan los rayos de luz recibe el nombre de núcleo de la fibra. Los rayos de luz sólo pueden ingresar al núcleo si el ángulo está comprendido en la apertura numérica de la fibra.

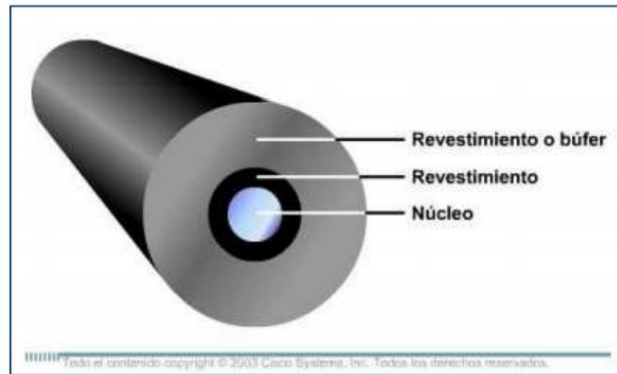


Figura N° 15. Fibra óptica Multimodo
 Fuente: CNNAI-Conceptos básicos sobre Networking v3.1

Asimismo, una vez que los rayos han ingresado al núcleo de la fibra, hay un número limitado de recorridos ópticos que puede seguir un rayo de luz a través de la fibra. Estos recorridos ópticos reciben el nombre de modos. Si el diámetro del núcleo de la fibra es lo suficientemente grande como para permitir varios trayectos que la luz pueda recorrer a lo largo de la fibra, esta fibra recibe el nombre de fibra "multimodo". La fibra "monomodo" tiene un núcleo mucho más pequeño que permite que los rayos de luz viajen a través de la fibra por un solo modo.

Cada cable de fibra óptica que se usa en Networking está compuesto de dos fibras de vidrio envueltas en revestimientos separados. Una fibra transporta los datos transmitidos desde un dispositivo A hacia un dispositivo B.

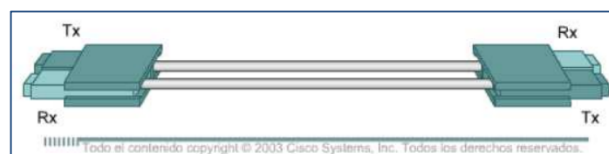


Figura N° 16. Fibra de Vidrio
 Fuente: CNNAI-Conceptos básicos sobre Networking v3.1

La otra transporta los datos desde el dispositivo B hacia el dispositivo A. Las fibras son similares a dos calles de un solo sentido que corren en sentido opuesto. Esto proporciona una comunicación full-dúplex. El par trenzado de cobre utiliza un par de hilos para transmitir y un par de hilos para recibir. Los circuitos de fibra óptica usan una hebra de fibra para transmitir y una para recibir. En general, estos dos cables de fibra se

encuentran en un solo revestimiento exterior hasta que llegan al punto en el que se colocan los conectores.

Hasta que se colocan los conectores, no es necesario blindar ya que la luz no se escapa del interior de una fibra. Esto significa que no hay problemas de diafonía con la fibra óptica. Es común ver varios pares de fibras envueltos en un mismo cable. Esto permite que un solo cable se extienda entre armarios de datos, pisos o edificios. Un solo cable puede contener de 2 a 48 o más fibras separadas. En el caso del cobre, sería necesario tender un cable UTP para cada circuito. La fibra puede transportar muchos más bits por segundo y llevarlos a distancias mayores que el cobre. En general, un cable de fibra óptica se compone de cinco partes. Estas partes son: el núcleo, el revestimiento, un amortiguador, un material resistente y un revestimiento exterior.

El núcleo es el elemento que transmite la luz y se encuentra en el centro de la fibra óptica. Todas las señales luminosas viajan a través del núcleo. El núcleo es, en general, vidrio fabricado de una combinación de dióxido de silicio (sílice) y otros elementos. La fibra multimodo usa un tipo de vidrio denominado vidrio de índice graduado para su núcleo. Este vidrio tiene un índice de refracción menor hacia el borde externo del núcleo. De esta manera, el área externa del núcleo es ópticamente menos densa que el centro y la luz puede viajar más rápidamente en la parte externa del núcleo. Se utiliza este diseño porque un rayo de luz que sigue un modo que pasa directamente por el centro del núcleo no viaja tanto como un rayo que sigue un modo que rebota en la fibra. Todos los rayos deberían llegar al extremo opuesto de la fibra al mismo tiempo. Entonces, el receptor que se encuentra en el extremo de la fibra, recibe un fuerte flash de luz y no un pulso largo y débil.

Alrededor del núcleo se encuentra el revestimiento. El revestimiento también está fabricado con sílice, pero con un índice de refracción menor que el del núcleo. Los rayos de luz que se transportan a través del núcleo de la fibra se reflejan sobre el límite entre el núcleo y el revestimiento a medida que se mueven a través de la fibra por reflexión total interna. El cable de fibra óptica multimodo estándar es el tipo de cable de fibra óptica que más se utiliza en las LAN. Un cable de fibra

óptica multimodo estándar utiliza una fibra óptica con núcleo de 62,5 ó 50 micrones y un revestimiento de 125 micrones de diámetro. A menudo, recibe el nombre de fibra óptica de 62,5/125 ó 50/125 micrones. Un micrón es la millonésima parte de un metro (1μ).

Alrededor del revestimiento se encuentra un material amortiguador que es generalmente de plástico. El material amortiguador ayuda a proteger al núcleo y al revestimiento de cualquier daño. Existen dos diseños básicos para cable. Son los diseños de cable de amortiguación estrecha y de tubo libre.

La mayoría de las fibras utilizadas en las redes LAN son de cable multimodo con amortiguación estrecha. Los cables con amortiguación estrecha tienen material amortiguador que rodea y está en contacto directo con el revestimiento. La diferencia más práctica entre los dos diseños está en su aplicación. El cable de tubo suelto se utiliza principalmente para instalaciones en el exterior de los edificios mientras que el cable de amortiguación estrecha se utiliza en el interior de los edificios.

El material resistente rodea al amortiguador, evitando que el cable de fibra óptica se estire cuando los encargados de la instalación tiran de él. El material utilizado es, en general, Kevlar, el mismo material que se utiliza para fabricar los chalecos a prueba de bala.

El último elemento es el revestimiento exterior. El revestimiento exterior rodea al cable para así proteger la fibra de abrasión, solventes y demás contaminantes. El color del revestimiento exterior de la fibra multimodo es, en general, anaranjado, pero a veces es de otro color.

Los Diodos de Emisión de Luz Infrarroja (LED) o los Emisores de Láser de Superficie de Cavidad Vertical (VCSEL) son dos tipos de fuentes de luz utilizadas normalmente con fibra multimodo. Se puede utilizar cualquiera de los dos. Los LED son un poco más económicos de fabricar y no requieren tantas normas de seguridad como el láser. Sin embargo, los LED no pueden transmitir luz por un cable a tanta distancia como los láseres. La fibra multimodo (62,5/125) puede transportar datos a distancias de hasta 2000 metros (6.560 pies).

- **Fibra Óptica Monomodo**

La fibra monomodo consta de las mismas partes que una multimodo. El revestimiento exterior de la fibra monomodo es, en general, de color amarillo. La mayor diferencia entre la fibra monomodo y la multimodo es que la monomodo permite que un solo modo de luz se propague a través del núcleo de menor diámetro de la fibra óptica. El núcleo de una fibra monomodo tiene de ocho a diez micrones de diámetro. Los más comunes son los núcleos de nueve micrones.

La marca 9/125 que aparece en el revestimiento de la fibra monomodo indica que el núcleo de la fibra tiene un diámetro de 9 micrones y que el revestimiento que lo envuelve tiene 125 micrones de diámetro.

En una fibra monomodo se utiliza un láser infrarrojo como fuente de luz. El rayo de luz que el láser genera, ingresa al núcleo en un ángulo de 90 grados. Como consecuencia, los rayos de luz que transportan datos en una fibra monomodo son básicamente transmitidos en línea recta directamente por el centro del núcleo.

Esto aumenta, en gran medida, tanto la velocidad como la distancia a la que se pueden transmitir los datos. Por su diseño, la fibra monomodo puede transmitir datos a mayores velocidades (ancho de banda) y recorrer mayores distancias de tendido de cable que la fibra multimodo. La fibra monomodo puede transportar datos de LAN a una distancia de hasta 3000 metros. Aunque esta distancia se considera un estándar, nuevas tecnologías han incrementado esta distancia y serán discutidas en un módulo posterior. La fibra multimodo sólo puede transportar datos hasta una distancia de 2000 metros. Las fibras monomodo y el láser son más costosos que los LED y la fibra multimodo. Debido a estas características, la fibra monomodo es la que se usa con mayor frecuencia para la conectividad entre edificios.

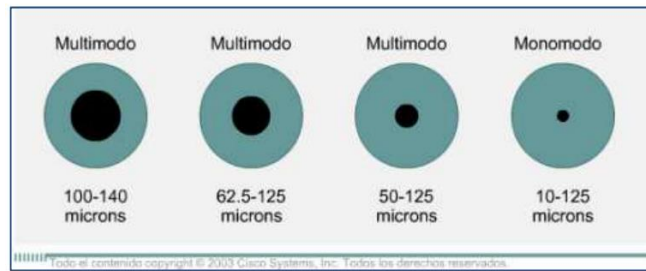


Figura N° 17. Dimensiones de Núcleo de la Fibra
Fuente: CNNAI-Conceptos básicos sobre Networking v3.1

En esta figura describe la comparación de los tamaños relativos del núcleo y el revestimiento para ambos tipos de fibra óptica en distintos cortes transversales. Como la fibra monomodo tiene un núcleo más refinado y de diámetro mucho menor, tiene mayor ancho de banda y distancia de tendido de cable que la fibra multimodo. Sin embargo, tiene mayores costos de fabricación.

2.2.7. Sistema de cableado estructurado

En la página web del Instituto Tecnológico de Durango (WEB 04)⁴ se define que “Es el sistema colectivo de cables, canalizaciones, conectores, etiquetas, espacios y demás dispositivos que deben ser instalados para establecer una infraestructura de telecomunicaciones genérica en un edificio o campus. Las características e instalación de estos elementos se deben hacer en cumplimiento de estándares para que califiquen como cableado estructurado.” El apego de las instalaciones de cableado estructurado a estándares trae consigo los beneficios de independencia de proveedor y protocolo (infraestructura genérica), flexibilidad de instalación, capacidad de crecimiento y facilidad de administración. El cableado estructurado consiste en el tendido de cables en el interior de un edificio con el propósito de implantar una red de área local. Suele tratarse de cable de par trenzado de cobre, para redes de tipo IEEE 802.3. No obstante, también puede tratarse de fibra óptica o cable coaxial. El tendido de cable para una red de área local tiene cierta complejidad cuando se trata de cubrir áreas extensas tales como un edificio de varias plantas. En este sentido

⁴http://ac.itdurango.mx/acreditacion/4Proceso_E_A/ISC/Evidencias/4.5%20M%E9todos%20de%20Ense%20anza/APUNTES%20DEL%20MAESTRO/REDES/Redes%20ISI/Apuntes_redes_de_computadoras_sistemas_unidad_IV.pdf

hay que tener en cuenta las limitaciones de diseño que impone la tecnología de red de área local que se desea implantar:

- La segmentación del tráfico de red.
- La longitud máxima de cada segmento de red.
- La presencia de interferencias electromagnéticas.
- La necesidad de redes locales virtuales.

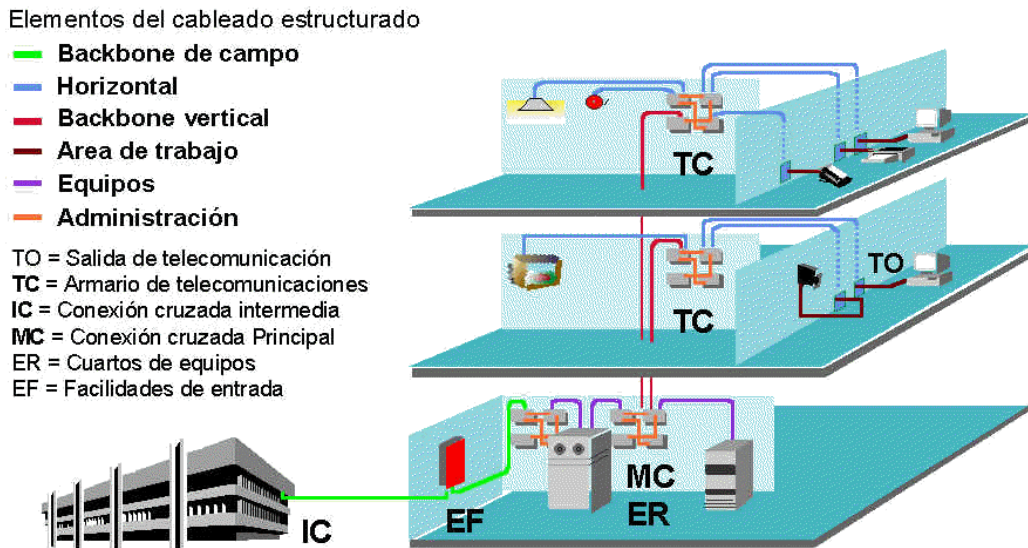


Figura N° 18. Elementos del cableado estructurado
 Fuente: http://rladrian.blogspot.pe/2013_12_01_archive.html

Componentes del cableado estructurado

- **Área de Trabajo**

Es el lugar donde se encuentra el personal trabajando con las computadoras, impresoras, etc. En este lugar se instalan los servicios (nodos de datos, telefonía, energía eléctrica, etc.)

Closet de comunicaciones - Es el punto donde se concentran todas las conexiones que se necesitan en el área de trabajo.

- **Cableado Horizontal**

Es aquel que viaja desde el área de trabajo hasta el closet de comunicaciones. En cada planta se instalan las rosetas (terminaciones de los cables) que sean necesarias en cada dependencia. De estas rosetas parten los cables que se tienden por el falso suelo (o por el falso techo) de la planta. Todos los cables se concentran en el denominado armario de distribución de planta o armario de telecomunicaciones. Se trata de un

bastidor donde se realizan las conexiones eléctricas (o "empalmes") de unos cables con otros. En algunos casos, según el diseño que requiera la red, puede tratarse de un elemento activo o pasivo de comunicaciones, es decir, un hub o un switch. En cualquier caso, este armario concentra todos los cables procedentes de una misma planta. En el cableado estructurado que une los terminales de usuario con los distribuidores de planta no se podrán realizar empalmes.

- **Cableado Vertical**

Después hay que interconectar todos los armarios de distribución de planta mediante otro conjunto de cables que deben atravesar verticalmente el edificio de planta a planta. Esto se hace a través de las canalizaciones existentes en el edificio. Si esto no es posible, es necesario habilitar nuevas canalizaciones, aprovechar aberturas existentes (huecos de ascensor o escaleras), o bien, utilizar la fachada del edificio (poco recomendable). En los casos donde el armario de distribución ya tiene electrónica de red, el cableado vertical cumple la función de red troncal. Obsérvese que éste agrega el ancho de banda de todas las plantas. Por tanto, suele utilizarse otra tecnología con mayor capacidad. Por ejemplo, FDDI o Gigabit Ethernet.

- **Centro de datos principal**

Una de las primeras decisiones que debe tomar al planificar su red es la colocación del/los armarios(s) para el cableado, ya que es allí donde deberá instalar la mayoría de los cables y los dispositivos de Networking. La decisión más importante es la selección del (de los) servicio(s) de distribución principal (MDF). Existen estándares que rigen los MDF e IDF, y aprenderá algunos de esos estándares mientras aprende cómo seleccionar el (los) armario(s) para el cableado de la red. De ser posible, haga un recorrido por los MDF/IDF de su propio colegio o de alguna empresa local. Finalmente, aprenderá cómo planificar su red para evitar algunos de los problemas relacionados con los efectos negativos de las redes provocados por la electricidad de CA proporcionada por la compañía de energía eléctrica. En este cuarto se concentran los servidores de la red, el conmutador telefónico, etc. Este puede ser el mismo espacio físico que el

del closet de comunicaciones y de igual forma debe ser de acceso restringido.

- **Estándar ANSI/TIA/EIA-569**

Este estándar provee especificaciones para el diseño de las instalaciones y la infraestructura edilicia necesaria para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.

En marzo de 2013 entró en vigencia la revisión “C” de la recomendación, conocida como ANSI/TIA/EIA-569-C “Telecommunications Pathways and Spaces”, donde se quita expresamente la referencia de “Edificios comerciales”

Este estándar tiene en cuenta tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son comunes, y deben ser tenidas en cuentas desde el momento del diseño. Este estándar reconoce que existirán cambios y los tiene en cuenta en sus recomendaciones para el diseño de las canalizaciones de telecomunicaciones.
- Los sistemas de telecomunicaciones son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las tecnologías y los equipos de telecomunicaciones pueden cambian dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores y tecnologías de equipo.
- Telecomunicaciones es más que “voz y datos”. El concepto de Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas que transportan información en los edificios.

Es de fundamental importancia entender que para que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para soportar los requerimientos actuales y futuros de los sistemas de telecomunicaciones, es necesario que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico.

- **Estándar ANSI/TIA/EIA-568**

En la página web del Instituto Tecnológico de Durango (WEB 05)⁵ define que, El estándar ANSI/TIA/EIA-568 y sus recientes actualizaciones especifican los requerimientos de un sistema integral de cableado, independiente de las aplicaciones y de los proveedores, para los edificios comerciales. Se estima que la “vida productiva” de un sistema de cableado para edificios comerciales debe ser de 15 a 25 años. En este período, las tecnologías de telecomunicaciones seguramente cambien varias veces. Es por esto que el diseño del cableado debe prever grandes anchos de banda, y ser adecuado tanto a las tecnologías actuales como a las futuras. El estándar especifica:

- Requerimientos mínimos para cableado de telecomunicaciones dentro de un ambiente de oficina, para distintas tecnologías de cables (cobre y fibra).
- Topología y distancias recomendadas.
- Parámetros de desempeño de los medios de comunicación (cables de cobre, fibra).

El último estándar publicado por la TIA es el ANSI/TIA/EIA 568-C. Es una revisión del ANSI/TIA/EIA 568-B, publicado entre 2001 y 2005. El nuevo estándar consolida los documentos centrales de las recomendaciones originales, pero cambia la organización, generando una recomendación “genérica” o “común” a todo tipo de edificios. Está armado en varias partes:

- **ANSI/TIA/EIA 568-C.0**

Tiene como objetivo permitir la planificación y la instalación de un sistema de cableado estructurado para todo tipo de instalaciones. Esta norma específica un sistema que soporte cableados de telecomunicaciones genéricos en un entorno multi-producto y multiproveedor. Varios de los conceptos originalmente indicados en la recomendación ANSI/TIA/EIA 568-B.1 (que era específica para edificios comerciales) fueron generalizados e incluidos en la 568-C.0.

⁵<http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>

En este nuevo estándar se recogen los aspectos generales de la anterior recomendación 568-B.1, con el objetivo de que sean comunes a diferentes estándares que apliquen a todo tipo de edificios (comerciales, residenciales, etc.). Varios de los conceptos originalmente indicados en la recomendación ANSI/TIA/EIA 568-B.1 (que era específica para edificios comerciales) fueron generalizados e incluidos en la 568-C.0. Se establece en esta recomendación como se debe diseñar una estructura de cableado en “estrella”, y se define una nueva nomenclatura respecto a las diferentes etapas o sub-sistemas del cableado. En la siguiente figura se esquematiza el sistema de cableado propuesto en la recomendación 568-C.0

<http://ie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>

- **ANSI/TIA/EIA 568-C.1**

Este apartado provee información acerca del planeamiento, instalación y verificación de cableados estructurados para edificios comerciales. Los aspectos de la anterior recomendación ANSI/TIA/EIA 568B.1 que aplican únicamente a este tipo de edificios fueron detallados y actualizados en esta nueva recomendación.

El estándar identifica seis componentes funcionales:

- Instalaciones de Entrada (o “Acometidas”)
- Distribuidor o repartidor principal y secundarios (Main / Intermediate CrossConnect)
- Distribución central de cableado (“Back-bone distribution”) •
- Distribuidores o repartidores Horizontales (Horizontal Corss-Connect)
- Distribución Horizontal de cableado (Horizontal Distribution)
- Áreas de trabajo

- **ANSI/TIA/EIA 568-C.2**

Detalla los requerimientos específicos de los cables de pares trenzados balanceados, a nivel de sus componentes y de sus parámetros de transmisión.

Este estándar especifica las características de los componentes del cableado, incluyendo parámetros mecánicos, eléctricos y de transmisión. El estándar reconoce las siguientes categorías de cables:

- Categoría 3: Aplica a cables UTP de 100 Ω y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 16 MHz de ancho de banda.
 - Categoría 4: Aplicaba a cables UTP de 100 Ω y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 20 MHz de ancho de banda. Sin embargo, esta categoría ya no es reconocida en el estándar.
 - Categoría 5: Aplicaba a cables UTP de 100 Ω y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda. Sin embargo, esta categoría ha sido sustituida por la 5e, y ya no es reconocida en el estándar.
 - Categoría 5e: Aplica a cables UTP de 100 Ω y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda. Se especifica para esta categoría parámetros de transmisión más exigentes que los que aplicaban a la categoría 5.
 - Categoría 6: Aplica a cables UTP de 100 Ω y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 200 MHz de ancho de banda. Se especifica para esta categoría parámetros de transmisión hasta los 250 MHz.
 - Categoría 6A: La categoría 6A fue recientemente estandarizada, en marzo de 2008, en la recomendación TIA 568-B.2-10. Aplica a cables UTP de 100 Ω y sus componentes de conexión, soportando aplicaciones de hasta 500 MHz de ancho de banda, diseñado para 10 Giga bit Ethernet. Fue incluida dentro de la recomendación 568-C.
- **ANSI/TIA/EIA 568-C.3**

Este estándar especifica las características de los componentes y los parámetros de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica (cables, conectores, etc.), para fibras multimodo de 50/125 μm y 62.5/125 μm y fibras monomodo.

- **ANSI/TIA-607**

En abril de 2012 ha sido publicado el estándar TIA-607-B, el que fue actualizado en enero de 2013 como TIA-607-B-1. Esta recomendación está basada en la ANSI/J-STD--607-A-2002 (publicada en octubre de 2002). El propósito de este documento es brindar los criterios de diseño e instalación de las tierras y el sistema de aterramiento para edificios comerciales, con o sin conocimiento previo acerca de los sistemas de telecomunicaciones que serán instalados. Este estándar incluye también recomendaciones acerca de las tierras y los sistemas de aterramientos para las torres y las antenas. Asimismo, el estándar prevé edificios compartidos por varias empresas, y ambientes con diversidad de productos de telecomunicaciones.

- **ANSI/TIA-606**

El propósito de este estándar es proporcionar un esquema de administración uniforme que sea independiente de las aplicaciones que se le den al sistema de cableado, esto es vital para el buen funcionamiento de un cableado estructurado, pues pueden cambiar varias veces durante la existencia de un edificio. Este estándar habla sobre la identificación de cada uno de los subsistemas basado en etiquetas, códigos y colores, con la finalidad de que se puedan identificar cada uno de los servicios que en algún momento se tengan que habilitar o deshabilitar, para esto Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y sistemas relacionados. Esto es muy importante, ya que en la documentación que se debe entregar al usuario final, la norma dice que se tendrá que especificar la forma en que está distribuida la red, por dónde viaja, qué puntos conecta y los medios que utiliza (tipos de cables y derivaciones), así se facilitara la localización de fallas, detallando cada cable tendido por características

2.2.8. VoIP

Moro M. (2013) define que “La, Voz sobre IP es una forma de transmitir llamadas de voz a través de una red TCP/IP. Con ello se proporcionan servicios de telefonía sobre una red única, en la confluyen la voz y los datos. Esta red IP puede emplearse para para efectuar las llamadas internas de la propia empresa (empleando para ello una red privada) o para las llamadas externas, usando el internet en lugar de la red telefónica publica conmutada.

Los pasos para efectuar una comunicación a través de una red TCP/IP se puede comprender como la conversión de la señal de voz analógica a digital, comprensión de la señal y empaquetamiento de la misma para su envío a través de la red TCP/IP, y transmisión. En la recepción se efectúa el proceso inverso, ya que la comunicación telefonía en la mayoría de los casos es bidireccional, siendo ambos extremos emisores-receptores.

- **CODECS**

Los códecs son los encargados de convertir la señal de sonido analógica en información digital (dígitos binarios p bits), que envían a una velocidad predeterminada. A menudo, el códec se encarga también de comprimir la información, con el objetivo de ahorrar ancho de banda.

Existen multitud de códecs disponibles: algunos de ellos, junto con sus características técnicas, se resumen en la siguiente tabla:

Tipo de Códec	Ancho de banda empleado	Retardo en el empaquetado	Calidad ofrecida
G711u-a	56-64 Kbps	1 ms	Muy buena
G.726-32	32 Kbps	1 ms	Muy buena
G.729	8 Kbps	25 ms	buena
G.723.1 MPMLQ	6.3 Kbps	67.5 ms	buena
G.723.1 ACELP	5.3 Kbps	67.5 ms	buena

*Tabla N° 1. Codecs VOIP
Fuente: Moro M. (2013)*

El nombre del códec indica el estándar ITU-T (la sección de estándares de telecomunicaciones de la International Telecommunication Union) que describe su operación. Como se puede observar en la tabla 1 hay códecs que ofrecen diversos grados de calidad en su operación de codificación de los datos digitales. Obviamente, mayor calidad implica mayor ancho de

banda; en la elección del códec empleado en la red telefónica IP se deberá buscar siempre un compromiso entre estos 2 factores.

En la tabla 1, también se incluyen, junto con los nombres de los códecs, el ancho de banda empleado y el retardo en cada empaquetado, es decir el retardo que introducen dichos códecs en la fase de conversación de análogo a digital y viceversa. Un mayor retardo en el empaquetado afecta negativamente a la calidad del servicio.

- **PROCOLOS**

Los protocolos VOIP se sitúan en la capa de aplicación de la pila TCP/IP. La realización de la llamada telefónica VOIP conlleva dos capas fases diferenciadas: una fase de establecimiento de llamada y una fase de conversación. En la fase de establecimiento de llamada se efectúan las operaciones de: producción de un tono de invitación a marcar, marcado del número de teléfono, señal de llamada (o de teléfono ocupado) y contestación del extremo opuesto de la línea; cuando el interlocutor contesta, se pasa a la fase de conversación. Las características y requisitos en términos de calidad del servicio de ambas fases son diferentes y los protocolos utilizados en ellas también lo son.

Los principales protocolos que se emplean en la fase de establecimiento de llamada son SIP (Session Initiation Protocol) y H.323, desarrollado por la ITU-T; existen otros muchos como se muestra en la imagen a continuación que son normalmente desarrollados por empresas privadas para sus servidores, adaptadores y terminales VOIP.

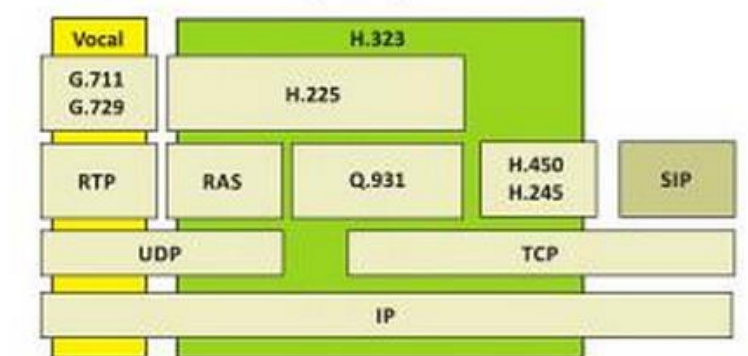


Figura N° 19. Protocolos VOIP
Fuente: Vanilla (2013)

Los principales protocolos empleados en la transmisión de la voz (fase de conversación) son RTP y RTC. El protocolo RTP (Real Time Protocol), se emplea para aplicaciones de transmisión de audios y video a una dirección; el protocolo no incluye reconocimiento de la recepción de los paquetes recibidos, lo cual evita sobrecarga de la red, redundando en una mayor calidad de servicio. El protocolo incluye una información con la fecha y hora en la que se ha enviado el paquete, además de un número de secuencia; la aplicación que lo recibe puede reconstruir el mensaje original y comprobar si se ha perdido alguno de los paquetes enviados. Este protocolo se complementa con el Protocolo RTCP (Real Time Control Protocol), que controla la calidad del servicio de la comunicación y permite obtener información acerca de los participantes de la conversación.

2.2.9. Seguridad de la red

Miranda, C. (2015) define que “La seguridad de la red es uno de los puntos más importantes que se debe tener en cuenta cuando se administra y estructura una red, se puede tener varios ataques a la red que pueden generar pérdida de información o a su vez información alterada.”

- **Riesgos**

- Intrusión: alguien entra ilegalmente al sistema y tiene la capacidad de usar y modificar el sistema como si fuera usuario legítimo.
- Rechazo de servicios: alguien logra cortar los servicios del sistema a los usuarios legítimos, averiando el sistema o sobrecargando la red.
- Robo de información: Alguien logra tener acceso a información confidencial, secreta reservada o restringida.

- **Mejoras de Seguridad**

Identificación y Autenticación

Los usuarios deben identificarse y después comprobar que son quienes dicen ser, lo más común es emplear un texto conocido como usuario y una palabra clave o password, se recomienda total confidencialidad con este tipo de credenciales.

Control de acceso

Los recursos del sistema son proporcionados o negados de acuerdo al tipo de usuario que lo solicite, y depende desde donde haga la solicitud; se debe proporcionar acceso solo a la información que necesite el usuario y limitar ciertos privilegios si es necesario.

Integridad

Los sistemas deben de tener la capacidad de asegurar y garantizar la integridad de los datos, con el fin de detectar modificaciones que puedan afectar la seguridad.

Si el sistema se corrompe o es modificado, sería deseable detectar el origen del problema y restituir la integridad.

Confiablez

La información debe ser confidencial, además se debe garantizar que si un usuario desea que su información no sea vista por alguien más pueda lograrlo.

Usualmente se manejan permisos de acceso individual o grupal y encriptado para transmisión en la red conjuntamente con el almacenamiento de información crítica.

Política de Seguridad

Diferentes políticas de seguridad, enfocadas en dos tipos:

- Todo está prohibido a menos que se permita explícitamente.
- Todos están permitidos a menos que se prohíba explícitamente.

En ocasiones se utilizan combinaciones de estas, para diferentes partes del sistema.

- **Seguridad interna y externa**

Hallberg, B. (2007) define que “La seguridad interna es el proceso de asegurar su red contra amenazas internas, las cuales son en general mucho más comunes que las externas.” Ya que los usuarios internos tienen un punto o nodo de acceso que ya se encuentra dentro de la red y se facilita el tener acceso a registros y archivos o poder virus a la red.

Hallberg, B. (2007) establece que “La seguridad externa es el proceso de asegurar la red contra amenazas externas. Antes de internet, este proceso no era difícil. La mayoría de las redes tenía módems externos solamente

para que los usuarios marcaran a la red y era sencillo mantener esos puntos de acceso. Sin embargo, con el surgimiento de la internet y el hecho de que casi todas las redes se conectan a ella, la seguridad se ha convertido en algo mucho más importante y también más complejo.”

Existen tres tipos básicos de amenazas contra la seguridad externa:

- Amenazas por la puerta de enfrente: una persona ajena a la compañía, encuentra, adivina o viola una contraseña de usuario y luego entra a la red.
- Amenazas por la puerta de atrás: Los defectos en el software o en el hardware del sistema operativo de la red. Facilitan a una persona ajena a la compañía violar la seguridad de red.

Negociación del servicio: niegan servicios informáticos levantados en la red de datos.

- **Firewall**

Es la primera línea de defensa para proteger a la red frente a agresores no autorizados. Es un mecanismo para proteger la red, implementando un control de acceso hacia y desde internet. Es un conjunto de políticas de seguridad entre dos redes, con las siguientes propiedades:

- Todo el tráfico desde dentro hacia fuera y viceversa debe pasar por ella.
- Solo el tráfico autorizado, definido por las políticas de seguridad, se le permite el paso.
- El sistema en sí mismo es inmune a ataques externos

En otras palabras, un firewall es un mecanismo para proteger redes confiables cuando se conectan a redes no confiables como internet.

2.2.10. Calidad de servicio

Cisco Networking Academy (2013) define, QoS se cómo la habilidad de la red para proporcionar un mayor o especial servicio a un conjunto de usuarios o aplicaciones en detrimento de otros usuarios o aplicaciones.

Para implementar QoS hay que llevar a cabo tres pasos:

- Identificar tipos de tráfico y sus requerimientos.
- Clasificación del tráfico basándose en los requerimientos identificados.

- Definir las políticas para cada clase.

- **Identificación del tráfico**

Es el punto de partida para la implementación del QoS y conlleva los siguientes apartados:

- Llevar a cabo auditoría de red. Se aconseja tomar estos datos durante los momentos en que la red esté más ocupada, así como durante otros períodos.
- Determinar la importancia de cada aplicación. El modelo de negocio determinará la importancia de cada aplicación. Se pueden definir clases de tráfico y requerimientos para cada clase.
- Definir niveles de servicio para cada clase de tráfico. Cada clase identificada previamente ha de tener un nivel de servicio que constará de características como ancho de banda, retraso, preferencia a la hora de descarte, etc.

- **Clasificación del tráfico**

- Clase VoIP, como indica su nombre es todo el tráfico correspondiente a VoIP.
- Clase de aplicaciones de misión crítica, corresponde a aplicaciones de alta importancia.
- Clase de tráfico de señalización, pertenece al tráfico de señalización de VoIP, video, etc.
- Clase de tráfico de aplicaciones de transacción, son del tipo de bases de datos interactivas, etc.
- Clase Best-effort, engloba el tráfico no estipulado en las anteriores y se le proporciona el ancho de banda que sobre.
- Clase sin importancia, servicios o aplicaciones que se consideran inferiores a Best-effort. Pueden ser e-mail personal, aplicaciones P2P, juegos online, etc.

- **Políticas de clase**

- Especificar un ancho de banda máximo.
- Especificar un ancho de banda mínimo garantizado.
- Asignar niveles de prioridad.

- Usar herramientas que sean adecuadas para la congestión gestionándola, eliminándola, etc.

- **Modelos QoS**

- **Modelo Best-effort**

- Significa que no hay QoS aplicado, de manera que todos los paquetes dentro de la red son independientemente del tipo que sean reciben el mismo trato. Como beneficio de este sistema está la facilidad de implementación, ya que no hay que hacer nada para ponerlo en funcionamiento, pero tiene como desventaja que no es posible garantizar ningún tipo de servicio a ninguna aplicación.

- **Modelo de servicios integrados**

- Proporciona QoS de extremo a extremo, y es basado en la señalización explícita y reserva de recursos de red para aquellas aplicaciones que los necesitan. El protocolo de señalización empleado es el RSVP (Resource Reservation Protocol). Cuando una aplicación tiene un requerimiento de ancho de banda RSVP va salto por salto a lo largo del camino intentando hacer la reserva solicitada en cada uno de los routers que se encuentra en la ruta. Si la reserva se puede hacer la aplicación podrá operar, pero si algún elemento en el camino no tiene los recursos suficientes, la aplicación tendrá que esperar.

- **Modelo de servicios Diferenciados**

- Éste modelo es el más actual de los tres y ha sido desarrollado para suplir las deficiencias de los anteriores. El tráfico es en principio clasificado y marcado. A medida que fluye en la red va recibiendo distinto trato dependiendo de su marca.

- Éste modelo usa PHB, (Per-Hop Behavior), que hace referencia al comportamiento por salto. Esto significa que cada salto en el camino está programado para proporcionar un nivel de servicio específico a cada clase de tráfico.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Población y Muestra

Dado que la presente investigación es un diseño la población y la muestra será la red de comunicaciones planteada.

3.1.2. Unidad de Análisis

La unidad de análisis es el usuario de la red, para quien se analiza el tráfico que empleará, el acceso y medio de transporte de la red diseñada

3.2. Método

3.2.1. Nivel de Investigación:

La presente investigación es de nivel explicativo porque mediante el análisis y cálculo propone el diseño de una red convergente de voz y datos para la Empresa Agroindustrial Avocado Packing Company S.A. la que permite acceder a todos los empleados a una serie de servicios como:

- Servicio de telefonía interna y externa basada en privilegios
- Servicio de acceso a internet según demanda y prioridades
- Sistema compartido de archivos
- Acceso, Reportes y Almacenamiento a Base de Datos
- Integración e interacción con Sistemas ERP de Contabilidad, Recursos Humanos y Producción.
- Configuración y monitoreo de sistema de refrigeración, eléctricos y de Producción

Este Proceso estará basado en la comprensión total de los requerimientos establecidos sujetos a la recopilación y análisis de los mismos con el fin de poder diseñar de la red convergente de voz y data acorde a los lineamientos y necesidades de la Empresa.

3.2.2. Diseño de Investigación

A continuación, se muestra la metodología de investigación que se empleó para el presente trabajo, siendo este dividido en 4 fases:

Fase 1- Determinar los requerimientos y necesidades de la empresa

- **Investigación para la realización del marco teórico:** se procederá a recolectar información bibliográfica de trabajos anteriores, libros de la especialidad e internet para desarrollar el marco teórico en el cual está fundada este Proyecto de investigación.
- **Obtención de planos y entrevista con las autoridades de la empresa:** Se tendrá que plantear reuniones con las personas encargadas de las áreas de Tecnología de información e Ingeniería y Mantenimiento, con el fin de determinar los servicios y requerimientos necesarios para el buen funcionamiento de cada uno de sus procesos.

Fase 2 – Análisis del Diseño de red

- **Levantamiento de servicios y requerimientos:** con la obtención de los planos de la planta y teniendo claro los requerimientos y servicios a implementar, se procederá a estimar la cantidad de puntos de acceso de red y su ubicación en las áreas generando un listado y tablas de dicha información.
- **Análisis de medios de transmisión y la topología de red:** Para la realización de esta fase se estudiará las diferentes topologías de redes y medios de comunicación determinando la más acorde y óptima para el cumplimiento de todos los requerimientos y servicios planteados.
- **Análisis de los tipos de Acceso a internet:** Con el estudio de los tipos de tecnologías para el acceso a internet se podrá elegir el de mejor performance de acuerdo a las necesidades planteadas.
- **Análisis de dimensionamiento del tráfico de la red:** En este apartado se estimará el tráfico requerido dentro de la red y la capacidad de conmutación de los equipos activos

Fase 3 – Diseño de la red convergente

Con el estudio y análisis comprendidas en la Fase 2 se determinará la elección del tipo de acceso a internet, topología de red y medio de comunicación en la capa de acceso y transporte y el diseño lógico de la red, teniendo en cuenta el despliegue de todos los servicios a implementar y cantidad de puntos de red.

Fase 4 - Realización de estimado de costos de posibles equipos

Teniendo definida, todas las características de red, se podrá determinar las especificaciones técnicas de los equipos activos y pasivos necesarios para con lo que se podrá estimar un valor costo – beneficio de los mismos.

3.2.3. Variables de estudio y Operacionalización

Variables de estudio

Variable Independiente: Diseño lógico de la red de comunicaciones de la empresa AVOCADO PACKING COMPANY.

Variables Dependientes:

- Requerimientos técnicos de diseño
- Estudio de las tecnologías emergentes

Operacionalización de las variables

Variable Independiente: Diseño lógico de la red de comunicaciones de la empresa AVOCADO PACKING COMPANY.

- **Definición conceptual:** Es la organización de todos los dispositivos de comunicaciones y terminales dentro de la red basada en la topología.
- **Definición operacional:** Se refiere al flujo de datos que hay dentro de una red teniendo en cuenta el direccionamiento.

Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
Topologías	Ordinal	Cuadro resumen características
Capacidad del Medio de comunicación	Mbps	Reporte de velocidades requeridas por servicio
Ancho de banda requerido	MHz	Reporte de anchos de banda requeridos por servicio

Tabla N° 2. Operacionalización de la variable Independiente
Fuente: Elaboración Propia

Variables Dependientes:

A. Requerimientos técnicos de diseño

- **Definición conceptual:** Son las necesidades técnicas que el cliente presenta a un integrador de telecomunicaciones.

- **Definición operacional:** Es la determinación de puntos de red, servicios a implementar y niveles de seguridad dentro la empresa.

Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
Número de puntos de red	Ordinal	Plano de distribución de áreas. Entrevistas con el personal de T.I. de la Empresa.
Numero de Servicios requeridos	Ordinal	Lista de Servicios a implementar
Niveles de seguridad	Ordinal	Lista de políticas de seguridad.

Tabla N° 3. Operacionalización de la variable Dependiente
Fuente: Elaboración Propia

B. Estudio de tecnologías emergente

- **Definición conceptual:** Son tecnologías de última generación que permiten la integración de diferentes servicios como voz, datos y video dentro de una misma infraestructura de telecomunicaciones.
- **Definición operacional:** se basa en la operatividad y convergencia de servicios y dispositivos que cuenten con direcciones IP.

Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
Numero de servicios convergentes	Ordinal	Lista de servicios convergentes

Tabla N° 4. Operacionalización de la variable Dependiente
Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. Instrumentos de recolección de Datos

- **Entrevista focalizada de requerimientos**

La entrevista (Ver Anexo 1) fue realizadas al Jefe de T.I. así como al Gerente de Operaciones de la empresa. Las cuales permitieron tener una idea más concisa de los requerimientos para el diseño de la red.

- **Plano Estructural de la planta Agroindustrial**

El plano general de la Planta (Ver anexo 2), señala cada una de las áreas las cuales pueden ser divididas en Garita, Residencia, Recepción, Oficinas Administrativas, Sala de Producción, Almacenes y Despacho.

- **Plano de ubicación de gabinetes y centro de datos.**

El plano de ubicación de Gabinetes (Ver anexo 3), señala cada uno de los gabinetes estratégicamente distribuidos con la finalidad de cubrir cada área; estas ubicaciones también fueron establecidas teniendo en cuenta las condiciones de temperatura, humedad, polvo, acceso y seguridad.

- **Lista de Puntos de Red por Área**

De acuerdo a los requerimientos planteados se estableció las siguientes cantidades de puntos de red las cuales están divididas en voz, datos video y wireless como podemos ver en la Tabla 5.

CANTIDAD DE PUNTOS DE RED	
AREA	PUNTOS DE RED
Garita	17
Residencia	10
Recepción materia prima	18
Almacén	22
Sala de producción	20
Oficinas administrativas	45
Mantenimiento	40
Sala de máquinas y tableros	15
Túneles de y cámaras de frío	10
Almacén de piso	21
Oficina de despacho y SENASA	20
TOTAL	238

*Tabla N° 5. Cantidad de puntos de Red
Fuente: Elaboración Propia*

- **Lista de segmentación de la red**

Administración, Usuarios, Telefonía, Video vigilancia, Visitas, Wireless, Gerencia, Jefatura, Supervisores, Procesos

- **Lista de Usuarios telefónicos y privilegios**

CANTIDAD Y PRIVILEGIOS DE ANEXOS TELEFONICOS			
USUARIO	NACIONAL	CELULAR	INTERNACIONAL
Asistente Administrativo	X	X	X
Garita	X	X	
Balanza	X		
Centro de control	X	X	
Sala de Reuniones	X	X	X
GERENCIA de TI	X	X	X
Gerencia General	X	X	X
Gerencia De Ingeniería	X	X	X
Gerencia De Planta	X	X	X
Jefe De Administración	X	X	X
Auxiliar de TI	X	X	
Coordinador de Compras	X	X	X
Jefe De Seguridad Industrial	X	X	
Planeamiento De Producción	X	X	X
Jefatura De Producción	X	X	
Asistente De Producción	X	X	
Jefe de Frio y Despacho	X	X	X
Recepción De Materia Prima	X	X	
MAF RODA		X	X
Laboratorio De Calidad	X	X	
Jefe De Calidad	X	X	X
SENASA	X		
Gestión Del Talento Humano	X	X	
Asistente De Nóminas	X	X	
Jefe de Almacén	X	X	
Jefe De RR.HH.	X	X	X
Planning De Mantenimiento	X	X	
Mantenimiento	X	X	
Almacén de Piso	X	X	
Cuarto de Maquinas	X	X	
Auxiliar de Almacén	X	X	
Cocina			
Jefe de Costos	X	X	
Digitador de Frio y Despacho	X		
Oficina MAFRODA			
Residencia	X	X	X

*Tabla N° 6. Usuarios Teléfonos y privilegios
Fuente: Elaboración Propia*

3.2.5. Procedimientos y análisis de datos

Habiendo recopilado los datos de las perspectivas y necesidades del personal de T.I. para su red a continuación se planteará el análisis de cada uno de los datos proporcionando una mejor visión y desarrollar de forma óptima el diseño de la red convergente:

- **Análisis y revisión de planos**

Según la verificación y análisis de los planos la planta agroindustrial se cuenta con 2 diferentes tipos de infraestructura (ver Figura N°20) como:

- Edificación de concreto
- Edificación de Acero y placas termoaislantes.

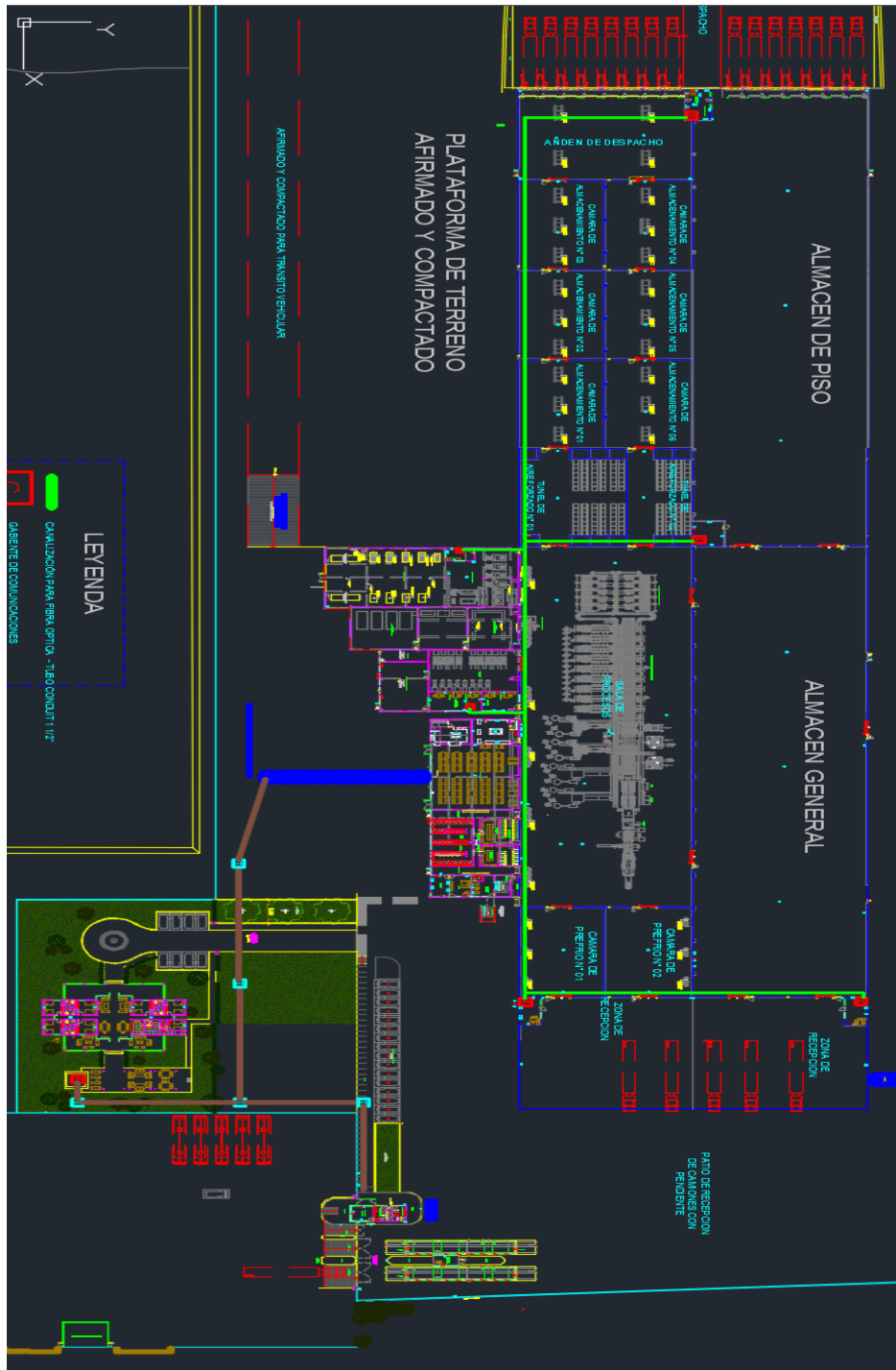


Figura N° 20. Plano General
Fuente: Elaboración Propia

Las edificaciones de concreto están comprendidas por las áreas de garita, residencia, oficinas administrativas, sala de máquinas y bombas. Comedor y oficinas de producción.

De acuerdo a los requerimientos de puntos de red planteados la con respecto a la ubicación se coordinará con la constructora de dichas edificaciones, ya que las canalizaciones para los puntos de red dentro de

estas áreas serán empotrados y distribuidos por tuberías PVC así como cajas de pase que faciliten la distribución hacia los gabinetes de comunicaciones que serán designados.

Las edificaciones de acero y placas termoaislantes están comprendidas por las áreas de recepción de materia prima, almacenes, sala de producción, zonas de frío y despacho. Las canalizaciones para este tipo de edificaciones deberán ser resistentes la humedad, corrosión y temperaturas bajas al encontrarse en algunos casos en techos, como también dentro de cámaras de frío o producción.

- **Análisis de Tipos de Topologías de red**

De acuerdo al estudio de los diferentes tipos de topologías se ha desarrollado la siguiente tabla comparativa.

COMPARACIÓN DE TOPOLOGIAS DE RED				
TOPOLOGIA	TIPO DE CONEXIÓN	COSTO	VENTAJA	DESVENTAJA
BUS	Multipunto	Bajo	Fácil en implementación y bajo coste	Falla en la troncal produce la caída de toda la red
ESTRELLA	Punto a punto hacia el nodo principal	Moderado	Una conexión rota entre un concentrador y el nodo no afecta las demás conexiones	La falla del nodo principal produce la caída de toda la red
ANILLO	Punto a punto con solo 2 dispositivos adyacentes	Moderado	Fácil en implementación y configuración	Cuando un segmento de la red falla la red deja de funcionar
MALLA	Punto a punto dedicado con todos los dispositivos	Muy Alto	Es robusta, segura y alta disponibilidad, cuando un enlace falla no afecta la red	El costo de implementación es alto
ARBOL	Punto a punto con segmentos individuales	Alto	Una desconexión entre el nodo principal y el concentrador no afecta toda la red	La falla del nodo principal produce la caída de toda la red

Tabla N° 7. Comparación de topologías de red
Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis de tipos de acceso a internet**

El mercado de acceso a Internet presenta diferentes ofertas como opciones: Redes HFC, Tecnología ADSL, Tecnología FTTH y redes VSAT. El

presente trabajo se orienta a una empresa que tendrá como premisa la adquisición de un servicio corporativo de velocidad de transmisión dedicada por parte de un operador. Actualmente se cuentan con los siguientes servicios corporativos que se reflejan en la siguiente tabla:

VELOCIDAD DE ACCESO DE SERVICIOS DE INTERNET		
Tecnología	Velocidad mínima (Kbps)	Velocidad máxima (Kbps)
HFC	1024	7500
ADSL	1024	10875
FTTH	1024	25500
VSAT	128	1024

*Tabla N° 8. Velocidad de acceso de servicios de Internet
Fuente: <http://www.claro.com.pe/wps/portal/pe/sc/corporacione>*

Para calcular el ancho de banda requerido se deberá tomar en cuenta los servicios y tráfico requeridos proporcionados por el departamento de tecnología de la Información que será quien gestione dichos accesos. A continuación, la siguiente tabla (Tabla N° 9), muestra el ancho de banda requerido

REQUERIMIENTO DE TRAFICO	CAPACIDAD REQUERIDA (Mb/s)
Navegación de Internet	2.00
Descarga de videos y contenidos	2.00
VPN'S	1.00
Acceso Remoto	0.25
video llamadas	2.00
Transferencia de datos a servidores externos	2.00
TOTAL	9.25

*Tabla N° 9. Requerimiento de tráfico de acceso a Internet
Fuente: Elaboración Propia*

Como se podrá observar en la tabla anterior el consumo pico es de 9.25 Mb/s, la cual deberá ser considerada al momento de la elección del tipo de tecnología de acceso a internet.

- **Análisis del requerimiento de tráfico en la red**

Trafico VOIP

Pada definir el tráfico del servicio VOIP estará definido por tipo de códec por lo que a continuación se mostrará una tabla comparativa.

TABLA COMPARATIVA DE CODECS VOIP				
CODECS	BW	TIEMPO DE EMPAQUETADO	BW (ETHERNET)	CARACTERÍSTICAS
G.711	64 Kbps	20 ms	95.2 Kbps	<ul style="list-style-type: none"> • Alta calidad de Voz • Bajo procesamiento • Compatibilidad con todos los conmutadores VOIP
G.726	32 Kbps	20 ms	63.2 Kbps	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de ancho de banda • Bajo procesamiento • Alta calidad de Voz
G729A	8 Kbps	10 ms	39.2 Kbps	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de ancho de banda • Moderada calidad de voz • Costo de licencia • Alto procesamiento

*Tabla N° 10. Tabla comparativa de codecs VOIP
Fuente: Elaboración Propia*

Trafico pico por punto de red

La velocidad de transmisión de cada uno de los puertos proyectados para los switches de acceso se determinará de acuerdo a un tráfico actual y futuro generado por cada tipo de puerto, páralo cual se ha realizado un estudio del trafico actual y futuro contemplando las diferentes aplicaciones y servicios que podrían usarse. Como se verá reflejado en la siguiente tabla.

DEMANDA DE TRAFICO PICO POR PUNTO DE RED	
REQUERIMIENTO PARA PUNTO DE RED	CAPACIDAD REQUERIDA (Mbps)
Navegación de Internet	0.5
Actualización de sistema operativos	0.2
Actualización de sistema de seguridad	0.2
Acceso aplicaciones ERP	1.5
Acceso a aplicaciones de Producción	2
Acceso aplicaciones de Base datos	2.5
Accesos servidores FTP	25
Transferencia de datos entre usuarios	25
Aplicaciones futuras	15
Descarga de videos y contenidos	4
Llamada IP	0.63
TOTAL	75.53

Tabla N° 11. Demanda de trafico pico por puerto
Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla N° 11, el trafico pico será de 75.53 Mbps por puerto, este resultado deberá contemplar a futuro posibles saturaciones y encolamientos por lo que se deberá considerar el doble de la capacidad calculada ($75.53 \text{ Mbps} * 2 = 151.06 \text{ Mbps}$). Por lo que el puerto de los switch de acceso deberá ser no menor 151.06 Mbps.

Trafico de enlace de backbone

Para este cálculo se utilizará la fórmula de distribución de Polisoón, la cual nos permitirá establecer la probabilidad de conexiones al puerto up-link para conexiones en switch de 24 y 48 puertos, en función de la siguiente ecuación:

$$P(r) = \frac{e^{-\lambda}(\lambda)^r}{r!}$$

Donde:

P(r) = es la probabilidad de conexiones al puerto Up-link

r = es el número de arribos al puerto Up-link

λ = es la concurrencia promedio de conexiones al puerto Up-link

$$P(48) = \frac{e^{-48}(48)^{48}}{48!} = 0.05748$$

$$P(24) = \frac{e^{-24}(24)^{r24}}{24!} = 0.08115$$

El resultado de las ecuaciones de probabilidad para cada caso (switch de 48y 24 puertos), se utilizarán para calcular la capacidad de la conexión up-link con la siguiente formula:

$$V_{ul} = (N * V_p * P(r))$$

Donde:

V_{ul} = Velocidad del puerto Up-link

N = Número de puertos del switch

V_p = velocidad del puerto

P(r) = Probabilidad de conexiones al puerto up-link

$$V_{ul} = (24 * 1Gbps * 0.05748) = 1.947 \text{ Gbps}$$

$$V_{ul} = (48 * 1Gbps * 0.05748) = 2.759 \text{ Gbps}$$

Dados los resultados se puede determinar que la velocidad de trasmisión para cada puerto Up-link debe ser mayor a 1.947 Gbps para un switch de 24 puertos y 2.759 Gbps para un switch de 48 puertos.

- **Análisis de medios de transmisión de datos**

A continuación, se presentarán las tablas de comparación de medios de transmisión de datos y sus respectivas categorías y tipos.

TABLA COMPARATIVA DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN					
Tipo	Ancho de Banda	Inmunidad electromagnética	Transmisión	Coste	Distancia
Coaxial	400 MHz	No	800 Mbps	Media	500m
Par trenzado	500 MHz	No	1/10 Gbps Cat. 6/6A	Baja	100/100 Cat. 6/6A
Fibra Óptica	0.5/25 GHz MM/SM	Si	10/40 Gbps MM/SM	Alta	550m /80Km MM/SM

Tabla N° 12. Comparativa de medios de transmisión
Fuente: Elaboración Propia

TABLA COMPARATIVA DE CATEGORIAS CABLE DE PAR TRENZADO				
Categoría	Frecuencia (BW)	Atenuación	Perdida de retorno	Velocidad máxima de transmisión
5	100 MHz	22 dB	16 dB	100 Mbps
5e	100 MHz	22 dB	20.1dB	1000 Mbps
6	250 MHz	19.8 dB	20.1dB	1000 Mbps
6a	500 MHz	--	8 dB	10000 Mbps

*Tabla N° 13. Comparativa de categorías de cable de par trenzado
Fuente: Elaboración Propia*

TABLA COMPARATIVA DE CABLE DE FIBRA OPTICA						
TIPO	LONGITUD DE NÚCLEO	ANCHO DE BANDA	DISTANCIA			ATENUACIÓN (dB/km)
			1Gbps	10Gbps	40Gbps	
OM1	62.5 μm	200/500 MHz*Km 850/1300nm	275/550m 850/1300nm	33m 850nm	No soportado	3.5 /1.5 dB*Km 850/1300nm
OM2	50 μm	500/500 MHz*Km 850/1300nm	550/550m 850/1300nm	82m 850nm	No soportado	3.5 /1.5 dB*Km 850/1300nm
OM3	50 μm	1500/500 MHz*Km 850/1300nm	800/550m 850/1300nm	300/300m 850/1300nm	100m 850nm	3.5 /1.5 dB*Km 850/1300nm
OM4	50 μm	3000/500 MHz*Km 850/1300nm	1100/550m 850/1300nm	550/300m 850/1300nm	125m 850nm	3.5 /1.5 dB*Km 850/1300nm
OS2	9/125 μm	125/25 GHz*Km 1310/1300nm	10/80 Km 1310/1300nm	10-25/40-80 Km 1310/1300nm	--	0.5 /0.5 dB*Km 1310/1550nm

*Tabla N° 14. Comparativa de tipos de cable fibra óptica
Fuente: Elaboración Propia*

4. RESULTADOS

4.1. Diseño de la red convergente

4.1.1. Ubicación de Centro de comunicaciones y Gabinetes de acceso

Para el diseño de la red convergente, se estudió los planos de la Planta Agroindustrial y conocer la distribución de cada una de las áreas que comprende.

La planta Agroindustrial consta de 9 comprendidas por Garita, Residencia, Recepción, Almacén, Oficinas administrativas, Sala de Producción, Almacén de piso, túneles y cámaras de frío y Despacho. (ver Anexo 1)

Para poder lograr cubrir cada una de estas áreas según los requerimientos planteados, se distribuirán gabinetes de comunicaciones que permitirán desplegar de forma óptima la red convergente, teniendo en cuenta las condiciones de temperatura, humedad y seguridad. a continuación, se mostrará una tabla con la ubicación de cada uno de estos gabinetes (Tabla 15)

UBICACIÓN DE GABINETES DE COMUNICACIÓN	
GABINETE	UBICACIÓN
GAB. GARITA	Oficina de Seguridad
GAB. RESIDENCIA	Cuarto de Almacén
GAB. RECEPCIÓN MP	Oficina de Materia Prima
GAB. ALMACEN	Oficina de Almacén
GAB. OFIC. ADMINISTRATIVAS	Centro de datos
GAB. SISO	Oficina SOMA
GAB. SALA DE MAQUINAS	Cuarto de Control de Bombas
GAB. ALMACEN DE PISO	Oficina de Almacén de Piso
GAB. SENASA	Oficina de SENASA

Tabla N° 15. Ubicación de gabinetes de comunicaciones
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Ubicación de Puntos de red

Luego del análisis y estudio de la distribución de las áreas, se prosiguió a la distribución de los puntos de red, los cuales fueron establecidos bajo la coordinación del Jefe del Área de TI, Constructora y Gerente de Operaciones. En la siguiente tabla (ver. Tabla N° 16) se detallarán la cantidad de puntos de red por servicios como son VOIP, Video y Wireless.(Ver anexo 04)

CANTIDAD DE PUNTOS DE RED POR SERVICIO					
Gabinete	Punto de red				Total
	Voz	Datos	Wireless	CCTV	
GAB. GARITA	3	7	1	4	15
GAB. RESIDENCIA	1	8	2	0	11
GAB. RECEPCIÓN MP	2	8	4	4	18
GAB. ALMACEN	3	12	3	4	22
GAB. OFIC. ADMINISTRATIVAS	15	49	4	3	71
GAB. SISO	6	29	4	1	40
GAB. SALA DE MAQUINAS	1	8	3	3	15
GAB. ALMACEN DE PISO	2	9	6	4	21
GAB. DESPACHO	3	11	7	9	30
TOTAL					243

Tabla N° 16. Cantidad de puntos de red por servicio
Fuente: Elaboración Propia

LEYENDA	
	PUNTO DE DATOS EN PARED
	PUNTO DE VOZ EN PARED
	PUNTO DE CAMARA IP EN PARED
	PUNTO DE ACCESS POINT EN TECHO
	PUNTO DE CAMARA IP EN TECHO

*Figura N° 21. Leyenda de planos de ubicación de puntos de red
Fuente: Elaboración Propia*

Distribución de puntos gabinete garita

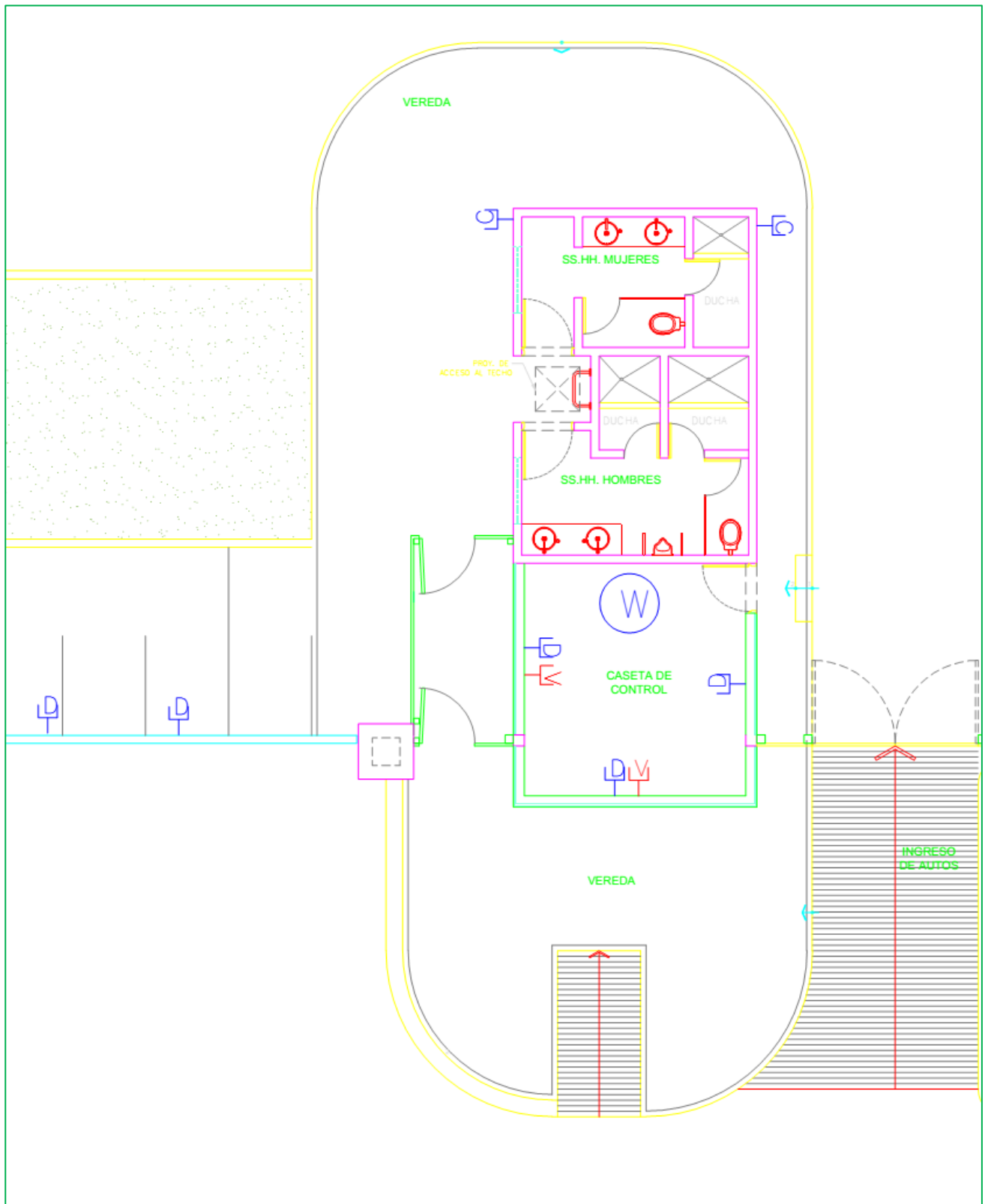


Figura N° 22. Puntos de red – Garita
Fuente: Elaboración Propia

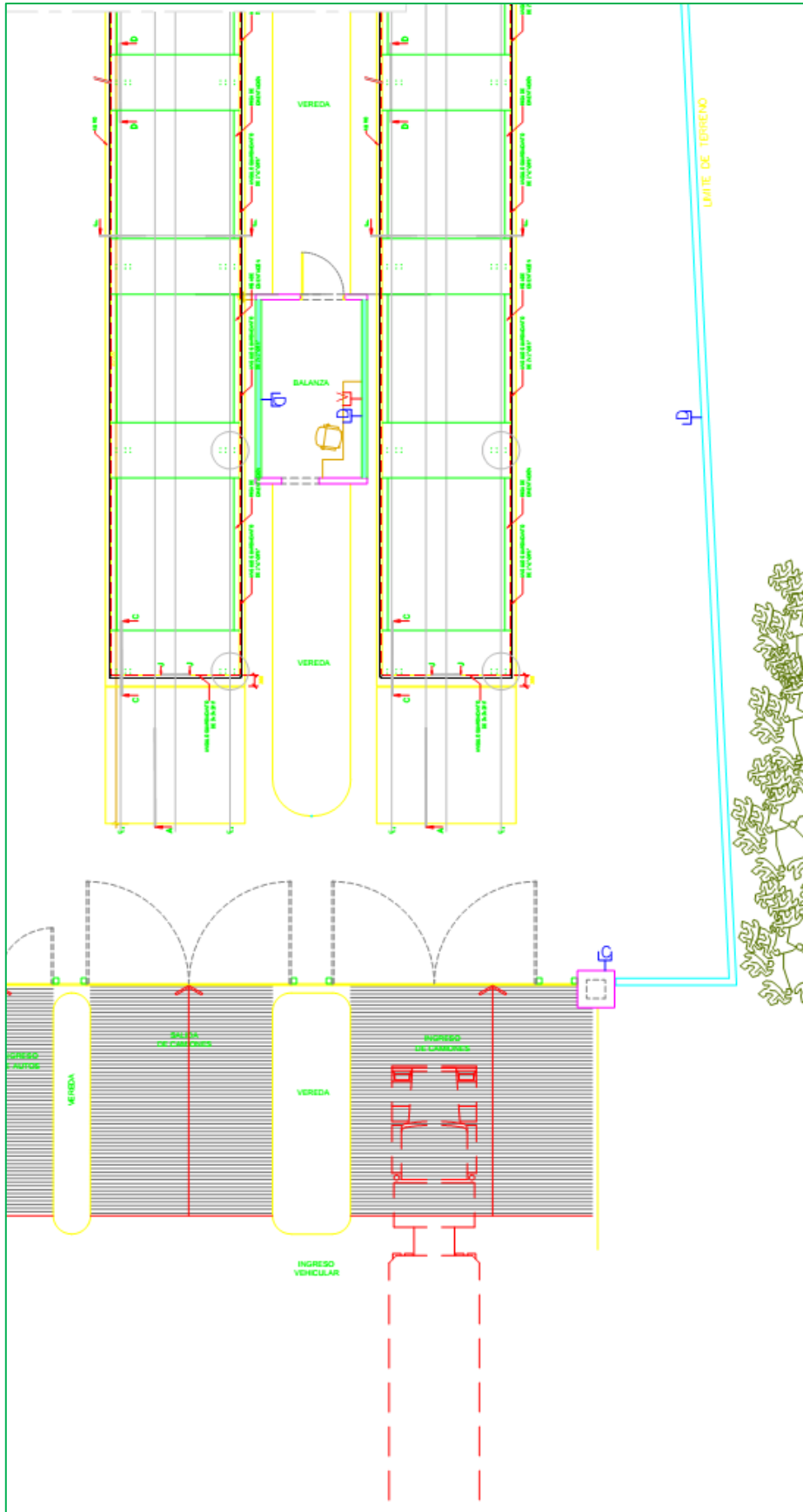


Figura N° 23. Puntos de red – Balanza
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete residencia

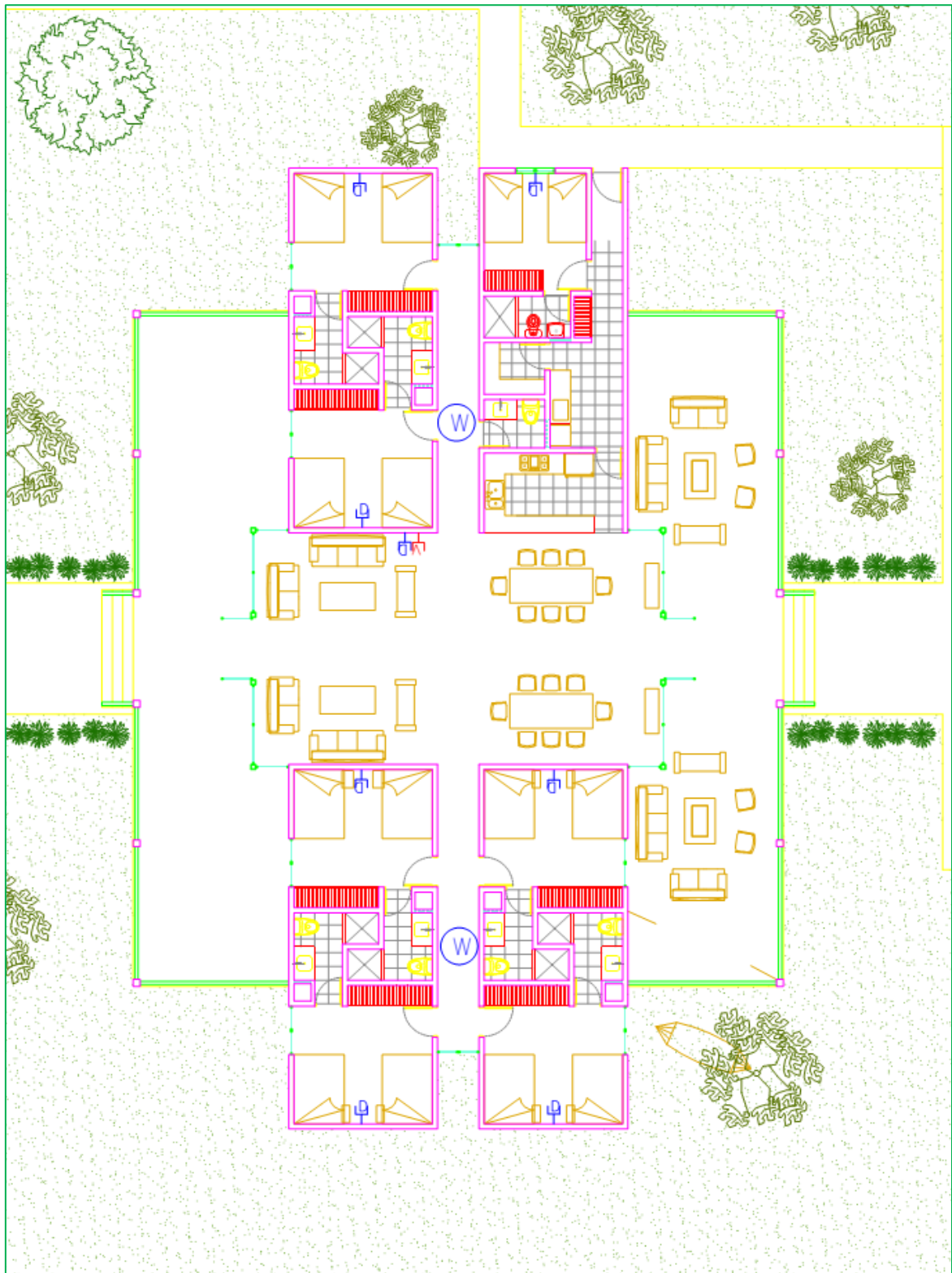


Figura N° 24. Puntos de red – Residencia
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete recepción de materia prima

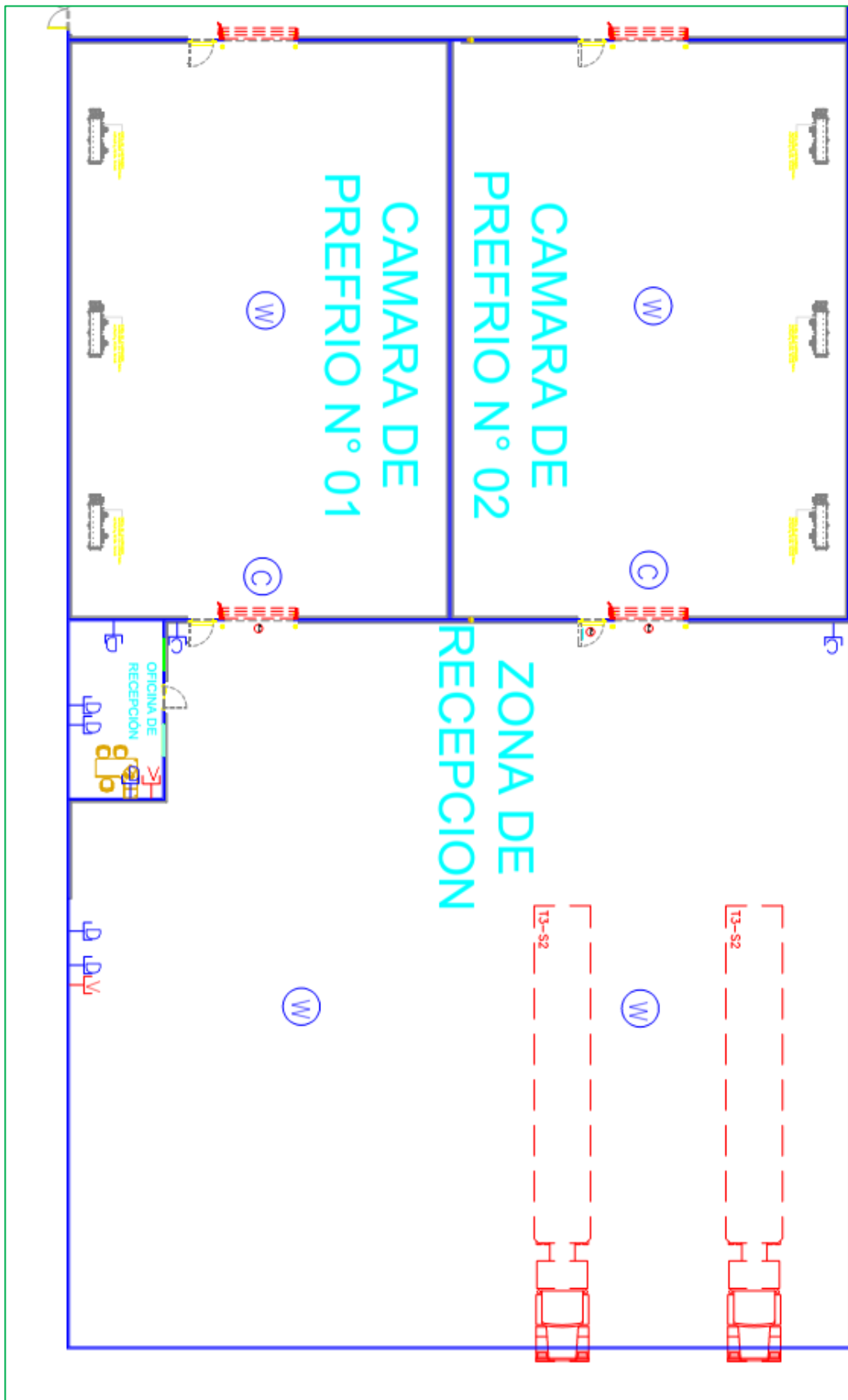


Figura N° 25. Puntos de red – Área de Recepción
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete de almacén

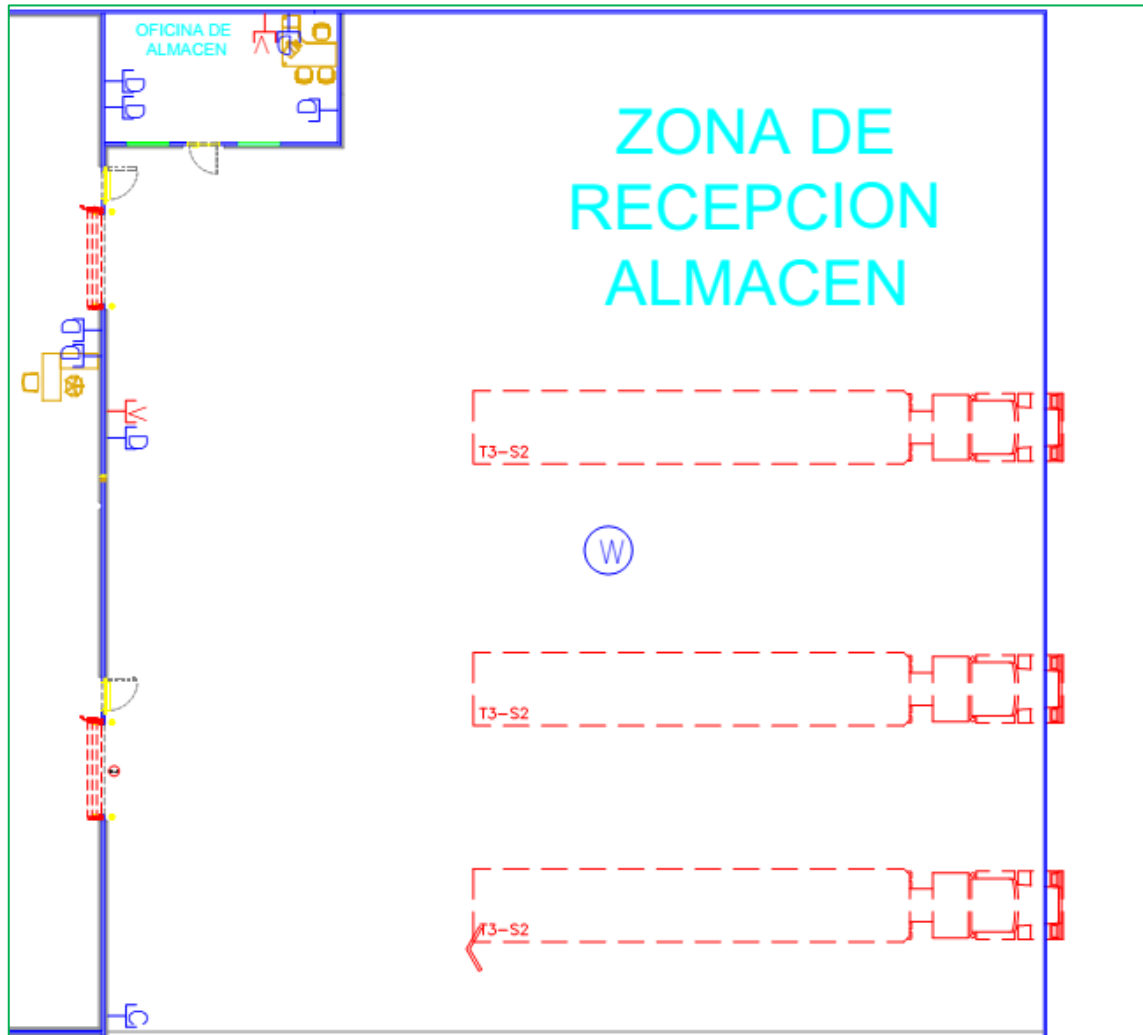


Figura N° 26. Puntos de red – Oficina de almacén y zona de almacén
Fuente: Elaboración Propia

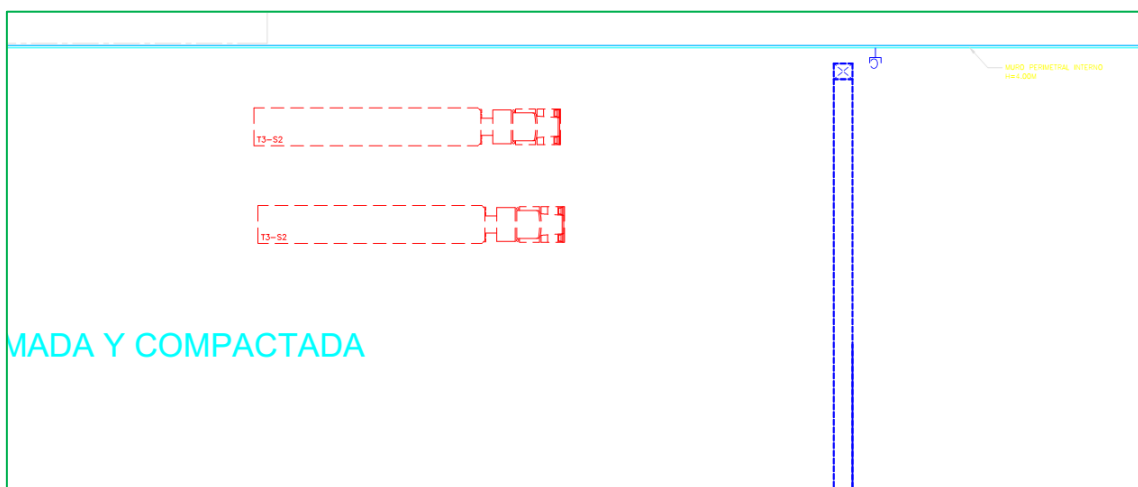


Figura N° 27. Punto de red – Salida de Contenedor
Fuente: Elaboración Propia

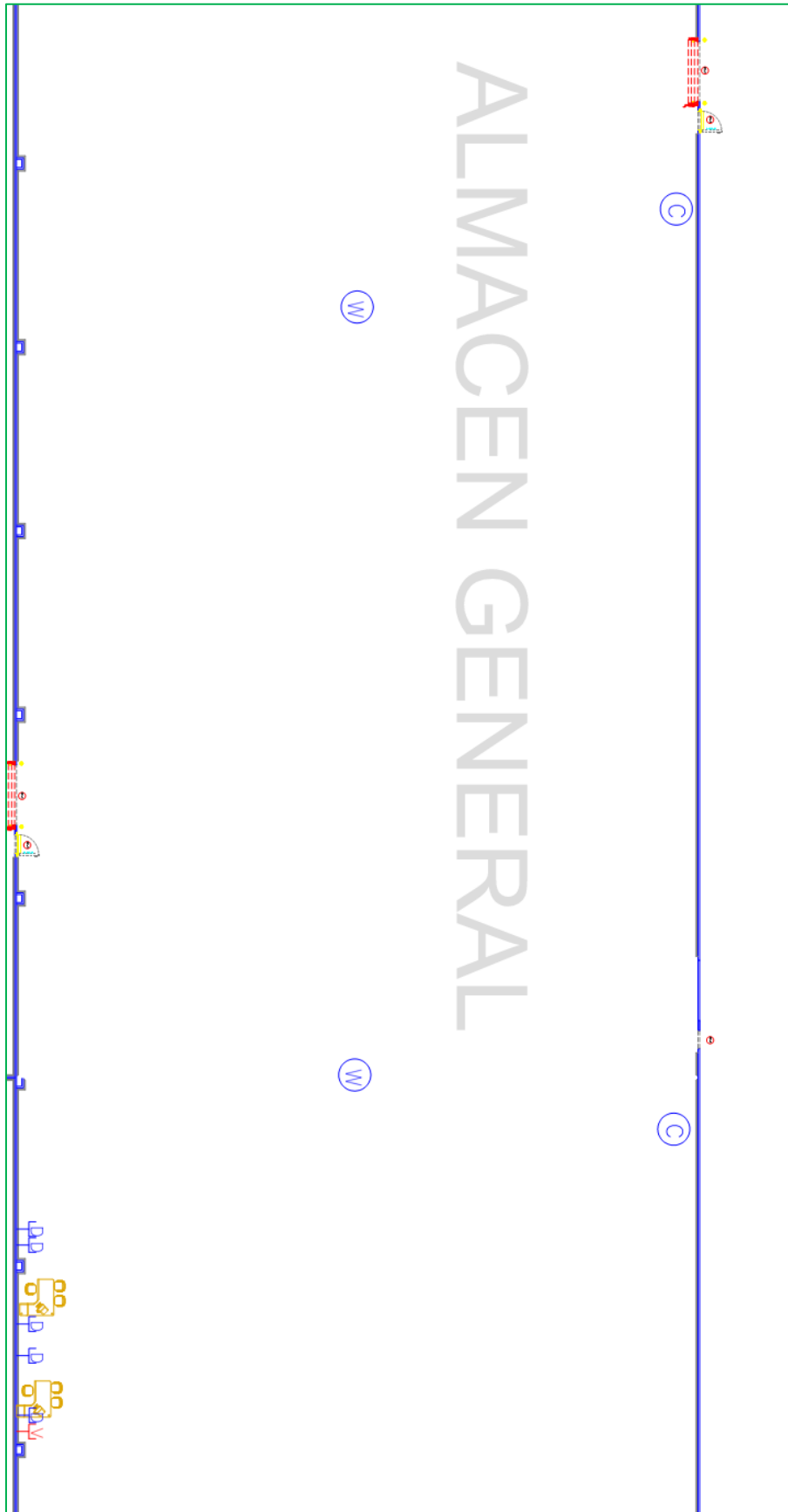


Figura N° 28. Puntos de red – Almacén General
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete Oficinas administrativas

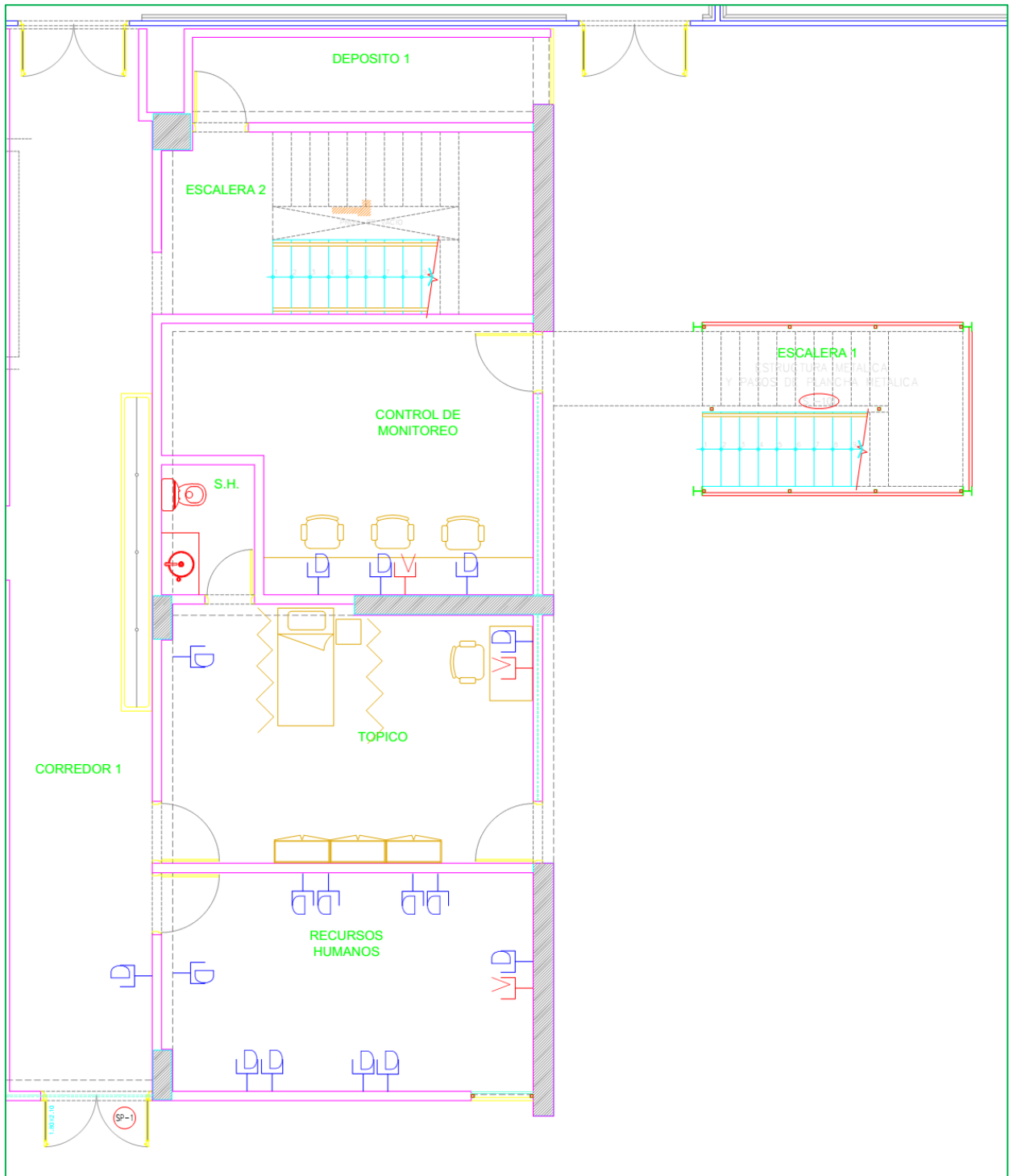


Figura N° 29. Puntos de red – Oficinas administrativas 1° Piso
Fuente: Elaboración Propia

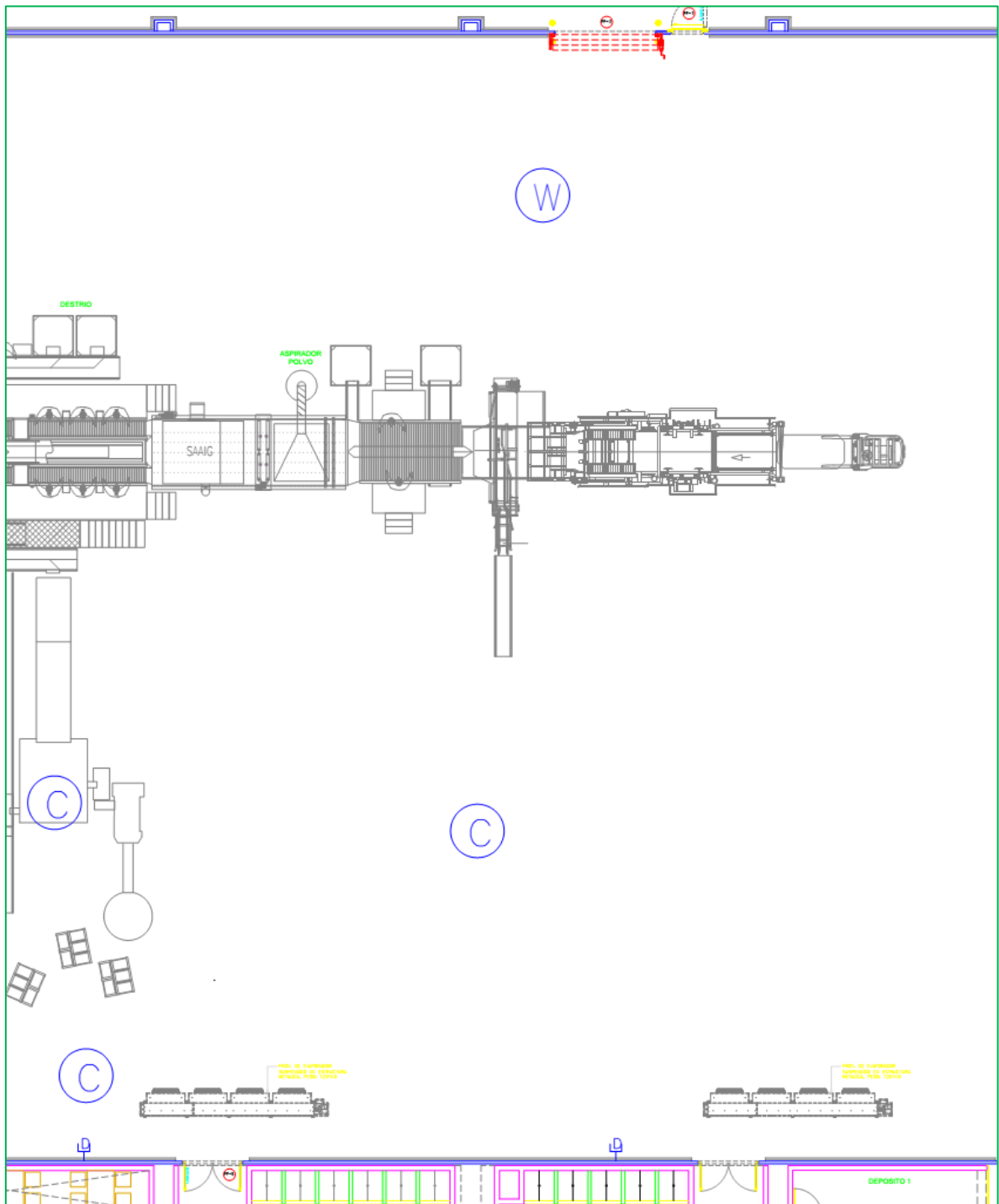


Figura N° 30. Puntos de red – Lanzado de jvas e ingreso de personal
Fuente: Elaboración Propia

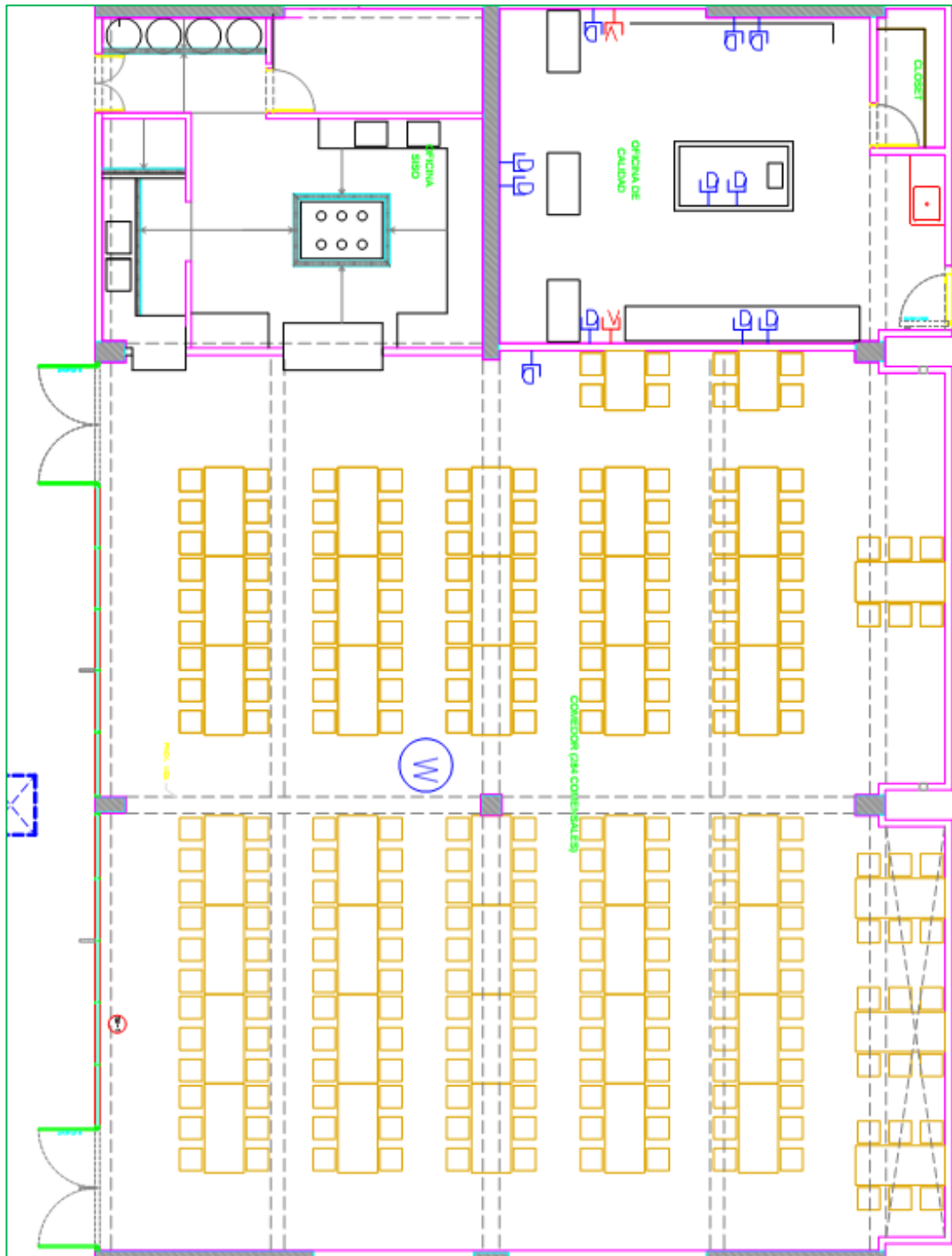


Figura N° 31. Puntos de red – Laboratorio de calidad y comedor
Fuente: Elaboración Propia

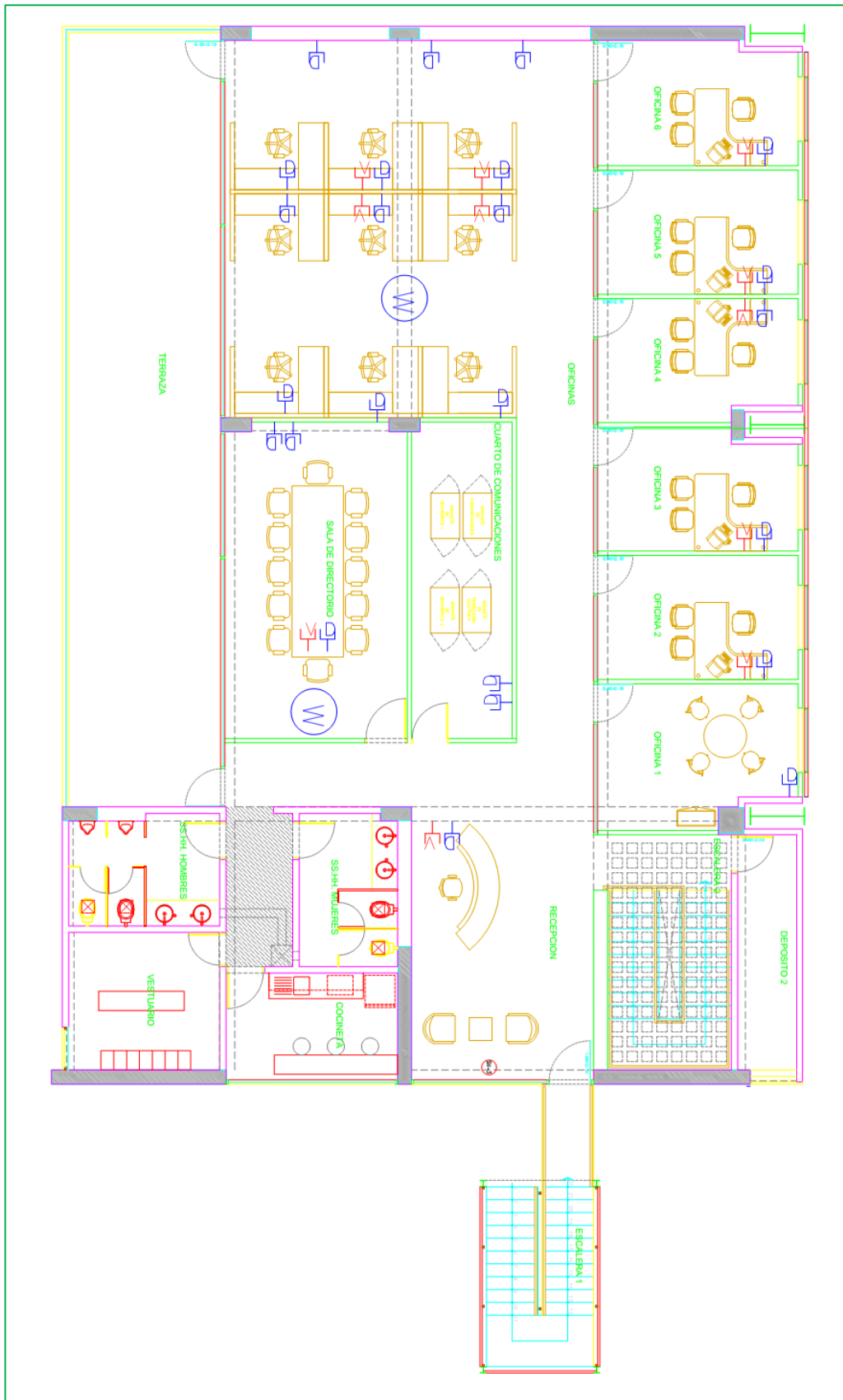


Figura N° 32. Puntos de red – Oficinas administrativas 2° piso
 Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete SISO

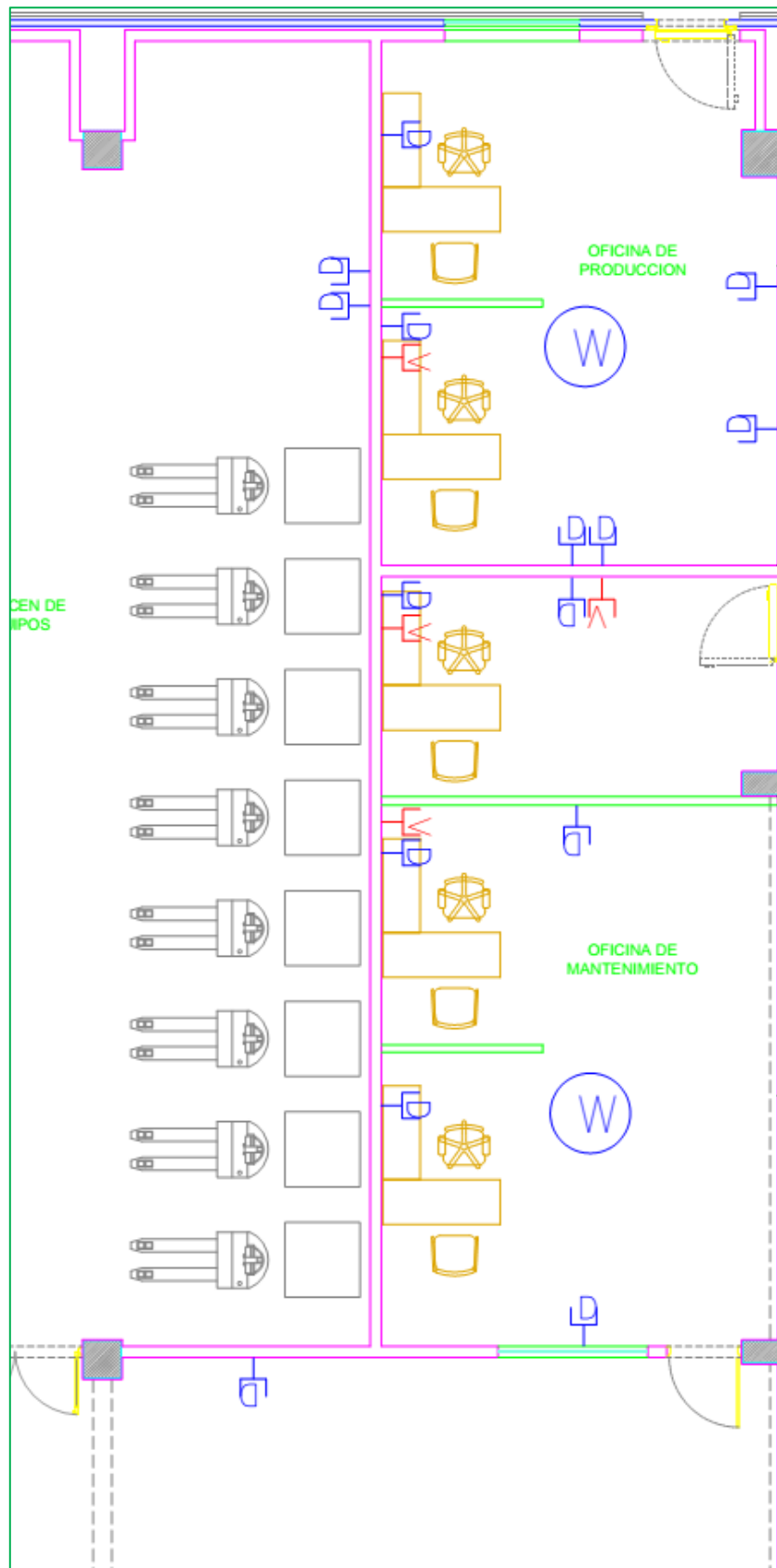


Figura N° 33. Puntos de red – Oficinas SISO, mantenimiento y producción
Fuente: Elaboración Propia

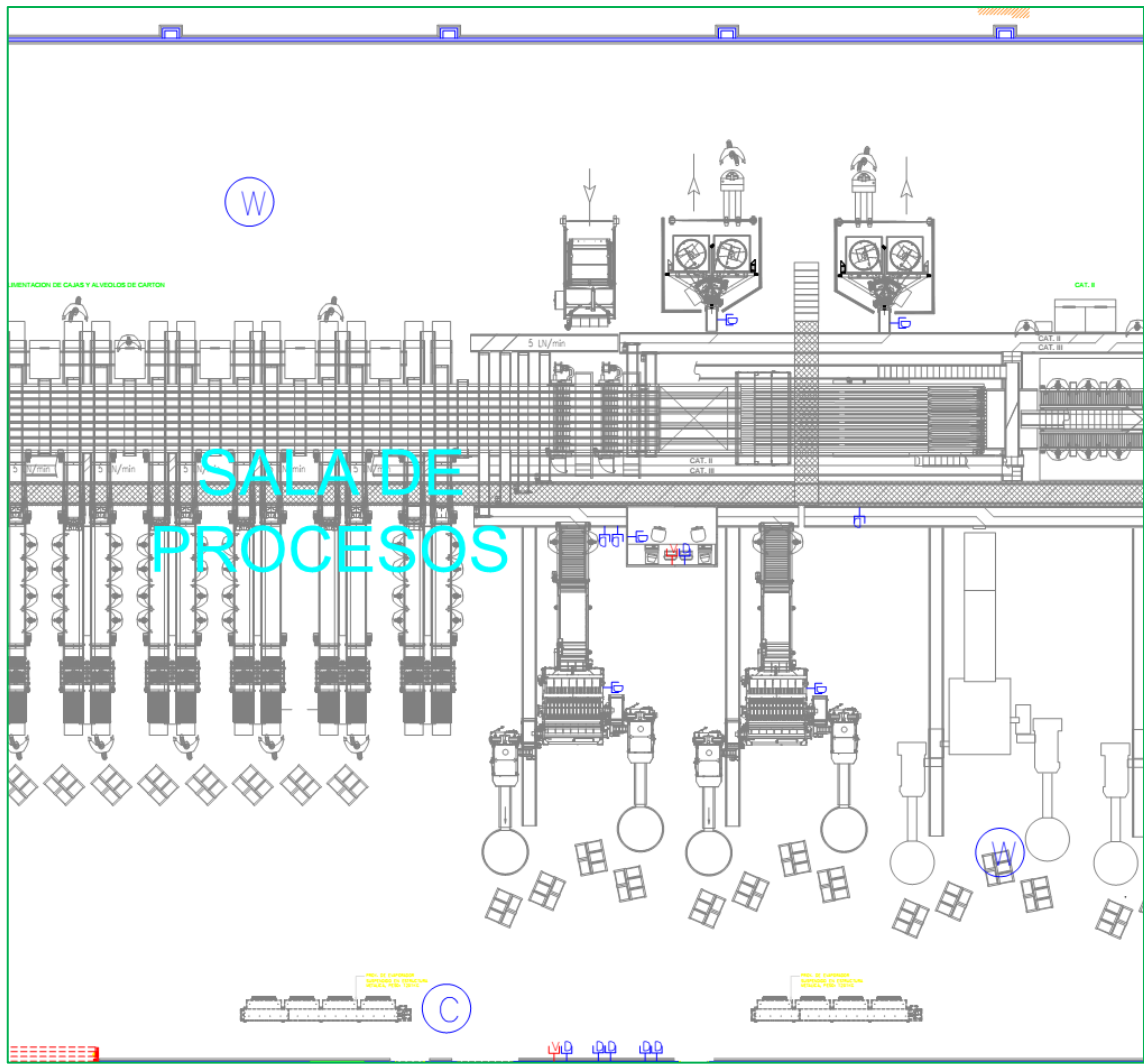


Figura N° 34. Puntos de red – Sala de procesos
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete Sala de Maquinas

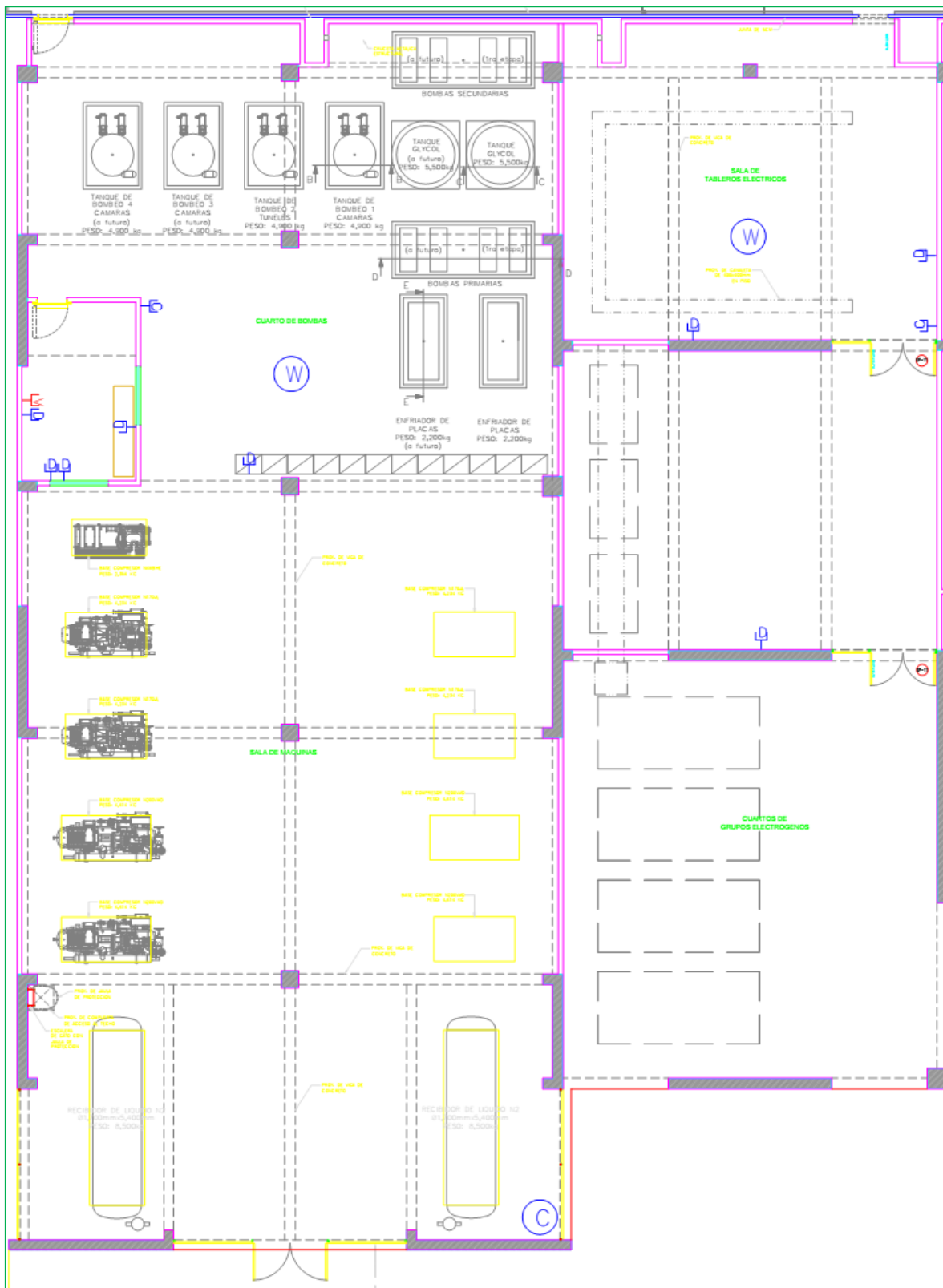


Figura N° 35. Puntos de red – Oficina sala de máquinas y tableros eléctricos
Fuente: Elaboración Propia

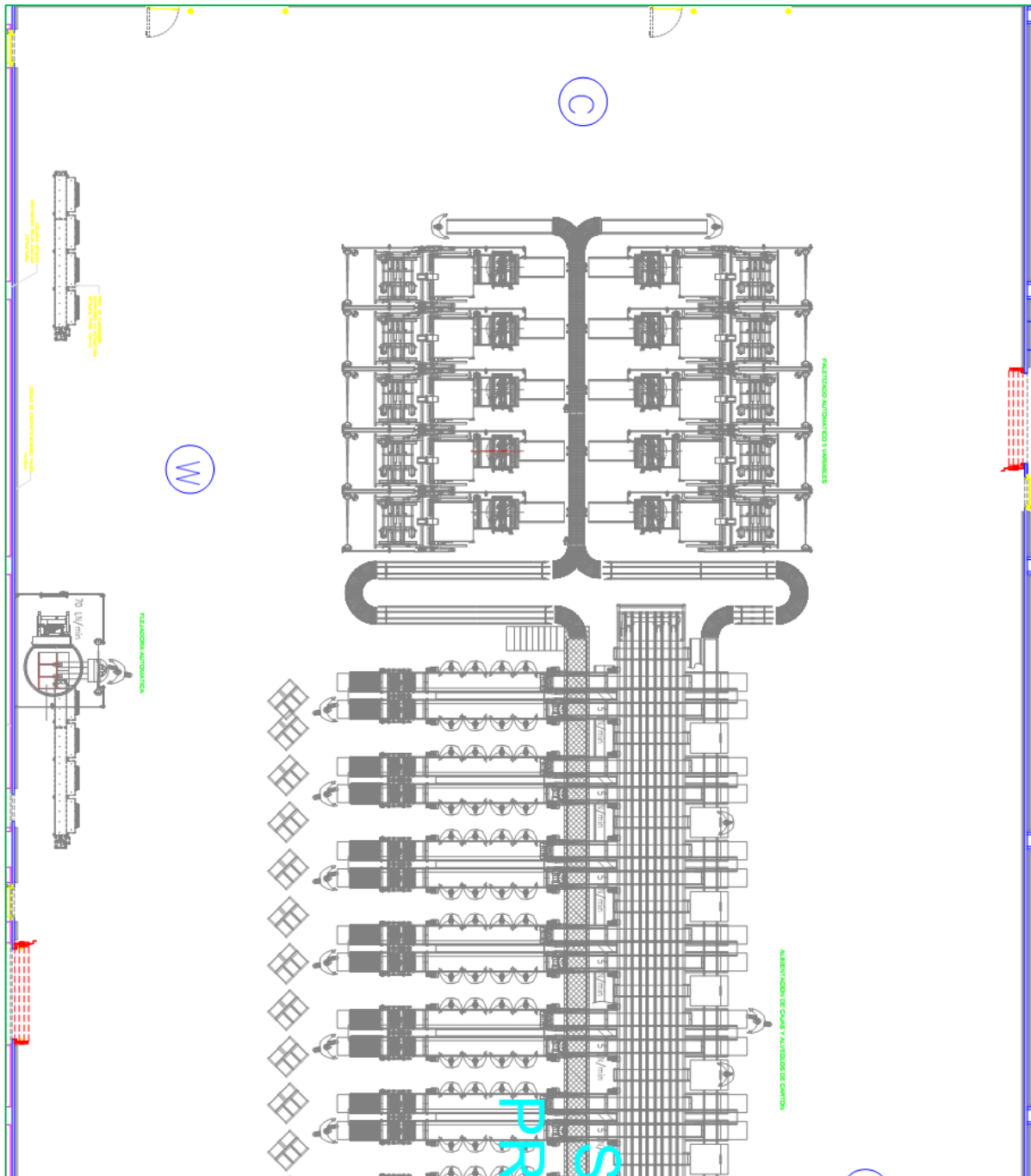


Figura N° 36. Puntos de red – Sala de Procesos
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete Almacén de piso

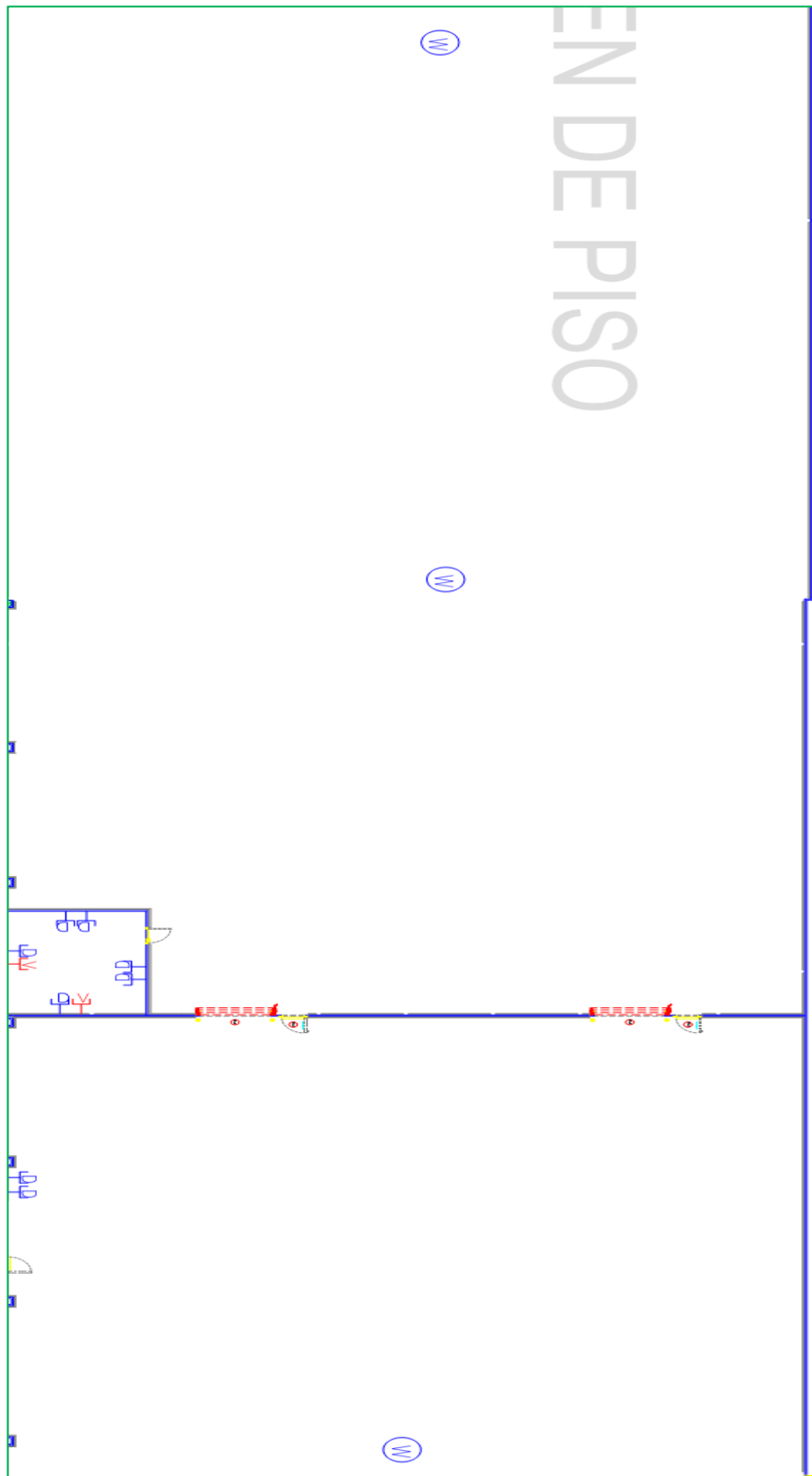


Figura N° 37. Puntos de red – Oficina de almacén de piso y almacén de piso
Fuente: Elaboración Propia

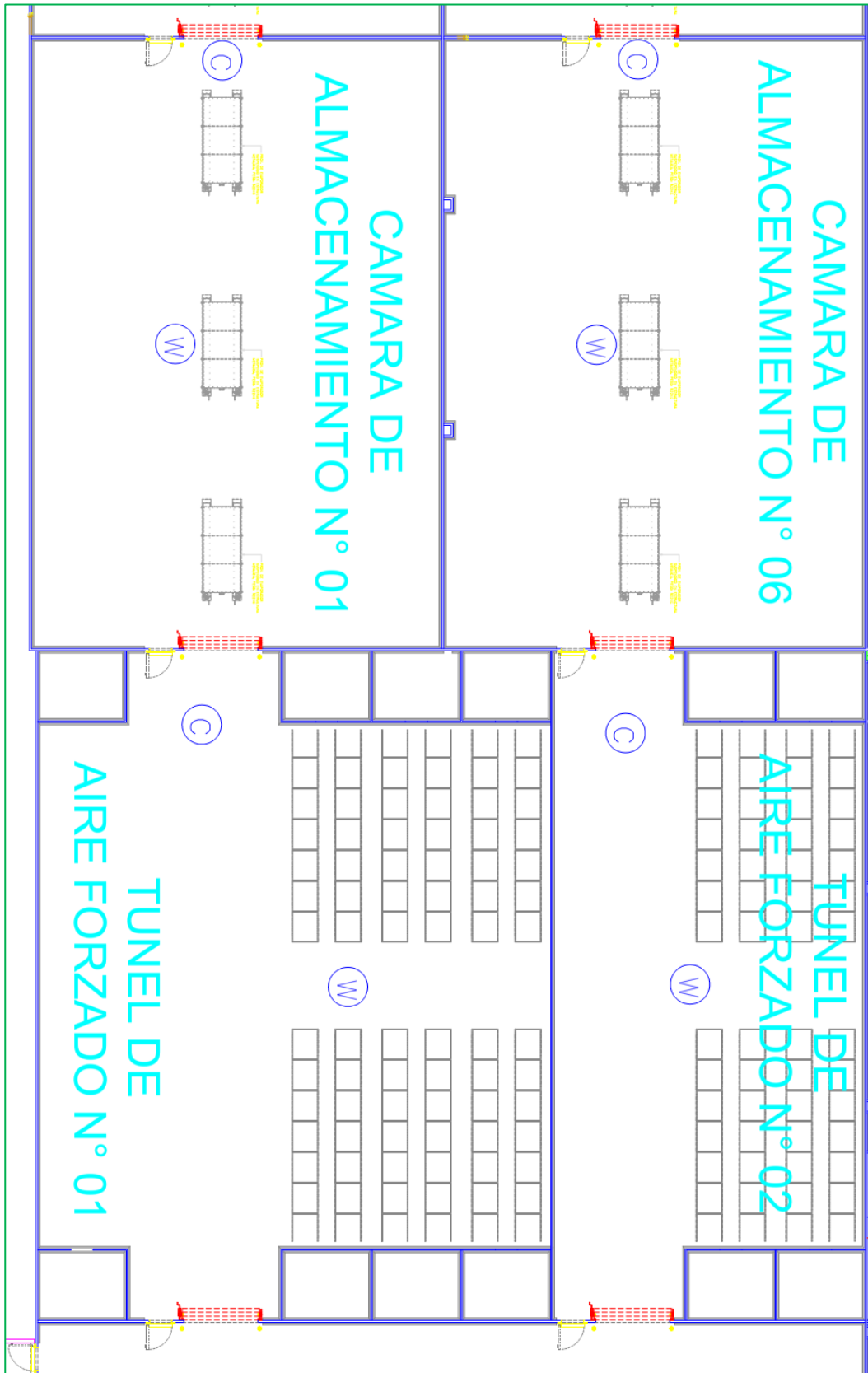


Figura N° 38. Puntos de red – Túneles de frío y cámaras de frío 1 y 6
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de puntos gabinete Despacho

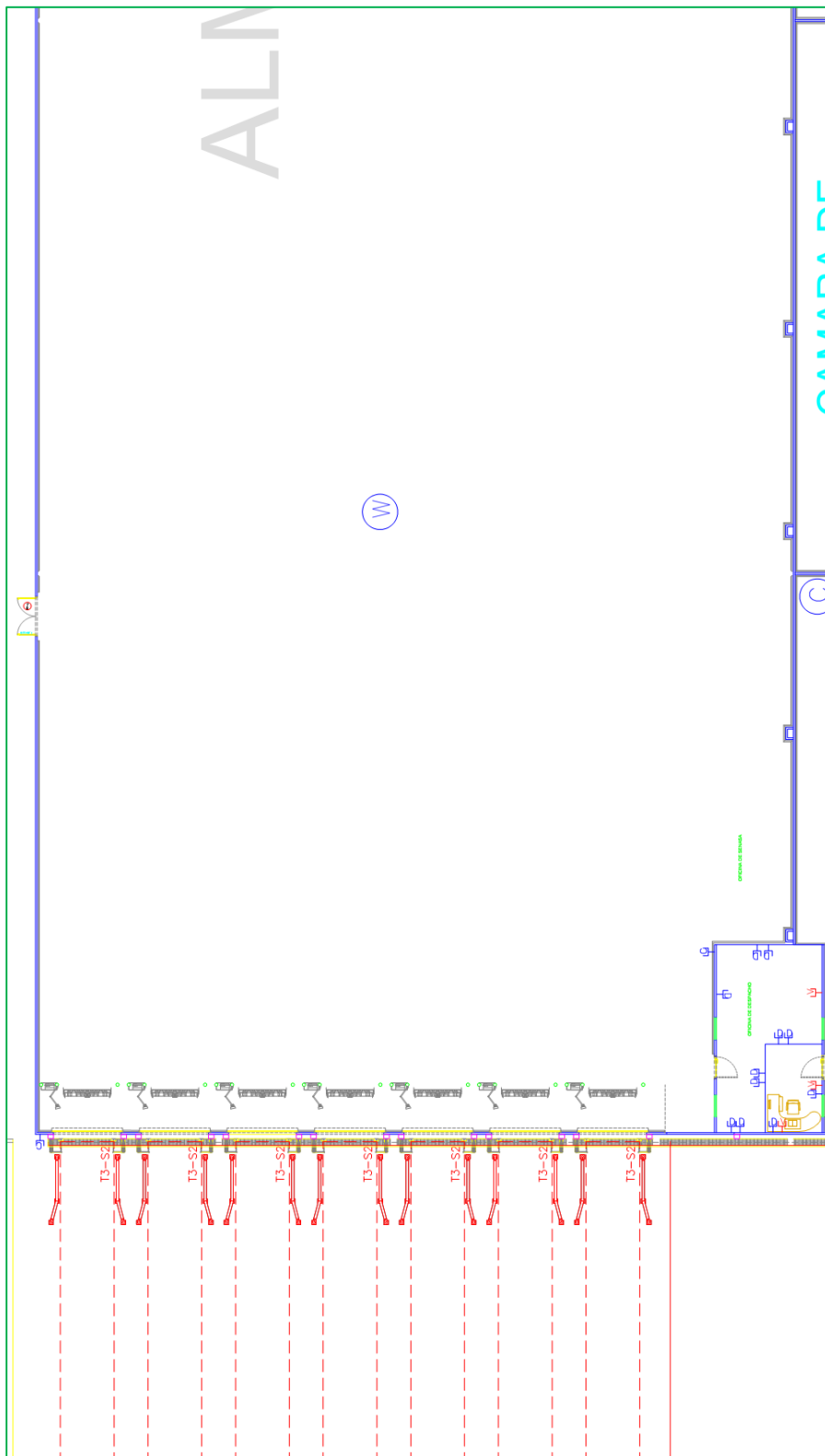


Figura N° 39. Puntos de red – Oficina Despacho, almacén de piso y zona de embarque
Fuente: Elaboración Propia

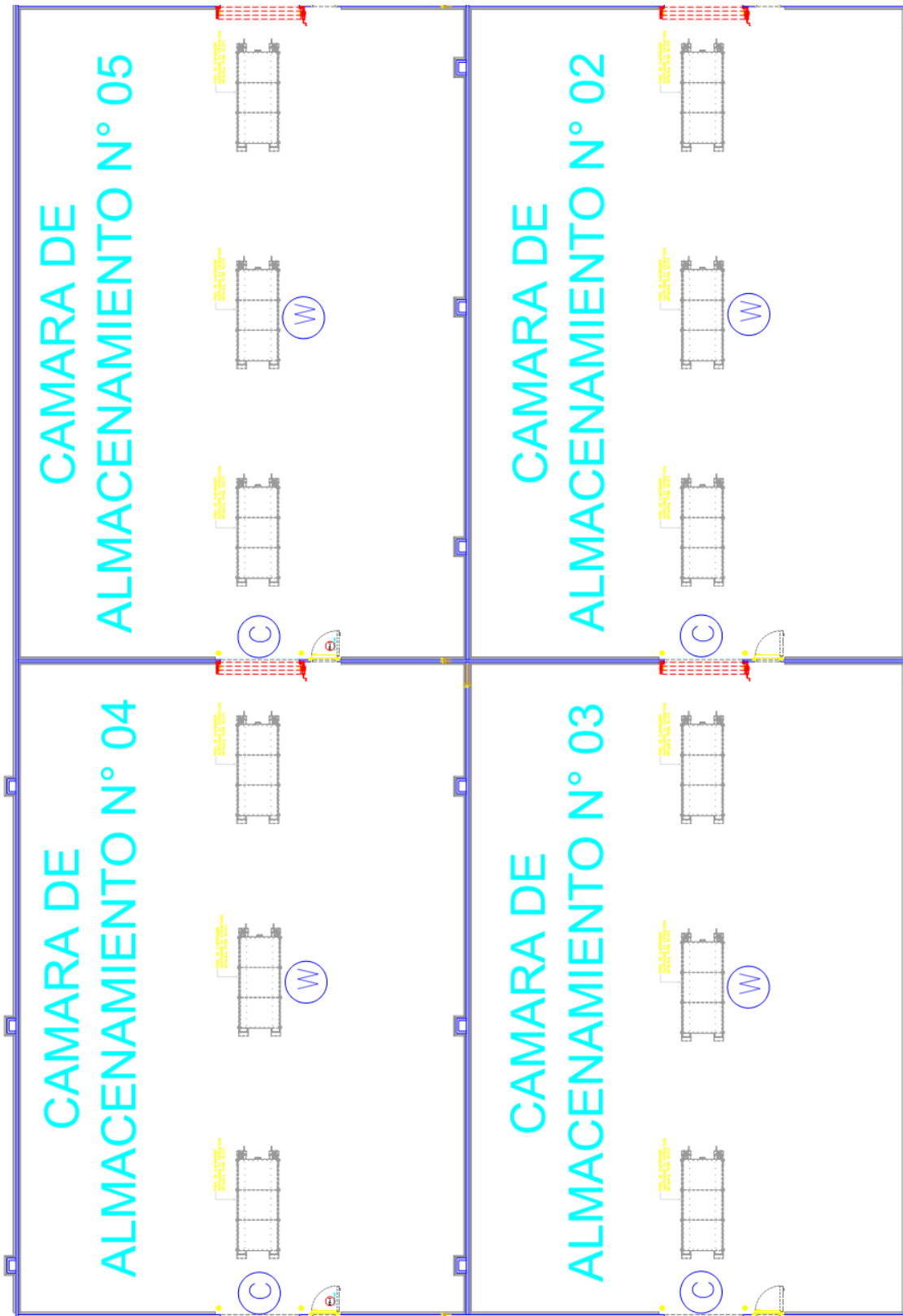


Figura N° 40. Puntos de red – Cámaras de frío 2, 3, 4 y 5
Fuente: Elaboración Propia

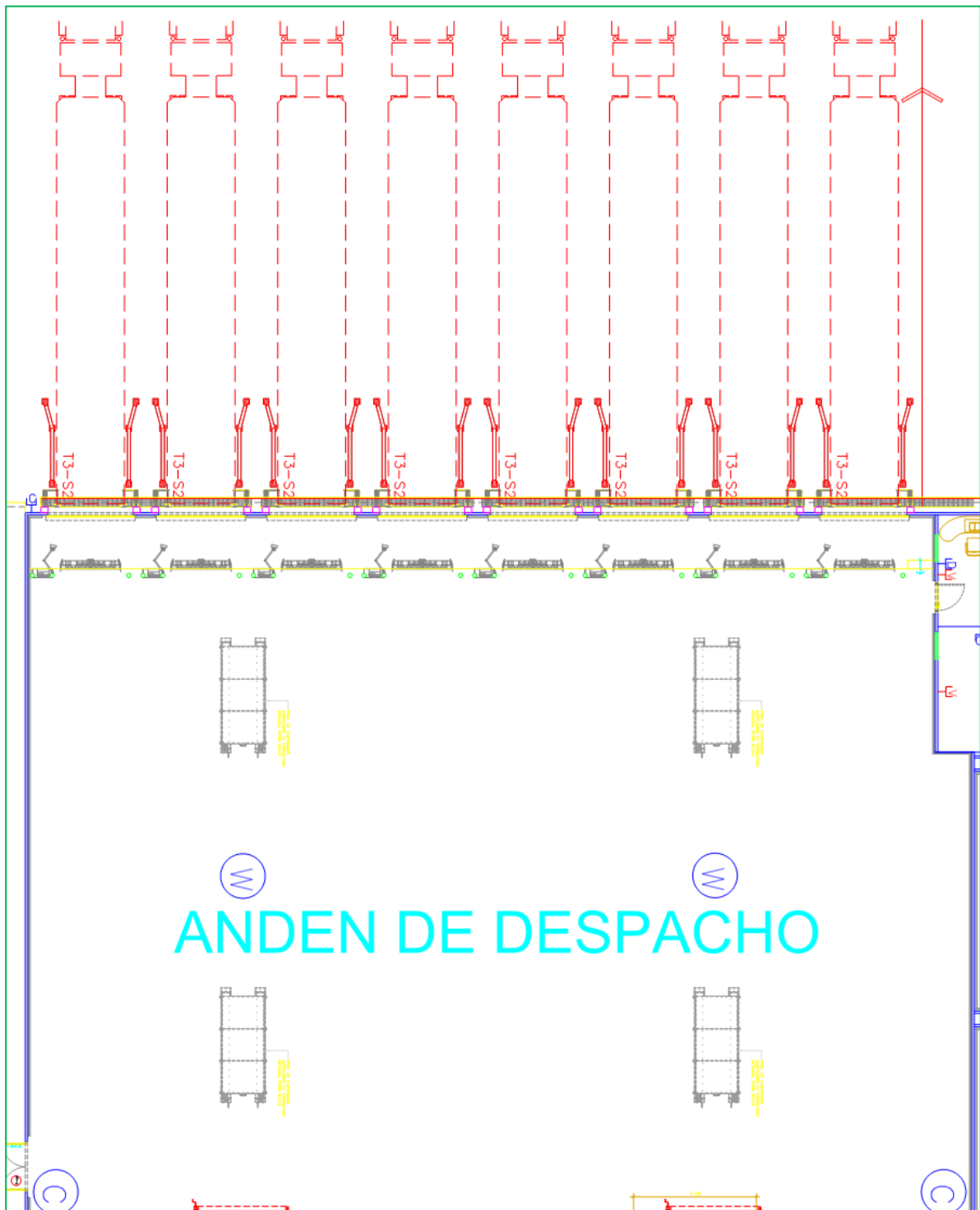


Figura N° 41. Puntos de red – Anden de despacho y zona de embarque
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Topología de la red

La topología elegida para el diseño del presente proyecto es de tipo estrella, la que contara con una redundancia en su nodo principal con el fin de mejorar la disponibilidad. A continuación, se mostrará el diagrama lógico de acuerdo a la cantidad y tipos de dispositivos de comunicación de la tabla N° 17.

TIPO DE SWITCH POR GABINETE		
Gabinete	Requerimiento de Puntos	Tipo de swieth
GAB. GARITA	17	Switch de 24
GAB. RESIDENCIA	10	Switch de 24
GAB. RECEPCIÓN MP	18	Switch de 24
GAB. ALMACEN	22	Switch de 48
GAB. OFIC. ADMINISTRATIVAS	65	Switch de 48 x 2
GAB. SISO	40	Switch de 48
GAB. SALA DE MAQUINAS	15	Switch de 24
GAB. ALAMCEN DE PISO	19	Switch de 24
GAB. SENASA	30	Switch de 48
TOTAL	238	

Tabla N° 17. Tipo de switch por gabinete
Fuente: Elaboración Propia

TOPOLOGIA DE RED AVOCADO PACKING COMPANY SAC

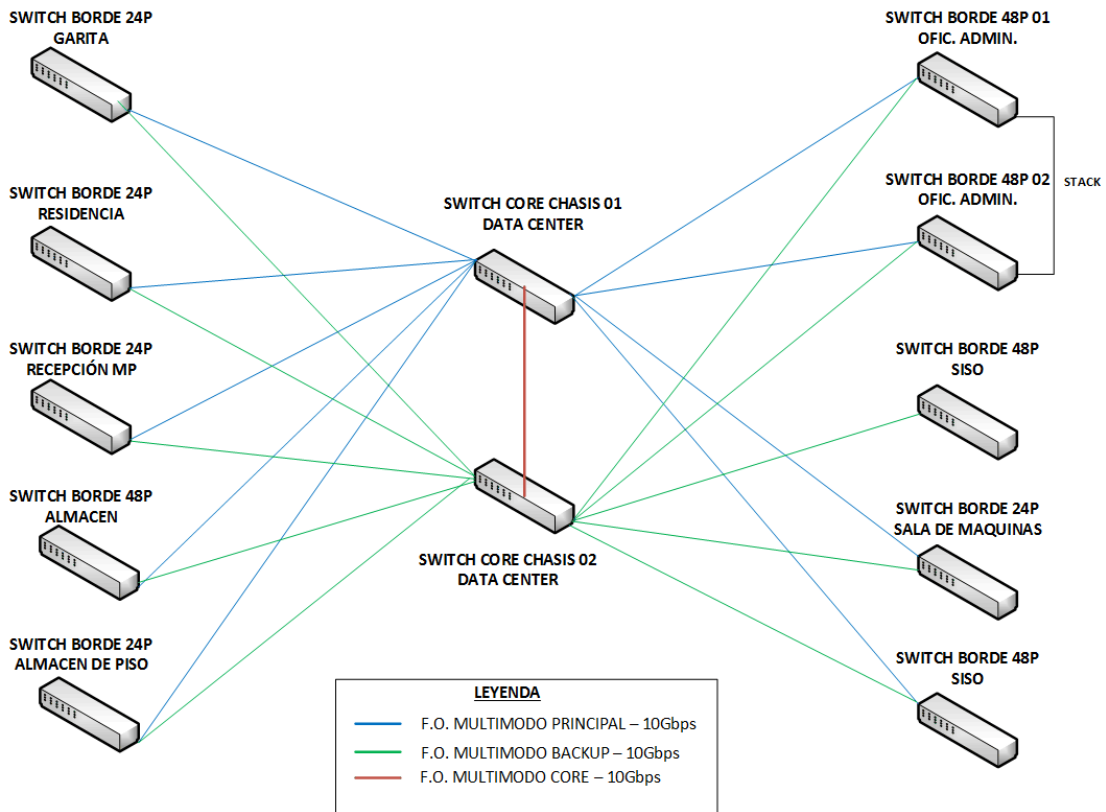


Figura N° 42. Topología de red
Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Tecnología de acceso a Internet

CARACTERISTICAS DE LA TECNOLOGIA DE ACCESO A INTERNET			
Tecnología	Capacidad requerida	Capacidad comercial	Redundancia
FTTH	9.25 Mbps	10 Mbps	N+1

Tabla N° 18. Características de la tecnología de acceso a internet
Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Medios de transmisión de acceso y backbone

Medio de transmisión de acceso

CARACTERISTICAS TECNICAS MEDIO DE TRANSMISIÓN DE ACCESO				
Categoría	Frecuencia (BW)	Atenuación	Perdida de retorno	Velocidad máxima de transmisión
6	250 MHz	19.8 dB	20.1dB	1000 Mbps

Tabla N° 19. Características del medio de transmisión de acceso
Fuente: Elaboración Propia

Medio de transmisión de backbone

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL MEDIO DE TRANSMISIÓN DE BACKBONE				
Tipo	Longitud de núcleo	Ancho de banda	Distancia	Atenuación (dB/km)
			10Gbps	
OM4	50 μ m	3000/500 MHz*Km 850/1300nm	550/300m 850/1300nm	3.5 /1.5 dB*Km 850/1300nm

Tabla N° 20. Características técnicas del medio de transmisión de backbone
Fuente: Elaboración Propia

4.1.6. Capacidad de conmutación de switches acceso y core

- **Switch Acceso**

Para el cálculo de la capacidad de conmutación del switch de acceso se considerará la cantidad de puertos de usuario y up-link en full dúplex. A continuación, la siguiente tabla (ver Tabla N° 21), mostrara la capacidad necesaria mínima de conmutación para cada switch.

CAPACIDAD DE COMMUTACIÓN POR SWITCH DE ACCESO		
SWITCH DE 24 PUERTOS		
Tipo de puerto	Numero de puertos	Capacidad de conmutación en Gbps
USUARIO (1Gbps)	24	48
UPLINK (10Gbps)	1	20
Total		68
SWITCH DE 48 PUERTOS		
Tipo de puerto	Numero de puertos	Capacidad de conmutación en Gbps
USUARIO (1Gbps)	48	96
UPLINK (10Gbps)	1	20
Total		116

Tabla N° 21. Capacidad de conmutación de switches de acceso
Fuente: Elaboración Propia

- **Switch Core**

La capacidad requerida para el switch se calculará, considerando lo siguiente:

- Cantidad de puertos para conexiones a swiches de acceso (10 Gbps) full-duplex
- Cantidad de conexiones de F.O. a servidores (1Gbps) full-duplex
- Cantidad de conexiones de cobre a servidores y servicios (1Gbps) full-duplex
- Capacidad de unidad de procesamiento (80 Gbps)

CALCULO DE CAPACIDAD PARA EL CORE			
Tipo de puerto	Cantidad	Puertos por slot comerciales	Capacidad de conmutación en Gbps
10 Gbps (F.O.)	10	12	240
1Gbps (F.O.)	8	12	24
1Gbps (Cu)	18	24	48
Unidad de procesamiento	2		160
TOTAL			472

Tabla N° 22. Capacidad de conmutación de switches de core
Fuente: Elaboración Propia

Como se podrá apreciar en la Tabla N° 22 anterior, la capacidad de conmutación para el switch de core deberá tener un mínimo de 462 Gbps.

4.1.7. Cableado Estructurado

El cableado estructurado es una parte fundamental dentro de la red comunicaciones convergente, el diseño del cableado del cableado estructurado requerirá de una topología en estrella para permitir una administración sencilla, eficiente y flexible.

El diseño del cableado estructurado constara de los siguientes puntos

- Área de Trabajo
- Cableado Horizontal
- Cableado Vertical
- Cuarto de Telecomunicaciones

- **Área de Trabajo**

El área de trabajo se restringe únicamente a la parte física de las salidas de puntos de red destinados para las diferentes aplicaciones (voz, dato, video, wireless) destinadas a en las diferentes ares de la planta.

Materiales – Área de trabajo			
Material	Categoría	Certificaciones	Características
Jack	6	<ul style="list-style-type: none">• UL o ETL• RoHS	<ul style="list-style-type: none">• Blindado industrial, uso en zonas de variaciones de temperaturas
Caja toma datos	-	<ul style="list-style-type: none">• UL5A o UL94V0	<ul style="list-style-type: none">• IP67, uso en zonas de variaciones de temperaturas
Faceplate	-	<ul style="list-style-type: none">• UL5A o UL94V0	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de 2 puertos• Capacidad para etiquetas
Patchcord	6	<ul style="list-style-type: none">• UL o ETL• RoHS• IEC332-1	<ul style="list-style-type: none">• F/UTP• LSZH-3

Tabla N° 23. Materiales – área de trabajo
Fuente: Elaboración Propia

- **Cableado Horizontal**

El cableado horizontal estará comprendido por la distribución del cable de red desde los gabinetes de comunicaciones hacia las cajas terminales de red.

Materiales – Cableado vertical			
Material	Categoría	Certificaciones	Características
Patch Panel	6	<ul style="list-style-type: none"> • UL5A o UL94V0 	<ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos • Descargado • 1 RU
Ordenador	-	<ul style="list-style-type: none"> • UL5A o UL94V0 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta densidad • 2 RU

Tabla N° 24. Materiales – Cableado vertical
Fuente: Elaboración Propia

Cable de par trenzado

CARACTERISTICAS TECNICAS MINIMAS CABLE F/UTP CATEGORIA 6	
Propiedades Físicas	
Tipo de material	Cable de cobre
Diámetro nominal (mm)	7.5
Tipo de material forro	PVC
Grado combustibilidad	LSZH-3
Diámetro de cable	23 AWG
Normativa	
ANSI/TIA568 C.2	
ISO 11801	
UL 44	
Propiedades mecánicas	
Temperatura de operación	-20 a 75 °C
Características de transmisión	
Atenuación (250 MHz)	32.8 dB/100m
NEXT (250 MHz)	38.4 dB
PS-NEXT	36.4 dB
ACR	5.6 dB
PS-ACR	3.6 dB
ELFEXT	19.8 dB
PS-ELFEXT	16.8 dB
Perdida de Retorno	17.3 dB
Retardo de Propagación	536.3 ns/100m

Tabla N° 25. Características técnicas mínimas cable F/UTP categoría 6
Fuente: Elaboración Propia

Canalización

CANTIDAD DE CABLES POR TIPO DE CANALETA		
Altura	Dimensiones	Cantidad máxima de cables (F/UTP 23 AWG – Cat. 6)
25	40x25	4
40	60x40	10
45	100x45	17
60	120x60	38

Tabla N° 26. Cantidad de cables por tipo de canaleta
Fuente: Elaboración Propia

CANTIDAD DE CABLES POR TUBERIA PVC-SAP	
Dimensiones	Cantidad máxima de cables (F/UTP 23 AWG – Cat. 6)
¾	3
1	5
1 ½	10

*Tabla N° 27. Cantidad de cables por tubería PVC-SAP
Fuente: Elaboración Propia*

CANTIDAD DE CABLES POR TUBERIA CONDUIT	
Dimensiones (Pulgadas)	Cantidad máxima de cables (F/UTP 23 AWG – Cat. 6)
¾	3
1	6
1 ½	10
2	14

*Tabla N° 28. Cantidad de cables por tubería conduit
Fuente: Elaboración Propia*

Gabinete de Comunicaciones

CARACTERISTICAS DE GABINETE DE 15 RU	
Estructura	Acero laminado, 1.2mm de espesor y chapa
Tipo de montaje	Pared
Puerta Frontal	Tapa perforada, 1.2mm de espesor
Puerta posterior	Abatible, con chapa
Paneles laterales	Perforados, 1.2mm de espesor
Alto	762 mm
Ancho	600 mm
Profundidad	550 mm
Capacidad	60 Kg
Normas	ANSI/TIA/EIA-568 C.2 y IEC297-2

*Tabla N° 29. Características técnicas de gabinete de 15 RU
Fuente: Elaboración Propia*

- **Cableado Vertical**

El cableado vertical estará comprendido por la conexión del Centro de Datos hacia los cuartos de telecomunicaciones, esta comunicación estará dada por fibra óptica multimodo basados en las consideraciones de diseño de longitud y capacidad de la red.

DISTANCIAS DE CONEXIONES DE BACKBONE				
Bandeja principal	Bandejas secundarias	Distancia	Recorrido	N° de fibras requeridas
Centro de Datos	Gab. Garita	230m.	01	8
	Gab. Residencia	140m.		
	Gab. Recepción M.P.	98m.	02	8
	Gab. Almacén	162m.		
	Gab. S.I.S.O.	170m.	03	16
	Gab. Sala de Maquinas	225m.		
	Gab. Almacén de piso	280m.		
	Gab. SENASA	450m.		
Total		1750m.		

Tabla N° 30. Características técnicas de gabinete de 15 RU
Fuente: Elaboración Propia

Fibra Óptica

CARACTERISTICAS TECNICAS DE FIBRA OPTICA OM4	
Propiedades Físicas	
Diámetro de núcleo	50µm
Diámetro de revestimiento	125µm
Diámetro de recubrimiento	900µm
Cumplimiento de estándares	
ISO/IEC	Tipo OM4
IEC 60793-2-10	Tipo A1a.3
TIA/EIA	492 AAAD
Características de cable	
Numero de Fibras	24
Material d Cubierta	Retardante a la flama PVC OFNR
Grado de inflamabilidad	UL 166
Temperatura de Operación	-40 a 70 °C
Radio mínimo de curvatura instalación	12.15 cm
Radio mínimo de curvatura operación	8.10 cm

Tabla N° 31. Características técnicas de fibra óptica OM4
Fuente: Elaboración Propia

Distribución de Fibra Óptica

DISTRIBUCIÓN DE FIBRA ÓPTICA HACIA GABINETES				
N° fibra	Acoplador	Color de chaqueta	Color de fibra	Ubicación
1	Principal	Azul	azul	Gab. Garita
	Backup		naranja	
	Principal		verde	
	Backup		marron	
2	Principal	Azul	gris	Gab. Residencia
	Backup		blanco	
	Principal		azul	
	Backup		naranja	
3	Principal	Azul	azul	Gab. Recepción MP
	Backup		naranja	
	Principal		verde	
	Backup		marron	
	Principal	Naranja	gris	Gab. Almacén
	Backup		blanco	
	Principal		azul	
	Backup		naranja	
3	Principal	Azul	azul	Gab. Siso
	Backup		naranja	
	Principal		verde	
	Backup		marron	
	Principal	Naranja	gris	Gab. Sala de maquinas
	Backup		blanco	
	Principal		azul	
	Backup		naranja	
3	Principal	Naranja	verde	Gab. Almacén de piso
	Backup		marron	
	Principal	Marron	gris	
	Backup		blanco	
3	Principal	Marron	azul	Gab. Senasa
	Backup		naranja	
	Principal	Marron	verde	
	Backup		marron	

Tabla N° 32. Distribución de fibra óptica hacia gabinetes
Fuente: Elaboración Propia

Materiales

Materiales – Cableado Vertical		
Material	Certificaciones	Características
Acopladores	<ul style="list-style-type: none"> • RoHS 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexiones LC-LC
Bandeja de fibra óptica	<ul style="list-style-type: none"> • RoHS 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexiones de 24 Hilos
Patchcord de Fibra Óptica	<ul style="list-style-type: none"> • UL o ETL • RoHS • IEC332-1 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexiones LC-LC

Tabla N° 33. Materiales – Cableado vertical
Fuente: Elaboración Propia

- **Centro de datos**

El centro de datos estará ubicado en el segundo piso de la construcción de las oficinas administrativas contando con un área de 25m², este ambiente albergara los dispositivos principales de la red convergente (Switches, Router's, Central telefónica, NVR, Servidores), por lo que tendrá que cumplir con las siguientes características para que cada uno de los equipos ates mencionados puedan funcionar de manera eficiente.

- Temperatura: 19 – 21 °C
- Humedad: 50%
- Control de acceso
- Puerta retardante al fuego mínimo de 2 horas
- Iluminación mínima de 500lux
- Protección eléctrica estabilizada.

4.1.8. Direccionamiento de la red

Para la comunicación local dentro de la planta se utilizará la siguiente distribución de direcciones IP's privadas de clase B, considerando que es la clase que actualmente la empresa utilizada en sus demás sedes, que serán segmentadas de acuerdo a los requerimientos planteados y en la que también se detallara la asignación de VLAN's.

DIRECCIONAMIENTO DE RED				
ID VLAN	NOMBRE DE VLAN	IP	MASCARA	RANGO DE IP UTILIZABLES
99	ADMIN	172.16.1.1	255.255.255.240	172.16.1.2 - 172.16.1.14
10	USUARIOS	172.16.2.1	255.255.254.0	172.16.2.1 - 172.16.3.254
20	VOIP	172.16.4.1	255.255.255.192	172.16.4.2 - 172.16.4.62
30	CCTV	172.16.4.64	255.255.255.192	172.16.4.65 - 172.16.4.126
40	INVITADOS	172.16.4.128	255.255.255.192	172.16.4.128 - 172.16.4.158
50	GERENTES	172.16.1.16	255.255.255.240	172.16.1.17 - 172.16.1.14
60	JEFES	172.16.1.32	255.255.255.240	172.16.1.33 - 172.16.1.46
70	SUPERVISORES	172.16.1.48	255.255.255.240	172.16.1.49 - 172.16.1.62
80	SERVIDORES	172.16.4.160	255.255.255.192	172.16.4.161 - 172.16.4.190
90	WLAN	172.16.4.192	255.255.255.192	172.16.4.193 - 172.16.4.222
100	PROCESOS	172.16.4.224	255.255.255.192	172.16.4.225 - 172.16.4.254

Tabla N° 34. Direccionamiento de red
Fuente: Elaboración Propia

Direcciones de Equipos Activos

IP'S DE DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN			
Dispositivo	IP	Mascara de red	Gateway
SW_CORE	172.16.1.2	255.255.255.240	172.16.1.1
SW_DATA CENTER	172.16.1.4	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_GARITA	172.16.1.5	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_RESIDENCIA	172.16.1.6	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_RECEPCIÓN_MP	172.16.1.7	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_ALMACEN	172.16.1.8	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_SISO	172.16.1.9	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_SALA_MAQUINAS	172.16.1.10	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_ALMACEN_PISO	172.16.1.11	255.255.255.240	172.16.1.3
SW_DESPACHO	172.16.1.12	255.255.255.240	172.16.1.3

*Tabla N° 35. IP's de dispositivos de comunicación
Fuente: Elaboración Propia*

Direcciones VOIP por anexo

IP'S DE DISPOSITIVOS VOIP		
Dispositivo	IP	Mascara
Central Telefónica	172.16.4.2	255.255.255.192
Anexo_201	172.16.4.3	255.255.255.192
Anexo_202	172.16.4.4	255.255.255.192
Anexo_203	172.16.4.5	255.255.255.192
Anexo_204	172.16.4.6	255.255.255.192
Anexo_205	172.16.4.7	255.255.255.192
Anexo_206	172.16.4.8	255.255.255.192
Anexo_207	172.16.4.9	255.255.255.192
Anexo_208	172.16.4.10	255.255.255.192
Anexo_209	172.16.4.11	255.255.255.192
Anexo_210	172.16.4.12	255.255.255.192
Anexo_211	172.16.4.13	255.255.255.192
Anexo_212	172.16.4.14	255.255.255.192
Anexo_213	172.16.4.15	255.255.255.192
Anexo_214	172.16.4.16	255.255.255.192
Anexo_215	172.16.4.17	255.255.255.192
Anexo_216	172.16.4.18	255.255.255.192
Anexo_217	172.16.4.19	255.255.255.192
Anexo_218	172.16.4.20	255.255.255.192
Anexo_219	172.16.4.21	255.255.255.192
Anexo_220	172.16.4.22	255.255.255.192
Anexo_221	172.16.4.23	255.255.255.192
Anexo_222	172.16.4.24	255.255.255.192
Anexo_223	172.16.4.25	255.255.255.192
Anexo_224	172.16.4.26	255.255.255.192

Anexo_225	172.16.4.27	255.255.255.192
Anexo_226	172.16.4.28	255.255.255.192
Anexo_227	172.16.4.29	255.255.255.192
Anexo_228	172.16.4.30	255.255.255.192
Anexo_229	172.16.4.31	255.255.255.192
Anexo_230	172.16.4.32	255.255.255.192
Anexo_231	172.16.4.33	255.255.255.192
Anexo_232	172.16.4.34	255.255.255.192
Anexo_233	172.16.4.35	255.255.255.192
Anexo_234	172.16.4.36	255.255.255.192
Anexo_235	172.16.4.37	255.255.255.192

Tabla N° 36. IP's de dispositivos VOIP
Fuente: Elaboración Propia

4.1.9. Elección de equipamiento

- Switch de core

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SWITCH CORE	
Características físicas y de conmutación	
Cantidad	02
Cantidad de unidades de procesamiento	02
Capacidad de procesamiento	380 Mpps
Capacidad de conmutación	462 Gbps
Soporte mínimo de VLAN'S	256
Soporte mínimo de MAC'S	16000
Consumo máximo	1000 W
Puertos SFP+	10
Puertos SFP mínimos	4
Puertos 10/100/100Base-T	18
Puerto serial o consola	1
Características de capa 2 y capa 3	
<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de 802.1aq (SPB - Shortest Path Bridging) • 802.1Q (VLAN Trunking), 802.1p (COS) y soporte DSCP. • 802.1d (STP), 802.1w (RSTP) y 802.1s (MST). • 802.3ad (LACP). Se deberá incluir una funcionalidad adicional para la detección eficiente de cortes o fallas en alguno de los enlaces (hilos) de fibra hacia otros dispositivos. • Creación de redes virtuales de capa 2 asociadas a VLAN. • Encapsulamiento 802.1ah (Mac-in-Mac). • Capacidad de manejar más de 1,000 direcciones MAC. • 802.1D (STP), 802.1w (RSTP) y 802.1s (MSTP). • Espejamiento (mirroring) de puertos 1 a 1 y varios a 1. • Enrutamiento estático y entre VLANs. • Soporte RFC 2131 o RFC3046 (DHCP Relay). • Soporte RFC 2453 (RIP v2). • Soporte RFC 1583 (OSPF v2). 	

<ul style="list-style-type: none"> • Ocho (08) colas por puerto. • Clasificación de tráfico por parámetros de capa 2, capa 3 y capa 4, en base a listas de control de acceso (ACL). • Capacidad de manejo QoS del tráfico clasificado (policers & shapers) • Soporte de Jumbo Frames hasta 9,600 bytes.
Características de seguridad
<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo de protección contra ataques DoS en el plano de control. • Soporte RFC 2138 y RFC 2139 (RADIUS Authentication & Accounting). • Configuración de políticas de acceso al equipo. • Tres (03) niveles de acceso como mínimo, para administración por consola o Telnet. • Filtros aplicables como políticas por puerto o grupo de puertos. • Configuración de políticas de acceso al equipo.
Características de gestión
<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo de protección contra ataques DoS en el plano de control. • Administración por línea de comandos vía consola o Telnet. • Administración gráfica basada en navegador web. • Administración vía protocolos seguros como SNMPv3 (encriptación AES) y SSH (RFC 4251, 4252). • Soporte RMON (RFC 1757 y RFC 2819): estadísticas, historial, alarmas y eventos. • Soporte SYSLOG. • Soporte SNTP (o NTP) y TFTP (o FTP).

*Tabla N° 37. Requerimientos mínimos de switch core
Fuente: Elaboración Propia*

- Switch acceso

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SWITCH ACCESO TIPO 1	
Características físicas y de conmutación	
Cantidad	05
Capacidad de procesamiento	30 Mpss
Capacidad de conmutación	68 Gbps
Consumo máximo	360 W
Soporte mínimo de VLAN'S	256
Soporte mínimo de MAC'S	16000
Puertos SFP+ mínimos	2
Puertos 10/100/100Base-T	24 POE+
Puerto serial o consola	1
Características de capa 2 y capa 3	
<ul style="list-style-type: none"> • 802.1Q (VLAN Trunking), 802.1p (COS) y soporte DSCP. • 802.1d (STP), 802.1w (RSTP) y 802.1s (MST). • 802.3ad (LACP). Se deberá incluir una funcionalidad adicional para la detección eficiente de cortes o fallas en alguno de los enlaces (hilos) de fibra hacia otros dispositivos. • Soporte de mecanismo Auto-QoS. • Espejamiento (mirroring) de puertos 1 a 1. • Enrutamiento estático y entre VLANs. 	

<ul style="list-style-type: none"> • Soporte DHCP (Cliente, Relay y Option 82). • IGMP Snooping / Proxy (v1/2 y v3) • Clasificación de tráfico por parámetros de capa 2 (direcciones MAC), capa 3 (direcciones IPv4 o IPv6) y capa 4 (puertos TCP o UDP). • Capacidad de manejo QoS del tráfico clasificado (policing & shaping)
<p>Características de seguridad</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de protección como: DHCP Snooping, ARP Inspection, BPDU filtering y IP Source Guard. • Autenticación con 802.1X EAPoL (SHSA) y otras extensiones como: MHSA, MHMA, dispositivos no-EAP (IP Phone), RADIUS MAC, RADIUS CoA (RFC3576), VLAN Guest y VLAN Fail Open. • Dos (02) niveles de acceso como mínimo, para administración por consola o Telnet. • Soporte de RADIUS Authentication & Accounting. • Seguridad de acceso por puerto en base a la dirección MAC. • Filtros aplicables como políticas por puerto o grupo de puertos.
<p>Características de gestión</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Administración por línea de comandos vía consola o Telnet. • Administración gráfica basada en navegador web. • Administración vía protocolos seguros como SNMPv3 (encriptado), SSH y HTTPS. • Capacidad de habilitar y deshabilitar las notificaciones SNMP a nivel del sistema o por puerto. • Soporte RMON (RFC1757): estadísticas, historial, alarmas y eventos. • Soporte SYSLOG (hasta 2 servidores). • Soporte SNTP (o NTP) y TFTP (o FTP).

*Tabla N° 38. Requerimientos mínimos de switch de acceso tipo 1
Fuente: Elaboración Propia*

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SWITCH ACCESO TIPO 2	
Características físicas	
Cantidad	05
Capacidad de procesamiento	80 Mpps
Capacidad de conmutación	116 Gbps
Consumo máximo	850 W
Puertos SFP+ mínimos	2
Puertos 10/100/100Base-T	48
Puerto serial o consola	1
Características de capa 2 y capa 3	
<ul style="list-style-type: none"> • 802.1Q (VLAN Trunking), 802.1p (COS) y soporte DSCP. • 802.1d (STP), 802.1w (RSTP) y 802.1s (MST). • 802.3ad (LACP). Se deberá incluir una funcionalidad adicional para la detección eficiente de cortes o fallas en alguno de los enlaces (hilos) de fibra hacia otros dispositivos. • Soporte de mecanismo Auto-QoS. • Espejamiento (mirroring) de puertos 1 a 1. • Enrutamiento estático y entre VLANs. • Soporte DHCP (Cliente, Relay y Option 82). • IGMP Snooping / Proxy (v1/2 y v3) • Clasificación de tráfico por parámetros de capa 2 (direcciones MAC), capa 3 (direcciones IPv4 o IPv6) y capa 4 (puertos TCP o UDP). • Capacidad de manejo QoS del tráfico clasificado (policing & shaping) 	
Características de seguridad	
<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de protección como: DHCP Snooping, ARP Inspection, BPDU filtering y IP Source Guard. • Autenticación con 802.1X EAPoL (SHSA) y otras extensiones como: MHSA, MHMA, dispositivos no-EAP (IP Phone), RADIUS MAC, RADIUS CoA (RFC3576), VLAN Guest y VLAN Fail Open. • Dos (02) niveles de acceso como mínimo, para administración por consola o Telnet. • Soporte de RADIUS Authentication & Accounting. • Seguridad de acceso por puerto en base a la dirección MAC. • Filtros aplicables como políticas por puerto o grupo de puertos. 	
Características de gestión	
<ul style="list-style-type: none"> • Administración por línea de comandos vía consola o Telnet. • Administración gráfica basada en navegador web. • Administración vía protocolos seguros como SNMPv3 (encriptado), SSH y HTTPS. • Capacidad de habilitar y deshabilitar las notificaciones SNMP a nivel del sistema o por puerto. • Soporte RMON (RFC1757): estadísticas, historial, alarmas y eventos. • Soporte SYSLOG (hasta 2 servidores). • Soporte SNTP (o NTP) y TFTP (o FTP). 	

*Tabla N° 39. Requerimientos mínimos de switch de acceso tipo 2
Fuente: Elaboración Propia*

- **Central telefónica**

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE CENTRAL TELEFONICA	
Servicios	
<ul style="list-style-type: none"> • Telefonía IP (SIP y H.323) • Troncales IP (SIP y H.323). • Troncales Analógicas o Digitales (E1-PRI o BRI). 	
Características físicas	
Conexión LAN	01 – 10/100/100Base-T
Conexión WAN	01 – 10/100/100Base-T
Capacidad de módulos (DSP)	04
Capacidad mínima de anexos IP	36
Soporte de codecs	G.711, G726, G729A
Funciones telefónicas	
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de gestión y configuración basado en web o aplicación • Identificador de Llamadas (Caller ID) • Poner en espera (Hold) • Parqueo de llamadas (Call Park) • Transferencia de llamadas (Call Transfer) • Búsqueda visual de mensajes de voz • Mensajes de perifoneo por grupo (Paging) • Movilidad de Extensión (Hot Desking) • Códigos de Cuenta (Account Codes) • Código de Autorización (Authorization Codes) • Redirección de llamadas (Call Forwarding) 	

*Tabla N° 40. Requerimientos mínimos de central telefónica
Fuente: Elaboración Propia*

- **Teléfono IP**

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE TELEFONO IP
<ul style="list-style-type: none"> • Teléfono IP con soporte para SIP (RFC 3261) y/o H.323. • Soporte para PoE (IEEE 802.3af) en clase 1. • CODECs: G.711, G.726, G.729 a/b y G.722. • Soporte para 802.1Q, 802.1p, Diffserv y LLDP. • Dos (02) puertos ethernet 10/100 para conexión de PC • CODECs: G.711, G.726, G.729 a/b y G.722. • Pantalla monocromática con luz de fondo, mínimo 5cm x 8cm. • Ocho (08) botones de línea o de funciones con LEDs duales (rojo, verde). • Cuatro (04) botones programables • Botones para funciones fijas • Control de Volumen. • Mensajes y Contactos. • Menú o Inicio (Home)

- Micrófono y altavoz para manos libres.
- Soporte para módulos de expansión de botones.
- Interface para Auricular (headset).
- Indicador de Mensaje en Espera

Tabla N° 41. Requerimientos mínimos de central telefónica
Fuente: Elaboración Propia

4.1.10. Estimación de costos

COSTOS DE EQUIPOS NEWORKING					
MARCA	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	Precio Unit. (\$)	Precio Total (\$)
AVAYA	SWITCH CORE LAN - ERS 8800 6-slot Chassis +Fan train	UND.	2	4850.00	9700.00
AVAYA	SWITCH CORE LAN (MODULO) - 8895SF Switch Fabric/CPU Module	UND.	4	3200.00	9200.00
AVAYA	SWITCH CORE LAN (MODULO) - 8812XL 12-port 10GBASE-SFP+ Ethernet Interface Module	UND.	2	2800.00	5600.00
AVAYA	SWITCH CORE LAN (MODULO) - 8834XG 34-port Combo Ethernet Interface Module	UND.	2	2500.00	5000.00
AVAYA	SWITCH CORE LAN (FUENTE) - 8005AC 100-240V AC Power Supply, up to 1462W	UND.	4	1200.00	4800.00
AVAYA	SWITCH EDGE LAN - ERS4826GT-PWR+, 24 puertos 10/100/1000Base-Twhit support for IEEE IEEE 802.3.at PoE+; 2 x SFP+, Stacking up to 8 units	UND.	5	2500.00	12,500.00
AVAYA	SWITCH EDGE LAN - ERS4850GT-PWR+, 48puertos 10/100/1000BASE-T ports with support for IEEE 802.3af PoE or IEEE 802.3at PoE+; 2 x SFP+ port; Stacking up to 8 units	UND.	5	2000.00	10,000.00
AVAYA	TRANSEIVER - 10GBASE-SR/SW SFP+ up to 550m reach on MMF	UND.	19	550.00	10,450.00
TOTAL					67,250.00

Tabla N° 42. Costos de Quipos de Networking
Fuente: Elaboración Propia

COSTOS DE EQUIPOS TELEFONIA IP					
MARCA	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	Prec. Unit. (\$)	Precio Total (\$)
AVAYA	IPO IP500 V2 CNTRL UNIT	UND.	1	315.00	315.00
AVAYA	IPO/B5800 IP500 RACK MNTG KIT	UND.	1	30.00	30.00
AVAYA	IPO IP500 V2 SYS SD CARD AL	UND.	1	45.00	45.00
AVAYA	IPO/B5800 IP500 TRNK PRI UNVRSL DUAL (PRI)	UND.	1	330.00	330.00
AVAYA	IPO LIC IP500 E1 ADD 22CH (LIC. EXP. puertos E1)	UND.	1	800.00	800.00
AVAYA	IPO R9 AV IP ENDPT 1 ADI LIC	UND.	36	40.00	1440.00
AVAYA	IPO R9 ESSNTL ED ADI LIC	UND.	1	240.00	240.00
AVAYA	PWR CORD NA 18AWG 10 Amp AC	UND.	1	8.50	8.50
AVAYA	Avaya IP V179-SIP 2.0 Phone	UND.	1	210.00	210.00
AVAYA	IP PHONE 1608	UND.	35	90.00	5425.00
TOTAL					8843.50

Tabla N° 43. Costos de equipos VOIP

Fuente: Elaboración Propia

COSTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO - 230 PUNTOS DE RED CAT. 6 Y 9 BACKBONES DE F.O					
MARCA	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	Precio Unit. (\$)	Precio Total (\$)
AMP	CABLE F/UTP CAT. 6	CAJAS	9	145.00	1305.00
AMP	JACK CAT. 6	UND.	434	6.00	2604.00
AMP	JACK INDUSTRIAL CAT. 6 IP65	UND.	13	12.00	156.00
AMP	PATCH PANNEL DE 24 PUERTOS CAT. 6	UND.	15	76.70	1150.50
AMP	ORDENADORES DE 2 RU	UND.	15	52.8	792.00
AMP	PATCHCORD DE 90cm. CAT. 6	UND.	230	5.30	1219.00
AMP	PATCHCORD DE 3m. CAT. 6	UND.	230	7.20	1656.00
AMP	CAJA TOMA DATOS + FACEPLATE INDUSTRIAL IP67	UND.	13	15.00	195.00
AMP	FACEPLATE DE 2 PUERTOS	UND.	217	2.60	564.20
AMP	BANDEJA DE FIBRA OPTICA	UND.	9	94.20	847.80
AMP	ACOPLADORES LC/LC MONOMODO	UND.	16	5.90	94.40
AMP	PATCHCORD DE F.O. LC/LC	UND.	42	5.88	246.96
CONSUMEX	FIBRA OPTICA MULTIMODO OM4 50/125 EXTERIOR	m	750	10.30	7725.00
WALLSALL	TUBERIA CONDUIT DE 1 1/2"	UND.	120	26.70	3204.00
WALLSALL	TUBERIA CONDUIT DE 1"	UND.	80	16.50	1320.00
WALLSALL	TUBERIA CONDUIT DE 3/4"	UND.	60	12.30	738.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO C DE 1 1/2"	UND.	70	16.20	1134.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO C DE 1"	UND.	60	10.50	630.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO C DE 3/4"	UND.	45	8.00	360.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO LL DE 1 1/2"	UND.	40	16.20	648.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO LL DE 1"	UND.	35	10.50	367.50
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO LL DE 3/4"	UND.	35	8.00	280.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO LB DE 1 1/2"	UND.	40	16.20	648.00

WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO LB DE 1"	UND.	35	10.50	367.50
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO LB DE 3/4"	UND.	35	8.00	280.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO T DE 1 1/2"	UND.	30	16.20	486.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO T DE 1"	UND.	20	10.50	210.00
WALLSALL	CAJA DUNDULET TIPO T DE 3/4"	UND.	40	8.00	320.00
WALLSALL	UNIÓN PARA TUBO CONDUIT DE 1 1/2"	UND.	40	4.50	180.00
WALLSALL	UNIÓN PARA TUBO CONDUIT DE 1"	UND.	30	2.50	75.00
WALLSALL	UNIÓN PARA TUBO CONDUIT DE 3/4"	UND.	30	2.50	75.00
SAFE	GABINETE RANURADO DE 42 RU	UND.	3	250.50	751.50
SAFE	GABINETE RANURADO DE 15 RU	UND.	8	120.50	964.00
SAFE	PDU DE 20 TOMAS	UND.	3	123.20	369.60
SAFE	PDU DE 6 TOMAS	UND.	8	38.50	308.00
	SERVICIO DE INSTALACIÓN DE PUNTOS DE RED	UND.	243	12.00	2916.00
	SERVICIO DE INSTALACIÓN DE CANALIZACIÓN	UND:	1	2500.00	2500.00
TOTAL					37,687.96

*Tabla N° 44. Costos de cableado estructurado y canalización
Fuente: Elaboración Propia*

RESUMEN DE COSTOS DE QUIPAMIENTO Y MATERIALES	
Descripción	Costo (\$)
Equipos Networking	67,250.00
Dispositivos de Telefonía	8,843.50
Cableado estructurado	37,687.96
Total	113,781.46

*Tabla N° 45. Total de costos de equipamiento y materiales
Fuente: Elaboración Propia*

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La topología tipo estrella seleccionada es la adecuada para el tipo de red requerida además presenta un mejor aprovechamiento de recursos tanto en equipos como económicos y presentando un mejor manejo de mantenimiento, escalabilidad y detección de fallas.

La capacidad de conmutación requerida de 68 Gbps y 116 Gbps para los switches de acceso de 24 y 48 y la capacidad de 472 Gbps del switch de core fueron definidos de acuerdo el uso previsto de aplicaciones y servicios actuales y futuros dentro de la red convergente.

Los medios de comunicación óptimos para cubrir las demandas de tráfico y distancias serán el par trenzado categoría 6 bajo la norma EIA/TIA 568 C.2 (enlace de acceso) y la fibra óptica multimodo OM4 bajo la norma TIA-492AAAD, capaces de soportar capacidades actuales y de crecimiento de la red de 151.06 Mbps (enlace de acceso) y 2.759 Gbps (enlace de backbone).

Los equipos de comunicaciones de voz y datos propuestos pueden cubrir la demanda de puntos de red, tráfico y enlaces.

6. CONCLUSIONES

- Se logró identificar cada uno de los requerimientos y necesidades de la empresa obteniendo así una mejor perspectiva para el diseño de la red.
- Se logró determinar la topología de red tipo estrella como la más óptima en coste – beneficio para la empresa.
- Se logró estimar los tipos de medios de comunicación, con un backbone de fibra óptica a 10Gbps y enlaces de acceso de par trenzado a 1Gbps ambos capaces de soportar el tráfico pico de 151.06 Mbps en acceso y 2.759 Gbps en backbone requerido por todos los servicios y aplicaciones.
- Se determinó los requerimientos técnicos mínimos y la cantidad de los equipos de comunicaciones de datos y voz 2 Switch core, 11 borde, central telefónica y teléfonos IP.
- Para que la empresa, logre llevar a cabo la implementación del diseño, se realizó una estimación de costos de equipos y materiales, teniendo una inversión de 113,781.46 dolares.

7. RECOMENDACIONES

- Diseñar un sistema eléctrico, garantizando corriente estabilizada, regulado con servicios UPS, para poder proteger los equipos dentro del centro de datos y de los gabinetes de distribución.
- Garantizar la climatización de los sitios, ofreciendo un ambiente adecuado para la ubicación de los equipos de acceso y enrutadores. Esto implica buena ventilación en los mismos, una temperatura no mayor a 25° C.
- Se recomienda la implementación de un sistema de gestión de red para el monitoreo de los equipos de la red convergente de manera que se puedan detectar las fallas de forma rápida.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Miguel Moro Vanilla (2013), Infraestructura de redes de datos y sistemas de telefonía.
Madrid, España: Parainfo

Stalling, W. (2000) Comunicaciones y redes de computadoras. Madrid: Prentice Hall

Andrew Tanenbaund y David Wheterall (2012) Redes de computadoras. México: Pearson
Educación de México S.A.

José Huidobro, (2006) Tecnologías de telecomunicaciones. México, D.F: Alfa y Omega

Joaquín Andreu (2011) Redes Locales. España: Editex S.A.

Pablo gil, Jorge Pomares y Francisco (2010) Redes de transmisión de datos. Universidad
de alicante

Carlos Valdivia Miranda (2015) Redes Telemáticas. Madrid España Paraninfo SA

Isidoro Berral M. (2014) Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos.
Madrid, España: Ediciones PARANINFO S.A.

Bruce Hallberg (2007) Fundamentos de redes, 4ª Edición. México, D.F: McGrawHill
Inc.

Cisco Networking Academy (2013) Introduction to Networks Companion Guide.
Indianapolis, Indiana: Cisco Press

Enlaces WEB

(WEB 01) Arquitecturas de Red OSI

<https://support.microsoft.com/es-es/kb/103884>

Consultado el 06/08/15

(WEB 02) Arquitectura de Red TCP/IP

<http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipov-10/index.html>

Consultado el 06/08/15

(WEB 03) Cableado Estructurado

http://ac.itdurango.mx/acreditacion/4Proceso_E_A/ISC/Evidencias/4.5%20M%E9todos%20de%20Ense%F1anza/APUNTES%20DEL%20MAESTRO/REDES/Redes%20ISI/Apuntes_redes_de_computadoras_sistemas_unidad_IV.pdf

Consultado el 07/08/15

(WEB 04) Tecnologías de acceso a Banda Ancha

<http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/bandaancha/tecnologias/cableado/Paginas/acceso-cableado.aspx>

Consultado el 07/08/15

(WEB 05) Comunicaciones Corporativas Unificadas

<http://ie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>

Consultado el 10/11/2015

ANEXOS:

Anexo 01 Entrevista Focalizada

Anexo 02 Plano General de Planta: se adjunta en archivo electrónico

Anexo 03 Ubicación de Gabinetes de Comunicaciones y canalización: se adjunta en archivo electrónico

Anexo 04 Ubicación de puntos de red: se adjunta en archivo electrónico