UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE REDES Y
COMUNICACIONES**

Diseño del cableado estructurado backbone horizontal en fibra óptica para
mejorar la velocidad de transmisión de datos en la empresa industrial
Cerámica San Lorenzo en las plantas de producción 1 y 2 basándose en el
estándar ANSI/TIA/EIA-568-A y TIA/EIA-568-B.3

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Redes y Comunicaciones

AUTOR

Camacho Reyes, Jorge Armando (0000-0003-1804-0716)

ASESOR

Gonzales Figueroa, Renatto (0000-0003-3658-3415)

Lima, 22 de Marzo de 2019

DEDICATORIA

A mi esposa e hijo que me acompañaron y creyeron en mí en este camino difícil pero gratificante. A mis padres por el apoyo y confianza que me brindaron en los momentos más difíciles.

RESUMEN

Este proyecto describe el diseño de un backbone de fibra óptica en una empresa industrial ubicada en el distrito de Lurín. El backbone se aplica a las Plantas 1 y 2 de la empresa.

El diseño brindado mejorará el performance de la red, así como el acceso a los sistemas actuales y proyectos futuros de la institución.

Para ello se ha elegido como medio de transmisión entre el Centro de datos y cada gabinete de comunicación cable de fibra óptica multimodo y monomodo, interno y externo según sea el caso. Esto luego de una validación de las ventajas de este medio con otros como el cable UTP y radioenlace.

La ruta final para seguir desde el Centro de Datos a cada gabinete se ha elegido de acuerdo con la distancia a cubrir, peligrosidad y factibilidad de la ruta. Estas rutas pueden ser aéreas en algunos tramos y seguir por buzones en otros enlaces. Para el tramo aéreo se debe cubrir todo el recorrido y aprovechar la ruta del cableado eléctrico, el cual utiliza bandejas.

El tipo de fibra utilizado puede soportar 10Gb de ancho de banda, lo que conlleva a mejorar los equipos de comunicaciones, swtiches. Esto último no forma parte del presente documento.

Por otro lado, el presente diseño cumple con las recomendaciones de la norma ANSI/TIA/EIA-568.a y EIA/TIA-568-B.3, razón por la cual tiene un tiempo de vida de mínimo 15 (quince) años.

Palabras clave: fibra óptica; cableado backbone; fibra óptica monomodo y multimodo; recomendaciones del estándar ANSI/TIA/EIA-568.a y EIA/TIA-568-B.3.

Design of horizontal backbone structured fiber optic cabling to improve data transmissi3n
speed in Cer3mica San Lorenzo company in production plants 1 and 2 following the
ANSI/TIA/EIA-568A and TIA/EIA-568B.3 standards

ABSTRACT

This Project describes the design of the structure cabling backbone in optical fiber to an industrial company situated in Lurin, Lima. This backbone is applied to the Plants 1 and 2 of the company.

The design provided will improve the performance of the network, as well as access to the current systems and future projects of the company.

To this, the choice of transmission medium between the Data Center and each communication cabinet is multimode and single-mode fiber cable, internal and external, as the case may be. This after a validation of the advantages of this medium with others such as UTP cable and radio link.

The final route to follow from the Data Center to each cabinet has been chosen according to the distance to cover, dangerousness and feasibility of the route. These routes can be aerial in some sections and continue through mailboxes in other links. For the air section, cover the entire route and take advantage of the electrical wiring route, which uses trays.

The type of fiber used can support 10Gb of bandwidth, which leads to improve communications equipment, switches. The latter is not part of this document

On the other hand, the present design complies with the recommendations of the ANSI / TIA / EIA-568.A and EIA/TIA-568-B.3 standard, which is why it has a minimum life of 15 (fifteen) years

Keywords: optical fiber; backbone cable; singlemode and multimode optical fiber; recommendations of the standard ANSI/TIA/EIA-568-A and EIA/TIA-568-B.3

TABLA DE CONTENIDOS

1	ASPECTOS INTRODUCTORIOS.....	1
1.1	ORGANIZACIÓN OBJETIVO.....	1
1.2	CAMPO DE ACCIÓN EN LA ORGANIZACIÓN OBJETIVO	3
1.3	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMAS EN EL CAMPO DE ACCIÓN.....	7
1.3.1	Situación problemática	7
1.3.2	Problemas por resolver	9
1.4	OBJETIVOS DEL PROYECTO GENERAL Y ESPECÍFICOS	9
1.4.1	Objetivo general	9
1.4.2	Objetivos específicos	9
1.5	INDICADORES O MECANISMOS DEL LOGRO DEL OBJETIVO	10
1.6	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	10
1.7	ESTADO DEL ARTE	11
1.7.1	Introducción.....	11
1.7.2	Antecedentes del cableado Backbone en fibra óptica	12
1.7.3	Ventajas de la fibra óptica	13
1.7.4	Uso de la fibra óptica.....	14
1.7.5	Organismos proveedores de estándares de cableado estructurado.	17
1.7.6	Tendencias en cableado estructurado	21
1.7.7	Casos de éxito de cableado backbone en fibra óptica.	23
2	MARCO TEÓRICO.....	24
2.1	INFRAESTRUCTURA DE TI.....	24
2.2	CABLEADO ESTRUCTURADO	24
2.3	TIPOS DE CABLEADO.....	25
2.3.1	Cableado horizontal.....	25
2.3.2	Cableado vertical o backone.....	25
2.4	TIPOS DE CANALIZACIONES	27
2.4.1	Canalizaciones externas entre edificios.....	27
2.4.2	Canalizaciones internas al edificio	27
2.5	FIBRA ÓPTICA	28
2.5.1	Definición	28

2.5.2	Componentes	29
2.5.3	Características.....	30
2.5.3.1	Funcionamiento	30
2.5.4	Ventajas y desventajas.....	30
2.5.4.1	Ventajas	30
2.5.4.2	Desventajas	31
2.6	TIPOS DE FIBRA ÓPTICA	32
2.6.1	Monomodo	32
2.6.2	Multimodo	32
2.7	ESTÁNDARES DE FIBRA ÓPTICA.....	33
2.7.1	ANSI/TIA/EIA 598-A Optical fiber cable color coding	33
2.7.2	ESTÁNDAR ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1	34
2.7.3	ESTÁNDAR ANSI/TIA/EIA 568 A	35
2.7.3.1	Campo de aplicación del estándar TIA/EIA 568-A.....	37
2.7.3.2	Propósito del estándar TIA/EIA 568-A	37
3	PLANIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	38
3.1	SITUACIÓN ACTUAL	38
3.2	INTERESADOS	57
3.3	REQUERIMIENTOS	57
3.4	CONSUMO DE ANCHO DE BANDA.....	59
4	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	63
4.1	ESPECIFICACIONES	63
4.2	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	69
4.3	ANCHO DE BANDA REQUERIDO	104
4.4	TABLA RESUMEN DE RECURSOS	105
5	PRUEBAS, RESULTADOS Y VALIDACIÓN	117
5.1	CONCLUSIONES	132
5.2	RECOMENDACIONES	132
6	REFERENCIAS	134
7	GLOSARIO.....	136

8	SIGLARIO	138
----------	-----------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores o mecanismos de logro de los objetivos	10
Tabla 2 Detalle de gabinetes.....	38
Tabla 3 Cantidad de switches por Planta.....	54
Tabla 4. Cantidad de switches por marca	54
Tabla 5. Lista de interesados del proyecto	57
Tabla 6. Resumen de objetivos específicos y requerimientos	57
Tabla 7. Resumen de requerimientos y especificaciones	63
Tabla 8 Cantidad de cables en ductería	91
Tabla 9 Tipo de fibra según gabinete	94
Tabla 10 Resumen de requerimientos y especificaciones	105
Tabla 11. Matriz de riesgo de trabajo	119
Tabla 12 Puntaje asignado.....	119
Tabla 13 Riesgos identificados.....	120
Tabla 14 Factibilidad.....	120
Tabla 15 Puntaje final.....	120
Tabla 16 Tabla de resultados	121
Tabla 17 Recomendaciones del estándar ANSI/TIA 568B3 aplicadas	125
Tabla 18 Tabla de fibra por enlace	127
Tabla 19 Atenuación de la fibra por enlace	130
Tabla 20 Velocidad alcanzada por enlace	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Cerámica San Lorenzo	2
Figura 2. Conexión actual entre Planta 1 y 2 dese el Centro de datos.....	4
Figura 3. Ubicación de Plantas 1 y 3.	5
Figura 4. Conexión actual entre el Centro de datos Planta 3 y los gabinetes.	6
Figura 5. Enlace en cascada actual en CSL	8
Figura 6. Resumen de estándares para cableado backbone	18
Figura 7. Cableado estructurado vertical y horizontal.....	28
Figura 8. Fibra óptica monomodo	32
Figura 9. Fibra óptica multimodo	32
Figura 10. Comparación de tipos de fibra multimodo.....	33
Figura 11. Ubicación de gabinetes en Planta 1 y 2.....	41
Figura 12. Ubicación de gabinetes en Planta 3.....	42
Figura 13. Gabinete de Molino Esmalte Planta 1	43
Figura 14. Gabinete Oficina Supervisores.....	44
Figura 15. Gabinete EHS.....	45
Figura 16. Buzón de datos expuesto a inundación	46
Figura 17. Ubicación de buzones de datos en Planta 1.	47
Figura 18. Plano con las zonas de riesgo y zonas reservadas.....	48
Figura 19. Parte externa del Centro de datos	49
Figura 20. Parte interna del Centro de datos	50
Figura 21. Topología de la red actual en cascada.....	51
Figura 22. Ruta del cableado eléctrico y backbone	53
Figura 23. Resumen de equipos por switches por año.	55
Figura 24. Ubicación de switches básicos	56
Figura 25. Consumo de ancho de banda de las cámaras de videovigilancia IP	60
Figura 26. Consumo de ancho de banda de los teléfonos IP	61
Figura 27. Acceso a Internet en Planta 1 y 2	61
Figura 28. Consumo de ancho de banda de imágenes en alta calidad.....	62
Figura 29. Enlaces de fibra para cada gabinete desde el Centro de datos – ruta final.....	71
Figura 30. Ruta alterna del gabinete de Contabilidad	72

Figura 31. Ruta alterna de gabinete Comercial	73
Figura 32. Ruta alterna del gabinete Vigilancia Puerta 1	73
Figura 33. Ruta alterna del gabinete Clasificados	74
Figura 34. Ruta alterna del gabinete tercer Fuego 1	75
Figura 35. Ruta alterna del gabinete tercer Fuego 2.....	76
Figura 36. Ruta alterna del gabinete Honos Planta 1	77
Figura 37. Ruta alterna del gabinete EHS	77
Figura 38. Ruta alterna del gabinete Sala de reuniones.....	78
Figura 39. Ruta alterna del gabinete Matricería	78
Figura 40. Ruta alterna del gabinete Molino Esmalte	79
Figura 41. Ruta alterna del gabinete Entrada Planta 2	79
Figura 42. Ruta alterna del gabinete Vestidores Planta 2.....	80
Figura 43. Ruta alterna del gabinete Oficina Supervisores	81
Figura 44. Ruta alterna del gabinete Molienda seca Planta 2.....	81
Figura 45. Ruta alterna del gabinete Vigilancia Puerta 2	82
Figura 46. Plano con las zonas de riesgo y zonas reservadas.....	83
Figura 47. Rutas alternas de gabinetes Clasificados, Hornos, Tercer Fuego 1, Molino esmalte y Molienda seca Planta 2.	85
Figura 48. Topología Estrella sobre el plano de la institución.	87
Figura 49. Salida de la fibra desde el Centro de datos	88
Figura 50. Salida desde el Centro de datos.....	89
Figura 51. Recorrido de la fibra desde el Centro de datos a gabinetes Clasificados y Hornos Planta 1.	90
Figura 52. Recorrido de la fibra desde el Centro de datos hacia el gabinete de Contabilidad	93
Figura 53. Recorrido de la fibra desde el Centro de datos hacia los diversos gabinetes de Planta 1 y 2	96
Figura 54. Recorrido de la fibra desde el buzón 7 hacia los gabinetes de Planta.....	98
Figura 55. Tubo conduit adosado a la pared.....	99
Figura 56. Equipo manliftyt.....	100
Figura 57. Distancia desde el Centro de datos hacia cada gabinete	101
Figura 58. Velocidades de transmission de fibra.....	102
Figura 59. Valores de atenuación de la fibra	102

Figura 60. Switch de acceso Cisco catalyst 2960	103
Figura 61. Switch de core Cisco Catalyst 4700.....	103
Figura 62. Consumo de ancho de banda.....	104
Figura 63. Rutas finales	118
Figura 64. Cuadro de distancia soportado por fibra multimodo.....	127
Figura 65. Valores de atenuación de la fibra	129
Figura 66. Velocidad por tipo de fibra	131

INTRODUCCION

Cableado estructurado, de acuerdo con lo descrito en la norma EIA/TIA- 568, nos dice lo siguiente:

“TIA/EIA-568-B intenta definir estándares que permitirán el diseño e implementación de sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales y entre edificios en entornos de campus. El sustrato de los estándares define los tipos de cables, distancias, conectores, arquitecturas, terminaciones de cables y características de rendimiento, requisitos de instalación de cable y métodos de pruebas de los cables instalados. El estándar principal, el TIA/EIA-568-B.1 define los requisitos generales, mientras que TIA/EIA-568-B.2 se centra en componentes de sistemas de cable de pares balanceados y el -568-B.3 aborda componentes de sistemas de cable de fibra óptica.

La intención de estos estándares es proporcionar una serie de prácticas recomendadas para el diseño e instalación de sistemas de cableado que soporten una amplia variedad de los servicios existentes, y la posibilidad de soportar servicios futuros que sean diseñados considerando los estándares de cableado. El estándar pretende cubrir un rango de vida de más de diez años para los sistemas de cableado comercial.” (Norma EIA/TIA- 568)

El Cableado Estructurado es la instalación o el tendido de forma ordenada y organizada de todo el cableado de comunicaciones de un edificio. El tipo de cable más utilizado en la actualidad para las instalaciones de cableado estructurado es el cable de cobre de par trenzado UTP, en el cableado horizontal, aunque según las necesidades de la instalación también se emplean otros tipos de cable como la fibra óptica, para el cableado backbone.

Un tipo de medio de transmisión es la fibra óptica, cable que utiliza pulsos de luz para transmitir datos a través de hilos de vidrio. Como resultado, se logran muy altas velocidades de transmisión, mayores longitudes de transmisión y la posibilidad de evitar muchos problemas de interferencia y conexiones a tierra que afectan, en comparación, a los cables de cobre. Se debe considerar que toda implementación en fibra debe tener una vida útil de 10 a 15 años, esto puede mejorar de acuerdo con la marca.

Debido a las bondades de la fibra óptica, esta puede ser utilizada en diversos campos, como por ejemplo:

- La Telemedicina. En la actualidad, en el Perú, diversas instituciones de salud del estado hacen uso de la Telemedicina para cubrir zonas en las cuales personal médico no es capaz de llegar debido a la zona geográfica o para realizar consultas médicas con personal especializado. Para mencionar un ejemplo, el hospital Víctor Ramos Guardia, ubicado en el departamento de Huaraz, hace uso de la telemedicina desde el año 2014. Asimismo, en febrero del año 2018, el estado peruano promulgó la Ley N° 30421, Ley Marco de Telesalud, cuyo objetivo es fomentar y extender el uso de las TIC en las Instituciones prestadoras de salud a nivel nacional en la consulta, atención, gestión, educación y desarrollo de capacidades.

Otro ejemplo del uso de fibra óptica en Telemedicina, es la implementación del servicio de Telemedicina o provisión de servicios de salud a distancia por parte del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), en los componentes de protección, promoción, recuperación o rehabilitación, además de garantizar la atención integral de pacientes oncológicos; para lo cual cuenta con profesionales de la salud altamente especializados en oncología, que utilizan las Tecnologías de la Información y Comunicación para coordinar

con otros profesionales a nivel nacional sobre algún caso médico que necesite asesoría u opinión.

- Para mencionar otro campo de acción de la fibra óptica en el Perú, en el año 2013, el estado peruano promulgó la ley N° 29904 "Promoción de la Banda Ancha y construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra óptica", proyecto que consiste en el diseño, despliegue y operación de una red de fibra óptica de más de 13,500 kilómetros que conectará a Lima con 22 capitales de región y 180 capitales de provincia con el objetivo inicial de masificar el uso de Internet en las zonas donde la empresa privada no ofrece sus servicios.

Actualmente, diversas empresas de comunicaciones ofrecen servicio de internet a hogares a través de fibra óptica, lo que genera una mejor atención a los usuarios ya que se pueden obtener diversos servicios a través de un mismo medio de comunicación, similar a los servicios empresariales.

- Seguridad, videovigilancia. En la actualidad, diversos distritos como Surquillo, Cercado de Lima, Santiago de Surco, La Molina, entre otros distritos y el departamento de Tacna implementaron sus respectivos centros de monitoreo, con modernas cámaras de seguridad teniendo como medio de transmisión la fibra óptica. Esto debido a que las imágenes de video deben ser visualizadas con mayor claridad, sin cortes y en tiempo real, en caso suceda algún evento de seguridad en las calles de dichos distritos.
- Teleeducación. Gracias a la Red Dorsal Nacional de Fibra óptica, diversos departamentos, como Ayacucho, Apurímac e Ica serán beneficiadas por este proyecto ya que las personas que no tienen los recursos para poder asistir a clases en la capital podrán hacerlo a través de videoconferencias, repositorios comunes de

información, bibliotecas virtuales, entre otras herramientas informáticas. Para mencionar un ejemplo, una empresa privada de comunicaciones hizo llegar al distrito de Cora Cora en Ayacucho, al colegio Cristo Rey, un enlace de fibra óptica, contribuyendo a conectar a todas las ciudades del Perú en materia de educación.

En el ámbito empresarial, la mayoría de las empresas deciden invertir en cableado backbone en fibra óptica en lugar de cableado UTP. Esto debido a las ventajas como velocidad, ancho de banda, seguridad, cero interferencias electromagnéticas, viabilidad y durabilidad, 15 años como mínimo, de acuerdo con el fabricante.

Hoy en día, las empresas deben contar con un cableado backbone robusto, de tal manera que soporte los servicios básicos, como voz, video y datos. Este cableado backbone es de suma importancia para la plataforma de TI, ya que si no se considera el medio adecuado ni se implementa bajo las recomendaciones de estándares internacionales de cableado estructurado, se tendría un cableado backbone deficiente, lo que causaría serios problemas en la transferencia de datos.

Las ventajas que se adquieren al implementar un cableado backbone en fibra óptica son las siguientes:

- Es inmune a las RFI (Interferencias de Radio frecuencia) y EMI (Interferencias Electromagnéticas)
- Pueden recorrer mayores distancias en comparación con el cableado UTP.
- Mayor ancho de banda en comparación con el cableado UTP e inalámbrico, pueden alcanzar anchos de banda de 10GB, 40GB y 100GB.

- El cable de fibra interno es más flexible que el cable UTP, lo que hace fácil su instalación.
- Es dieléctrico, ya que las fibras de vidrio eliminan la necesidad de corrientes eléctricas para el camino de la comunicación.
- Es más segura, una fibra óptica no se puede intervenir por medio de mecanismos eléctricos convencionales como conducción superficial o inducción electromagnética. Esto en comparación con las señales de comunicación vía satélite o radio que se pueden intervenir fácilmente para su decodificación.
- Fiabilidad y mantenimiento, la fibra óptica es un medio constante y no envejece. Los enlaces de fibra óptica bien diseñados son inmunes a condiciones adversas de humedad y temperatura e incluso se pueden utilizar para cables subacuáticos.

De acuerdo con mi experiencia profesional, el tipo de conexión usado para el cableado backbone, se debe elegir teniendo en consideración lo siguiente:

- Qué tipo de servicios se necesitan transmitir por el medio de información. Es decir, si se desea transmitir solo datos, video, streaming, voz, entre otros servicios.
- La distancia entre el Centro de Datos y los gabinetes de comunicaciones. Es decir, mientras más alejado diste el Centro de Datos de los gabinetes de comunicaciones, se debe considerar el medio adecuado.
- Área geográfica de la empresa. Es decir, si existe dificultad para llegar desde el Data Center hacia los gabinetes de comunicaciones.
- Las rutas para seguir desde el Centro de Datos hasta los gabinetes de comunicaciones, ya que, a mejor ruta, menor costo.
- El tipo de topología de red a utilizar, la más usada, en estos tiempos, es la topología estrella.

- Planificar un futuro crecimiento. Es decir, el cableado backbone debe soportar el crecimiento tecnológico y los servicios a futuro que brindará la empresa.
- El costo por la instalación. Es decir, se tiene en cuenta el tipo de cable, la distancia a cubrir, el grado de dificultad de la instalación, accesibilidad, entre otros puntos.

Por lo antes expuesto, se recomienda que el medio de transmisión de datos sea el de fibra óptica. Esto debido a que es un medio que soporta la transferencia de datos a grandes velocidades y que tiene un tiempo de vida mayor que el cable UTP

1 ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1 Organización Objetivo

El proyecto se llevará a cabo en la empresa industrial Cerámica San Lorenzo, ubicada en el distrito de Lurín, en Lima Perú. Esta empresa inicia sus operaciones el 27 de junio de 1996, importando productos de Cerámica San Lorenzo Argentina y ocasionalmente de Cerámica Cordillera de Chile. Una vez que se desarrolló una red de distribución a nivel nacional e incrementándose la demanda del mercado, Cerámica San Lorenzo Perú, inicia la construcción de su planta en mayo de 1999 con los más altos estándares de seguridad ambiental y tecnología italiana de vanguardia.

Actualmente, forma parte del GRUPO LAMOSA, importante grupo industrial cerámico, con sede principal en México, que ocupa la primera posición en América Latina como grupo cerámico más grande y de mayor solidez y dentro de los tres más grandes del mundo, con más de ciento veinticinco años de experiencia especializada en la fabricación de cerámicos. Esta unión, se dio en el cuarto trimestre del año 2016.

En estos días, Cerámica San Lorenzo cuenta con tres plantas de producción situadas en Lurín, con una extensión de 130,000 m². Las maquinarias para la fabricación de cerámico, gres porcelánico y porcelanatos son de la más alta tecnología disponible.

Tanto las oficinas administrativas como las Plantas de producción 1 y 2, se encuentran en una misma área geográfica. Las Plantas de producción 1 y 2, distan de la Planta de Producción 3 de unos 900m. En la figura 1 se identifica la ubicación de las Plantas 1, 2 y 3.

Figura 1. Ubicación de Cerámica San Lorenzo

Fuente: Google Maps

La institución cuenta con trescientas (300) personas, aproximadamente, en su plana administrativa y 450 en su plana operaria. Para la operación de las Plantas de producción, se cuentan con 4 turnos, de lunes a domingo, haciendo solo dos paradas de plantas anual, una en Mayo y la otra en Diciembre, ambas por mantenimiento total de las máquinas de producción.

La visión de esta institución es la siguiente:

“Constituirnos como agentes de cambio positivo impulsando nuestra vocación hacia la innovación para la creación de valor económico, social y ambiental de manera sustentable, lo cual nos permitirá asegurar nuestra permanencia y desarrollo a largo plazo, así como contribuir al bienestar de nuestros colaboradores, socios comerciales y las comunidades donde tenemos presencia”.

Cerámica San Lorenzo, 2018

Asimismo, la misión de la empresa es la siguiente:

“Mantener nuestra posición de liderazgo en la industria de la construcción ofreciendo productos que preserven el patrimonio de nuestros clientes y la reputación de profesionistas

e instaladores, generando valor creciente y sostenible a nuestros distribuidores, personal y accionistas; siempre comprometidos con la comunidad y su medio ambiente”

Cerámica San Lorenzo, 2018

1.2 Campo de acción en la organización objetivo

El área encargada de realizar este proyecto será el Departamento de Sistemas. Este departamento se encarga de velar que los diversos sistemas y servicios que se brinda a la Institución estén siempre disponibles en el momento deseado y accesible desde cualquier entorno, de acuerdo con el solicitante.

El responsable del proyecto dentro del área de Sistemas será el Analista de Infraestructura, quien es el encargado de que toda la plataforma de TI sea física o virtual, funcione adecuadamente.

En la figura 2 se observa la distribución de las Plantas 1 y 2 y el tipo de conexión entre dichas plantas, la cantidad de gabinetes de comunicaciones en ambas plantas, la distancia promedio entre el Centro de Datos y cada gabinete, siendo uno de los gabinetes más distantes el de Vigilancia Puerta 2, con una distancia promedio de 400 metros. Cabe mencionar que ambas plantas distan entre sí de 150m.

Figura 2. Conexión actual entre Planta 1 y 2 dese el Centro de datos

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

En la figura 3 se muestra la ubicación de las Plantas 1 y 3, distantes entre sí de 1km.

Figura 3. Ubicación de Plantas 1 y 3.

Fuente: Google Earth

En la figura 4 se observa la recepción de la señal de radioenlace entre las Plantas 1 y 3. Una vez que la señal llega al equipo de Planta 3, esta es transmitida a través de cable UTP categoría 5e hasta un equipo de comunicación switch. También, se observa la distancia promedio desde el Centro de datos a cada gabinete.

Figura 4. Conexión actual entre el Centro de datos Planta 3 y los gabinetes.

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

1.3 Situación problemática y problemas en el campo de acción

1.3.1 Situación problemática

Actualmente, Cerámica San Lorenzo, empresa del rubro industrial, realiza sus operaciones todos los días del año las 24 horas. Para esto se cuenta con diversos turnos rotativos, contando, también, con personal administrativo para las labores necesarias.

La información que se procesa diariamente se registra en los sistemas de producción, debiendo ser estos confiables y disponibles en todo momento. Para que esto se cumpla, se debe contar con una plataforma de TI robusta, empezando por el cableado backbone.

El cableado backbone actual presenta series deficiencias, como por ejemplo en el recorrido para enlazar el Centro de datos con cada gabinete, la ruta utilizada es mediante buzones de comunicación los cuales se encuentran saturados, lo que ocasiona daños físicos en el cableado. Además, en otras rutas se utiliza la misma bandeja eléctrica de alta tensión ocasionando interferencia y ruido en las comunicaciones, ya que en diversos tramos el cableado no se encuentra protegido.

Con relación al diseño de la topología física no se ha tomado en cuenta un tipo definido, ya que cuenta con enlaces en cascada, enlaces que sobrepasan las distancias recomendadas por el estándar EIA/TIA 568 A, la cual es de 90m., enlaces no identificados, enlaces que se exponen a interferencias ya que en muchos casos tienen el mismo recorrido que el cableado eléctrico de alta tensión.

Por el lado de los gabinetes de comunicaciones, estos se encuentran en muy mal estado, al igual que los switches de comunicaciones, ya que estos no administrables y están desfasados tecnológicamente, switches con puertos de comunicación en mal estado, rutas del cableado no adecuadas, enlaces no protegidos, retardo en las comunicaciones, entre otros factores que degradan la red y no aseguran una adecuada comunicación y velocidad. En la figura 5 se observa la topología actual de la empresa.

Figura 5. Enlace en cascada actual en CSL

Fuente: Elaboración propia

Durante el tiempo que vengo laborando en la empresa, desde junio de 2017 a la fecha, se han presentado diversas quejas por parte de los usuarios de Producción, los cuales indican que el acceso a los sistemas, carpetas compartidas y acceso a internet es lento, teniendo en cuenta que en la línea de producción, los datos deben ser registrados en simultaneo con la producción del producto, además de varios incidentes de corte de red, lo que conlleva a que la producción de la Planta se detenga y/o se retrase. Para mencionar un caso real, la conexión entre la Planta 1 y Planta 3 es a través de radioenlace y considerando que por ese medio se transmite datos, voz y videos (acceso a las imágenes de cámaras de seguridad, videoconferencias), el acceso a los sistemas es lento.

Cabe mencionar que los servidores se ubican en Planta 1 y la red no se encuentra segmentada lógicamente (no cuenta con VLANs), por lo que cuando un usuario accede al sistema o un recurso compartido desde Planta 3, se está conectando a los servidores ubicados en Planta 1, lo que ocasiona la lentitud ya que todos los servicios se transmiten en una misma vía. Por ejemplo, para el monitoreo de las cámaras de vigilancia desde Planta 3, el tráfico de video debe viajar a través del radioenlace para poder ser visualizado. Lo mismo sucede con la telefonía IP, las videoconferencias y el acceso a Internet.

Otro caso común es que los switches no son los adecuados para soportar el tráfico de transmisión de datos que genera la Institución por sus servicios (telefonía IP, videoconferencias, visualización de video, descargas de imágenes de diseños de gran tamaño, entre otros) ya que son equipos que no son del tipo administrables. Además, en

diversas áreas se ubican equipos switches del tipo doméstico, los cuales pueden ser colocados por personal usuario no autorizado de la empresa.

Otro ejemplo es cuando el switch del área de Vigilancia Planta 1 es reiniciado, acción que puede darse debido a un corte de energía, afecta a cuatro (04) gabinetes en Planta 2. Cuando sucede esto, personal operativo no puede registrar la información de la producción en los sistemas, teniendo que realizar esto de forma manual en un cuaderno para luego pasarlo al sistema, esto ocasiona retrasos en las labores del personal y en muchos casos se deben quedar fuera de turno para realizar el registro. Además, los productos terminados no pueden salir de planta hacia el almacén, ya que, al no ser registrados, no se tiene un control de la mercadería que se produce. También, personal del área de Facturación, no puede realizar el despacho respectivo a las unidades de transporte ya que no puede registrar dato alguno en los sistemas, teniendo que esperar a que el sistema regrese o realizando una facturación manual.

En la empresa se cuentan con sistemas que miden la producción por metro cuadrado, sistema de consumo eléctrico industrial, sistemas de inventario, además de recursos compartidos, tales como carpetas e impresoras en red. En estos sistemas se deben realizar los registros de datos en tiempo real y por turnos para medir la producción del día a día. Sin embargo, el acceso a los sistemas y el registro de datos son lentos, lo que obliga a que el trabajador realice el registro manualmente en un cuaderno para relevarlo al siguiente turno. Este tipo de acción no es eficiente, ya que en numerosas ocasiones genera confusión en los datos. Además, ocasiona que los operarios se queden sobretiempo para terminar con el volcado de información al sistema, teniendo que pagar horas extras.

1.3.2 Problemas por resolver

Lentitud en el transporte de datos de los servicios que se ofrecen y transmiten a través de la infraestructura física de la empresa, cableado backbone.

1.4 Objetivos del proyecto general y específicos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar el backbone horizontal en fibra óptica siguiendo las recomendaciones del estándar ANSI/TIA/EIA-568-B.3 que permita establecer acciones de mejora en la velocidad de transmisión de datos en Cerámica San Lorenzo.

1.4.2 Objetivos específicos

OE1: Elegir la mejor ruta posible para el nuevo cableado backbone horizontal en fibra óptica.

OE2: Elegir el tipo de fibra óptica adecuado de acuerdo con las distancias de los gabinetes con el Centro de Datos.

OE3: Cumplir con los valores de atenuación de la fibra de acuerdo con los valores del fabricante.

OE4: Cumplir con las velocidades de transmisión por tipo de cable de acuerdo con los valores de la norma ANSI/TIA/EIA-568-B.3.

1.5 Indicadores o mecanismos del logro del objetivo

Para medir los objetivos se tendrán los siguientes indicadores mostrados en la tabla 1:

Tabla 1.

Indicadores o mecanismos de logro de los objetivos

Objetivo Específico	Indicador de Logro	Métrica
OE1	Plano de la mejor ruta de red de fibra óptica considerando distancias, seguridad en el trabajo y factibilidad, siguiendo las recomendaciones de la norma ANSI/TIA/EIA-568-B3.	metros
OE2	Distancias soportadas por el tipo de fibra de acuerdo con la norma ANSI/TIA/EIA-568-B3.	metros
OE3	Cuadro con las distancias entre el Centro de Datos y cada gabinete especificando los valores de atenuación calculados.	dB/Km
OE4	Velocidad de transmisión alcanzada por tipo de fibra óptica.	Mbps

1.6 Justificación del proyecto

- Se podrá controlar la producción en tiempo real a través del registro de información en los sistemas debido a que se contará con un backbone en fibra robusto.
- Se podrá realizar los despachos de mercadería, nacionales e internacionales a tiempo ya que la red estará estable y sin cortes para realizar la facturación correspondiente, evitando perjudicar al cliente, teniendo el riesgo de perderlo.

- Se hace una inversión que tendrá un tiempo de vida, mínimo, de 15 años, con lo cual se podrá soportar todo tipo de tráfico que la empresa requiera. Además, de los futuros cambios de sistemas que se planifican, como por ejemplo, implementación de SAP e implementación de impresiones a color en alta resolución a través de la red.

1.7 Estado del arte

1.7.1 Introducción

De acuerdo con la definición de Cableado backbone en fibra óptica del estándar ANSI/TIA/EIA-568B3, se indica lo siguiente:

“La función del cableado backbone en fibra óptica es proporcionar conexiones entre el área de distribución principal, el área de distribución intermedia, el área de distribución horizontal y las instalaciones para el ingreso del cableado en el Centro de Datos. El cableado backbone consta del cableado principal, terminaciones mecánicas y cables de red (patch cords) o jumpers (conectores) usados para la interconexión del sistema.

Se espera que el cableado backbone satisfaga las necesidades de las conexiones del centro de datos con los cuartos de comunicaciones. Estas conexiones se pueden planificar en una escala de tiempo, que pueden ser de días o meses. Durante el periodo de planeamiento, el diseño del cableado backbone debe considerar el crecimiento ordenado y cambios a futuro e imprevistos.

El cableado backbone debe permitir la reconfiguración y crecimiento futuro sin interferir en el funcionamiento del cableado existente. Este cableado debe soportar diversos requerimientos de conectividad, incluido conectividad de red y equipamiento, como redes LAN, WAN, equipos de comunicaciones, estaciones de trabajo y servidores”. (ANSI/TIA/EIA-568B3).

Otra definición del cableado backbone en fibra óptica es la siguiente:

“Ruta principal de conexión de cableados físicos desde el Centro de datos hacia cada uno de los cuartos de comunicaciones o gabinetes de un edificio o campus con la finalidad de ser el medio de transmisión de datos de una empresa. El medio elegido como fibra óptica sobre el cableado UTP depende de la calidad de transmisión que se desea obtener, el ancho de banda necesitado y la distancia a recorrer.”

1.7.2 Antecedentes del cableado Backbone en fibra óptica

El cableado backbone en redes LAN tiene sus orígenes con el inicio de las redes de datos, a través del proyecto patrocinado por ARPA. A continuación, se detalla una cronología:

En el año 1965, ARPA (Advanced Research Projects Agency), patrocina un programa que trataba de analizar las redes de comunicación usando computadoras. Mediante este programa, la máquina TX-2 en el laboratorio Lincoln del MIT y la AN/FSQ-32 del System Development Corporation de Santa Mónica en California, se enlazaron directamente mediante una línea dedicada de 1200 bits por segundo

En 1967, ARPA convoca una reunión en Ann Arbor (Michigan), donde se discuten por primera vez aspectos sobre la futura ARPANET.

En 1968, ARPA convoca a empresas y universidades para que propusieran diseños, con el objetivo de construir la futura red. La universidad de California gana la propuesta para el diseño del centro de gestión de red y la empresa BBN (Bolt Beranek and Newman Inc.).

En 1969, se construye la primera red de computadoras de la historia. Denominada ARPANET, estaba compuesta por cuatro nodos situados en UCLA (Universidad de California en los Angeles), SRI (Stanford Research Institute), UCBS (Universidad de California de Santa Bárbara, Los Angeles) y la Universidad de UTA.

En 1970, la ARPANET comienza a utilizar para sus comunicaciones un protocolo Host-to-post. Este protocolo se denominaba NCP y es el predecesor del actual TCP/IP que se utiliza en toda la Internet.

En 1973, se produce la primera conexión internacional de la ARPANET. Dicha conexión se realiza con el colegio universitario de Londres (Inglaterra). En ese mismo año Bob Metcalfe expone sus primeras ideas para la implementación del protocolo Ethernet que es uno de los protocolos más importantes que se utiliza en las redes locales.

En 1982, la DCA y la ARPA nombran a TCP e IP como el conjunto de protocolos TCP/IP de comunicación a través de la ARPANET.

En 1985, se establecen responsabilidades para el control de los nombres de dominio y así el ISI (Información Sciences Institute) asume la responsabilidad de ser la raíz para la resolución de los nombres de dominio.

En 1995, la NSF transfiere el control de Internet de forma provisional a cuatro operadoras norteamericanas: MFS Datanet, Sprint, Ameritech y Pacific Bell. Estas empresas constituyen los llamados NAP (Network Access Point) o Puntos de acceso a la red, que proporcionan conectividad al resto de empresas que ofrecen servicios de conexión a Internet, los llamados ISP (Internet Service Provider).

En los últimos 15 años, Internet no ha parado de crecer de forma exponencial. Después de la descentralización del backbone, multitud de empresas comienzan a implantar sus redes de datos, donde la fibra óptica, con sus altas capacidades de transmisión, se empieza a imponer.

Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos y la demanda de servicios en las empresas, estas optan por contar con un backbone robusto y de gran velocidad de transmisión. Por lo que el backbone en cableado UTP está siendo reemplazado por un medio de mejores características técnicas como la fibra óptica.

1.7.3 Ventajas de la fibra óptica

Las redes por fibra óptica se utilizan cada vez más gracias a las ventajas que ofrece en cuanto a velocidad de transmisión de datos. La diferencia fundamental entre la fibra óptica y el cableado convencional se halla en el material en el que está fabricada. Hablamos de un hilo muy delgado de silicio fundido o vidrio que transporta las ondas de luz, mientras que el cableado estructurado se efectúa con alambre de cobre.

Algunas ventajas de usar fibra óptica son las siguientes:

- Es fiable, ya que no es susceptible ante el inclemente clima y que, a su vez, es resistente a interferencias eléctricas, a menos que sea cortado.
- Son ligeras y de tamaño pequeño.
- Son capaces de soportar grandes anchos de banda a altas velocidades de transmisión de datos.
- Están relativamente libres de la interferencia electromagnética.
- Tienen un reducido ruido y cruce de datos comparados con los cables de cobre convencionales.
- Tienen relativamente valores bajos de atenuación debido al medio de transmisión.

- Tienen una alta fiabilidad junto con una larga vida operativa.
- Tienen aislamiento eléctrico y están libres de conexión a tierra

Debido a las múltiples tecnologías de transmisión de datos, muchas empresas ahorran costos operativos implementando servicios basados en internet. Un ejemplo de ello son los servicios en la nube, backups remotos, video conferencias, transmisiones en vivo, entre otros.

En el caso de las universidades, intercambian grandes cantidades de datos entre sus sedes. En las empresas de publicidad que deben enviar archivos grandes a imprimir o videos a medios de reproducción. Para soportar esta gran cantidad de transferencia de información sin que el negocio se vea afectado, deben contar con un enlace robusto acorde a las necesidades de la empresa con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente.

1.7.4 Uso de la fibra óptica

Las aplicaciones de la fibra óptica, hoy en día, son múltiples. Además, está en un continuo proceso de expansión, sin conocer exactamente límites sobre ello. Partiendo de que la fibra óptica transmite luz, todas las aplicaciones que se basan en la luminosidad (bien sea por falta de esta, por difícil acceso, con fines decorativos o búsqueda de precisión) tiene cabida este campo. Si a todo esto sumamos la gran capacidad de transmisión de información de este medio, (debido a su gran ancho de banda, baja atenuación, a que esta información viaja a la velocidad de la luz, etc.) dichas aplicaciones se multiplican.

Campos tales como las telecomunicaciones, medicina, arqueología, prácticas militares, mecánica y vigilancia se benefician de las cualidades de esta herramienta óptica.

Medicina

En este campo, las ventajas que puede aportar el uso de la fibra óptica, por ejemplo, las técnicas endoscópicas clásicas y, de hecho, están siendo sustituidos los sistemas tradicionales por los modernos fibroscopios. Diversos aparatos como laringoscopios, rectoscopios, broncoscopios, vaginoscopios, gastroscopios y laparoscopios, incluyen ya esta tecnología, la cual nos permite, con gran precisión, la exploración de cavidades internas del cuerpo humano.

Otra importante aplicación de la fibra óptica aparecida hace relativamente poco tiempo, año 2001 en Canadá, son las operaciones transatlánticas. Gracias a los inmensos anchos de banda y a la velocidad a la que viaja la información a través de este medio, hoy en día ya es posible

que, un cirujano pueda operar a un paciente interactuando en tiempo real mediante altas tecnologías sobre un paciente que se encuentra en otro continente. Esto es un gran avance en la medicina, ya que en un futuro evitará los costosos traslados que supone a un paciente y en la mayoría de los casos a sus familiares el trasladarse a otro continente y la estancia de estos durante la recuperación de dicho paciente.

Sensores

Los sistemas eléctricos convencionales son a menudo inadecuados en entornos de altas tensiones y zonas con campos interferentes. La fibra óptica no nos plantea este problema. Gracias a la exactitud que nos proporciona este medio, los sensores son un punto bastante importante en el que se aplica la tecnología de la fibra óptica. Hay sensores de muchos tipos que incluyen esta tecnología, tales como:

- Sensores acústicos
- Sensores eléctricos y magnéticos
- Sensores de rotación
- Sensores de aceleración
- Sensores de presión
- Sensores de temperatura.

Estos dispositivos exhiben numerosas ventajas, la más importante son flexibilidad geométrica, inmunidad interferencia y pulsos electromagnéticos, gran ancho de banda y una gran sensibilidad, como por ejemplo habilidad para detectar señales de niveles muy bajos y con pequeños cambios, así como su reducido tamaño.

Aplicaciones militares

Los beneficios de esta tecnología para los militares radican, fundamentalmente, en la seguridad de este medio de transmisión frente a las comunicaciones por radio y cables convencionales. De este modo se reduce notablemente la necesidad de la codificación de mensajes en virtud de la seguridad anti-detección inherente a las fibras.

Una aplicación táctica muy interesante es el uso de la fibra para la colocación de radares distantes del centro de operaciones; así se pueden disponer con gran margen de seguridad

los radares de detección en cualquier punto de las operaciones, ya que la seguridad de la fibra frente a los factores ambientales es extraordinaria.

También, en el caso de misiles de guerra lanzados desde cruceros, el control se lleva a cabo mediante fibras ópticas. Los misiles se controlan desde uno o más centros y las rampas están interconectados por una red redundante de cables ópticos.

Internet

El servicio de conexión a Internet por fibra óptica derriba la mayor limitación de este medio: la lentitud de la transmisión de la información. La conexión de Internet mediante fibra, aparte de ser mucho ms rápida, no nos plantea un gran problema que sucede con el método convencional: caerse de la red continuamente.

Redes

La fibra óptica ha ganado gran importancia en el campo de las redes de área local. Al contrario que las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como ordenadores (computadoras) o impresoras. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios.

Las computadoras de una red de área local están separadas por distancias de hasta unos pocos kilómetros, y suelen usarse en oficinas o campus universitarios. Una LAN (redes locales de información) permite la transferencia rápida y eficaz de información en el seno de un grupo de usuarios y reduce los costes de explotación.

Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia (WAN, Wide Area Network) o las centralitas particulares (PBX). Las WAN son similares a las LAN, pero conectan entre sí ordenadores separados por distancias mayores, situados en distintos lugares de un país o en diferentes países; emplean equipo físico especializado y costoso y arriendan los servicios de comunicaciones

Telefonía

En este campo es en el que más se está extendiendo la fibra óptica. Actualmente, en todas las modernas ciudades se está introduciendo el sistema de fibra para el teléfono e Internet. La fibra nos permite una comunicación libre de interferencias, así como de posibilidad de

boicoteo de la línea (tan común en las líneas de cobre). El sonido es más nítido y no hace falta, como en el resto de las telecomunicaciones, el empleo de amplificadores de señal cada cierta cantidad de kilómetros.

Otra ventaja del teléfono mediante fibra óptica es la posibilidad de establecer conexión de Internet y teléfono al mismo tiempo y con tan solo una línea. Esto no sería posible en una línea de teléfono convencional debido a lo reducido de su ancho de banda para transmitir información.

1.7.5 Organismos proveedores de estándares de cableado estructurado.

Hasta 1985 no existían estándares para realizar cableados para los sistemas de telecomunicaciones corporativos. Cada sistema tenía sus propios requerimientos acerca de las características del cableado que necesitaban. Por ejemplo, los sistemas telefónicos requerían cables “multipares”, con requerimientos eléctricos y mecánicos acordes a las señales telefónicas. Los equipos informáticos (por esa época generalmente Main-Frames con terminales) requerían cableados con características especiales, dependientes de la marca de los equipos que usaban. Generalmente, los propios fabricantes de Main-Frames proveían también el cableado necesario para su conexión a los terminales. En esa época no era extraño encontrar en una misma instalación par trenzado para el servicio telefónico, multipar trenzado blindado para las terminales del mini-computador, coaxial para la nascente red de PCs, “twin-axial” para las terminales del computador central, coaxial para el circuito cerrado de vigilancia por TV, entre otros.

A medida que las tecnologías de los sistemas de información comenzaron a madurar, organizaciones y empresas comenzaron a requerir de estos sistemas, cada uno de los que requería de su tipo de cable, conectores, y prácticas de instalación. Con cada cambio tecnológico en los sistemas de información también era necesario cambiar el cableado.

ANSI (American National Standards Institute)

En 1985, la CCIA (Computer Communications Industry Association) solicitó a la EIA (Electronic Industries Alliance) realizar un estándar referente a los sistemas de cableado. En esa fecha se entendió que era necesario realizar un estándar que contemplara todos los requerimientos de cableado de los sistemas de comunicaciones, incluyendo voz y datos, para el área corporativa (empresarial) y residencial.

La EIA asignó la tarea de desarrollar estándares de cableado al comité “TR-41”. El foco principal del comité al desarrollar estos estándares consistió en asegurarse de que eran independientes tanto de las tecnologías de los sistemas de comunicaciones como de los fabricantes. El resultado de este esfuerzo, llevado a cabo desde 1985 hasta el día de hoy, ha sido la realización y aceptación de un conjunto de recomendaciones (llamadas “estándares”) acerca de las infraestructuras de cableado para diferentes tipos de aplicaciones, incluyendo edificios comerciales y residenciales. A grandes rasgos, existen tres tipos de estándares:

- Los comunes, que establecen criterios genéricos,
- Los que aplican según el tipo de local (locales comerciales, residenciales, centros de datos, entre otros).
- Los que detallan los componentes a utilizar, tanto en tecnología de “cobre” como de “fibra óptica”.

En la figura 6 se observa el resumen de los estándares.

Figura 6. Resumen de estándares para cableado backbone

Fuente: ANSI/TIA/EIA 568

A continuación, se brinda un pequeño detalle de los estándares:

ANSI/TIA/EIA-568-B, Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales sobre cómo instalar el Cableado:

- TIA/EIA 568-B1 Requerimientos generales
- TIA/EIA 568-B2: Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado
- TIA/EIA 568-B3 Componentes de cableado, Fibra óptica.

ANSI/TIA/EIA-569-A, Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales sobre cómo diseñar la ruta del cableado.

ANSI/TIA/EIA-570-A, Normas de Infraestructura Residencial de Telecomunicaciones.

ANSI/TIA/EIA-606-A, Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

ANSI/TIA/EIA-607, Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

ANSI/TIA/EIA-758, Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones.

TIA (Telecommunications Industry Association)

La Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) está acreditada por el American National Standards Institute (ANSI) para desarrollar estándares de la industria, voluntarios y basados en el consenso para una amplia variedad de productos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y actualmente representa alrededor de 400 empresas. El Departamento de Estándares y Tecnología de TIA opera doce comités de ingeniería, que desarrollan pautas para equipos de radio privados, torres celulares, terminales de datos, satélites, equipos de terminales telefónicos, accesibilidad, dispositivos VoIP, cableado estructurado, centros de datos, comunicaciones de dispositivos móviles, multidifusión multimedia, telemática vehicular, TIC para la atención médica, comunicaciones de máquina a máquina y redes de servicios inteligentes.

- TIA-942 Estándar de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos.
- TIA-568-C (estándares de cableado de telecomunicaciones, utilizados por casi todas las redes de voz, video y datos).

- Normas de construcción comercial TIA-569-B para vías y espacios de telecomunicaciones
- TIA-607-B (Puesta a tierra comercial - puesta a tierra - normas)
- TIA-598-C (codificación por colores de fibra óptica)
- TIA-222-G Estándar estructural para estructuras de soporte de antenas
- TIA-602-A Sistemas y equipos de transmisión de datos
- TIA-102 - Comunicaciones móviles terrestres para la seguridad pública (APCO / P25)

EIA (Electronic Industries Alliance)

Es una organización formada por la asociación de las compañías electrónicas y de alta tecnología de los Estados Unidos, cuya misión es promover el desarrollo de mercado y la competitividad de la industria de alta tecnología de los Estados Unidos con esfuerzos locales e internacionales de la política.

La EIA dejó de operar el 11 de febrero de 2011, pero los sectores anteriores continúan prestando servicios a las unidades constitutivas de la EIA. EIA designó a ECA para continuar desarrollando estándares para componentes electrónicos de interconexión, pasivos y electromecánicos (IP&E) bajo la designación ANSI de estándares EIA. Todos los demás estándares de componentes electrónicos son gestionados por sus respectivos sectores. Se espera que la ECA se fusione con la Asociación Nacional de Distribuidores Electrónicos (NEDA) para formar la Asociación de la Industria de Componentes Electrónicos (ECIA). Sin embargo, la marca de estándares EIA continuará para los estándares de IP&E dentro de ECIA. Según lo autorizado actualmente, cualquier norma ANSI designada en ANSI EIA-xxx es desarrollada y / o administrada por ECA (y, en el futuro, ECIA).

ISO (International Standards Organization)

Fundada el 23 de febrero de 1947, la organización promueve estándares comerciales, industriales y de propiedad mundial. La Organización Internacional de Normalización es una organización no gubernamental independiente, cuyos miembros son las organizaciones de normalización de los 168 países miembros. Es el mayor desarrollador mundial de estándares internacionales voluntarios y facilita el comercio mundial al proporcionar estándares

comunes entre las naciones. Se han establecido más de veinte mil estándares que abarcan desde productos manufacturados y tecnología hasta seguridad alimentaria, agricultura y salud.

ISO es una organización voluntaria cuyos miembros son autoridades reconocidas en materia de normas, cada una de las cuales representa a un país. Los miembros se reúnen anualmente en una Asamblea General para discutir los objetivos estratégicos de ISO.

Esta institución es financiada por una combinación de:

- Organizaciones que gestionan los proyectos específicos o expertos en préstamos para participar en el trabajo técnico.
- Suscripciones de los organismos miembros. Estas suscripciones están en proporción con el producto nacional bruto y las cifras comerciales de cada país.
- Venta de estándares

IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica)

Se formó en 1963 a partir de la fusión del Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos y el Instituto de Ingenieros de Radio. En la actualidad, el ámbito de interés de la organización se ha expandido a tantos campos relacionados. A partir de 2018, es la asociación de profesionales técnicos más grande del mundo con más de 423,000 miembros en más de 160 países alrededor del mundo. Sus objetivos son el avance educativo y técnico de la ingeniería eléctrica y electrónica, telecomunicaciones, ingeniería informática y disciplinas afines.

1.7.6 Tendencias en cableado estructurado

Gracias al avance del Internet de las cosas (IoT) y al uso creciente de una gran cantidad de dispositivos que ahora convergen en una sola red IP, diversas empresas vienen destacando en el mercado local, al ofrecer una variedad de componentes de cableado para los edificios inteligentes, que permiten una mayor conectividad, crea nuevas experiencias y a su vez permite reducir los costos de energía.

Sector Construcción

En los últimos años, los desarrolladores y constructores han apostado más por la implementación de tecnologías que permiten que los nuevos edificios se construyan de una manera más eficiente, lo que ayuda a mitigar impactos ambientales, ahorro energético y un

mayor control en el uso de los recursos. Actualmente, existen cuatro tendencias que definen la evolución de la tecnología de red que impulsará a los edificios comerciales para pasar de "inteligentes" a "súper inteligentes":

Movilidad, lo que permite a las personas ir y venir. Para este nivel de movilidad, los usuarios necesitan redes confiables de gran ancho de banda para extraer datos de la nube.

Ciberseguridad, a medida que la movilidad se vuelve omnipresente dentro de los edificios, la ciberseguridad se vuelve más crítica. Por eso es fundamental que los edificios inteligentes o súper inteligentes garanticen la protección de datos, es por eso que el medio de transmisión elegido debe ser el más seguro y confiable. Es así, que se elige, en diversos ámbitos el cableado en fibra óptica ya que a medida que las redes inalámbricas evolucionan para incluir la Internet de las Cosas (IoT), donde los dispositivos cotidianos incorporan inteligencia y transmiten gran cantidad de datos, aparecen más vulnerabilidades de red. Por ejemplo, una máquina expendedora podría ser el punto débil, ya que desde ahí alguien puede adentrarse en la LAN corporativa. Un edificio súper inteligente debe tener un plan para la ciberseguridad en todos estos sistemas

Poder de bajo voltaje, a medida que los edificios inteligentes pasan a ser edificios súper inteligentes, sus operadores deben considerar el ancho de banda y la distribución de energía disponible, por lo que resulta fundamental el impacto de las tecnologías de cableado estructurado y Power over Ethernet (PoE) para redes.

IoT para industria, transporte y servicios públicos

Internet of Things (IoT, Internet de las cosas) es otra de las cuestiones que en los últimos años se han posicionado como la gran promesa de la revolución digital. Actualmente, se estima que en España, cada ciudadano tiene conectado 5,2 dispositivos a Internet, siendo los más habituales los smartphones o las smart TV. Esta tendencia también se traslada al ámbito industrial, donde se prevé que el gasto en IoT en el año 2020 supere el billón de dólares, la mayoría destinados a las organizaciones de la Industria 4.0, el transporte y los servicios públicos. Conceptos como el de Smart City o el Smart Farming -desarrollados e implementados ya en lugares como París, Oslo o Londres- tienen mucho que ver con estas cifras, ya que se sustentan en el 'todo conectado' para una gestión eficiente de los espacios públicos. Pero para contar con todos estos beneficios, es necesario tener una infraestructura acorde a lo deseado, capaz de soportar la transferencia de información, el cual crece y seguirá

creciendo en forma exponencial, considerando las distancias y para ello, nada mejor que el cableado en fibra óptica.

Redes 5G, el siguiente gran reto

Directamente relacionado con la evolución e implantación del IoT se encuentra la tecnología 5G, que se postula como la autopista de alta velocidad por la que viajarán todos los datos en el futuro más inmediato. Con el año 2020 en el horizonte, en Europa y España siguen trabajando en la implementación del nuevo sistema de comunicación móvil, aunque éste no se encuentre todavía en un estado maduro de aplicación. Para ello, es indispensable contar con una red de fibra óptica en todos los puntos de la ciudad, por lo que la participación de las grandes empresas de comunicaciones es primordial.

1.7.7 Casos de éxito de cableado backbone en fibra óptica.

A continuación, se mencionan algunos casos sobresalientes en el Perú.

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, este ministerio, en pro de la diversificación del Internet en todas las ciudades del Perú, propuso una red de transporte (backbone) que permita transportar la información a altas velocidades entre ciudades. Es por ello que, estas redes se diseñan generalmente en base al tendido de fibra óptica, al ser un medio de comunicación de alta capacidad y velocidad.
- Gobierno Central de Piura, para su sede administrativa, situada en el departamento de Piura, en un edificio de 11 pisos y 2 sótanos, con el fin de soportar los diversos servicios de comunicaciones como por ejemplo Telefonía IP y videovigilancia IP.
- Municipalidad distrital de Lince, cuenta con un backbone de fibra óptica para su sistema de videovigilancia con un tendido de cable a través del distrito de 11.5 km.
- Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), en su sede ubicada en el distrito de San Borja, las conexiones desde el Centro de Datos con cada uno de sus gabinetes de comunicaciones son a través de fibra óptica. Además, cuenta con enlaces redundantes de fibra por otra ruta alterna y desde otro Centro de datos.

Universidad del Pacífico, en su sede principal ubicada en el distrito de Jesús María, cada cuarto de comunicación se encuentra enlazado con el Centro de datos a través de fibra óptica.

Para las conexiones con sus sedes distantes a 500 metros, utiliza fibra óptica monomodo con un tendido aéreo.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Infraestructura de TI

El término infraestructura de TI es definido en ITIL v3 como el conjunto de hardware, software, redes, instalaciones, etc. (incluyendo todo el equipo relacionado con la información tecnológica) usado para desarrollar, probar, entregar, monitorear, controlar y dar soporte a los servicios de TI. Las personas asociadas, procesos y documentación no son parte de la infraestructura de TI.

La infraestructura tecnológica TI, puede incluir los siguientes elementos:

- **Servidores:** existen distintos tipos de servidores en función de las necesidades de las empresas y el tamaño de estas.
- **Almacenamiento:** son diferentes soluciones de almacenamiento las que pueden aplicarse, entre otras, las hiperconvergentes, cabinas de almacenaje y los dispositivos NAS como posibles copias de seguridad.
- **Networking:** esto permite distintas funcionalidades al sistema sin correr riesgos de seguridad. La agilidad y la flexibilidad hacen aumentar la visibilidad en las redes.
- **Seguridad:** este elemento proporciona seguridad informática a la empresa y facilita el acceso a los datos en caso de pérdida o un ataque al sistema

Cableado estructurado: es el cableado de red en el edificio y el cuarto donde están los servidores. Este suele ser una parte descuidada por la Infraestructura de TI, ya que se permite su debilitamiento, lo que trae como consecuencia fallas en la red. El cableado suele ser de dos tipos: -CAT 5/6/7 y fibra óptica. Cada uno tiene otros tipos que dependen de la velocidad y distancia para conectar dispositivos.

2.2 Cableado estructurado

Cuando hablamos del cableado estructurado nos referimos a un sistema de conectores, cables, dispositivos y canalizaciones que forman la infraestructura que implanta una red de área local en un edificio o recinto, y su función es transportar señales desde distintos emisores hasta los receptores correspondientes.

Su estructura contiene una combinación de cables de par trenzado protegidos o no protegidos (STP y UTP por sus siglas en inglés, respectivamente), y en algunas ocasiones de fibras ópticas y cables coaxiales. Entre sus elementos principales se mencionan el cableado horizontal, el cableado vertical y el cuarto de telecomunicaciones.

2.3 Tipos de cableado

2.3.1 Cableado horizontal

El cableado horizontal se compone de dos elementos básicos: rutas y espacios verticales (también llamado "sistemas de pasada de datos horizontal"). Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado horizontal.

Si existiera cielo raso suspendido se recomienda la utilización de canaletas para transportar los cables horizontales.

Una tubería de $\frac{3}{4}$ pulgadas por cada dos cables UTP.

Una tubería de 1 pulgada por cada cable de dos fibras ópticas.

Los radios mínimos de curvatura deben ser bien implementados.

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo (en inglés: work area outlets, WAO).
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles (patch panels) y cables de empalme utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

Se deben hacer ciertas consideraciones a la hora de seleccionar el cableado horizontal: contiene la mayor cantidad de cables individuales en el edificio.

2.3.2 Cableado vertical o backbone

El sistema de cableado vertical proporciona interconexiones entre cuartos de entrada y servicios del edificio, cuartos de equipos y cuartos de telecomunicaciones. El cableado del backbone incluye la conexión vertical (las canalizaciones Backbone pueden ser verticales u

horizontales) entre pisos en edificios de varios pisos. El cableado del backbone incluye medios de transmisión (cables), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas. El cableado vertical realiza la interconexión entre los diferentes gabinetes de telecomunicaciones y entre estos y la sala de equipamiento. En este componente del sistema de cableado ya no resulta económico mantener la estructura general utilizada en el cableado horizontal, sino que es conveniente realizar instalaciones independientes para la telefonía y datos. Esto se ve reforzado por el hecho de que, si fuera necesario sustituir el backbone, ello se realiza con un coste relativamente bajo, y causando muy pocas molestias a los ocupantes del edificio. El backbone telefónico se realiza habitualmente con cable telefónico multipar. Para definir el backbone de datos es necesario tener en cuenta cuál será la disposición física del equipamiento. Normalmente, el tendido físico del backbone se realiza en forma de estrella, es decir, se interconectan los gabinetes con uno que se define como centro de la estrella, en donde se ubica el equipamiento electrónico más complejo.

El backbone de datos se puede implementar con cables UTP y/o con fibra óptica. En el caso de decidir utilizar UTP, el mismo será de categoría 5e, 6 o 6A y se dispondrá un número de cables desde cada gabinete al gabinete seleccionado como centro de estrella.

Actualmente, la diferencia de coste provocada por la utilización de fibra óptica se ve compensada por la mayor flexibilidad y posibilidad de crecimiento que brinda esta tecnología. Se construye el backbone llevando un cable de fibra desde cada gabinete al gabinete centro de la estrella. Si bien para una configuración mínima Ethernet basta con utilizar cable de dos fibras, resulta conveniente utilizar cable con mayor cantidad de fibras (6 a 12) ya que la diferencia de coste no es importante y se posibilita por una parte disponer de conductores de reserva para el caso de falla de algunos, y por otra parte, la utilización en el futuro de otras topologías que requieren más conductores, como FDDI o sistemas resistentes a fallas. La norma EIA/TIA 568 prevé la ubicación de la transmisión de cableado vertical a horizontal, y la ubicación de los dispositivos necesarios para lograrla, en habitaciones independientes con puerta destinada a tal fin, ubicadas por lo menos una por piso, denominadas armarios de telecomunicaciones. Se utilizan habitualmente gabinetes estándar de 19 pulgadas de ancho, con puertas, de aproximadamente 50 cm de profundidad y de una altura entre 1,5 y 2 metros. En dichos gabinetes se dispone generalmente de las siguientes secciones:

- Acometida de los puestos de trabajo: dos cables UTP llegan desde cada puesto de trabajo.
- Acometida del backbone telefónico: cable multipar que puede terminar en regletas de conexión o en patch panels.

Acometida del backbone de datos: cables de fibras ópticas que se llevan a una bandeja de conexión adecuada.

2.4 Tipos de canalizaciones

2.4.1 Canalizaciones externas entre edificios

Son necesarias para interconectar instalaciones de entrada de varios edificios de una misma empresa del tipo campus. Según lo que recomienda la norma ANSI/TIA/EIA 569, admite cuatro tipos de canalizaciones:

- **Canalizaciones Subterráneas**, consiste en un sistema de ductos y cámaras de inspección.
- **Canalizaciones directamente enterradas**, los cables quedan enterrados. Por ello, es necesario que los cables cuenten con las protecciones adecuadas, por ejemplo, anti-roedor.
- **Cableado aéreo**, conexión a través de postes teniendo en cuenta: apariencia del edificio y las áreas aledañas, legislación aplicable y separación requerida con cableados aéreos eléctricos.

Canalizaciones en túneles, las canalizaciones dentro de los túneles deben permitir el correcto acceso al personal de mantenimiento y también la separación necesaria con otros servicios.

2.4.2 Canalizaciones internas al edificio

Generalmente llamadas montantes, son las que interconectan las instalaciones de entrada con los cuartos de comunicaciones o gabinetes y estas a su vez se conectan con el Centro de datos. Estas canalizaciones pueden ser ductos, bandejas, escalerillas portacables, entre otros y pueden ser físicamente verticales u horizontales.

- **Canalizaciones internas verticales**, se utilizan para unir los cuartos de comunicaciones con el Centro de datos en edificios de varios pisos. Generalmente,

en estos edificios, los cuartos de comunicaciones se encuentran alienados verticalmente y cuentan con una entrada en casa piso. No se permite usar los ductos de los ascensores para transportar los cables de comunicaciones.

Canalizaciones internas horizontales, si los cuartos de comunicaciones no están alienados verticalmente, se pueden usar tramos de “montantes horizontales”. Pueden ser ubicadas sobre el cielorraso, debajo del piso o adosadas a las paredes. En la figura 7 se muestra un diseño de cableado backbone en un edificio comercial.

Figura 7. Cableado estructurado vertical y horizontal.

Fuente: panduit network Infrastructure Essential v2.0

2.5 Fibra óptica

2.5.1 Definición

Una fibra óptica es una fibra flexible, transparente hecha al embutir o extruir vidrio (sílice) o plástico en un diámetro ligeramente más grueso que el de un pelo humano. La fibra óptica se utiliza, comúnmente, como un medio para transmitir luz entre dos puntas de una fibra y tienen un amplio uso en las comunicaciones por fibra óptica, donde permiten la transmisión en distancias y en un ancho de banda (velocidad de datos) más grandes que los cables eléctricos. Se usan fibras en vez de alambres de metal porque las señales viajan a través de ellas con menos pérdida; además, las fibras son inmunes a la interferencia electromagnética, un problema del cual los cables de metal sufren ampliamente. Las fibras también se usan para la iluminación e imagería, y normalmente se envuelven en paquetes para poder ser

usados para introducir o sacar luz de espacios reducidos, como en el caso de un fibroscopio.³ Algunas fibras diseñadas de manera especial se usan también para una amplia variedad de aplicaciones diversas, algunas de ellas son los sensores de fibra óptica y los láseres de fibra.

Típicamente, las fibras ópticas tienen un núcleo rodeado de un material de revestimiento transparente con un índice de refracción más bajo. La luz se mantiene en el núcleo debido al fenómeno de reflexión interna total que causa que la fibra actúe como una guía de ondas. La fibra que permite muchos caminos de propagación o modos transversales se llaman fibras multimodo (MM), mientras que aquellas que permiten solo un modo se llaman fibras monomodo (SM). Las fibras multimodo tienen generalmente un diámetro de núcleo más grande⁶ y se usan para enlaces de comunicación de distancia corta y para aplicaciones donde se requiere transmitir alta potencia. Las fibras monomodo se utilizan para enlaces de comunicación más grandes que 1000 metros.

Ser capaces de unir fibras ópticas con pérdida baja es importante en la comunicación por fibra óptica. Esto es más complejo que unir cable eléctrico e involucra una adhesión cuidadosa de las fibras, la alineación precisa de los núcleos de las fibras y el acoplamiento de estos núcleos alineados. Para las aplicaciones que necesitan una conexión permanente se hacen empalmes de fusión. En esta técnica, se usa un arco eléctrico para fundir los extremos y así unirlos. Otra técnica común es el empalme mecánico, donde el extremo de las fibras se mantiene en contacto por medio de una fuerza mecánica. Las conexiones temporales o semi-permanentes se hacen por medio de un conector de fibra óptica especializado.

2.5.2 Componentes

- Elemento central dieléctrico: este elemento central que no está disponible en todos los tipos de fibra óptica es un filamento que no conduce la electricidad (dieléctrico), que ayuda a la consistencia del cable entre otras cosas.
- Hilo de drenaje de humedad: su fin es que la humedad salga a través de él, dejando al resto de los filamentos libres de humedad.
- Fibras: esto es lo más importante del cable, ya que es el medio por dónde se transmite la información. Puede ser de silicio (vidrio) o plástico muy procesado. Aquí se producen los fenómenos físicos de reflexión y refracción. La pureza de este material es lo que marca la diferencia para saber si es buena para transmitir o no. Una simple impureza puede desviar el haz de luz, haciendo que este se pierda o no llegue a

destino. En cuanto al proceso de fabricación es muy interesante y hay muchos vídeos y material en la red, pero básicamente las hebras (micrones de ancho) se obtienen al exponer tubos de vidrio al calor extremo y por medio del goteo que se producen al derretirse, se obtienen cada una de ellas.

- Loose buffers: es un pequeño tubo que recubre la fibra y a veces contiene un gel que sirve para el mismo fin haciendo también de capa oscura para que los rayos de luz no se dispersen hacia afuera de la fibra.
- Cinta de Mylar: es una capa de poliéster fina que hace muchos años se usaba para transmitir programas a PC, pero en este caso sólo cumple el rol de aislante.
- Cinta antillana: es un cobertor que sirve para proteger al cable del calor y las llamas.
- Hilos sintéticos de Kevlar: estos hilos ayudan mucho a la consistencia y protección del cable, teniendo en cuenta que el Kevlar es un muy buen ignífugo, además de soportar el estiramiento de sus hilos.
- Hilo de desgarré: son hilos que ayudan a la consistencia del cable.
- Vaina: la capa superior del cable que provee aislamiento y consistencia al conjunto que tiene en su interior.

2.5.3 Características

2.5.3.1 Funcionamiento

Su funcionamiento se basa en transmitir por el núcleo de la fibra un haz de luz, tal que este no atraviese el revestimiento, sino que se refleje y se siga propagando. Esto se consigue si el índice de refracción del núcleo es mayor al índice de refracción del revestimiento, y también si el ángulo de incidencia es superior al ángulo límite.

2.5.4 Ventajas y desventajas

2.5.4.1 Ventajas

- Mayor ancho de banda, lo que permite flujos muy elevados (del orden del GHz).
- Pequeño tamaño, por lo tanto, ocupa poco espacio.
- Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.

- Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas, interferencias.
- Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía lumínica en recepción, además, no irradia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
- No produce interferencias.
- Insensibilidad a las señales parásitas, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados (por ejemplo, en los túneles del metro). Esta propiedad también permite la coexistencia por los mismos conductos de cables ópticos no metálicos con los cables de energía eléctrica.
- Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios. Puede proporcionar comunicaciones hasta los 70 km antes de que sea necesario regenerar la señal, además, puede extenderse a 150 km utilizando amplificadores láser.
- Gran resistencia mecánica, lo que facilita la instalación.
- Resistencia al calor, frío y corrosión.
- Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la reflectometría, lo que permite detectar rápidamente el lugar donde se hará la reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.
- Factores ambientales.

2.5.4.2 Desventajas

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más costosos.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable

2.6 Tipos de fibra óptica

2.6.1 Monomodo

D (SM, por sus siglas en inglés *Single Mode*), tipo de fibra que tiene un núcleo más pequeño, comparado con la fibra Multimodo, el cual solo permite el paso de un haz de luz, pero debido a su núcleo, este haz de luz no rebota entre las paredes, sino que viaja en paralelo a la longitud del cable. A este proceso se le denomina Refracción. En general, este tipo de fibra se utiliza para conectar dispositivos a gran distancia. En la figura 8 se observa el tipo de refracción.

Figura 8. Fibra óptica monomodo

Fuente: Optical Networks.

2.6.2 Multimodo

(MM, por sus siglas en inglés *Multi Mode*), tipo de fibra que tiene un mayor diámetro de núcleo, comparado con la fibra Monomodo, por el cual permite el paso de más de un haz de luz de forma simultánea, por ello permite que varios “modos” de luz puedan entrar y salir de la fibra. Se basa en la reflexión contra sus paredes para propagación de la luz. En la figura 9 se muestra el tipo de reflexión.

Figura 9. Fibra óptica multimodo

Fuente: Optical Networks.

Existe clasificación de fibra multimodo:

- OM1: soporta hasta un Gigabit Ethernet (275 m)
- OM2: soporta hasta un Gigabit Ethernet (550 m)

- OM3: soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m)
- OM4: soporta hasta 1 Gigabit Ethernet (1000 m) y 10 Gigabit Ethernet (400 m).
- OM5: soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m), 40 Gigabit Ethernet (400 m) y 100 Gigabit Ethernet (400 m).

En la figura 10 se compara el tipo de fibra óptica y sus tipos, considerando distancia recorrida y velocidad.

Categoría	Ancho de banda modal mínimo	100 Mb Ethernet 100BASE-FX	1 GB (1000 Mb) Ethernet 1000BASE-SX	10 GB Ethernet 10GBASE-SR	40 GB Ethernet	100 GB Ethernet
OM1 (62.5/125)	200 / 500 MHz.km	Hasta 2000 metros (FX)	275 metros (SX)	33 metros (SR)	No soportado	No soportado
OM2 (50/125)	500 / - MHz.km	Hasta 2000 metros (FX)	550 metros (SX)	82 metros (SR)	No soportado	No soportado
OM3 (50/125) Laser Optimized	1500 / 2000 MHz.km	Hasta 2000 metros (FX)	550 metros (SX)	300 metros (SR)	100 metros 330 metros QSFP+ eSR4	100 metros
OM4 (50/125) Laser Optimized	3500 / 4700 MHz.km	Hasta 2000 metros (FX)	1000 metros (SX)	400 metros (SR)	150 metros 550 metros QSFP+ eSR4	150 metros

Figura 10. Comparación de tipos de fibra multimodo

Fuente: ANSI/TIA/EIA 568

2.7 Estándares de fibra óptica

2.7.1 ANSI/TIA/EIA 598-A Optical fiber cable color coding

Esta norma también define el esquema de identificación del tipo de fibra óptica para la codificación por colores o chaquetas de marcado para cables militares o cables de interior. Los cables con chaquetas de colores son normalmente usados construcción interna y debe estar incluido en un nivel de fuego de resistencia específica a su uso. Los materiales de la chaqueta utilizados pueden ser coloreados para fines de identificación. Por el contrario, la mayoría de los cables desplegados al aire libre deben incorporar aditivos en el material de la chaqueta para poder soportar los efectos dañinos de la radiación solar sobre su vida útil diseñada. Tales productos típicamente contienen material de carbón negro para proporcionar

el nivel de protección requerido, lo que impide el uso de cualquier color de chaqueta que no sea negro.

Cada fibra individual dentro de un cable de fibra óptica debe ser identificable de manera única en términos de su color, unidad, grupo y/o posición.

2.7.2 ESTÁNDAR ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1

ANSI/TIA/EIA 568 B.3 es el último de los 3 estándares que detalla el cableado comercial para productos y servicios de telecomunicaciones en el 2001. Especifica los componentes y requisitos de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica. Además, intenta definir estándares que permitirán el diseño e implementación de sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales y entre edificios en entornos de campus. El sustrato de los estándares define los tipos de cables, distancias, conectores, arquitecturas, terminaciones de cables y características de rendimiento, requisitos de instalación de cable y métodos de pruebas de los cables instalados. El estándar principal, el TIA/EIA-568-B.1 define los requisitos generales, mientras que TIA/EIA-568-B.2 se centra en componentes de sistemas de cable de pares balanceados y el -568-B.3 aborda componentes de sistemas de cable de fibra óptica.

La intención de estos estándares es proporcionar una serie de prácticas recomendadas para el diseño e instalación de sistemas de cableado que soporten una amplia variedad de los servicios existentes, y la posibilidad de soportar servicios futuros que sean diseñados considerando los estándares de cableado. El estándar pretende cubrir un rango de vida de más de diez años para los sistemas de cableado comercial.

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).

Publicado en el 2002, este anexo entrega especificaciones adicionales para la fibra óptica de 50/125 μm para proveer la capacidad de soportar transmisión serial a 10 Gbps mediante tecnología VCSEL a 850 nm hasta una distancia de 300 m, máxima distancia establecida por el estándar para el backbone interior. A este tipo de fibra se le conoce como fibra óptica optimizada para láser, o por la clasificación OM3. La fibra de 50/125 μm (micrómetros) OM3 está especificada para un ancho de banda de 1500/500 MHz/Km y atenuación de 3.5/1.5 dB/Km @ 850/1300 nm. Cabe destacar que este ancho de banda corresponde al determinado mediante el Método de Medición de Ancho de Banda por Lanzamiento Saturado de Modos (Overfilled Launch Bandwidth – OFL), sin embargo, la forma correcta de medir el desempeño de una fibra de 50/125 μm mejorada para Láser es a través del Método de Medición de Ancho de Banda Efectivo por Lanzamiento de Láser (Effective Laser Launch Bandwidth – EFL), mediante el cual la fibra se certifica para un ancho de banda efectivo de 2000/500 MHz•Km, extendiéndose así la máxima distancia alcanzable para la aplicación 10GBE.

Finalmente, dependiendo de las distancias que se desee alcanzar será la aplicación que se deberá escoger. Por lo general, esta decisión se basa en el costo de la aplicación, la infraestructura de cableado disponible y las proyecciones de crecimiento y migración futuras.

Esta norma especifica los requisitos mínimos para componentes de fibra óptica usados en cableados de telecomunicaciones en edificios y campus, tales como cable, conectores, hardware de conexión, cordones, jumpers y equipo de pruebas en campo.

2.7.3 ESTÁNDAR ANSI/TIA/EIA 568 A

El profundo avance de la tecnología ha hecho que hoy sea posible disponer de servicios que eran inimaginables años atrás. En lo referente a informática y telecomunicaciones, resulta posible utilizar hoy servicios de vídeo conferencia, consultar bases de datos remotas en línea, transferir en forma instantánea documentos de un computador a otro ubicados a miles de kilómetros, el correo electrónico, para mencionar solamente algunos de los servicios de aparición más creciente, que coexisten con otros ya tradicionales, como la telefonía, FAX,

entre otros. Sin embargo, para poder disponer de estas prestaciones desde todos los puestos de trabajo ubicados en un edificio de oficinas se hace necesario disponer, además, del equipamiento (hardware y software), de las instalaciones físicas (sistemas de cableado backbone) necesarias.

Los diversos servicios arriba mencionados plantean diferentes requerimientos de cableado. Si a ello le sumamos que permanentemente aparecen nuevos productos y servicios, con requerimientos muchas veces diferentes, resulta claro que realizar el diseño de un sistema de cableado para un edificio de oficinas, pretendiendo que dicho cableado tenga una vida útil de varios años y soporte la mayor cantidad de servicios existentes y futuros posible, no es una tarea fácil.

Para completar el panorama, se debe tener en cuenta que la magnitud de la obra requerida para llegar con cables a cada uno de los puestos de trabajo de un edificio es considerable, implicando un costo nada despreciable en materiales y mano de obra.

Si el edificio se encuentra ya ocupado - como ocurre en la mayoría de los casos- se deben tener en cuenta además las alteraciones y molestias ocasionadas a los ocupantes edificio. Para intentar una solución a todas estas consideraciones (que reflejan una problemática mundial) surge el concepto de lo que se ha dado en llamar “cableado estructurado”.

La Asociación de la Industria de Comunicaciones Computacionales (CCIA) solicitó que la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) desarrollara este modelo necesario junto con la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA). En julio de 1991 se publicó la primera versión del estándar como EIA/TIA 568, donde se establecen las pautas a seguir para la ejecución del cableado estructurado. En agosto del mismo año se publicó un Boletín de Sistemas Técnicos TSB-36 con especificaciones para grados mayores (Cat.4 y 5) de UTP.

En octubre de 1995, el modelo 568 fue corregido por el TIA/EIA 568-A que absorbió entre otras modificaciones los boletines TSB-36 y TSB-40.

Esta norma, regula todo lo concerniente a sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales.

La norma garantiza que los sistemas que se ejecuten de acuerdo a esta norma soportarán todas las aplicaciones de telecomunicaciones presentes y futuras por un lapso de al menos diez años. Posteriormente, la ISO (International Organization for Standards) y el IEC

(International Electrotechnical Commission) la adoptan bajo el nombre de ISO/IEC DIS 11801 (1994), haciéndola extensiva a Europa (que ya había adoptado una versión modificada, la CENELEC TC115) y el resto del mundo.

En base a todas estas características que se describieron anteriormente podemos resumir el campo de aplicación de la norma y el propósito de la misma.

2.7.3.1 Campo de aplicación del estándar TIA/EIA 568-A

- Requerimientos mínimos para cableado de telecomunicaciones dentro de un ambiente de oficina.
- Topologías y distancias recomendadas.
- Parámetros de medios de comunicación que determinan el rendimiento.
- Disposiciones de conexión y sujeción para asegurar la interconexión.

La vida productiva de los sistemas de telecomunicaciones por cable por más de 10 años. Esto es, que los fabricantes del país más desarrollado del mundo en lo referente a telecomunicaciones y donde se desarrollan los sistemas que se usaran en el futuro, son quienes aseguran que al menos durante los próximos diez años desde que se emitió la norma (hasta el 2001), todos los nuevos productos a aparecer podrán soportarse en los sistemas de cableado que se diseñen hoy de acuerdo a la referida norma.

2.7.3.2 Propósito del estándar TIA/EIA 568-A

- Establecer un cableado estándar genérico de telecomunicaciones para respaldar un ambiente multiproveedor.
- Permitir la planeación e instalación de un sistema de cableado estructurado para construcciones comerciales.
- Establecer un criterio de ejecución y técnico para varias configuraciones de sistemas de cableados.

Proteger las inversiones realizadas por el cliente (como mínimo 10 años). Las normas TIA/EIA fueron creadas como norma de industria en un país pero se han empleado como normas internacionales por ser las primeras en crearse.

3 PLANIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

3.1 Situación actual

La empresa Cerámica San Lorenzo cuenta con una infraestructura de TI física y virtual. Esta infraestructura tiene una antigüedad de 20 años, aproximadamente. En todos estos años, la empresa ha crecido considerablemente, tanto en dimensiones como en personal y servicios. Actualmente, se cuenta con alrededor de 300 personas en la plana administrativa, las cuales necesitan de un equipo de cómputo para realizar sus labores, además de los servicios en red y acceso a Internet.

En el transcurso del tiempo, la empresa fue adquiriendo servicios, de acuerdo con el avance de la tecnología; sin embargo, su infraestructura de red creció de una manera desordenada, sin llevar un control de los equipos o tecnologías a utilizar, ni mucho menos dimensionando adecuadamente los equipos que soportarían los servicios a futuro.

Tal es el caso de los gabinetes de comunicaciones. La empresa cuenta, en su totalidad, con 23 gabinetes de comunicaciones, los cuales custodian los switches de acceso. En las figuras 11 y 12 se muestran la ubicación de los gabinetes, tanto en planta 1, 2 y 3, los cuales no se encuentran en buen estado, ya que no se les ha realizado un mantenimiento preventivo y las conexiones se instalaron de manera desordenada. Estos equipos, en varios casos, se ubican en ambientes donde la polución es excesiva, polución del tipo ambiental por parte del micropolvo generado por el proceso de prensado de la arcilla, como es el caso de las áreas de Molienda seca, molino esmalte, vigilancia y molienda seca Planta 2. Además, no son los equipos adecuados para resguardar switches en dicho ambiente. También, se tienen gabinetes sin protección alguna; es decir, sin llave, lo que puede originar que personal no autorizado manipule los equipos y pueda causar caídas de red o hasta robo del equipamiento.

En la tabla 1, se detallan los gabinetes, su ubicación por el número de Planta y una breve descripción del estado en el que se encuentran.

Tabla 2
Detalle de gabinetes

N°	Nombre del Gabinete	Planta	Estado
1	Comercial	1	desordenado, cables patch cord muy largos, rack no asegurado al piso

2	Contabilidad	1	no cuenta con patch panel, gabinete sin llave
3	Molino Esmalte	1	ubicado en ambiente con polución de polvo, sin patch panel
4	Tercer Fuego 1	1	sin patch panel
5	Tercer Fuego 2	1	desordenado, sin patch panel
6	Vigilancia Puerta 1 Planta 1	1	desordenado, cables patch cord muy largos
7	EHS	1	no cuenta con patch panel, gabinete sin llave
8	Sala de reuniones	1	sin mantenimiento, cables muy largos
9	Hornos Planta 1	1	sin gabinete, sin patch panel
10	Clasificados	1	sin patch panel
11	Oficina Supervisores	2	desordenado, cables patch cord muy largos, sin puerta
12	Vestidores Planta 2	2	desordenado, cables patch cord muy largos, sin llave
13	Molienda Seca Planta 2	2	ubicado en ambiente con polución de polvo, sin puerta
14	Vigilancia Puerta 2	2	ubicado en ambiente con polución de polvo, cables muy largos
15	Planta 2 Entrada	2	sin patch panel
16	Matrickeria	2	ubicado en ambiente con polución de polvo
17	Vigilancia Puerta 1 Planta 3	3	desordenado, cables muy largos
18	Sala Capacitacion	3	desordenado, cables muy largos
19	Oficina Produccion	3	gabinete sin llave
20	Hornos Planta 3	3	ubicado en ambiente con polución de polvo

21	Vigilancia Puerta 2 Planta 3	3	ubicado en ambiente con polución de polvo
22	Molienda Seca Planta 3	3	ubicado en ambiente con polución de polvo
23	Clasificados Planta 3	3	ubicado en ambiente con polución de polvo

Figura 11. Ubicación de gabinetes en Planta 1 y 2

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa.

Figura 12. Ubicación de gabinetes en Planta 3

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

En las figuras 13 y 14, se observan los gabinetes del área de Molino Esmalte Planta 1 y Supervisores Planta 2, gabinetes que no son los adecuados por la zona en que se ubican, ya que esa zona está expuesta al polvo. Además, el gabinete no cuenta con un patch panel que reciba el cableado horizontal, razón por la cual la conexión va directo al switch, además el equipo switch no es el adecuado para soportar el tráfico de red que se genera. El equipo switch es de marca Trendnet, con velocidad en los puertos de 10/100 mbps, no es administrable, lo que no permite crear VLANs para segmentar el tráfico de red. También, en esta figura, se puede observar el polvo que se filtra en la parte inferior dentro del gabinete.

Figura 13. Gabinete de Molino Esmalte Planta 1

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

Figura 14. Gabinete Oficina Supervisores

Fuente: Elaboración propia

En la figura15, se observa el gabinete de EHS (Environment, health and safety), gabinete que no cuenta con un cableado ordenado, lo que dificulta la identificación de puntos de red frente a un incidente. Este gabinete, tampoco cuenta con un patch panel, por lo que el cableado horizontal llega directamente al switch.

Las conexiones llegan directamente al switch sin pasar por un patch panel, como debería ser.

Figura 15. Gabinete EHS

Fuente: Elaboración propia

En relación a la ruta del cableado backbone y horizontal, estos se diseñaron y se mantuvieron sin seguir una topología de red definida, ya que se cuenta con un cableado backbone en Ethernet categoría 6, cableado que para el tipo de servicios con los que se cuenta en la institución no es suficiente, con enlaces en cascada y distancias que sobrepasan las medidas recomendadas por el estándar ANSI/TIA/EIA 568A, lo cual indica una distancia máxima de 100m. En varios de sus recorridos, el cableado principal sigue la misma ruta que el cableado eléctrico de alta tensión, sin una protección que minimice el ruido y la interferencia. Además, en varios tramos, el cableado Ethernet debe seguir la ruta de los buzones, por lo que el cable sufre rasgaduras y está expuesto a la intemperie y corrosión.

En la figura 16, se observa el buzón por donde sigue su recorrido el cableado backbone, el cual está expuesto a inundaciones y se mezcla con otros tipos de cables, como el cableado eléctrico. Así como este buzón, existen 5 buzones con características similares. A pesar de que se le brinda un mantenimiento correctivo cada 3 meses, el estado del buzón es deficiente debido a que no se encuentra en un ambiente libre de humedad y no fue diseñado ni preparado adecuadamente.

Figura 16. Buzón de datos expuesto a inundación

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17, se detalla la ubicación de los buzones de datos.

Figura 17. Ubicación de buzones de datos en Planta 1.

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

También, en diversas zonas por donde el cableado actual sigue su recorrido, son zonas cuyo el riesgo es alto debido al trabajo que allí se realiza, ya que se tienen equipos como el Horno, que opera a 400°C, temperatura necesaria para el proceso de fabricación de la cerámica. Además, existen zonas en las que no se puede transitar ya que algunas zonas están delimitadas para el libre tránsito de los equipos automatizados, los cuales son los encargados de trasladar las piezas terminadas de la zona de salida de producción hacia la zona de embalaje. Sin embargo, en dichas zonas existen gabinetes de comunicaciones por lo que es necesario encontrar la ruta adecuada.

En la figura 18, se detallan las zonas de riesgo de trabajo y las zonas reservadas para el tránsito de los equipos automatizados.

Figura 18. Plano con las zonas de riesgo y zonas reservadas.

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

Se menciona, también, que el Centro de Datos no cumple con las características de un ambiente adecuado para resguardar los activos de información de la institución, ya que está ubicado en una sala de reuniones, en donde personal no autorizado puede acceder al ambiente y manipular los equipos de comunicaciones y servidores. Además, no se cuenta con un registro de control de acceso ni cámaras de vigilancia que puedan monitorear el acceso al ambiente. También, el espacio es reducido, lo que no permite una manipulación correcta de los equipos. Otro aspecto es que no cuenta con una refrigeración recomendada por el estándar ANSI/TIA/EIA 942, temperatura que debe mantenerse en los 21 °C. En las figuras 19 y 20 se muestran el Data Center actual.

Figura 19. Parte externa del Centro de datos

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Parte interna del Centro de datos

Fuente: Elaboración propia

En relación con la topología física de la red, no se cuenta con una topología definida, ya que se tiene enlaces en cascada y distancias que sobrepasan la distancia permitida por el estándar ANSI/TIA/EIA 568A, distancia de 100m. Esto ocasiona que, si un switch de acceso tiene un inconveniente con su enlace y pierde conectividad con la red, los demás switches conectados a este switch principal, también perderían conectividad. En la figura 21, se observa el tipo de topología física de la red con la que se trabaja actualmente. Los números del 1 al 16, indican la secuencia de conexión desde el Centro de Datos hacia cada gabinete.

Figura 21. Topología de la red actual en cascada

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

En la figura 22, se observa que desde el Centro de Datos se tiende un enlace con el gabinete de Vigilancia puerta 1. Desde este último gabinete, se tienden mas enlaces a otros gabinetes, como con el gabinete de Comercial, con una distancia total de 100m. Luego, desde el mismo gabinete de Vigilancia puerta 1, se tiende un enlace en cable UTP hasta el gabinete de Planta 2 entrada, siendo este gabinete el enlace para los demás gabinetes de Planta 2. Esto ocasiona que si ocurre un inconveniente en el gabinete de Planta 2 Entrada, todos los demas gabinetes pierden conectividad. En este tramo, en total se tienen 6 cascadas, todos en cableado UTP.

En el tramo de la Planta 1, se tienen 7 enlaces en cascadas, partiendo desde el Data Center, Vigilancia Puerta 1, Tercer Fuego 2, Tercer Fuego 1, EHS, Hornos Planta 1, Sala de Reuniones y Molino Esmalte.

En la misma figura 22 se puede observar los nombres de los gabinetes. Los gabinetes expuestos al micropolvo son Molienda Seca Planta 2, Vigilancia Puerta 2 y Molino Esmalte. También, se observa la distancia entre el Centro de Datos y cada gabinete, distancias que sobrepasan lo recomendado por la norma ANSI/TIA/EIA 568A, distancia de 100m. También, en la figura 21, se puede analizar la ruta actual del cableado backbone, la cual se representa con las líneas azules.

Continuando con la figura 22, se observa que la ruta del cableado backbone tiene la misma ruta que el cableado eléctrico de alta tensión; es decir, comparten una misma bandeja sin tener alguna protección, lo que ocasiona ruido e interferencia en la transferencia de datos ya que el cableado backbone es de tipo UTP. Esta ruta, en el diagrama, se representa con líneas rojas punteadas.

Figura 22. Ruta del cableado eléctrico y backbone

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

Cabe mencionar, que los switches están desfasados tecnológicamente, ya que cuentan con una antigüedad promedio de 14 años y en muchos de ellos ya no se tiene soporte de la marca. Además, se tiene una diversidad de marcas, lo que no permite una administración centralizada, dificultando así, la identificación y resolución de problemas. En la tabla 3 se muestra un resumen de los equipos de comunicaciones.

Tabla 3
Cantidad de switches por Planta

Planta	Switches
1	18
2	5
3	15
Total	38

Estos switches, se dividen en las siguientes marcas, muchos de ellos no soportan el tráfico de datos que genera la institución, ocasionando latencia y cortes de red. En la tabla 4 se muestra la cantidad de equipos por marcas.

Tabla 4.
Cantidad de switches por marca

Marca	Cantidad
3Com	11
HP	20
Dell	2
Cisco	2
<u>TrendNet</u>	1
<u>Dlink</u>	2
Total	38

En la figura 23, se observa la cantidad de equipos adquiridos por año. Tener en cuenta que se consideran, como equipos desfasados, aquellos que tengan una antigüedad de 7 años; es decir, equipos comprados hasta el año 2011. Por otro lado, se considera equipos recientes, aquellos equipos que se hayan adquirido a partir del año 2012. Esto por una política interna en el área de Telecomunicaciones de la corporación Lamosa.

Figura 23. Resumen de equipos por switches por año.

Fuente: Elaboración propia

Los equipos que fueron adquiridos después del año 2012, en muchos de esos equipos, no se cuenta con características básicas para la envergadura de la red, no son administrables, no soportan la creación de VLANs, no cuentan con la funcionalidad de seguridad en los puertos, no cuentan con puertos de fibra, cuentan con un throughput de solo 3.2GB, entre otras características. En la figura 24, se muestran la ubicación de dichos equipos.

Figura 24. Ubicación de switches básicos

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

3.2 Interesados

En la tabla 5, se enumeran los interesados del proyecto. Se consideran a toda persona que se verá beneficiado o perjudicado directamente con el proyecto.

Tabla 5.
Lista de interesados del proyecto

Interesados	Descripción
I1	Gerente de Sistemas
I2	Jefe de Sistemas
I3	Gerente de Finanzas
I4	Gerente General
I5	Jefe de Producción
I6	Jefe de Ventas
I7	Gerente de SCH
I8	Gerente de Producción
I9	Vendedores
I10	Jefe de Marketing
I11	Jefe de Laboratorio de Desarrollo
I12	Operarios
I13	Proveedores de TI
I14	Todo el personal de la empresa

3.3 Requerimientos

Tabla 6.
Resumen de objetivos específicos y requerimientos

OBJETIVO ESPECIFICO (colocar el OE completo)	REQUERIMIENTO
OE 1: Elegir la mejor ruta posible para el nuevo cableado backbone horizontal en fibra óptica.	RQ1: Todo el cableado backbone debe estar protegido durante su recorrido, según las recomendaciones del estándar ANSI/TIA/EIA 568A
	RQ2: La ruta del cableado backbone debe ir por el lado lateral de la bandeja de cableado eléctrico
	RQ3: Todo el recorrido del cableado backbone debe contar con cajas de paso cada 20m. de acuerdo con el estándar ANSI/TIA/EIA 568B3
	RQ4: Identificar las zonas de riesgo de trabajo y zonas restringidas de tránsito de personal.

	RQ5: Mantenimiento de los buzones de datos por donde se realizará el tendido de fibra óptica
	RQ6: Identificar la ruta con menos curvas
	RQ7: Contar con los planos de infraestructura de la empresa (el plano debe estar dentro del plano real de la infraestructura de la empresa)
	RQ8: Todos los gabinetes deben contar con patch panel para recepcionar el cableado horizontal de acuerdo con el estándar ANSI/TIA/EIA 568A
	RQ9: Diseñar la topología de red física, eligiendo la mejor acorde a la infraestructura de la empresa, según las recomendaciones del estándar ANSI/TIA/EIA 568A
OE 2: Elegir el tipo de fibra óptica adecuado de acuerdo con las distancias de los gabinetes con el Centro de Datos	RQ10: Se debe usar el cable de fibra de acuerdo a la distancia a recorrer por gabinete, en especial si es fibra Multimodo
	RQ11: Identificar las distancias desde el Centro de Datos hacia cada gabinete para que de esta manera elegir el tipo de fibra, en especial si es Multimodo.
	RQ12: La fibra cuyo recorrido sea por buzón de datos debe ser fibra óptica de tipo externa para soportar la exposición a la intemperie
	RQ13: Se deben fusionar dos pares de hilos de cada fibra, uno para contingencia
OE 3: Cumplir con los valores de atenuación de la fibra de acuerdo con los valores del fabricante	RQ14: Contar con los valores de atenuación por parte de la marca de la fibra óptica.
	RQ15: Elegir la ruta con menos curvas, por lo menos no más de dos curvas cada 20m.
OE 4: Cumplir con las velocidades de transmisión por tipo de cable de acuerdo	RQ16: Los switches deben contar con puertos uplink de 10GB y transceiver de la misma capacidad.

con los valores del estándar ANSI/TIA/EIA-568-B3	RQ17: Contar con garantía de fábrica por la fibra óptica, resaltando los valores de transmisión.
ADICIONALES (no se asocian a un OE)	
	RQA1: La fibra óptica en los gabinetes debe ser recepcionado en una bandeja de fibra
	RQA2: Los gabinetes deben contar con ventiladores, ordenadores de cables y cables patch cord certificados (no preparados)
	RQA3: Todos los gabinetes deben contar con patch panel para recepcionar el cableado horizontal de acuerdo con el estándar ANSI/TIA/EIA 568A
	RQA4: Se deben reemplazar los gabinetes que se ubican en zonas de alta polución por gabinetes industriales con protección IP54 para zonas de alta contaminación de polvo.
	RQA5: Contar con equipos switches de capa 2 y capa 3, administrables, con capacidad para crear VLANs, autenticación por puerto y con un throughput mínimo de

3.4 Consumo de ancho de banda

Los servicios con los que cuenta la empresa, en la actualidad, que son soportados por la infraestructura de red, son la telefonía IP, video vigilancia y transferencia de archivos. Actualmente, se cuentan con 10 cámaras tipo IP distribuidas en la Planta 1 y 2, esto para monitorear algún suceso imprevisto, daño a los equipos o accidente fortuito. Cabe mencionar que se cuenta, en total, con 50 cámaras tipo analógicas.

Las cámaras operan con el protocolo H.264, con resolución de 10Mp, calidad de video intermedio, ratio de marco por segundo (FPS) 12fps (esto de acuerdo al data sheet de la marca), 24 horas en movimiento y un almacenamiento de 14 días para consultas. Estos parámetros nos dan un consumo actual de 576Mbps, tal como se muestra en la figura 25.

Stream Type:	☐ MJPEG ☒ H.264	
Resolution:	☐ D1 (704x480) ☐ 720P HD ☐ 1080P HD	☐ 1.3 Megapixel ☐ 3 Megapixel ☐ 5 Megapixel ☒ 10 Megapixel
Video Quality:	☐ Low ☒ Medium ☐ High	
Average Frame Size:	100 KB	
Number of Cameras:	60	
Frame Rate per Camera:	12 FPS	
Hours of Motion:	24 Hours a Day	
Storage in Days (per camera):	14	
Total Bandwidth:	576.0 Mbps	
Average Bandwidth per Camera:	9.6 Mbps	
Estimated Storage:	87.1 TB	

Figura 25. Consumo de ancho de banda de las cámaras de videovigilancia IP

Fuente: <http://www.stardot.com/bandwidth-and-storage-calculator>

En relación con el consumo de telefonía IP, se cuenta con 150 equipos analógicos. Se planifica migrar de telefonía convencional a telefonía IP. Los parámetros de operación serán con el codec G723, protocolo H323 con 60 llamadas en simultáneo (de acuerdo a lo solicitado por el área de Marketing y Ventas), lo que nos da un consumo de 2.55Mbps, tal como se muestra en la figura 26.

Incoming Channel	Outgoing Channel
☒ Regular Audio Codecs Codec: <input type="text" value="g.723.1-6.10Kbps"/>	☒ Regular Audio Codecs Codec: <input type="text" value="g.723.1-6.10Kbps"/>
☐ Speex Audio Codec	☐ Speex Audio Codec
☐ MGCP ☒ H323 ☐ SIP ☐ IAX2 ☐ IAX2 trunked	☐ MGCP ☒ H323 ☐ SIP ☐ IAX2 ☐ IAX2 trunked
☐ RTCP	☐ RTCP
Number of simultaneous calls: <input type="text" value="60"/>	
<input type="button" value="Calculate"/>	
Incoming Bandwidth	Outgoing Bandwidth
Calls: 60 RTP: 4.69 Kbps UDP: 3.13 Kbps IP: 7.81 Kbps Protocol: H323 Audio Codec: 6.10g.723.1 Kbps *H323 overhead is disregarded!	Calls: 60 RTP: 4.69 Kbps UDP: 3.13 Kbps IP: 7.81 Kbps Protocol: H323 Audio Codec: 6.10g.723.1 Kbps *H323 overhead is disregarded!
Incoming bandwidth: 1303.5 Kbps 1.27 Mbps 162.94 KBps 0.16 MBps	Outgoing bandwidth: 1303.5 Kbps 1.27 Mbps 162.94 KBps 0.16 MBps
Total bandwidth (incoming and outgoing): 2607 Kbps 2.55 Mbps 325.88 KBps 0.32 MBps	

Figura 26. Consumo de ancho de banda de los teléfonos IP

Fuente: <http://elastixtech.com/calcular-ancho-de-banda-en-voip>

Para el consumo de ancho de banda de internet, se cuenta con 220 usuarios con acceso a internet entre Planta 1 y 2. El acceso a internet es de 20Mbps, de acuerdo con el contrato firmado con el ISP Claro, tal como se muestra en la figura 27.

Ubicación	Usuarios con acceso a Internet	Throughput	Tráfico
Planta 1 y 2	220	20Mbps	4400Mbps

Figura 27. Acceso a Internet en Planta 1 y 2

Fuente: Elaboración propia

Se adiciona como servicio, la transferencia de imágenes en alta calidad, proceso que es realizado por el área de Diseño. El proceso consiste en digitalizar un diseño, esta imagen

pasaría a un repositorio donde será tratado por personal autorizado. Esta imagen contaría con las siguientes características, tal como se muestra en la figura 28. Estas características son solicitadas por el área de Diseño y Laboratorio.

	Peso de la imagen	Promedio de imágenes	Consumo Mbps
Procesamiento de imágenes P1	512Kb	20	80
Procesamiento de imágenes P3	512Kb	20	80
Consumo total			160

Figura 28. Consumo de ancho de banda de imágenes en alta calidad

Fuente: Elaboración propia

Para el consumo de la conexión con la sede en México, se implementará un enlace internacional MPLS de 4Mbps. Por este enlace podrán pasar servicios como el nuevo ERP SAP.

4 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Especificaciones

Tabla 7.

Resumen de requerimientos y especificaciones

REQUERIMIENTO	Especificaciones
RQ1: Todo el cableado backbone debe estar protegido durante su recorrido	<ul style="list-style-type: none">• Para el tendido de fibra aéreo, se debe utilizar tubo conduit EMT de ¾”, como mínimo.• Se debe utilizar cajas de pase metálicas liviana de 6x6x4”, como mínimo• Se deben utilizar abrazaderas de metal de una oreja.• Para el tendido de fibra canalizado, la ductería debe ser adosado a la pared con tornillos y abrazaderas de metal de una oreja.
RQ2: La ruta del cableado backbone debe ir por el lado lateral de la bandeja de cableado eléctrico	<ul style="list-style-type: none">• Para el tendido de fibra aéreo, la ductería debe adosarse a la bandeja por la parte exterior y usar tornillos autorroscante. Por ningún motivo la ductería debe ir dentro de la bandeja eléctrica.• La ductería debe ser señalizada con stickers de color naranja fosforescente cada 20m. para su fácil identificación.
RQ3: Todo el recorrido del cableado backbone debe contar con cajas de paso cada 20m. de acuerdo con el estándar ANSI/TIA/EIA 568A	<ul style="list-style-type: none">• Se debe utilizar cajas de pase metálicas liviana de 6x6x4”, como mínimo• Al ingreso del switch core ubicado en el Centro de Datos, la caja de pase debe ser de 12x12x4”
RQ4: Identificar las zonas de riesgo de trabajo y zonas restringidas de tránsito de personal.	<ul style="list-style-type: none">• Zonas donde la polución de polvo es excesiva, trabajo en altura mayor a 2m., trabajo en constante contacto con fuego, trabajo en zonas de

	<p>carga, zonas de exposición eléctrica de alta tensión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas de carga y descarga de materia prima, tránsito de montacargas, tránsito de camiones, zonas de tránsito de robots, zona de desecho contaminante, zona de maquinaria pesada.
RQ5: Mantenimiento de los buzones de datos por donde se realizará el tendido de fibra óptica	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben limpiar los buzones de datos. • Señalizar la tapa de los buzones. • Retirar el agua empozada, esto de encontrarse agua en los buzones. • Retirar la tierra húmeda. • Retirar el cableado inoperativo.
RQ6: Identificar la ruta con menos curvas	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre el plano de la institución identificar las posibles rutas con menos curvas para la mejor fluidez de datos. • Inspección física de la ruta en Planta para corroborar que la ruta seleccionada es factible. • Solicitar la aprobación del Jefe y Gerente de Planta para utilizar la ruta seleccionada.
RQ7: La ruta debe plasmarse dentro del plano real de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe plasmar la ruta seleccionada en el plano real de la institución. • La ruta en el plano debe considerar distancias entre el Centro de datos y cada gabinete. • Se debe visualizar el nombre de cada gabinete para su fácil identificación. • Se debe considerar en el plano la cantidad de cajas de pase utilizadas.

RQA8: Todos los gabinetes deben contar con patch panel para recepcionar el cableado horizontal de acuerdo con el estándar ANSI/TIA/EIA 568A	<ul style="list-style-type: none"> • Los patch panel deben ser nuevos. • Los patch panel deben ser de categoría 6. • Deben considerarse los jacks RJ45 CAT6 color negro.
RQ9: Diseñar la topología de red física, eligiendo la mejor acorde a la infraestructura de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe diseñar la topología tipo Estrella, un enlace de fibra óptica desde el Centro de Datos para cada gabinete. • Esta topología se debe plasmar en el plano de la institución.
RQ10: Se debe usar el cable de fibra de acuerdo a la distancia a recorrer por gabinete, en especial si es fibra Multimodo	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe trabajar con fibra interna y externa y del tipo multimodo OM4 y monomodo. • La fibra debe ser de 6 hilos, como mínimo y se deben conectorizar los 6 hilos. • La fibra óptica tipo externa debe ser con chaqueta del tipo no propagador de incendio, baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos. • Se debe contar con las distancia a recorrer desde el Centro de datos hacia cada gabinete. • En la fibra se debe visualizar el nombre del fabricante, marca del producto, fecha de fabricación, grabación secuencial métrica (en sistema de medida internacional SI) impresos en el revestimiento externo.
RQ11: Identificar las distancias desde el Centro de Datos hacia cada gabinete para que de esta manera elegir el tipo de fibra, en especial si es Multimodo.	<ul style="list-style-type: none"> • Las distancias, en metros, desde el Centro de Datos hacia cada gabinete deben visualizarse en el plano de la institución.

<p>RQ12: La fibra cuyo recorrido sea por buzón de datos debe ser fibra óptica de tipo externa para soportar la exposición a la intemperie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La fibra óptica tipo externa debe ser con chaqueta del tipo no propagador de incendio, baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos. • La fibra óptica deberá cumplir mínimo con los estándares internacionales IEC 60332-3 (no propagación de Incendio), IEC 61034 parte 2 (baja emisión de humos opacos) e IEC 60754 parte 2 (libre de halógenos y baja emisión de gases corrosivos), de acuerdo al cumplimiento de la adenda al nuevo código nacional eléctrico) según la RM N° 175-2008 MEM-DM. • Fibra tipo LOMMF de 50 micrones, con chaqueta resistente a los rayos ultravioletas.
<p>RQ13: Se deben fusionar los tres pares de hilos de cada fibra, uno para contingencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La fibra óptica debe ser alojada en una bandeja de fibra de 01 RU. • Se deben conectorizar los 03 pares de hilos. • Se debe considerar el patch cord de fibra de 1m.
<p>RQ14: Contar con los valores de atenuación por parte de la marca de la fibra óptica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe contar con dichos valores, en su defecto utilizar los recomendados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 B3.
<p>RQ15: Elegir la ruta con menos curvas, por lo menos no más de dos curvas cada 20m.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La ruta debe ser visualizada en el plano de la institución.
<p>RQ16: Los switches deben contar con puertos uplink de 10GB y transceiver de la misma capacidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los switches de acceso (borde) deben contar con puertos modulares, mínimo 4, de fibra con capacidad de 10GB. • Todos los switches de acceso deben ser de una misma marca y modelo.

	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben contar con switches de acceso de 24 y 48 puertos, todos PoE. • Los switches deben proporcionar una interfaz a línea de comando (CLI) e interfaz gráfica de usuario para una fácil configuración con el navegador (HTTP/HTTPS). • Los switches deben soportar auto-negociación en todos los puertos RJ45. • Deben soportar apilamiento de 04 switches como mínimo interconectados a 20Gbps agregados. • Deben soportar 4000 VLAN ID activas como mínimo
RQ17: Contar con garantía de fábrica por la fibra óptica, resaltando los valores de transmisión.	<ul style="list-style-type: none"> • Carta de garantía por parte del fabricante a nombre de la empresa. • Garantía de la fibra óptica mínimo de 20 años.
Requerimientos adicionales	
RQA1: La fibra óptica en los gabinetes debe ser recepcionado en una bandeja de fibra	<ul style="list-style-type: none"> • La fibra óptica debe ser alojada en una bandeja de fibra de 01 RU. • La bandeja puede ser de acero laminado, • Se deben conectorizar los 03 pares de hilos. • Se debe considerar el patch cord de fibra de 1m. • La bandeja debe contar con espacio posterior para alojar la reserva de cable. • La pintura de la bandeja puede ser en pintura en polvo electrostática horneada, de color negro.

<p>RQA2: Los gabinetes deben contar con ventiladores, ordenadores de cables y cables patch cord certificados (no preparados)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben instalar ventiladores en la parte superior del gabinete. • El extractor de aire debe instalarse en la parte inferior del gabinete. • Los ordenadores de cable deben ser de la misma marca. • Los ordenadores pueden ser de 01RU y 02RU. • Los patch cord deben ser certificados, todos de una misma marca y de 1m. • Los patch cord deben ser de color azul para el cableado de datos y color violeta para las cámaras
<p>RQA3: Todos los gabinetes deben contar con patch panel para recepcionar el cableado horizontal de acuerdo con el estándar ANSI/TIA/EIA 568A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los patch panel deben ser de una misma marca. • Los patch panel deben ser nuevos. • Los patch panel deben ser de categoría 6. • Deben considerarse los jacks RJ45 CAT6 color negro. • En caso exista cableado en CAT6A, se debe considerar el patch panel adecuado.
<p>RQA4: Se deben reemplazar los gabinetes que se ubican en zonas de alta polución por gabinetes industriales con protección IP54 para zonas de alta contaminación de polvo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los gabinetes de recambio deben cumplir con la protección estándar IP54 (polvo y chorros de agua). • Los gabinetes deben ser de 19RU. • Todos los gabinetes deben contar con llave de acceso.

<p>RQA5: Contar con equipos switches de capa 2 y capa 3, administrables, con capacidad para crear VLANs, autenticación por puerto y con un throughput mínimo de 101Mpps (millones de Paquetes por segundo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los switches de acceso (borde) deben contar con puertos modulares, mínimo 4, de fibra con capacidad de 10GB. • El switch de core debe ser del tipo chasis con 7 slots, como mínimo. • Todos los switches de acceso deben ser de una misma marca y modelo. • Se deben contar con switches de acceso de 24 y 48 puertos, todos PoE. • Los switches deben proporcionar una interfaz a línea de comando (CLI) e interfaz gráfica de usuario para una fácil configuración con el navegador (HTTP/HTTPS). • Los switches deben soportar auto-negociación en todos los puertos RJ45. • Deben soportar apilamiento de 04 switches como mínimo interconectados a 20Gbps agregados. • Deben soportar 4000 VLAN ID activas como mínimo • Capacidad de conmutación de 176 Gbps como mínimo.
--	---

4.2 Diseño de la solución

El cableado backbone en fibra óptica partirá desde el Centro de Datos hacia cada uno de los gabinetes de comunicaciones ubicados en las distantes áreas de la empresa. Específicamente, se fusionarán los cables en una bandeja de fibra alojada en el gabinete de comunicaciones de 42 RU, bandeja que será ubicada en la parte superior del gabinete. Luego se interconectarán mediante un patch panel de fibra. En la figura 29 se visualiza la ubicación del Centro de Datos y los diversos gabinetes a los cuales se enlazará. Asimismo, se visualiza

la ruta final del backbone. Esto debido a tres factores: distancia entre el Centro de datos y los gabinetes, factibilidad y riesgo del trabajo.

Figura 29. Enlaces de fibra para cada gabinete desde el Centro de datos – ruta final

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

Para elegir la ruta final por cada enlace, se observó una ruta alterna para cada tramo. En la figura 30, se observa la ruta alterna del enlace de Contabilidad. Esta ruta, paralela a la ruta final; sin embargo, en distancia y factibilidad no es aplicable. Esto último debido a que existen vigas de concreto que llegan hasta la mitad del ambiente y para pasar por ese lado implica mayor esfuerzo. Además, el área de Mantenimiento no permite debilitar la estructura del edificio.

Figura 30. Ruta alterna del gabinete de Contabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura 31, se observa la ruta alterna del enlace de Comercial. Se identifica una ruta por el estacionamiento, el enlace sería directo, pero esto implica realizar obra civil, lo que aumentaría el costo del proyecto.

Figura 31. Ruta alterna de gabinete Comercial

Fuente: Elaboración propia

En la figura 32, se observa la ruta alterna del enlace de Vigilancia Puerta 1. Seguirá la ruta por buzones, como la ruta principal; sin embargo, al terminar el tercer buzón, se tendría que seguir el recorrido por pared a una altura de 1.8m. luego tendrá que pasar por el portón lo que aumentaría la distancia y el costo por obra civil. Altura mayor a 5m del portón. Por estas razones, se elige seguir con la ruta principal y así aprovechar los buzones de datos.

Figura 32. Ruta alterna del gabinete Vigilancia Puerta 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33, se observa la ruta alterna del enlace de Clasificados. Esta ruta ingresaría a la nave de Producción; sin embargo, la zona es muy transitada, además, se tendría que cruzar por la zona de Patio de Productos Terminado, zona en la que transitan montacargas y no existe una bandeja de guía para llevar la fibra. Lo que ocasionaría subir el presupuesto.

Figura 33. Ruta alterna del gabinete Clasificados

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34, se observa la ruta alterna del enlace de Tercer Fuego 1. Esta ruta ingresaría a la nave de Producción; sin embargo, la zona es peatonal y muy transitada, lo que originaría permisos de trabajo fuera de horario de oficina. Además, para el acceso en el tramo final, se tendría que pasar por encima de la línea de producción de acabado. Si cae polvo o alguna herramienta, puede originar alguna parada de producción.

Figura 34. Ruta alterna del gabinete tercer Fuego 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 35, se observa la ruta alterna del enlace de Tercer Fuego 2. Esta ruta ingresaría a la nave de Producción; sin embargo, la zona es peatonal y muy transitada, lo que originaría permisos de trabajo fuera de horario de oficina. Además, para el acceso en el tramo final, se tendría que pasar por encima de la línea de producción de acabado. Si cae polvo o alguna herramienta, puede originar alguna parada de producción. Adicionalmente, esta ruta es mas larga que la ruta final.

Figura 35. Ruta alterna del gabinete tercer Fuego 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 36, se observa la ruta alterna del enlace de Hornos Planta 1. Se identifica una ruta alterna al entrar a la nave de Producción; sin embargo, la zona es muy transitada, lo que originaría permisos de trabajo fuera de horario de oficina y probables daños a los equipos de producción. Además, la ruta alterna es mas larga que la ruta final.

Figura 36. Ruta alterna del gabinete Honos Planta 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 37, se observa la ruta alternativa del enlace de EHS. Se identifica una ruta alternativa al entrar a la nave de Producción; sin embargo, la zona es muy transitada y el espacio es angosto, lo que ocasiona incomodidad al momento de realizar los trabajos y el equipo manlift no puede ingresar a esa zona.

Figura 37. Ruta alterna del gabinete EHS

Fuente: Elaboración propia

En la figura 38, se observa la ruta alternativa del enlace de Sala de Reuniones. Se identifica una ruta alternativa al entrar a la nave de Producción; sin embargo, la zona es muy transitada y el espacio es angosto, lo que ocasiona incomodidad al momento de realizar los trabajos y el

equipo manlift no puede ingresar a esa zona. Además, se pasaría por la zona LGV (zona de equipos automatizados preestablecidos con una ruta fija) y en esta zona no pueden colocarse equipos ni objetos que obstruyan la ruta fijada.

Figura 38. Ruta alterna del gabinete Sala de reuniones

Fuente: Elaboración propia

En la figura 39, se observa la ruta alternativa del enlace de Matriceria. Se puede seguir por los buzones hasta la entrada de Planta 2. De ese punto se tendría que ir por la pista haciendo obra civil hasta llegar al gabinete.

Figura 39. Ruta alterna del gabinete Matriceria

Fuente: Elaboración propia

En la figura 40, se observa la ruta alternativa del enlace de Molino Esmalte. Se identifica una ruta, similar a la de los gabinetes EHS y Sala de reunión; sin embargo, el espacio de trabajo es reducido, lo que impide que el manlift pueda ingresar.

Figura 40. Ruta alterna del gabinete Molino Esmalte

Fuente: Elaboración propia

En la figura 41, se observa la ruta alterna del enlace de Entrada Planta 2. Se identifica una ruta, siguiendo un tramo por buzón hasta la entrada de Planta 2, luego seguir por la pista y llegar hasta el gabinete, pero eso implicaría obra civil. Lo que aumentaría el costo del proyecto.

Figura 41. Ruta alterna del gabinete Entrada Planta 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 42, se observa la ruta alterna del enlace de Vestidores Planta 2. Esta ruta sería siguiendo un tramo por buzón hasta la entrada de Planta 2, luego seguir por la pista y llegar hasta el gabinete, pero eso implicaría obra civil. Lo que aumentaría el costo del proyecto.

Figura 42. Ruta alterna del gabinete Vestidores Planta 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 43, se observa la ruta alterna del enlace de Oficina Supervisores. Esta ruta sería siguiendo un tramo por buzón hasta la entrada de Planta 2, luego seguir por la pista y llegar hasta el gabinete, pero eso implicaría obra civil. Lo que aumentaría el costo del proyecto.

Figura 43. Ruta alterna del gabinete Oficina Supervisores

Fuente: Elaboración propia

En la figura 44, se observa la ruta alterna del enlace de Molienda Seca Planta 2. Se identifica una ruta, con tramos iguales a los del gabinete de Comercial y Vigilancia Puerta 1; sin embargo, la distancia incrementa, lo que originaría un aumento del costo del proyecto.

Figura 44. Ruta alterna del gabinete Molienda seca Planta 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 45, se observa la ruta alterna del enlace de Vigilancia Puerta 2. Se identifica una ruta, con tramos iguales a los del gabinete de Comercial y Vigilancia Puerta 1; sin embargo, la distancia incrementa, lo que originaría un aumento del costo del proyecto.

Figura 45. Ruta alterna del gabinete Vigilancia Puerta 2

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la identificación de las zonas de riesgo de trabajo y zonas restringidas de tránsito de personal, se proporciona un plano con las zonas sugeridas. Para esto, se considera, zonas de riesgo aquellas zonas donde el polvo es excesivo, tal como es el área de Molino esmalte, Prensa, Molienda Seca. En estas zonas, se debe ingresar con Equipos de Protección Personal (EPP) para minimizar el riesgo de accidentes laborales. Las zonas que se consideran de tránsito reservado para montacargas y robots son las áreas de Tercer Fuego, Línea esmalte, Hornos, Clasificados y Prensa. En la figura 46, se observa las zonas detalladas.

Figura 46. Plano con las zonas de riesgo y zonas reservadas

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

Para identificar la ruta con menos curvas y menores obstáculos, es necesario que se realice un recorrido por las zonas por donde posiblemente pueda tenderse la fibra óptica. Esto para validar que la ruta es la más adecuada y que no se cuenta con obstáculos mayores para los trabajos. Con esto, se obtendrían rutas alternas en caso alguna ruta hacía un gabinete no sea admitida. Adicional a esta inspección, es necesario contar con la aprobación del jefe y Gerente de cada Planta, sobre la ruta final. Con esto se asegura la ruta final del cableado backbone. En la figura 47 se visualizan las rutas alternas, en especial para los gabinetes Tercer Fuego 1, Clasificados, Hornos. Molino Esmalte y Vigilancia Puerta 2.

Una vez que se cuente con el visto bueno del jefe y Gerente de cada Planta, la ruta final debe plasmarse en el plano real de la institución con la firma de cada responsable del proyecto.

Figura 47. Rutas alternas de gabinetes Clasificados, Hornos, Tercer Fuego 1, Molino esmalte y Molienda seca Planta 2.

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

La topología física a diseñar, debe ser tipo Estrella; es decir, un enlace de fibra para cada gabinete partiendo desde el Centro de Datos. Se elige esta topología por ser la mejor que se adapta a las necesidades de la empresa. Además, con este tipo de topología se tienen las siguientes ventajas:

- Enlace independiente para cada gabinete.
- Se eliminan las cascadas (enlaces secuenciales).
- De existir un inconveniente, solo afectaría a ese sector donde la fibra reside.
- Se puede utilizar un par de hilos para la conexión a cada switch.

Se debe plasmar esta topología en el plano de la institución. En la figura 48, se visualiza el diagrama de la topología sobre el plano.

Figura 48. Topología Estrella sobre el plano de la institución.

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

Con la ruta final, desde el gabinete, se hará el tendido de los cables de fibra, los cuales subirán al falso techo del Centro de Datos por una escalerilla y seguirán el recorrido hasta salir de ese ambiente. Los cables serán sujetos con cinta Velcro, esto para no dañar el cable de fibra ni ejercer presión sobre el cableado. La escalerilla será de las siguientes dimensiones:

La figura 49 muestra cómo los cables de fibra subirán al falso techo por la escalerilla.

Figura 49. Salida de la fibra desde el Centro de datos

Fuente: Elaboración propia

Una vez que los cables de fibra óptica salgan del perímetro del Centro de Datos, el recorrido será aéreo, mayormente, dentro de la Nave de Producción. Los cables de fibra serán protegidos mediante ductería del tipo conduit pesado EMT 2". Se tendrán tres salidas desde el Centro de Datos hacia los gabinetes. Esto por motivo de distancias y mejor ruta seleccionada. La ruta final del cableado backbone se elige debido a la distancia entre el Centro de datos y los gabinetes, la dificultad para realizar el tendido de fibra y el riesgo existente en la ruta. En la figura 50 se visualizan las salidas a los gabinetes desde el Centro de Datos.

Figura 50. Salida desde el Centro de datos

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

En la Salida 1, se tenderán 2 cables de fibra Multimodo del tipo interno. Se elige fibra Multimodo ya que la distancia a recorrer hacia los dos gabinetes es menor a 200 metros. Los gabinetes a enlazar son: Clasificados Planta 1 y Hornos Planta 1. La distancia entre el Centro de Datos y el gabinete de Clasificados Planta 1 es de 80m y la distancia entre el Centro de Datos y el gabinete Hornos Planta 1 es de 160m. También, se elige fibra del tipo interno ya que esta fibra es más flexible y de menor grosor en comparación con la fibra de tipo externo, por lo que es más fácil de maniobrar. Además, esta fibra estará cubierta en todo su recorrido y no pasará por algún buzón de datos. En la figura 51, se visualiza el tendido de cable de fibra desde el Centro de Datos hacia los gabinetes de Hornos y Clasificados Planta 1.

Figura 51. Recorrido de la fibra desde el Centro de datos a gabinetes Clasificados y Hornos Planta 1.

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

En el recorrido para el gabinete Clasificados Planta 1 se utilizará tubos conduit rígido EMT 2", aproximadamente 80 tubos. Esto debido a que cada tubo mide 2m. ($160 / 2 = 80$). Las uniones entre los tubos serán del tipo externa y se utilizarán accesorios como ángulos internos y externos. Las cajas de paso se colocarán cada 20m. y serán del tipo galvanizado pesado de dimensión 6x6x4, ya que solo pasarán dos cables de fibra.

Se elige el diámetro del tubo de 2" ya que de acuerdo a las recomendaciones de The Fiber Optic Association (FOA) se indica que: "Se puede agregar un cable de fibra a un conducto si el cable no supera el 70% del área del conducto", según el diámetro del cable de fibra interna (6mm), este puede soportar hasta 20 cables de fibra óptica del tipo interno. Sin embargo, la norma nos indica que el cable dentro de la tubería debe quedar de manera holgada y que la suma de todos los cables no debe exceder el 70% del diámetro interno. Además, con este diámetro del ducto, se prevé el tendido de fibra adicional. En la tabla 8 se muestra la cantidad de cables por ducto de acuerdo al diámetro.

Tabla 8
Cantidad de cables en ductería

Diámetro tubería	5.6 mm	6.1mm	7.4mm
1/2"	0	0	0
3/4"	4	3	2
1"	7	6	3
1 1/4"	12	10	6
1 1/2"	16	15	7
2"	22	20	14
2 1/2"	36	30	17

La ruta a seguir dentro de la Nave de Producción será por la bandeja eléctrica, la cual está a unos 6m. de altitud. Además, se aprovechará la bandeja para no tener que realizar un nuevo

tendido de bandeja de red, con lo cual se ahorra en costo de implementación. Los ductos deben ser adosados por la parte externa de la bandeja con abrazadera de metal de una oreja y se usarán tornillos autorroscantes con taladro atornillador inalámbrico. Por ningún motivo, se debe tener contacto con los cables de alta tensión.

En cada gabinete, el cableado se alojará en una bandeja de fibra, la cual se colocará en la parte superior.

En la Salida 2, se tenderá un cable de fibra óptica multimodo del tipo interna. Este cable conectará al gabinete de Contabilidad, distante del Centro de Datos de 70m. El recorrido será tipo aéreo, por encima del falso techo, con ductos conduit EMT rígido de $\frac{3}{4}$ ". Se elige esta dimensión del ducto ya que por el momento solo recorrerá un cable de fibra interno, con proyección a 3 cables y la norma indica que el ducto de menor dimensión debe ser de $\frac{3}{4}$ ", con lo que la fibra tendrá espacio suficiente para su recorrido.

Se usarán, un promedio de 35 ductos, con cajas de paso cada 20m. y accesorios como ángulos internos y externos. Esta ductería se adosará a la estructura del techo principal, especialmente en las vigas de fierro. Se usará abrazaderas de tipo oreja y las uniones entre los ductos serán del tipo externa.

En la figura 52, se visualiza el tendido de cable de fibra desde el Centro de Datos hacia el gabinete de Contabilidad.

Figura 52. Recorrido de la fibra desde el Centro de datos hacia el gabinete de Contabilidad

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa.

En la Salida 3, se tenderán 13 cables de fibra de los siguientes tipos, según la ubicación de cada gabinete, según la tabla 9.

Tabla 9
Tipo de fibra según gabinete

Desde	Hacia gabinete	Tipo de fibra
Centro de Datos	Contabilidad	Multimodo interna
Centro de Datos	Comercial	Multimodo externa
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 1 Planta 1	Multimodo externa
Centro de Datos	Clasificados Planta 1	Multimodo interna
Centro de Datos	Tercer Fuego 1 Planta 1	Multimodo interna
Centro de Datos	Tercer Fuego 2 Planta 1	Multimodo interna
Centro de Datos	Hornos Planta 1	Multimodo interna
Centro de Datos	EHS	Multimodo interna
Centro de Datos	Sala Reunion Planta 1	Multimodo interna
Centro de Datos	Molino Esmalte Planta 1	Multimodo interna
Centro de Datos	Planta 2 Entrada	Multimodo externa
Centro de Datos	Vestidores Planta 2	Multimodo externa
Centro de Datos	Oficina Supervisores Planta 2	Multimodo externa
Centro de Datos	Matricería	Multimodo externa
Centro de Datos	Sub Estación 4 Planta 2	Multimodo externa
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 2 Planta 1	Multimodo externa

De la tabla 9 se puede destacar que 8 enlaces son del tipo Externa. Esto debido a que, para llegar a los gabinetes ubicados en Planta 2, la fibra debe pasar por buzones de datos, razón por la cual se tuvo que elegir una fibra que resista las condiciones externas como lluvias, lodo, inundaciones de buzón, daños causados por roedores, entre otros riesgos. Es por eso que se elige la fibra externa ya que está compuesta de una chaqueta más resistente que la fibra de tipo interna. También, se puede destacar que existen dos enlaces del tipo Monomodo, esto debido a que la distancia a cubrir es mayor a los 300m. Cabe mencionar que la parte del recorrido de la fibra externa que sea por altura también estará protegida por ductería conduit EMT.

En la figura 53 se visualiza la salida de los 13 cables de fibra de tipo externa desde el Centro de Datos hacia los diversos Gabinetes. Los 13 cables salen del Centro de Datos por ruta aérea hasta la caja de paso que divide el ingreso a la Nave de producción con la parte externa de la Planta, esto a nivel del buzón número 1. Para llegar hasta el buzón 1, se utilizan 3 tubos conduit de 2", en un ducto se tienden los cables de fibra de tipo interna y en los otros dos tubos se tienden los cables de fibra tipo externa.

En este punto, ocho cables ingresan al buzón de datos número 1, mientras que los otros cinco cables restantes siguen el recorrido aéreo dentro de la Planta. Estos cinco cables se dirigen a

los gabinetes de Tercer Fuego 1, Tercer Fuego 2, EHS, Sala de reunión y Molino Esmalte. De los cables que ingresan al buzón número 1, 7 cables siguen su recorrido hasta el buzón 5 mientras que un cable se dirige al buzón número 3 hasta llegar al gabinete de Comercial.

De los 7 cables que llegan al buzón 5, dos cables se dirigen al buzón 6 y 5 siguen su recorrido hasta el buzón 7. De los dos cables que llegan al buzón 6, uno se dirige al gabinete de Vigilancia Puerta 1 mientras que el otro cable sigue su ruta hasta el gabinete de Vigilancia Puerta 2.

En cada buzón, los cables de fibra estarán señalizados con una etiqueta en la que se identifique el gabinete a donde residirá la fibra.

Para poder seguir el recorrido de la fibra por los buzones, es primordial que se ejecute un mantenimiento de los buzones de datos antes del inicio del tendido de fibra. El mantenimiento debe consistir en retirar el agua empozada, así como también la tierra húmeda. Además, se debe retirar todo cableado que no sea utilizado, esto para generar mayor espacio en las ducterías.

Figura 53. Recorrido de la fibra desde el Centro de datos hacia los diversos gabinetes de Planta 1 y 2

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

En la figura 54, se visualiza que los cables que ingresan al buzón 7, a partir de ese punto continuarán la ruta por vía aérea por lo que se utilizarán ductos de 2 pulgadas con uniones en los ductos de tipo externa y cajas de paso cada 20m. La ruta a seguir será por la bandeja eléctrica y los ductos se adosarán a la bandeja por la parte externa, usando abrazaderas de tipo oreja, asegurándose que no se tenga contacto alguno con los cables de alta tensión.

Para los gabinetes de Sub estación 4 y Vigilancia Puerta 2 se utilizan fibras monomodo ya que la distancia entre el Centro de datos y ambos gabinetes es de 310m y 340m., respectivamente.

Figura 54. Recorrido de la fibra desde el buzón 7 hacia los gabinetes de Planta

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

Para el caso de la conexión del gabinete de Vigilancia Puerta 2, la ruta a seguir será por el perímetro interno de la Planta, con la ductería conduit EMT de 2" adosada a la pared, a una distancia del piso de 1.7m. Estos ductos estarán sostenidos por ángulos de metal tipo escuadra, los cuales se colocarán cada 3m. de distancia entre sí. En la figura 55 se visualiza como se adosaría el tubo conduit a la pared.

Figura 55. Tubo conduit adosado a la pared

Fuente: Elaboración propia

Para el punto del personal que se encargará de implementar el cableado, es fundamental que la empresa cuente con personal certificado en cableado estructurado, con experiencia comprobada en fibra óptica en 4 proyectos similares, como mínimo 4 personas. También, se requiere personal capacitado para trabajos de alto riesgo, en especial en altura, como mínimo 2 personas. Además, se necesita personal certificado en trabajos de fusión de fibra óptica, esto para la fusión de los hilos de fibra en los gabinetes y Centro de Datos. El equipo fusionador debe ser de la marca Fluke.

Para todos los trabajos de altura, la empresa industrial le proporcionará el equipo manlift de 16m (figura 56) incluido operador para su maniobra. Antes de utilizar este equipo, el personal que implemente el cableado backbone, debe contar con el visto bueno de la persona encargada del área de seguridad industrial de la empresa. Esto último como procedimiento interno.

Figura 56. Equipo manliftyt

Fuente: <https://alogroup.pe>

Una vez que la fibra óptica se ubique en el gabinete, este gabinete debe contar con todos sus accesorios, tales como bandejas de fibra de 1RU marca Panduit, patch panel de fibra de 1RU marca Panduit, patch panel de cable UTP CAT6 marca Panduit, ordenadores de 2RU (puede ubicarse ordenadores de 1Ru dependiendo del tamaño del gabinete), ventiladores ubicados en la parte superior del gabinete, extractores de aire ubicados en la parte inferior del gabinete y todo el cableado patch cord debe ser de 1m color azul para datos y color morado para cámaras de seguridad en marca Panduit. Además, todos los gabinetes deben contar con llave independiente.

Para realizar el tendido de la fibra, se debe utilizar el cable de fibra de acuerdo a la distancia a recorrer por gabinete, en especial si es fibra Multimodo. Es indispensable que se trabaje con fibra interna para el cableado aéreo y fibra tipo externa para el cableado que se recorre por buzones. Ambas fibras deben ser del tipo Multimodo para distancias no mayores a 300m y fibra Monomodo para distancias mayores a 300m. Estas fibras deben ser de 6 hilos, como mínimo y se debe conectorizar los 6 hilos. Esta fibra debe residir en una bandeja de fibra de 1RU y debe ubicarse en la parte superior del gabinete. Con respecto a la fibra externa, esta debe ser con chaqueta del tipo no propagador de incendio, baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos. Además, en la fibra se debe visualizar el nombre del fabricante, marca del producto, fecha de fabricación, grabación secuencial métrica (en sistema de medida internacional SI) impresos en el revestimiento externo.

Para saber el tipo de fibra utilizar, se debe contar con las distancias a recorrer desde el Centro de datos hacia cada gabinete. En la figura 57 se muestran las distancias a recorrer.

Desde	Hacia gabinete	Distancia en metros
Centro de Datos	Contabilidad	70
Centro de Datos	Comercial	100
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 1 Planta 1	120
Centro de Datos	Clasificados Planta 1	80
Centro de Datos	Tercer Fuego 1 Planta 1	110
Centro de Datos	Tercer Fuego 2 Planta 1	90
Centro de Datos	Hornos Planta 1	160
Centro de Datos	EHS	180
Centro de Datos	Sala Reunion Planta 1	195
Centro de Datos	Molino Esmalte Planta 1	250
Centro de Datos	Planta 2 Entrada	140
Centro de Datos	Vestidores Planta 2	170
Centro de Datos	Oficina Supervisores Planta 2	210
Centro de Datos	Matrickeria	260
Centro de Datos	Molienda Seca	310
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 2 Planta 1	340

Figura 57. Distancia desde el Centro de datos hacia cada gabinete

Fuente: Elaboración propia

Con estas distancias y el tipo de fibra óptica elegido, se pueden lograr velocidades de transmisión de hasta 10Gbps, velocidad que es apropiada para el negocio. Actualmente, se cuenta con enlaces de 1Gbps mediante cable UTP cat6. De acuerdo con los proyectos futuros que planea la empresa, como implementación de un nuevo ERP (SAP), digitalización de imágenes, impresión en alta resolución, videovigilancia en todas las Naves de producción, es necesario dar un mayor ancho de banda. Es por eso, que teniendo en consideración las velocidades estándar ofrecidas por la norma ANSI/TIA/EIA 568 A, se migra de velocidad a una capa superior, siendo la siguiente de 10Gbps, tal como se muestra en a figura 58.

Variante Eth.	Velocidad	Medio	Distancia
100Base-Fx	100 Mbps	f.o. MM OM1 1300 nm	2 Km.
100Base-Lx	100 Mbps	f.o. SM 1310 nm	15 Km.
1000Base-Sx	1 Gbps	f.o. MM OM2 850 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. MM OM1/OM2 1300 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10 Km.
1000Base-Zx	1 Gbps	f.o. SM 1550 nm	80 Km.
10GBase-SR/SW	10 Gbps	F.O. MM OM3 850 nm	300 m.
10GBase-LR/LW	10 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10-25 Km.
10GBase-Er/Ew	10 Gbps	f.o. SM 1550 nm	40-80 Km.

Figura 58. Velocidades de transmission de fibra

Fuente: ANSI/TIA/EIA 568A

Se requiere, además, que se fusionen los tres pares de hilos de cada fibra, uno para contingencia. También, se debe contar con los valores de atenuación por parte de la marca de la fibra óptica. En la figura 59, se visualizan los valores de atenuación de acuerdo con el estándar TIA/EIA 568 A.

TIA / EIA-568-A

Tipo de Fibra	Longitud de onda	Coefficiente de atenuación del cable	Pérdida por conector	Pérdida por empalme
62.5/125	850 nm	3.75 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
62.5/125	1300 nm	1.5 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
50/125	850 nm	3.75 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
50/125	1300 nm	1.5 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
Monomodo	1310 nm	1.0 dB/km	0.75 dB	0.3 dB

Figura 59. Valores de atenuación de la fibra

Fuente: ANSI/TIA/EIA 568A

En cuanto a los equipos switches, estos deben contar con puertos uplink de 10GB y transceiver de la misma capacidad, tal como se menciona en el requerimiento 16. Se contará con dos tipos de swithces, los switches de acceso ubicados en cada gabinete y el switch core alojado en el Centro de Datos. Para los equipos de acceso, estos deben contar con puertos

modulares, mínimo 4, de fibra con capacidad de 10GB, deben ser de una misma marca y modelo, deben tener puertos de 24 y 48, todos PoE, deben proporcionar una interfaz a línea de comando (CLI) e interfaz gráfica de usuario para una fácil configuración con el navegador (HTTP/HTTPS), deben soportar auto-negociación en todos los puertos RJ45, deben soportar apilamiento de 04 switches como mínimo interconectados a 20Gbps agregados, deben soportar 4000 VLAN ID activas como mínimo. Es por eso que se elige la marca Cisco con los modelos Catalyst 2960L-48PQ-LL, Catalyst 2960L-24PQ-LL, Catalyst 3850 y Catalyst 4500E 7 SLOT. En las figuras 60 y 61 se muestran los modelos de los equipos.

Figura 60. Switch de acceso Cisco catalyst 2960

Fuente: https://www.cisco.com/c/es_pe/products/switches/index.html

Figura 61. Switch de core Cisco Catalyst 4700

Fuente: https://www.cisco.com/c/es_pe/products/switches/index.html

4.3 Ancho de banda requerido

De la información obtenida de las figuras 25, 26, 27 y 28 en el capítulo 3, se calcula el ancho de banda requerido, el cual se muestra en la figura 63. El resultado obtenido para el ancho de banda LAN es de 5142.55 (642MB).

Servicio	Consumo Mbps
Servicio de videovigilancia	576
Servicio de telefonía IP	2.55
Servicio de Internet	4400
Servicio de imágenes en alta resolución	160
Conexión con México	4
Total ancho de banda	5142.55

Figura 62. Consumo de ancho de banda

Fuente: Elaboración propia

4.4 Tabla resumen de recursos

Tabla 10

Resumen de requerimientos y especificaciones

Requerimiento	Especificaciones	Recursos
RQ1: Todo el cableado backbone debe estar protegido durante su recorrido	<ul style="list-style-type: none">• Para el tendido de fibra aéreo, se debe utilizar tubo conduit EMT de ¾”, como mínimo.• Se debe utilizar cajas de pase metálicas liviana de 6x6x4”, como mínimo• Se deben utilizar abrazaderas de metal de una oreja.• Para el tendido de fibra canalizado, la ductería debe ser adosado a la pared con tornillos y abrazaderas de metal de una oreja.	<ul style="list-style-type: none">• Personal calificado con experiencia en cableado estructurado de fibra óptica, como mínimo 4• Personal con certificado para trabajos de riesgo en altura, como mínimo 2• La marca de la ductería puede ser elegida por el proveedor.
RQ2: La ruta del cableado backbone debe ir por el lado lateral de la bandeja de cableado eléctrico	<ul style="list-style-type: none">• Para el tendido de fibra aéreo, la ductería debe adosarse a la bandeja por la parte exterior y usar tornillos autorroscante. Por ningún motivo la ductería debe ir dentro de la bandeja eléctrica.	<ul style="list-style-type: none">• Personal con certificado para trabajos de riesgo en altura. Considerar que las bandejas eléctricas se encuentran a 9m. de altura del piso.

	<ul style="list-style-type: none"> • La ductería debe ser señalizada con stickers de color naranja fosforescente cada 20m. para su fácil identificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para trabajos en altura pueden utilizar escaleras telescópicas o si es necesario la empresa les brindará la máquina ManLift, incluido operador. • Todo personal que trabaje en altura debe utilizar sus EPPs (Equipo de Protección Personal) nuevos.
RQ3: Todo el recorrido del cableado backbone debe contar con cajas de paso cada 20m. de acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568A	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe utilizar cajas de pase metálicas liviana de 6x6x4”, como mínimo • Al ingreso del switch core ubicado en el Centro de Datos, la caja de pase debe ser de 12x12x4” 	<ul style="list-style-type: none"> • Personal calificado con experiencia en cableado estructurado de fibra óptica. • Personal calificado en fusiones de fibra óptica. • Se debe utilizar el equipo fusionador de la marca Fluke. •
RQ4: Identificar las zonas de riesgo de trabajo y zonas restringidas de tránsito de personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas donde la polución de polvo es excesiva, trabajo en altura mayor a 2m., trabajo en constante contacto con fuego, 	<ul style="list-style-type: none"> • En la figura 42 se muestran, sobre el plano de la institución, las zonas de riesgo de trabajo y zonas restringidas.

	<p>trabajo en zonas de carga, zonas de exposición eléctrica de alta tensión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas de carga y descarga de materia prima, tránsito de montacargas, tránsito de camiones, zonas de tránsito de robots, zona de desecho contaminante, zona de maquinaria pesada. 	
RQ5: Mantenimiento de los buzones de datos por donde se realizará el tendido de fibra óptica	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben limpiar los buzones de datos. • Señalizar la tapa de los buzones. • Retirar el agua empozada, esto de encontrarse agua en los buzones. • Retirar la tierra húmeda. • Retirar el cableado inoperativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Personal calificado en instalaciones y mantenimiento de buzones de datos y puesta a tierra.
RQ6: Identificar la ruta con menos curvas	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre el plano de la institución identificar las posibles rutas con menos curvas para la mejor fluidez de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> •

	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección física de la ruta en Planta para corroborar que la ruta seleccionada es factible. • Solicitar la aprobación del Jefe y Gerente de Planta para utilizar la ruta seleccionada. 	
RQ7: La ruta debe plasmarse dentro del plano real de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe plasmar la ruta seleccionada en el plano real de la institución. • La ruta en el plano debe considerar distancias entre el Centro de datos y cada gabinete. • Se debe visualizar el nombre de cada gabinete para su fácil identificación. • Se debe considerar en el plano la cantidad de cajas de pase utilizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • En la figura 25 se muestran las rutas finales para cada gabinete desde el Centro de Datos. •
RQA8: Todos los gabinetes deben contar con patch panel para recepcionar el cableado horizontal de acuerdo con el estándar ANSI/TIA/EIA 568A	<ul style="list-style-type: none"> • Los patch panel deben ser nuevos. • Los patch panel deben ser de categoría 6. • Deben considerarse los jacks RJ45 CAT6 color negro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los patch panel deben ser de la marca Panduit, esto por homologación del cableado con el Corportativo.

		<ul style="list-style-type: none"> • Los jack Rj45 deben ser de la marca Panduit, esto por homologación del cableado con el Corportativo.
RQ9: Diseñar la topología de red física, eligiendo la mejor acorde a la infraestructura de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe diseñar la topología tipo Estrella, un enlace de fibra óptica desde el Centro de Datos para cada gabinete. • Esta topología se debe plasmar en el plano de la institución. 	<ul style="list-style-type: none"> • En la figura 44 se muestra la topología física Estrella, sobre el plano de la institución.
RQ10: Se debe usar el cable de fibra de acuerdo a la distancia a recorrer por gabinete, en especial si es fibra Multimodo	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe trabajar con fibra interna y externa y del tipo multimodo OM4 y monomodo. • La fibra debe ser de 6 hilos, como mínimo y se deben conectorizar los 6 hilos. • La fibra óptica tipo externa debe ser con chaqueta del tipo no propagador de incendio, baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos. • Se debe contar con las distancia a recorrer desde el Centro de datos hacia cada gabinete. 	<ul style="list-style-type: none"> • La marca de la fibra, tanto externa como interna, debe ser Panduit, esto por homologación del cableado con el Corportativo. • Se debe utilizar el equipo fusionador de la marca Fluke.

	<ul style="list-style-type: none"> En la fibra se debe visualizar el nombre del fabricante, marca del producto, fecha de fabricación, grabación secuencial métrica (en sistema de medida internacional SI) impresos en el revestimiento externo. 	
RQ11: Identificar las distancias desde el Centro de Datos hacia cada gabinete para que de esta manera elegir el tipo de fibra, en especial si es Multimodo.	<ul style="list-style-type: none"> Las distancias, en metros, desde el Centro de Datos hacia cada gabinete deben visualizarse en el plano de la institución. 	<ul style="list-style-type: none"> En la tabla 11 se muestra el detalle de las distancias desde el Data Center hacia cada gabinete.
RQ12: La fibra cuyo recorrido sea por buzón de datos debe ser fibra óptica de tipo externa para soportar la exposición a la intemperie	<ul style="list-style-type: none"> La fibra óptica tipo externa debe ser con chaqueta del tipo no propagador de incendio, baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos. La fibra óptica deberá cumplir mínimo con los estándares internacionales IEC 60332-3 (no propagación de Incendio), IEC 61034 parte 2 (baja emisión de humos opacos) e IEC 60754 parte 2 (libre de halógenos y baja emisión de gases corrosivos), de acuerdo al 	<ul style="list-style-type: none"> La marca de la fibra, tanto externa como interna, debe ser Panduit, esto por homologación del cableado con el Corportativo.

	<p>cumplimiento de la adenda al nuevo código nacional eléctrico) según la RM N° 175-2008 MEM-DM.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fibra tipo LOMMF de 50 micrones, con chaqueta resistente a los rayos ultravioletas. 	
RQ13: Se deben fusionar los tres pares de hilos de cada fibra, uno para contingencia	<ul style="list-style-type: none"> • La fibra óptica debe ser alojada en una bandeja de fibra de 01 RU. • Se deben conectorizar los 03 pares de hilos. • Se debe considerar el patch cord de fibra de 1m. 	<ul style="list-style-type: none"> • La bandeja de fibra óptica debe ser marca Panduit. • Los patch cord deben ser de la marca Panduit. • Se debe utilizar el equipo fusionador de la marca Fluke.
RQ14: Contar con los valores de atenuación por parte de la marca de la fibra óptica.	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe contar con dichos valores, en su defecto utilizar los recomendados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 B3. 	<ul style="list-style-type: none"> • En la tabla 12 se muestran los valores de atenuación por la fibra.
RQ15: Elegir la ruta con menos curvas, por lo menos no más de dos curvas cada 20m.	<ul style="list-style-type: none"> • La ruta debe ser visualizada en el plano de la institución. 	<ul style="list-style-type: none"> • En la figura 25 se muestra la ruta final.

<p>RQ16: Los switches deben contar con puertos uplink de 10GB y transceiver de la misma capacidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los switches de acceso (borde) deben contar con puertos modulares, mínimo 4, de fibra con capacidad de 10GB. • Todos los switches de acceso deben ser de una misma marca y modelo. • Se deben contar con switches de acceso de 24 y 48 puertos, todos PoE. • Los switches deben proporcionar una interfaz a línea de comando (CLI) e interfaz gráfica de usuario para una fácil configuración con el navegador (HTTP/HTTPS). • Los switches deben soportar auto-negociación en todos los puertos RJ45. • Deben soportar apilamiento de 04 switches como mínimo interconectados a 20Gbps agregados. • Deben soportar 4000 VLAN ID activas como mínimo 	<ul style="list-style-type: none"> • Los swtiches, tanto de acceso como core deben ser de la marca Cisco, modelos Catalyst 2960L-48PQ-LL, Catalyst 2960L-24PQ-LL, Catalyst 3850 y Catalyst 4500E 7 SLOT. • Los transceiver deben ser de la marca Cisco.
--	--	---

RQ17: Contar con garantía de fábrica por la fibra óptica, resaltando los valores de transmisión.	<ul style="list-style-type: none"> • Carta de garantía por parte del fabricante a nombre de la empresa. • Garantía de la fibra óptica mínimo de 20 años. 	•
• Requerimientos adicionales		•
RQA1: La fibra óptica en los gabinetes debe ser recepcionado en una bandeja de fibra	<ul style="list-style-type: none"> • La fibra óptica debe ser alojada en una bandeja de fibra de 01 RU. • La bandeja puede ser de acero laminado, • Se deben conectorizar los 03 pares de hilos. • Se debe considerar el patch cord de fibra de 1m. • La bandeja debe contar con espacio posterior para alojar la reserva de cable. • La pintura de la bandeja puede ser en pintura en polvo electrostática horneada, de color negro. 	<ul style="list-style-type: none"> • La bandeja de fibra óptica debe ser marca Panduit. • Los patch cord deben ser de la marca Panduit. • Se debe utilizar el equipo fusionador de la marca Fluke.

<p>RQA2: Los gabinetes deben contar con ventiladores, ordenadores de cables y cables patch cord certificados (no preparados)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben instalar ventiladores en la parte superior del gabinete. • El extractor de aire debe instalarse en la parte inferior del gabinete. • Los ordenadores de cable deben ser de la misma marca. • Los ordenadores pueden ser de 01RU y 02RU. • Los patch cord deben ser certificados, todos de una misma marca y de 1m. • Los patch cord deben ser de color azul para el cableado de datos y color violeta para las cámaras 	<ul style="list-style-type: none"> • Los gabinetes deben ser del tipo industrial, con protección IP 54. • En la figura X se muestra el gabinete solicitado. • Los ordenadores deben ser de la marca Panduit.
<p>RQA3: Todos los gabinetes deben contar con patch panel para recepcionar el cableado horizontal de acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los patch panel deben ser de una misma marca. • Los patch panel deben ser nuevos. • Los patch panel deben ser de categoría 6. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los patch panel deben ser de la marca Panduit, esto por homologación del cableado con el Corportativo.

	<ul style="list-style-type: none"> • Deben considerarse los jacks RJ45 CAT6 color negro. • En caso exista cableado en CAT6A, se debe considerar el patch panel adecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los jack Rj45 deben ser de la marca Panduit, esto por homologación del cableado con el Corportativo.
RQA4: Se deben reemplazar los gabinetes que se ubican en zonas de alta polución por gabinetes industriales con protección IP54 para zonas de alta contaminación de polvo.	<ul style="list-style-type: none"> • Los gabinetes de recambio deben cumplir con la protección estándar IP54 (polvo y chorros de agua). • Los gabinetes deben ser de 19RU. • Todos los gabinetes deben contar con llave de acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los gabinetes deben ser del tipo industrial, con protección IP 54.
RQA5: Contar con equipos switches de capa 2 y capa 3, administrables, con capacidad para crear VLANs, autenticación por puerto y con un throughput mínimo de 101Mpps (millones de Paquetes por segundo)	<ul style="list-style-type: none"> • Los switches de acceso (borde) deben contar con puertos modulares, mínimo 4, de fibra con capacidad de 10GB. • El switch de core debe ser del tipo chasis con 7 slots, como mínimo. • Todos los switches de acceso deben ser de una misma marca y modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los swtiches, tanto de acceso como core deben ser de la marca Cisco, modelos Catalyst 2960L-48PQ-LL, Catalyst 2960L-24PQ-LL, Catalyst 3850 y Catalyst 4500E 7 SLOT. • Los trasnceiver deben ser de la marca Cisco.

	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben contar con switches de acceso de 24 y 48 puertos, todos PoE. • Los switches deben proporcionar una interfaz a línea de comando (CLI) e interfaz gráfica de usuario para una fácil configuración con el navegador (HTTP/HTTPS). • Los switches deben soportar auto-negociación en todos los puertos RJ45. • Deben soportar apilamiento de 04 switches como mínimo interconectados a 20Gbps agregados. • Deben soportar 4000 VLAN ID activas como mínimo • Capacidad de conmutación de 176 Gbps como mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> • En las figuras 56 y 57 se muestran los modelos de los equipos.
--	--	--

5 PRUEBAS, RESULTADOS Y VALIDACIÓN

OE1: Plano de la mejor ruta de red de fibra óptica considerando distancias, seguridad en el trabajo y factibilidad, siguiendo las recomendaciones de la norma ANSI/TIA/EIA-568-A.

Para cumplir con este objetivo de elegir la mejor ruta desde el Centro de Datos hacia cada gabinete, se identificó, por lo menos, una ruta alterna y se comparó cada ruta alterna con la ruta final. Además, se tuvo en cuenta el grado de dificultad y el riesgo que conlleva realizar el tendido de fibra óptica por la ruta seleccionada. Para todo esto, es necesario tener una tabla de riesgos y una tabla de factibilidad, las cuales nos ayudarán a elegir la ruta con menor exposición al riesgo y la más factible.

Para cada enlace, se ha tratado de identificar más de una ruta, por lo que se ha realizado una comparación para cada tramo.

En la figura 63, se muestra el plano de la institución con las rutas finales.

Figura 63. Rutas finales

Fuente: Plano de infraestructura de la empresa

En cuanto a las zonas con riesgo de trabajo, se realizó una matriz de riesgos para identificar las zonas en las que se podría trabajar con un riesgo aceptable. A continuación, se muestra la matriz de riesgos en la tabla 11.

Tabla 11.
Matriz de riesgo de trabajo

		PROBABILIDAD				
		Raro	Poco probable	Posible	Muy probable	Casi seguro
CONSECUENCIAS	Despreciable	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menores	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderadas	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Mayores	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Catastróficas	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

En la tabla 12, se le asigna un puntaje a los tipos de riesgos bajo, medio, alto y muy alto.

Tabla 12
Puntaje asignado

RIESGO	PUNTAJE
Bajo	4
Medio	3
Alto	2
Muy alto	1

En la tabla 13 se han identificado los siguientes riesgos, de acuerdo con la naturaleza del trabajo a realizar.

Tabla 13
Riesgos identificados

		Probabilidad/Consecuencia	Nivel de Riesgo
Riesgos identificados	Caída de personal	Posible/Catastrófica	Alto
	Atropello	Poco Probable/Moderada	Medio
	Quemaduras	Raro/Despreciable	Bajo
	Resbalón	Muy probable/Moderadas	Alto
	Caída de herramientas en altura	Muy probable/Moderadas	Alto
	Cortes	Posible/Moderadas	Medio
	Atrapamiento de manos	Raro/Mayores	Medio
	Inhalar polvo excesivo	Muy probable/Mayores	Alto
	Inundación	Raro/Mayores	Medio
	Cortocircuito	Muy probable/Mayores	Alto
	Electrocutar	Muy probable/Catastróficas	Muy alto
	Daños a los equipos de Planta	Poco Probable/Menores	Bajo
	Incendio	Raro/Catastróficas	Medio

Para el tema de factibilidad, se trabaja con la siguiente escala que se muestra en la tabla 14.

Tabla 14
Factibilidad

ESCALA	GRADO DE FACTIBILIDAD
1	Bajo
2	Medio
3	Alto
4	Muy alto

Para comparar las distancias de las rutas propuestas, se trabaja con la tabla 15.

Tabla 15
Puntaje final

VALOR	CRITERIO	PUNTAJE
>	a la distancia final	1
=	a la distancia final	2
<	a la distancia final	3

Esto quiere decir, que si la distancia de la ruta alterna es menor que la ruta final, se le otorga un puntaje de 1. Si la distancia de la ruta alterna es igual a la ruta final, se le otorga un puntaje de 2 y si la distancia de la ruta alterna es menor que la ruta final se le otorga el puntaje 3.

Para que la ruta alterna sea aplicable, debe obtener un puntaje igual o mayor a 8. En la tabla 16 se detallan las rutas alternas y el puntaje obtenido.

Tabla 16
Tabla de resultados

Gabinete	Ruta alterna	Distancia	Riesgo	Factibilidad	Resultado
Contabilidad	Se visualiza una ruta alterna, paralela a la ruta final; sin embargo, en distancia y factibilidad no es aplicable. Esto último debido a que existen vigas de concreto que llegan hasta la mitad del ambiente y para pasar por ese lado implica mayor esfuerzo. Además, el área de mantenimiento no permite debilitar la estructura del edificio. Riesgo identificado como	1	3	1	5
Comercial	Se identifica una ruta por el estacionamiento, el enlace sería directo pero esto implica realizar obra civil lo que aumentaría el costo del proyecto, por lo que no es factible. Además, el riesgo identificado es Medio ya que puede haber corte, incendio.	3	3	1	7
Vigilancia Puerta 1	Seguirá la ruta por buzones, como la ruta principal; sin embargo, al terminar el tercer buzón, se tendría que seguir el recorrido por pared a una altura de 1.8m. luego tendrá que pasar por el portón lo que aumentaría la distancia y el costo	1	3	1	5

	<p>por obra civil. Altura mayor a 5m del portón.</p> <p>Por estas razones, se elige seguir con la ruta principal y así aprovechar los buzones de datos.</p>				
Tercer Fuego 1	<p>Esta ruta ingresaría a la nave de Producción; sin embargo, la zona es peatonal y muy transitada, lo que originaría permisos de trabajo fuera de horario de oficina. Además, para el acceso en el tramo final, se tendría que pasar por encima de la línea de producción de acabado. Si cae polvo o alguna herramienta, puede originar alguna parada de producción.</p>	1	1	2	4
Tercer Fuego 2	<p>Esta ruta ingresaría a la nave de Producción; sin embargo, la zona es peatonal y muy transitada, lo que originaría permisos de trabajo fuera de horario de oficina. Además, para el acceso en el tramo final, se tendría que pasar por encima de la línea de producción de acabado. Si cae polvo o alguna herramienta, puede originar alguna parada de producción. Adicionalmente, esta ruta es mas larga que la ruta final.</p>	1	1	2	4
Clasificados	<p>Se identifica una ruta alterna al entrar a la nave de Producción; sin</p>	1	1	1	3

	embargo, la zona es muy transitada, además, se tendría que cruzar por la zona de Patio de Productos Terminado, zona en la que transitan montacargas y no existe una bandeja de guía para llevar la fibra. Lo que ocasionaría subir el presupuesto				
Hornos	Se identifica una ruta alterna al entrar a la nave de Producción; sin embargo, la zona es muy transitada, lo que originaría permisos de trabajo fuera de horario de oficina y probables daños a los equipos de producción.	1	1	1	3
EHS	Se identifica una ruta alterna al entrar a la nave de Producción; sin embargo, la zona es muy transitada y el espacio es angosto, lo que ocasiona incomodidad al momento de realizar los trabajos y el equipo manlift no puede ingresar a esa zona.	1	1	1	3
Sala reunión 2do Piso	Se identifica una ruta alterna al entrar a la nave de Producción; sin embargo, la zona es muy transitada y el espacio es angosto, lo que ocasiona incomodidad al momento de realizar los trabajos y el equipo manlift no puede ingresar a esa zona. Además, se pasaría por la	1	1	1	3

	zona LGV (zona de equipos automatizados pre establecidos con una ruta fija).				
Molino esmalte	Se identifica una ruta, similar a la de los gabinetes EHS y Sala de reunión; sin embargo, el espacio de trabajo es reducido, lo que impide que el manlift pueda ingresar.	1	1	1	3
Entrada Planta 2	Se identifica una ruta, siguiendo un tramo por buzón hasta la entrada de Planta 2, luego seguir por la pista y llegar hasta el gabinete, pero eso implicaría obra civil. Lo que aumentaría el costo del proyecto.	1	1	1	3
Vestidores	Se identifica una ruta, siguiendo un tramo por buzón hasta la entrada de Planta 2, luego seguir por la pista y llegar hasta el gabinete, pero eso implicaría obra civil. Lo que aumentaría el costo del proyecto.	1	1	1	3
Oficina Supervisor Planta 2	Se trabaja con una sola ruta ya que se aprovecharían los buzones de datos que ya existen para entrar a la nave de producción. Una vez dentro, el tendido de fibra óptica seguiría la ruta de la bandeja eléctrica.	1	1	1	3
Matricería	Se puede seguir por los buzones hasta la entrada de Planta 2. De ese punto se tendría que ir por la pista	1	1	1	3

	haciendo obra civil hasta llegar al gabinete.				
Sub Estación 4 Planta 2	Se trabaja con una sola ruta ya que se aprovecharían los buzones de datos que ya existen para entrar a la nave de producción. Una vez dentro, el tendido de fibra óptica seguiría la ruta de la bandeja eléctrica.	1	1	1	3
Vigilancia Puerta 2	Se identifica una ruta, con tramos iguales a los del gabinete de Comercial y Vigilancia Puerta 1; sin embargo, la distancia incrementa, lo que originaría un aumento del costo del proyecto.	1	2	2	5

Para el tendido de la ruta final se aplica siguiendo las recomendaciones de la norma ANSI/TIA 568B3, norma para el tendido de fibra óptica. En la tabla 17 se mencionan las recomendaciones aplicadas en el proyecto.

Tabla 17
Recomendaciones del estándar ANSI/TIA 568B3 aplicadas

Recomendación del estándar	Cumple
Topología y distancias recomendadas.	✓
Requerimientos mínimos para cableado de telecomunicaciones dentro de un ambiente de oficina, para distintas tecnologías de cables (cobre y fibra)	✓
Parámetros de desempeño de los medios de comunicación (cables de cobre, fibra)	✓
La fibra de 50/125 µm (micrómetros) OM3 está especificada para un ancho de banda de 1500/500 MHz•Km y atenuación de 3.5/1.5 dB/Km @ 850/1300 nm.	✓

Especificaciones Adicionales de Desempeño de Transmisión para Cables de Fibra Óptica de 50/125µm).	✓
Especifica requisitos adicionales de componente y transmisión para cable de fibra óptica de 50/125µm capaz de soportar transmisiones seriales 10 Gb/s hasta 300m usando láser de 850nm	✓
Especificaciones de los cables físicos La construcción del cable de fibra óptica se compondrá de 50/125 µm ó 62.5/125 fibras ópticas µm multimodo o fibras ópticas monomodo, o una combinación de estos medios.	✓
Los cables de fibra óptica de planta externa deben ser de una construcción de bloque de agua y cumplir con los requisitos para flujo compuesto y la penetración del agua según lo establecido por la norma ANSI / ICEA S-87-640	✓
proporcionar un medio de unir las fibras entre la columna vertebral y los cables horizontales mediante el uso de cualquiera de los dos de re-acoplable conectores o empalmes.	✓
Empalmes puede ser o bien de fusión o mecánico.	✓
Proporcionar un medio para identificar de forma única cada punto de empalme.	✓
Proporcionar un medio para identificar de forma única cada punto de empalme.	✓

OE2: Distancias soportadas por el tipo de fibra de acuerdo con la norma ANSI/TIA/EIA-568-B3

Para cumplir con las distancias soportadas por el tipo de fibra de acuerdo con la norma ANSI/TIA568B3, se toma como referencia la figura 64 obtenido de la norma mencionada anteriormente.

Categoría	Ancho de banda modal mínimo 850 / 853 / 1300 nm	Ethernet rápido 100BASE- FX	1 Gb (1000 Mb) Ethernet 1000BASE-SX	1 Gb (1000 Mb) Ethernet 1000BASE-LX	10 Gb Ethernet 10GBASE- SR	40 Gb Ethernet 40GBASE- SWDM4	40 Gb Ethernet 40GBASE- SR4	100 Gb Ethernet 100GBASE- SR10
FDCl (52.5/125)	160 / - / 500 MHz km	2000 m ³	220 m ⁴	550 m ⁵ (se requiere un cable de conexión de acondicionamiento de modo) ^{6 7}	26 m ⁸	No respaldado	No respaldado	No respaldado
OM1 (52.5/125)	200 / - / 500 MHz km		275 m ⁴		33 m ³	No respaldado	No respaldado	No respaldado
OM2 (50/125)	500 / - / 500 MHz km		550 m ⁹		82 m ⁹	No respaldado	No respaldado	No respaldado
OM3 (50/125) "Optimizado Laser"	1500 / - / 500 MHz km		550 m (no se debe usar cable de conexión de acondicionamiento de modo) ¹⁰	300 m ³	240m ¹¹ Duplex LC (330 m QSFP+ eSR4 ¹²)	100 m ⁹	100 m ⁹	
OM4 (50/125) "Optimizado Laser"	3500 / - / 500 MHz km			400 m ¹³	350m ¹⁴ Duplex LC (550 m QSFP+ eSR4 ¹²)	150 m ⁹	150 m ⁹	
OM5 (50/125) "Multimodo de banda ancha" para WDM de onda corta ¹⁵	3500 / 1850 / 500 MHz km							

Figura 64. Cuadro de distancia soportado por fibra multimodo

Fuente: Norma ANSI/TIA/EIA 568B3

En la figura anterior, en la casilla marcada con color rojo, se observa que la fibra multimodo OM3 850/1300nm soporta una distancia de hasta 300m. La fibra recomendada para este proyecto no sobrepasa la distancia recomendada para una velocidad de 10GB, tal como se muestra en la tabla 18, donde se visualiza el tipo de fibra utilizado por enlace y la distancia respectiva.

Tabla 18

Tabla de fibra por enlace

Desde	Hacia gabinete	Distancia (m)	Tipo de fibra	
Centro de Datos	Contabilidad	70	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Comercial	100	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 1 Planta 1	120	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Clasificados Planta 1	80	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Tercer Fuego 1 Planta 1	110	Multimodo interna	OM3

Centro de Datos	Tercer Fuego 2 Planta 1	90	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Hornos Planta 1	160	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	EHS	180	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Sala reunión Planta 1	195	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Molino Esmalte Planta 1	250	Multimodo interna	OM3
Centro de Datos	Planta 2 Entrada	140	Multimodo Externa	OM3
Centro de Datos	Vestidores Planta 2	170	Multimodo Externa	OM3
Centro de Datos	Oficina Supervisores Planta 2	210	Multimodo Externa	OM3
Centro de Datos	Matricería	260	Multimodo Externa	OM3
Centro de Datos	Sub Estación 4 planta 2	310	Monomodo	
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 2 Planta 1	340	Monomodo	

OE3: Cuadro con las distancias entre el Centro de Datos y cada gabinete especificando los valores de atenuación calculados

Para cumplir con el objetivo planteado, se toman como referencia los valores recomendados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568A. (figura 65).

Optical fiber cable type	Wavelength (nm)	Maximum attenuation (dB/km)	Minimum information transmission capacity for overfilled launch (MHz · km)
50/125 μ m multimode	850	3.5	500
	1300	1.5	500
62.5/125 μ m multimode	850	3.5	160
	1300	1.5	500
singlemode inside plant cable	1310	1.0	N/A
	1550	1.0	N/A
singlemode outside plant cable	1310	0.5	N/A
	1550	0.5	N/A

Figura 65. Valores de atenuación de la fibra

Fuente: Norma ANSI/TIA/EIA 568A

Para calcular cada valor de atenuación por enlace, se utiliza la siguiente fórmula:

$$TA = n \times C + c \times J + L \times a + M$$

Donde:

n: número de conectores

C: atenuación para un conector óptico (DB)

c: número de empalmes en la sección del cable básico

J: atenuación para un empalme (DB)

M: margen del sistema (los cables de interconexión, curva del cable, los eventos de atenuación óptica impredecibles, y así sucesivamente, se deben considerar alrededor de 3dB)

a: atenuación para el cable óptico (dB/km)

L: longitud total del cable óptico

Para calcular un ejemplo, el cálculo de atenuación desde el Centro de datos hacia el gabinete de Contabilidad, se toman los siguientes valores:

n: 2

C: 0.75 (DB)

c: 0

J: 0.3 (DB)

M: 3dB

a: 1.5 (dB/km)

L: 0.07Km

Por lo que la atenuación de ese enlace sería:

$$TA = n \times C + c \times J + L \times a + MT$$

$$TA = 2 \times 0.75 + 0 \times 0.3 + 0.07 \times 1.5 + 3 = 4.6\text{dB/Km}$$

En la tabla 19 se observan los valores de atenuación por cada enlace, lo cuales tienen valor positivo. De acuerdo con la recomendación del estándar, este cálculo no debe ser negativo ni superar los 20dB/km. Cabe mencionar, que en ningún enlace, la distancia es mayor a 1km.

Tabla 19
Atenuación de la fibra por enlace

Desde	Hacia gabinete	Distancia (m)	Atenuación db/km
Centro de Datos	Contabilidad	70	4.6
Centro de Datos	Comercial	100	4.7
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 1 Planta 1	120	4.7
Centro de Datos	Clasificados Planta 1	80	4.6
Centro de Datos	Tercer Fuego 1 Planta 1	110	4.7
Centro de Datos	Tercer Fuego 2 Planta 1	90	4.6
Centro de Datos	Hornos Planta 1	160	4.7
Centro de Datos	EHS	180	4.7
Centro de Datos	Sala reunión Planta 1	195	4.8
Centro de Datos	Molino Esmalte Planta 1	250	4.9
Centro de Datos	Planta 2 Entrada	140	4.7
Centro de Datos	Vestidores Planta 2	170	4.7
Centro de Datos	Oficina Supervisores Planta 2	210	4.8
Centro de Datos	Matricería	260	4.9
Centro de Datos	Sub Estación 4 planta 2	310	4.8
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 2 Planta 1	340	4.8

OE4: Cumplir con las velocidades de transmisión por tipo de cable de acuerdo con los valores de la norma ANSI/TIA/EIA-568-B.3

Para cumplir con los valores de velocidad de transmisión por cada enlace, se toman los valores brindados por la norma ANSI/TIA/EIA-568-B.3 (figura 66).

Variante Eth.	Velocidad	Medio	Distancia
100Base-Fx	100 Mbps	f.o. MM OM1 1300 nm	2 Km.
100Base-Lx	100 Mbps	f.o. SM 1310 nm	15 Km.
1000Base-Sx	1 Gbps	f.o. MM OM2 850 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. MM OM1/OM2 1300 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10 Km.
1000Base-Zx	1 Gbps	f.o. SM 1550 nm	80 Km.
10GBase-SR/SW	10 Gbps	F.O. MM OM3 850 nm	300 m.
10GBase-LR/LW	10 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10-25 Km.
10GBase-Er/Ew	10 Gbps	f.o. SM 1550 nm	40-80 Km.

Figura 66. Velocidad por tipo de fibra

Fuente: Norma ANSI/TIA/EIA 568^a

En nuestro caso, se utilizó la fibra óptica Multimodo OM3 y como las distancias entre el centro de Datos y cada gabinete es menor a 300m., se tiene una velocidad de 10Gbps por cada enlace. En la tabla 20 se observa el tipo de fibra elegido, la distancia recorrida y la velocidad alcanzada de acuerdo con la norma ANSI/TIA/EIA 568-B3.

Tabla 20
Velocidad alcanzada por enlace

Desde	Hacia gabinete	Distancia (m)	Tipo de fibra	Velocidad asegurada
Centro de Datos	Contabilidad	70	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Comercial	100	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 1 Planta 1	120	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Clasificados Planta 1	80	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Tercer Fuego 1 Planta 1	110	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Tercer Fuego 2 Planta 1	90	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Hornos Planta 1	160	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	EHS	180	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Sala reunión Planta 1	195	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Molino Esmalte Planta 1	250	Multimodo OM3 interna	10Gbps
Centro de Datos	Planta 2 Entrada	140	Multimodo OM3 Externa	10Gbps
Centro de Datos	Vestidores Planta 2	170	Multimodo OM3 Externa	10Gbps
Centro de Datos	Oficina Supervisores Planta 2	210	Multimodo OM3 Externa	10Gbps
Centro de Datos	Matricería	260	Multimodo OM3 Externa	10Gbps
Centro de Datos	Sub Estación 4 planta 2	310	Monomodo	10Gbps
Centro de Datos	Vigilancia Puerta 2 Planta 1	340	Monomodo	10Gbps

5.1 Conclusiones

- Se concluye que la solución diseñada tiene un tiempo de vida de 15 años, ya que se ha propuesto materiales e insumos de primera calidad. Además, al seguir las recomendaciones de cableado en fibra se asegura la correcta instalación.
- Se concluye que se eligió la mejor ruta teniendo en cuenta la distancia, seguridad en el trabajo y factibilidad y para ello se realizó una matriz de riesgo y un puntaje que nos indica la mejor ruta a seguir.
- Se concluye que se toman en consideración los parámetros de seguridad impuestos por La Empresa para realizar los trabajos de cableado dentro de la nave de producción. Al seguir las normas de seguridad, se minimiza la presencia de accidentes de trabajo, con lo cual se asegura el trabajo continuo y se evita sanciones a la contrata para seguir con los trabajos.
- Se concluye que el diseño formulado soportará los servicios y proyectos futuros de La Empresa, tal como la implementación del nuevo ERP SAP en la nube, telefonía IP en todas sus instalaciones, video vigilancia IP, entre otros. Esto debido a que el nuevo backbone podrá soportar ancho de banda de 10GB y 40GB.
- Se concluye que se elige el tipo de fibra adecuado para cada enlace de acuerdo a la distancia entre el Centro de Datos y cada gabinete de comunicaciones. Esto se relaciona con la elección de la mejor ruta

5.2 Recomendaciones

- Los materiales, herramientas y equipamiento sean de buena calidad, de primera mano y de fabricante reconocido en el mercado, con presencia y soporte local.
- La contrata encargada de plasmar el diseño, sea un empresa con experiencia en trabajos de instalación de cableado en fibra óptica, mínimo 3 años.
- La contrata encargada de plasmar el diseño, sea un empresa con experiencia en trabajos dentro de naves de producción. Esto para evitar retrasos en la documentación, lo que llevaría a retrasar el inicio de los trabajos y minimizar errores dentro de la zona de producción.

- La contrata encargada de plasmar el diseño, sea un empresa que cuente con personal con certificación de trabajos en altura ya que el diseño propuesto indica que la ruta, en su mayoría de enlaces, es de tipo aéreo.
- Se recomienda seguir con los proyectos complementarios de mejora de red, como renovación de los equipos de comunicaciones, cambio de gabinetes de comunicaciones, segmentación lógica de la red y monitoreo en tiempo real de la red. Todas estas mejoras, contribuirán a tener una red de calidad y robusta que soporte cualquier proyecto relacionado con el negocio.
- Se recomienda diseñar una topología en Alta Disponibilidad y Redundancia, que considere un segundo enlace para cada gabinete desde otro Centro de Datos, el cual puede estar ubicado en Planta 2

6 REFERENCIAS

CISCO (2018) (https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/optical/synchronous-digital-hierarchy-sdh/29000-db-29000.html) Sitio oficial de Cisco; contiene información sobre fibra óptica (consulta: Marzo 2018)

PANDUIT (2018) (<http://www.panduit.com/es/products-and-services/products/sistemas-de-fibra/cable-de-fibra/cable-para-exterior-de-plantas/totalmente-dielectrico/norteamerica-y-america-latina/FOTNX06>) Sitio oficial de PANDUIT; contiene información del tipo de cable de fibra óptica para cada región (consulta: Marzo 2018)

CORNING (2018) (<https://www.corning.com/au/en/products/communication-networks/products.html>) Sitio oficial de CORNING; contiene información de fibra óptica (consulta: Marzo 2018)

MARIE, MS. Do You Have a Disaster Recovery Plan?. *Information Security Journal: A Global Perspective*. 19, 1, 1-3, Jan. 2010. ISSN: 19393555

GOOGLE (2016) (<https://cloud.google.com/solutions/designing-a-disaster-recovery-plan>) Sitio oficial de Google; contiene información sobre Plan de Recuperación de datos (consulta: 13 de enero de 2016)

UNIVERSITY OF MISSOURI SYSTEM (2016) (<https://www.umsystem.edu/ums/fa/management/records/disaster-prepare>) Sitio *web* oficial de Universidad de Missouri; contiene información sobre Plan de Recuperación de datos (consulta: 13 de enero de 2016)

SANS (2016) (<https://www.sans.org/>) Sitio *web* oficial de SANS; contiene información sobre Plan de Recuperación de datos (consulta: 13 de enero de 2016)

OMAR, A; ALIJANI, D; MASON, R. INFORMATION TECHNOLOGY DISASTER RECOVERY PLAN: CASE STUDY. *Academy of Strategic Management Journal*. 10, 2, 127-141, June 2011. ISSN: 19396104

Aggelinos, G., & Katsikas, S. K. (2011). Enhancing SSADM with disaster recovery plan activities. *Information Management & Computer Security*, 19(4), 248-261. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/09685221111173067>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2016) (<http://www.iso27001security.com>) Sitio *web* oficial de ISO; contiene información sobre estándares internacionales de tecnología de la información (consulta: 13 de enero de 2016)

CISCO (2016) (<http://www.cisco.com>) Sitio *web* oficial de la empresa CISCO; contiene información sobre continuidad del negocio en TI (consulta: 14 de enero de 2016).

MCAFEE (2016) (<http://www.mcafee.com/kr/resources/white-papers/foundstone/wp-business-continuity.pdf>) Sitio web oficial de la empresa MCAFEE que contiene información sobre continuidad del negocio (consulta: 14 de enero de 2016)

UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN (<http://www.ucd.ie>) Sitio *web* oficial de la Universidad de Dublin, Irlanda; contiene información sobre continuidad del negocio en TI (consulta: 15 de enero de 2016).

Panduit Network Infrastructure Essentials Version 2.0 Spanish; contiene información sobre el tipo de cableado e infraestructura de TI.

7 GLOSARIO

Acometida eléctrica. La acometida eléctrica es el punto de conexión entre la red de distribución, propiedad de la empresa distribuidora, con el punto de suministro del cliente

Backbone. Sistema de cableado que interconecta el Centro de datos con los cuartos de comunicaciones o gabinetes.

Backup. Respaldo de información de algún sistema crítico de la empresa. Este respaldo se puede dar en un medio físico o virtual.

Cableado horizontal. Sistema de cableado que interconecta las áreas de trabajo con los cuartos de comunicaciones. El cableado más común es el cable de par trenzado UTP.

Cableado vertical. Sistema de cableado que interconecta los cuartos de comunicaciones o gabinetes con el Centro de Datos o cuarto principal de comunicaciones en un edificio.

Contingencia. Estrategia planificada con una serie de procedimientos que faciliten u orienten a tener una solución alternativa que permita restituir rápidamente los servicios de la Institución ante la eventualidad de todo lo que la pueda paralizar, ya sea de forma parcial o total.

Data Centers. Un edificio o parte de un edificio cuya principal función es la de albergar una sala de ordenadores y sus áreas de apoyo.

Firewall. Dispositivo de seguridad de red que monitorea la entrada y salida del tráfico de red y decide cuales permitir y cuales bloquear, esto basado en un conjunto de reglas pre-definidas. Este equipo puede ser hardware, software o ambos.

Gabinete de comunicaciones. Equipo que aloja diversos equipos de comunicaciones como switches, routers, firewalls, entre otros.

La nube. Ofrece servicios de computación a través de una red, que usualmente es Internet.

MM. Siglas en inglés del Tipo de fibra óptica MultiModo (Multi Modal)

Nave de producción. Área destinada donde se ubican las maquinarias y líneas de producción para la fabricación de un producto, en este caso, cerámicos.

Políticas de seguridad de información. Es un documento de alto nivel que denota el compromiso de la gerencia con la seguridad de la información. Contiene la definición de la seguridad de la información desde el punto de vista de cierta entidad.

Servicios críticos. Aquellos servicios que de sufrir algún imprevisto afectan seriamente la operatividad de la empresa.

Servidores. Equipo físico o virtual en el que se ejecutan los diversos servicios informáticos.

Sistemas de monitoreo. Sistemas o aplicaciones que permiten medir en tiempo real el estado de la red LAN de una organización. Puede, también, emitir alarmas programadas en casi suceda algún imprevisto.

Switch de core. Dispositivo de red que interconecta puntos de acceso como router y switches. Equipo de altas prestaciones, generalmente, ubicado en un Data Center.

Router. Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes.

Tráfico de datos. Cantidad de información que se traslada de un lugar a otro dentro de la misma organización en un tiempo determinado.

UPS - UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY. Fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica

VLAN. Virtual Local Area Network, redes lógicas independientes dentro de una misma red física.

8 SIGLARIO

ANSI/TIA: American National Standards Institute / Telecommunications Industry Association.

ARPA: Advanced Research Projects Agency

CLI: Interfaz a línea de comando

db/km: decibeles por kilometro

EHS: Environment, health and safety

EPP: Equipos de Protección Personal

EMI: Interferencias Electromagnéticas

EMT: Tubería Eléctrica Metálica

FOA: The Fiber Optic Association

Gbps: Giga bits por segundo

HTTP/HTTPS: Hypertext Transfer Protocol / Hypertext Transfer Protocol Secure

IoT: Internet of Things

iRBC: ICT (Information and Communication Technology) Readiness for Business Continuity.

ISO/IEC: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission

Km: kilometro

LAN: Local Area Network

MM: fibras multimodo

Mpps: Millones de Paquetes por segundo

NAS: Network Attached Storage (Almacenamiento Conectado en red)

PoE: Power over Ethernet

RFI: Interferencias de Radio frecuencia

SAP: Systems, Applications, Products in Data Processing

SM: fibras monomodo

TI: Tecnología de la Información.

TIC: Tecnología de la Información y la Comunicación.

um: micrometro

VLAN: Virtual Local Area Network

WAN: Wide Area Network

WAO: Work Area Outlets