

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



PROYECTO DE LA RED DE DATOS DEL NUEVO LOCAL
INSTITUCIONAL DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y
COMUNICACIONES (MTC)

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

LUIS ROBERTO BLAS SERNAQUÉ

PROMOCIÓN
1984 - II

LIMA – PERÚ
2006

PROYECTO DE LA RED DE DATOS DEL NUEVO LOCAL

INSTITUCIONAL DEL

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

(MTC)

Dedicado a mi esposa e hijos

SUMARIO

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se va a trasladar a su nueva sede institucional, pero previamente instalará una red de datos tipo campus, una red de energía eléctrica de cómputo y equipos de comunicaciones de datos de última generación.

El presente proyecto describe las especificaciones técnicas del suministro y montajes requeridos para la ejecución "llave en mano" de la red de voz y datos. Esta red utilizará un Sistema de Cableado Estructurado para voz y datos categoría 6 (cable de cobre y fibra óptica), y un sistema de energía eléctrica estabilizada, que alimente los equipos de comunicaciones y los equipos de cómputo de la red de voz y datos; buscando el máximo aprovechamiento de la infraestructura existente.

Los equipos de comunicaciones deben aportar una solución tecnológica como parte del mejoramiento operativo de la red del MTC, que permita garantizar el correcto funcionamiento, operación y gestión de las aplicaciones de misión crítica (Sistema Integrado de Gestión Administrativa – SIGA, Sistemas de Trámite Documentario – SID – SIDI, Sistema de Personal), así como proporcionar una base que permita interactuar e integrarse con futuros requerimientos tanto de hardware como software (multimedia, telefonía IP, VoIP, aplicaciones orientadas al servicio: Call Centres, etc.).

Los elementos pasivos (cables de cobre y fibra óptica) serán totalmente nuevos, sin embargo algunos elementos activos (switch de borde) actuales serán reutilizados. El sistema de energía eléctrica estabilizada reutilizará los UPS existentes, y tendrá un sistema de pozos de tierra de 3 ohmios como máximo.

El edificio principal de 12 pisos se interconectará con el edificio denominado Rotonda, el módulo de atención al ciudadano y el edificio del Centro de Cómputo, conformando una red de datos tipo campus. Esta red LAN constituirá el nuevo nodo central de la red WAN del MTC a nivel nacional.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	Objetivo del Proyecto	2
1.2	Beneficios del Proyecto	2
1.3	Antecedentes	2
1.3.1	Situación actual de la red LAN en el antiguo local del MTC	3
1.3.2	Situación propuesta de la red LAN en el nuevo local del MTC	4
1.3.3	Situación actual de la red WAN en el antiguo local del MTC	4
1.3.4	Situación propuesta de la red WAN en el nuevo local del MTC	5
1.3.5	Situación actual del sistema de energía eléctrica estabilizada del nuevo local del MTC	5
1.3.6	Situación propuesta del sistema de energía eléctrica estabilizada del nuevo local del MTC	6
1.4	Costos estimados del proyecto	6

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1	Definición del Cableado Estructurado	7
2.2	Ventajas del Cableado Estructurado	7
2.3	Principales Normas del Cableado Estructurado	8
2.4	Principios de Diseño y Procedimientos de Instalación de un Sistema de Cableado Estructurado para Edificios Comerciales	8
2.4.1	Diseño del Sub Sistema de Cableado Horizontal	9
2.4.2	Diseño del Sub Sistema de Cableado Vertebral	14
2.4.3	Diseño del Área de Trabajo	17
2.4.4	Diseño del Cuarto de Telecomunicaciones	19
2.4.5	Diseño del Cuarto de Equipos	20
2.4.6	Diseño de la Acometida	21
2.4.7	Procedimientos de Instalación	22
2.4.8	Administración del Cableado	25

2.4.9	Pruebas y Registro	29
2.5	Resumen del capítulo	32

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA EL MTC

3.1	Estructura del Sistema de Cableado Estructurado	33
3.2	Especificaciones Técnicas del Cableado Estructurado del Proyecto del MTC	33
3.2.1	Sub Sistema de Cableado Horizontal	33
3.2.2	Sub Sistema de Cableado Vertebral Intraedificio o Sub Sistema de Cableado Troncal	37
3.2.3	Sub Sistema de Cableado Vertebral Interedificios o Sub Sistema de Cableado Troncal Campus	40
3.2.4	Cuarto de Telecomunicaciones	40
3.2.5	Cuarto de Equipos	41
3.2.6	Sistema de Administración del Cableado Estructurado	42
3.7	Resumen del Capítulo	42

CAPITULO IV

REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIONES PARA EL MTC

4.1	Cálculo de Interfases – Switch de Core	43
4.2	Switch Core	49
4.3	Switch de Borde	56
4.4	Administración de Políticas de Calidad de Servicio (QoS)	60
4.5	Administrador de Red	61
4.6	Resumen del capítulo	61

CAPITULO V

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CÓMPUTO PARA EL MTC

5.1	Consideraciones Generales	62
5.2	Sistema de Tierra	62
5.3	Características principales del Sistema Eléctrico	62
5.3.1	Edificio de 12 pisos	62
5.3.2	Edificio de Centro de Cómputo	64
5.4	Pruebas y Mediciones	64
5.4.1	Balance de Cargas	64
5.4.2	Caída de Tensión	65
5.4.3	Niveles de Aislamiento	65

5.4.4	Armónicos	65
5.5	Resumen del capítulo	65
CONCLUSIONES		66
ANEXO		68
BIBLIOGRAFÍA		72

PRÓLOGO

El propósito de este Proyecto es definir las especificaciones técnicas de la red de datos y de la red de energía eléctrica de cómputo del nuevo local institucional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Este local que perteneció a la empresa Electrolima estuvo abandonado por muchos años y requiere una renovación integral de sus instalaciones.

La implementación de este proyecto se realizará a través de una sola empresa que integrará todos los requerimientos solicitados, y que se seleccionará a través de una Licitación Pública Internacional conducida por el PNUD.

En el capítulo I de este proyecto se describe el objetivo, beneficios, antecedentes y costos estimados del proyecto.

El capítulo II se refiere a la definición, ventajas, principales normas y principios de diseño del sistema de cableado estructurado para edificios comerciales.

El capítulo III describe las especificaciones técnicas del cableado estructurado del proyecto del MTC.

El capítulo IV describe las especificaciones técnicas de los equipos de comunicaciones de datos para el MTC.

El capítulo V describe los requerimientos del sistema de energía eléctrica del MTC.

El anexo A trata sobre las consideraciones de interferencia electromagnética que se aplican al cableado de par trenzado balanceado, así como a canalizaciones y espacios utilizados para distribuir o alojar cableado de telecomunicaciones.

Por último se indican algunas conclusiones que se han obtenido después de formular este proyecto.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo del Proyecto

Suministro e instalación de un sistema de cableado estructurado, un sistema de energía eléctrica estabilizada, y equipos de comunicación de voz y datos. Este sistema deberá soportar las nuevas aplicaciones de voz, data y video, procesos y tecnologías factibles de ser implementados en los próximos años.

1.2 Beneficios del Proyecto

- Integración de plataformas
- Centralización de redes y comunicaciones
- Eliminación de alquiler de locales
- Centralización de servicios
- Ahorro anual en servicios de telefonía y comunicaciones

1.3 Antecedentes [REF 1]

A continuación se describirá la situación actual y la deseada de los componentes de la red de datos, y del sistema de red de energía eléctrica estabilizada, del nuevo local institucional del MTC.

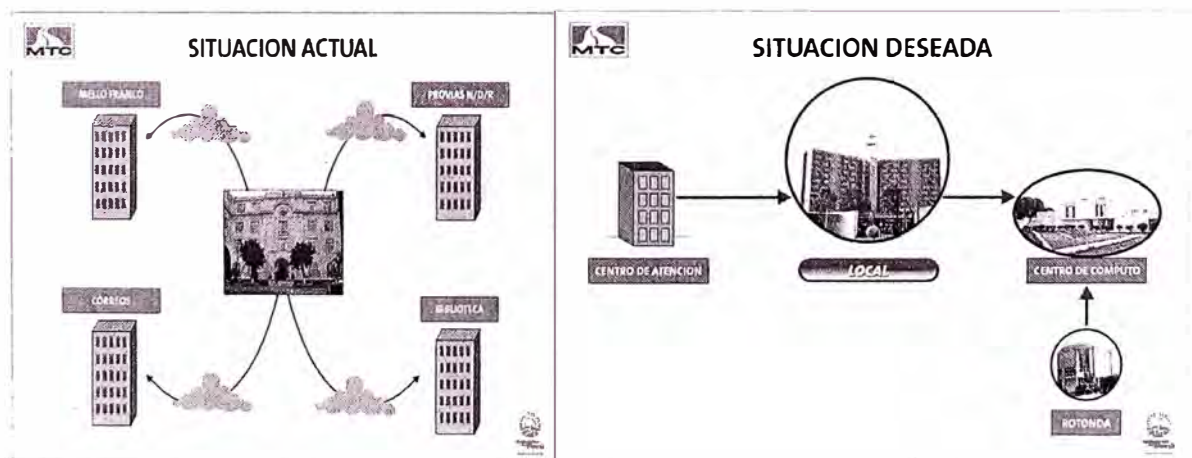


Fig.1.1 Situación actual y deseada de la red de datos del MTC

1.3.1 Situación actual de la red LAN en el antiguo local del MTC

La red LAN del local central del MTC, está basada en el nivel 2 del OSI en el protocolo Ethernet. El cableado horizontal es de cable UTP categoría 5 y 5e a 100 Mbps, y el cableado backbone es de fibra óptica a 1000 Mbps. El cableado de datos es independiente del cableado de voz. La red ha sido diseñada para soportar el tráfico de hace aproximadamente 10 años, habiéndose realizado diversas modificaciones y expansiones.

Los equipos actuales de la red LAN del MTC (hub y switch) trabajan a 100 Mbps, aunque quedan algunos a 10 Mbps. La gran mayoría son de la marca 3Com, y algunos tienen una antigüedad de 10 años.

No existe una plataforma de Gestión que administre los recursos de redes y servidores. No existe solución de telefonía IP ni de VoIP, la cual reduciría los gastos de servicios telefónicos.

Debido a los cambios tecnológicos y a las nuevas aplicaciones desarrolladas e implantadas durante los últimos años, la estructura actual de la red no tiene capacidad para soportar mayor tráfico. Esta situación esta originando problemas a los usuarios por los mayores tiempos de respuesta a los requerimientos de las aplicaciones.

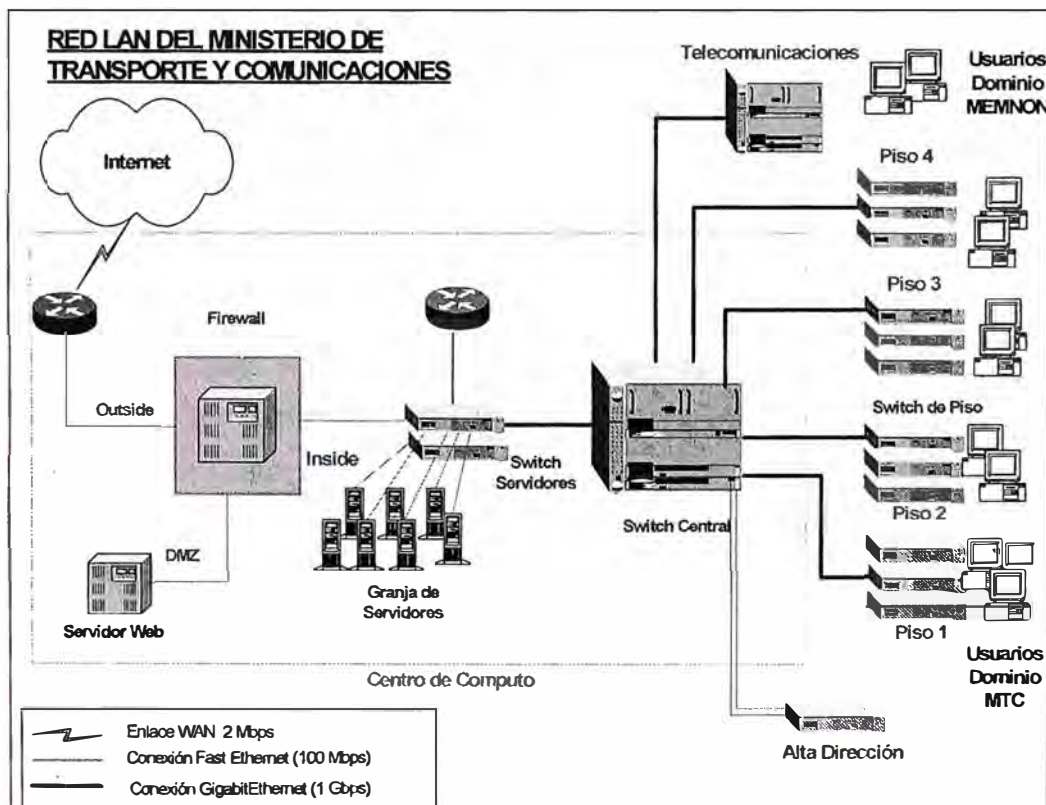


Fig. 1.2 Diagrama de la red LAN actual del MTC

1.3.2 Situación propuesta de la red LAN en el nuevo local del MTC

Implementar una Red LAN en el MTC basada en estándares, que sea uniforme y cuya performance soporte aplicaciones actuales y futuras como videoconferencia, multimedia, etc, con tecnología escalable; garantizando así la inversión a realizar. El cableado estructurado para voz y datos, debe utilizar cables (UTP y fibra óptica) categoría 6. Los equipos de comunicaciones deben soportar políticas de calidad de servicio (QoS). Se debe implementar una plataforma de gestión de los recursos de la red. Posteriormente se debe implementar la telefonía IP y VoIP. En esta red LAN se instalarán 1700 puntos dobles (un outlet o toma de oficina tendrá 2 plug RJ45), que se distribuirán de la siguiente manera:

Tabla N° 1.1 Distribución de los puntos de red para voz y datos

PUNTOS DE VOZ Y DATOS	PUNTOS DOBLES DE DATOS
78 puntos dobles por piso	47 puntos dobles por piso
25 puntos dobles en Rotonda	25 puntos dobles en Rotonda
20 puntos dobles en Atención al Ciudadano	50 puntos dobles en Atención al Ciudadano
19 puntos en Centro de Cómputo	61 puntos dobles en Centro de Cómputo

1.3.3 Situación actual de la red WAN en el antiguo local del MTC

La Red WAN se basa en la tecnología Frame Relay. En esta red WAN Pública la performance depende del tráfico concurrente, lo cual no es eficiente.

No existen políticas de Calidad de Servicio (QoS), y los equipos de comunicaciones no las soportan. Estos son de varias marcas, pero principalmente 3Com, y algunos tienen una antigüedad de 10 años.

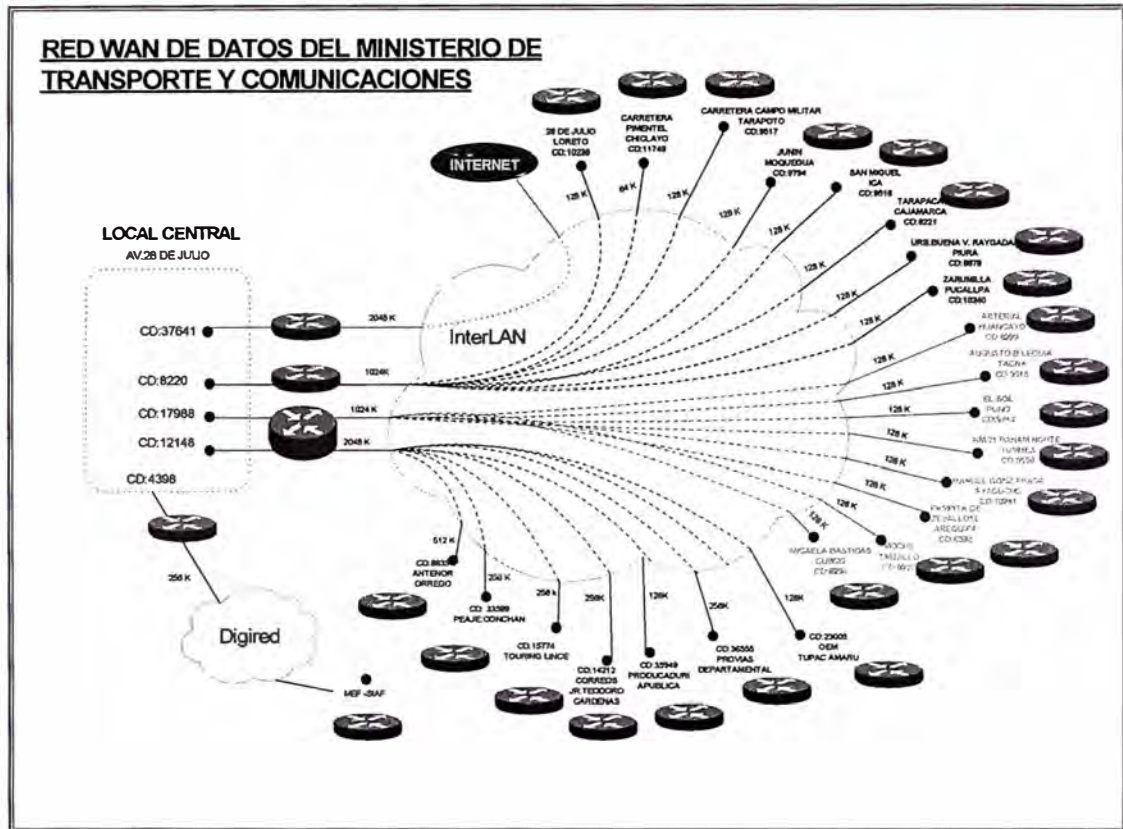


Fig. 1.3 Diagrama de la red WAN actual del MTC

1.3.4 Situación propuesta de la red WAN en el nuevo local del MTC

Se debe reemplazar los enlaces de Frame-Relay con enlace de fibra óptica punto a punto, o fibra oscura. Esto garantizará que aplicaciones como Lotus Notes, videoconferencia, etc. puedan funcionar adecuadamente.

Los equipos de comunicaciones deben ser redundantes y escalables, y deben soportar VoIP, QoS, videoconferencia.

1.3.5 Situación actual del sistema de energía eléctrica estabilizada del nuevo local del MTC

El edificio principal tiene una red de 10 kV y una subestación trifásica de 700 kVA. El centro de cómputo se alimenta de una sub estación que le entrega 400 kVA, y tiene un grupo eletrógeno de respaldo de 413 kVA a 220 V trifásico.

El edificio principal de 12 pisos no cuenta con circuitos eléctricos de cómputo, ni el edificio de atención al público.

No se tiene un sistema de pozo de tierra operativo en el edificio principal de 12 pisos, ni en el centro de cómputo.

1.3.6 Situación propuesta del sistema de energía eléctrica estabilizada del nuevo local del MTC

1,700 tomas eléctricas dobles.

Transformador de aislamiento de delta a estrella de 500 kVA (trabajando al 60%) para el edificio principal, edificio Rotonda y módulo de atención al ciudadano; y 150 kVA para el centro de cómputo.

Sistema de pozo de tierra de menos de 3 ohmios para ambos edificios.

Tablero general y tableros secundarios de cómputo independientes del sistema general de servicio (alumbrado, ascensores, bombas).

Sub estación para el sistema de cómputo, independiente del edificio principal de 12 pisos.

1.4 Costos estimados del Proyecto

En la tabla N° 1.2 se indican los costos estimados de los componentes del Proyecto, considerando también la ampliación de la central telefónica, el acondicionamiento del centro de cómputo, y la interconexión temporal entre los dos locales del MTC durante el periodo de mudanza entre locales, mediante un enlace de fibra óptica.

Tabla N° 1.2 Costos estimados del Proyecto

Cantidad	Descripción	Costo (\$)
02	Switch principal	130,000.00
36	Switch de borde	290,000.00
01	Equipamiento WAN - routers	180,000.00
01	Ampliación de central telefónica	150,000.00
01	Sistema de cableado estructurado	400,000.00
01	Sistema de energía para cómputo	185,000.00
01	Sistema de acondicionamiento del centro de cómputo	105,000.00
01	Arrendamiento interconexión local actual MTC – nuevo local MTC (dos meses)	12,000.00
	Estimado total en dólares americanos (sin IGV)	1'452,000.00

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Definición de Cableado Estructurado

"Cableado Estructurado" es un término ampliamente utilizado para definir un sistema de cableado genérico de voz, datos e imagen (telecomunicaciones) que soporta un ambiente multiproducto, multifabricante y multimedios. Es una infraestructura de tecnología de información (IT) que define un diseño de cableado basado en los requisitos del usuario final, permitiendo su implementación aun cuando exista poco o ningún conocimiento del equipo activo o aplicación a instalar.

Adaptado tanto a instalaciones de campus como de edificios individuales, el cableado estructurado consta de hasta tres subsistemas que pueden unirse para formar una red completa en una topología tipo estrella.

Los subsistemas de un sistema de cableado estructurado son: [REF 12]

Cableado Horizontal – es el cableado en cada piso del edificio que conecta las Salidas de Telecomunicaciones en el Área de Trabajo a un Marco de Conexión Horizontal (HC) localizado en un Cuarto de Telecomunicaciones del mismo piso o en un piso adyacente.

Cableado Vertebral Intraedificio – es el cableado que conecta cada HC dentro del mismo edificio ya sea al Marco de Conexión Principal (MC) o a un Marco de Conexión Intermedio (IC).

Cableado Vertebral Interedificios – es el cableado que enlaza los edificios en un ambiente de campus. Cada cable vertebral interedificios parte desde el MC (usualmente situado en el edificio principal) hacia los ICs o hacia los HCs que conecta directamente.

2.2 Ventajas del Cableado Estructurado

El concepto de cableado estructurado, pretende dar una solución universal a la infraestructura de voz y datos ante el cambio constante de tecnología. Mediante este tipo de cableado, se asegura la mejor calidad en las comunicaciones de voz y se garantiza una alta velocidad en la transferencia de datos.

La inversión inicial de un sistema de cableado estructurado es alta, su mantenimiento es muy bajo, pero el costo-beneficio a largo plazo es muy grande con respecto a lo que se tiene que reinvertir.

Compatibilidad. Instalación compatible con las tecnologías actuales y las que estén por llegar.

Flexibilidad. Sencillez para movimientos internos de personas y máquinas dentro de la instalación.

Bajo coste de mantenimiento. Diseñada e instalada para permitir fácil supervisión, mantenimiento y administración.

Estética. Agradable presentación y una terminación final estética y ordenada.

2.3 Principales Normas del Cableado Estructurado [REF 12]

Tabla N° 2.1 Principales Normas del Cableado Estructurado

ISO/IEC 11801:2002	Cableado Genérico en Instalaciones de Usuario
CENELEC EN 50173:2002	Información Tecnológica
CENELEC EN 50174	Información Tecnológica, Instalación de Cableado
ANSI/TIA/EIA 568-B.1, B.2, B.3 [REF 6,7,8,9]	Cableado en Edificios Comerciales
ANSI/TIA/EIA 569-A [REF 10]	Canaletas Pasos y Espacio
ANSI/TIA/EIA 758	Cableado en Planta Externa
ANSI/TIA/EIA 607	Apantallamiento y Puesta a Tierra
ANSI/TIA/EIA 606-A	Sistemas de Administración (etiquetado, planos, reportes, etc.)
ANSI/TIA/EIA TSB-67	Especificaciones de equipos de prueba, medición y certificación

2.4 Principios de Diseño y Procedimientos de Instalación de un Sistema de Cableado Estructurado para Edificios Comerciales [REF 12]

A continuación se describen los principales elementos del Sistema de Cableado Estructurado para Edificios Comerciales y las consideraciones técnicas correspondientes a cada elemento, de acuerdo a las respectivas normas ANSI/TIA/EIA.

2.4.1 Diseño del Sub Sistema de Cableado Horizontal

Cableado Horizontal

El cableado horizontal se extiende desde la salida de telecomunicaciones del área de trabajo hasta el marco de conexión horizontal en el cuarto de telecomunicaciones. El cableado horizontal abarca los cables horizontales, la salida de telecomunicaciones y el marco de conexión horizontal, incluyendo la terminación mecánica y los puentes o cordones de parcheo localizados en él. El cableado horizontal no incluye los cordones en el área de trabajo o en el cuarto de telecomunicaciones que conectan directamente al equipo activo.

Para el cableado horizontal deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para evitar problemas causados por emisiones electromagnéticas provenientes de cables de potencia y otros equipos, se cumplirán los requisitos del Anexo A para todo el cableado horizontal y sus canalizaciones.
- El cableado horizontal deberá estar configurado como topología de estrella, con cada salida de telecomunicaciones conectada a un marco de conexión horizontal.
- Se emplearán conexiones cruzadas para conexiones entre cableado horizontal y vertebral y para conexiones entre cableado horizontal y equipos con salidas de puerto múltiple (tales como conectores de 25 pares).
- Cada área de trabajo será atendida por un marco de conexión horizontal localizado en el mismo piso o en un piso adyacente.
- Todos los dispositivos usados para soportar una aplicación específica, se colocarán externos a la salida de telecomunicaciones y al marco de conexión horizontal.
- No se usará el cableado bajo alfombra.
- El hardware de conexión no se instalará en sitios que infrinjan códigos o regulaciones aplicables.
- No se permite el uso de derivaciones puenteadas en el cableado horizontal.
- No se usarán empalmes para cableado horizontal de par trenzado balanceado.
- No se permitirán más de dos empalmes de fibra óptica en el cableado horizontal entre un transmisor y su receptor.
- La longitud del cable entre la salida de telecomunicaciones y el marco de conexión horizontal no excederá los 90 m (295 ft), independientemente del tipo de medio.

- La longitud individual o combinada de los cordones o puentes usados en el marco de conexión horizontal, no excederá los 5 m (16 ft), independientemente del tipo de medio.
- La longitud de los cordones de equipo del área de trabajo, independientemente del medio, no excederá los 5 m (16 ft), si la salida de telecomunicaciones atiende a un sólo usuario.
- La longitud combinada de Canal del cableado horizontal, incluyendo los cordones de equipo en ambos extremos, y opcionalmente un cordón de parcheo o puente no excederá los 100 m (328 ft), independientemente del medio.
- Solo los cables de par trenzado balanceado, fabricados por un Fabricante de Cables Aprobado, designados como Cables Calificados, podrán ser usados en el cableado horizontal. Los Cables Calificados están específicamente clasificados para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.2 e ISO/IEC 11801:2000.
- Solo los cables de fibra óptica multimodo, fabricados por un Fabricante de Cables Aprobado, designados como Cables Calificados, podrán ser usados en el cableado horizontal. Los Cables Calificados están específicamente clasificados para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.3 e ISO/IEC 11801:2000.
- Todo el hardware de conexión utilizado con los cables de par trenzado balanceado y fibra óptica, se aprobará antes de la instalación. Se usará únicamente hardware de conexión que esté específicamente clasificado para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.2, ANSI/TIA/EIA-568-B.3 e ISO/IEC 11801:2000.
- Todos los puentes y cables usados para el ensamblaje de cordones de parcheo, usados para conexiones cruzadas en el cableado de par trenzado balanceado y de fibra óptica multimodo, se aprobarán antes de la instalación. Únicamente se usarán aquellos cables que están específicamente clasificados para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.2, ANSI/TIA/EIA-568-B.3 e ISO/IEC 11801:2000.
- Se proveerá un mínimo de dos salidas/conectores de telecomunicaciones para cada área de trabajo individual. Las salidas pueden estar localizadas en una o más placas frontales en el área de trabajo.
 - a) Una salida/conector de telecomunicaciones se soportará por un cable de par trenzado balanceado de 100 ohmios de 4 pares (mínimo requerido categoría 3, recomendado categoría 5e o superior).
 - b) La segunda salida/conector de telecomunicaciones se soportará por una opción de las siguientes:

- i) Cable de par trenzado balanceado de 100 ohmios de 4 pares categoría 5e o superior,
 - ii) Cable UTP de 100 ohmios, categoría 5e, híbrido o en fajo, o
 - iii) Cable de fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm ó 50/125 μm , mínimo de dos fibras.
- Cualquier cable que se extienda desde el ensamble de salidas multiusuario de telecomunicaciones (MuTOA) en un área de trabajo se considera un cordón de equipo y no se terminará en una salida adicional de telecomunicaciones en el área de trabajo.
 - La longitud máxima de los cordones del área de trabajo se determinará a partir de la siguiente fórmula:

$$W=C-T$$

$$C = (102 - H)/1 + D$$

W es la longitud en metros del cordón del área de trabajo; W deberá ser ≤ 22 m (72 ft) para UTP/ScTP 24 AWG y ≤ 17 m (57 ft) para ScTP 26 AWG.

T es la longitud total máxima de cordones en el HC; 5 m (16 ft) para UTP/ScTP 24 AWG ó 4 m (13 ft) para ScTP 26 AWG.

C es la longitud máxima combinada en metros de:

el cordón del área de trabajo, más

el cordón de equipo del marco de conexión horizontal (HC), más

el cordón de parcheo o puente (opcional) del HC

H es la longitud en metros del cable horizontal

D es el factor de detrimento; 0.2 para UTP/ScTP 24 AWG ó 0.5 para ScTP 26 AWG

- La longitud de los cordones de equipo del área de trabajo de par trenzado balanceado no excederá los 22 m (72 ft) cuando se use un MuTOA. En donde la longitud de Canal no excederá los 100 m (328 ft).
- El MuTOA se marcará con la longitud máxima permitida, con base en la fórmula del cordón del área de trabajo.
- El uso de mobiliario modular o canaletas perimetrales, para la instalación de cordones del área de trabajo, es aceptable siempre y cuando:
 - El uso de dicho espacio no infrinja los códigos aplicables para edificios.
 - El radio mínimo de curvatura de los cables esté dentro de los requisitos especificados en los Procedimientos de Instalación.
 - Los cambios o reubicación de estos cables no afecten el desempeño del Canal horizontal.

- Los MuTOAs no estarán localizados en techos falsos, pisos falsos o cualquier área obstruida; y no se instalarán en sistemas de mobiliario a menos que la unidad de mobiliario esté permanentemente asegurada a la estructura del edificio.
- El MuTOA se administrará como hardware de conexión.
- No se permitirá más de un punto de consolidación dentro del mismo tendido de cable horizontal.
- No se permitirán conexiones cruzadas o equipo activo en el punto de consolidación.
- Cada cable horizontal que salga del punto de consolidación tendrá sus cuatro pares terminados en una toma modular de ocho posiciones en el área de trabajo.
- La distancia mínima entre el marco de conexión horizontal y el punto de consolidación será de 15 m (50 ft).
- La distancia mínima entre el punto de consolidación y la salida de telecomunicaciones será de 5 m (16 ft).
- Todos los pares de cable estarán totalmente terminados en ambos extremos.
- El uso de espacios en un techo falso o piso falso para puntos de consolidación puede ser aceptable siempre y cuando:
 - El uso de dicho espacio no infrinja códigos aplicables,
 - sea accesible sin desplazar estructuras, equipo o mobiliario pesado [por ejemplo, archiveros que pesen 45 kg (100 lb) o más],
 - no se interrumpa a los ocupantes del edificio.
- El punto de consolidación se administrará como hardware de conexión.
- La longitud de Canal del cableado de fibra óptica multimodo no excederá los 300 m (984 ft) cuando se usen interconexiones o empalmes en una topología de cableado centralizado de fibra óptica, en donde los empalmes sólo se permiten en el cuarto de telecomunicaciones.
- La longitud del cableado de fibra óptica multimodo, entre el marco de conexión horizontal y la salida de telecomunicaciones, no excederá los 90 m (295 ft), cuando se usen interconexiones o empalmes en una topología de cableado centralizado de fibra óptica.
- La longitud del cableado de fibra óptica multimodo, entre el marco de conexión centralizado y la salida de telecomunicaciones, no excederá los 90 m (295 ft); y la longitud de Canal no excederá los 100 m (328 ft) cuando se use el método de enhebrado.
- Se cumplirán los requisitos de puesta a tierra y unión equipotencial especificados en las regulaciones y códigos aplicables.

Canalizaciones Horizontales

Para las canalizaciones horizontales deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las canalizaciones horizontales de cableado se diseñarán e instalarán para cumplir los códigos eléctricos y de construcción, locales y nacionales, y regulaciones aplicables.
- La puesta a tierra y unión equipotencial de canalizaciones horizontales de cableado cumplirán los códigos y regulaciones aplicables.
- Se instalarán sistemas cortafuego (fire stopping) para prevenir o retardar la propagación de fuego, humo, agua y gases a través del edificio. Este requisito se aplica a aberturas diseñadas para uso de telecomunicaciones que puedan ser penetradas o no por cables, alambres o canaletas. Tales sistemas cumplirán todos los códigos aplicables de protección de incendios, locales y nacionales.
- Las canalizaciones horizontales serán apropiadas para el ambiente en el cual se instalarán y no se obstaculizarán por ductos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), distribución de energía eléctrica o estructuras de edificio.
- Las canalizaciones horizontales se instalarán o seleccionarán de manera que el radio mínimo de curvatura de los cables horizontales se mantenga dentro de las especificaciones del fabricante durante y después de la instalación.
- Todas las canalizaciones utilizadas para cableado de telecomunicaciones estarán dedicadas a uso de telecomunicaciones y no serán compartidas por otros servicios del edificio.
- Todas las canalizaciones instaladas serán accesibles con el fin de efectuar adiciones, cambios o retiro de cables. Las canalizaciones cerradas tendrán puntos de acceso al menos cada 30 m (100 ft).
- Los soportes y canalizaciones de cableado se equiparán con medios estructuralmente independientes al techo falso y sus soportes.
- En áreas cubiertas por pisos falsos se usarán rutas definidas para cable de telecomunicaciones (es decir, una ruta que esté dedicada específicamente a cableado de telecomunicaciones).
- Los sistemas de distribución por techo falso proporcionarán total accesibilidad a las canalizaciones de cableado. No deberán emplearse placas de bloqueo ni techos falsos continuos a menos que se cumplan uno o más de las siguientes condiciones:
 - Exista previamente o se proporcione una canalización cerrada,
 - Las placas de bloqueo hayan sido modificadas para permitir su fácil retiro,

- Existan pasillos seguros sobre el techo falso a lo largo de las canalizaciones.
- La distribución en techo falso en espacios utilizados para el manejo del aire ambiental cumplirá todos los códigos y regulaciones aplicables.

2.4.2 Diseño del Sub Sistema de Cableado Vertebral

Cableado Vertebral

El cableado vertebral se extiende desde el marco de conexión principal hasta los marcos de conexión horizontal e incluye el marco de conexión principal, el o los marcos de conexión intermedios, el hardware de conexión dedicado al cableado vertebral y los cables que los unen. El cableado vertebral incluye además las terminaciones mecánicas y los puentes y cordones de parcheo usados para conexiones de vertebral a vertebral. El cableado vertebral no incluye cables en los cuartos de telecomunicaciones, cuartos de equipos o acometidas que conectan directamente a equipos activos.

Para el cableado vertebral deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para evitar problemas causados por emisiones electromagnéticas provenientes de cables de potencia y otros equipos, se cumplirán los requisitos del Anexo A para todo el cableado vertebral y sus canalizaciones.
- El cableado vertebral usará la topología tipo estrella jerarquizada.
- No habrá más de dos niveles jerárquicos de marcos de conexión en el cableado vertebral. Desde el marco de conexión horizontal, no se pasará a través más de un marco de conexión para llegar hasta marco de conexión principal.

Las conexiones cruzadas se usarán para realizar conexiones entre el cableado horizontal y el vertebral, entre el cableado vertebral de primer nivel y el de segundo nivel, y entre cableado vertebral y equipos con salidas de puertos múltiples (tales como conectores de 25 pares).

Sólo existirán marcos de conexión principal e intermedios en los cuartos de equipos, cuartos de telecomunicaciones o acometidas.

No se instalará hardware de conexión en ubicaciones que no estén destinadas específicamente para uso de telecomunicaciones o que puedan infringir códigos y regulaciones aplicables.

Todos los dispositivos usados para soportar una aplicación específica, se colocarán externos a los marcos de conexión principal e intermedios.

No se permite el uso de derivaciones puenteadas en el cableado vertebral.

Cuando se utilicen, los empalmes de UTP y fibra óptica se mantendrán accesibles y no se emplearán para cambios rutinarios del sistema de cableado.

No se usarán empalmes en cables ScTP.

- Cuando se requiera el uso de empalmes de UTP en el sistema vertebral intraedificio o interedificios, su número deberá ser el mínimo requerido por el diseño físico del sistema o por las restricciones de instalación.
- Cuando se requiera el uso de empalmes de UTP, estos deberán ser de conexión por desplazamiento de aislante y protegidos por cajas apropiadas al ambiente donde se instalarán.

Los empalmes de fibra óptica usados en un sistema vertebral se limitarán a un número aceptable que se basa en un presupuesto aceptable de atenuación de enlace.

- Sólo los cables de par trenzado balanceado, fabricados por un Fabricante de Cables Aprobado, designados como Cables Calificados, podrán ser usados en el cableado vertebral. Los Cables Calificados están específicamente clasificados para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.2 e ISO/IEC 11801:2000.

Los cables multipar utilizados en el sistema vertebral, tienen como finalidad, soportar aplicaciones de voz únicamente y sólo se probará su continuidad.

- Solo los cables de fibra óptica monomodo y multimodo, fabricados por un Fabricante de Cables Aprobados, designados como Cables Calificados, podrán ser usados en el Cableado Vertebral. Los Cables Calificados están específicamente clasificados para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.3 e ISO/IEC 11801:2000.
- Todo el hardware de conexión utilizado con los cables de par trenzado balanceados y de fibra óptica multimodo y monomodo, se aprobará antes de la instalación. Se usará únicamente hardware de conexión que esté específicamente clasificado para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.2, ANSI/TIA/EIA-568-B.3 e ISO/IEC 11801:2000.
- Todos los puentes y cables usados para el ensamblaje de cordones de parcheo, usados para conexiones cruzadas en el cableado de par trenzado balanceado y de fibra óptica multimodo y monomodo, se aprobarán antes de la instalación. Únicamente se usarán cables que estén específicamente clasificados para cumplir con las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.2, ANSI/TIA/EIA-568-B.3 e ISO/IEC 11801:2000.

Para cada tendido vertebral intraedificio que sea mayor de 90 m (295 ft) de longitud, debe proveerse cable de fibra óptica.

- Si el tendido vertebral intraedificio es menor o igual a 90 m (295 ft) de longitud, y no se ha instalado fibra óptica, deberá instalarse cable de par trenzado balanceado categoría 5e ó mayor para soportar aplicaciones de datos.

Para cada tendido vertebral interedificios debe instalarse cable de fibra óptica para el soporte de aplicaciones de datos.

La longitud total del Canal de cable, entre el marco de conexión principal y cualquier marco de conexión horizontal, no excederá los siguientes límites:

- 3,000 m (9,840 ft) para fibra óptica monomodo,
- 2,000 m (6,560 ft) para fibra óptica multimodo,
- 800 m (2,624 ft) para par trenzado balanceado para aplicaciones de voz.

La longitud total del Canal de cable, entre un marco de conexión horizontal y un marco de conexión intermedio, no excederá los:

- 300 m (984 ft) para par trenzado balanceado o fibra óptica.

Para aplicaciones de datos sobre cobre:

- 100 m (328 ft) para par trenzado balanceado por cada segmento en un sistema vertebral de uno o dos niveles jerárquicos.

- No se permitirá un marco de conexión intermedio (IC) entre los marcos de conexión horizontal y principal si se presentan en forma simultánea las tres condiciones siguientes:

El medio vertebral es:

- par trenzado balanceado
- ≤ 90 m (295 ft)
- destinado a soportar aplicaciones de datos

- La longitud total combinada de los cordones de parcheo y de equipo entre MC e IC, IC y HC, o MC y HC no excederá los 15 m (50 ft) si el medio vertebral es:

- ≤ 100 m (328 ft) para par trenzado balanceado y se desea el aseguramiento de aplicaciones,
- $\leq 2,000$ m (6,560 ft) para fibra óptica multimodo y se desea el aseguramiento de aplicaciones,
- $\leq 3,000$ m (9,840 ft) para fibra óptica monomodo y se desea el aseguramiento de aplicaciones.

Se cumplirán los requisitos de puesta a tierra y unión equipotencial especificados en los códigos y regulaciones aplicables.

Canalizaciones Vertebrales

Para las canalizaciones vertebrales deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las canalizaciones vertebrales se diseñarán e instalarán para cumplir los códigos eléctricos y de construcción, locales y nacionales, y regulaciones aplicables.
- La puesta a tierra y unión equipotencial de canalizaciones vertebrales cumplirán todos los códigos y regulaciones aplicables.
- Se instalarán sistemas cortafuego (fire stopping) debidamente instalados para prevenir o retardar la propagación de fuego, humo, agua y gases a través del edificio. Este requisito aplica a aberturas para uso de telecomunicaciones que puedan ser penetradas o no por cables, alambres o canalizaciones. Tales sistemas cumplirán con los códigos aplicables de incendios, locales y nacionales.
- Las canalizaciones de cableado serán apropiadas para el ambiente en el cual se instalarán y no se obstaculizarán por ductos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), distribución de energía eléctrica o estructuras de edificio.
- Las canalizaciones vertebrales se instalarán o seleccionarán de manera que el radio mínimo de curvatura de los cables vertebrales se mantenga dentro de las especificaciones del fabricante durante y después de la instalación.
- Todas las canalizaciones de cableado utilizadas para cableado de telecomunicaciones estarán dedicadas a uso de telecomunicaciones y no serán compartidas por otros servicios del edificio.
- Las canalizaciones intraedificio proveerán acceso a todos los cuartos de telecomunicaciones, cuartos de equipos y acometidas localizados en el mismo edificio.
- Las canalizaciones intraedificio se configurarán para soportar una topología tipo estrella.
- Las canalizaciones no se ubicarán en ductos de ascensores.
- Las canalizaciones interedificios deberán ser atendidos por el mismo marco de conexión principal.

2.4.3 Diseño del Área de Trabajo

Elementos del Área de Trabajo

Salida de Telecomunicaciones

- Ésta es la interfaz entre el área de trabajo y el cableado horizontal. La caja de salidas de telecomunicaciones constituye también parte del área de trabajo.

Equipos del Área de Trabajo

- Dispositivos tales como teléfonos, terminales, computadoras, etc.

Cordones de Equipo

- Cordones modulares utilizados para conectar equipo del área de trabajo a la salida de telecomunicaciones.

Adaptadores

Adaptadores y convertidores de medio, tales como los utilizados para transposición de cableado, adaptadores de clavija a toma, adaptadores DB25, DB15, DB09, baluns, etc.

Para los adaptadores deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- El Sistema de Cableado requiere que los cordones de equipo de fibra óptica, en el área de trabajo, usen conectores dúplex con posicionador de polaridad.

Éstos incluyen:

- MT-RJ
- LC
- 568SC

- Todos los dispositivos usados para soportar una aplicación específica, se colocarán externos a la salida de telecomunicaciones.
- Todos los cables par trenzado balanceado conectados a la salida de telecomunicaciones tendrán sus cuatro pares terminados en una toma modular de ocho posiciones en el área de trabajo.
- Cuando se conecte un ensamble de salidas multiusuario de telecomunicaciones (MuTOA) o un punto de consolidación, se terminarán todos los pares de los cables.
- Las asignaciones de posiciones en una toma de par trenzado balanceado serán conforme a los esquemas de alambrado T568A o T568B. Se prefiere el esquema de alambrado T568A. El esquema de alambrado T568B puede usarse si es necesario para acomodar ciertos sistemas de cableado de 8 posiciones.
- La salida de telecomunicaciones se montará en forma segura en las ubicaciones planeadas.
- En ubicaciones donde se utilicen cajas colgantes (p. ej., en líneas de ensamblaje y talleres) deberán utilizarse componentes de montaje específicamente diseñados para dichas ubicaciones.
- El conector de fibra óptica en el lado del cableado de telecomunicaciones será de cualquiera de los siguientes tipos:
 - Dos SC simples

- 568SC (dúplex SC)
 - MT-RJ (toma registrada de transferencia mecánica)
 - LC
- El conector de fibra óptica en el lado del usuario de la salida de telecomunicaciones será de cualquiera de los siguientes tipos:
- 568SC
 - MT-RJ
 - LC
- Como mínimo, la salida de telecomunicaciones estará en capacidad de terminar dos fibras ópticas en un adaptador 568SC, MT-RJ, LC.
- La salida de fibra tendrá la capacidad de proteger el cable de fibra óptica, proveer un mecanismo para asegurar un radio mínimo de curvatura de 25 mm (1 in) y de almacenar por lo menos 1 m (3 ft) de dos fibras de tubo apretado con o sin forro para efectos de terminación.

Canalizaciones Específicas del Área de Trabajo

Para las canalizaciones específicas del área de trabajo deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando se utilizan canalizaciones incorporadas dentro del mobiliario o particiones, las canalizaciones cumplirán todos los códigos y regulaciones aplicables.
- El cable que corra entre el cuarto de telecomunicaciones y la salida de telecomunicaciones no estará expuesto en el área de trabajo u otros espacios con acceso público.

2.4.4 Diseño del Cuarto de Telecomunicaciones

Cableado del Cuarto de Telecomunicaciones

La principal finalidad de los cuartos de telecomunicaciones es la distribución del cableado horizontal y, como tal, se les considera generalmente como instalaciones que atienden pisos individuales de edificios. Conocidos anteriormente como cuartos de la vertical, cuartos de cableado o cuartos satélites, los cuartos de telecomunicaciones se usan para conectar el cableado horizontal con el cableado vertebral y con equipo de telecomunicaciones. Específicamente, está destinado a alojar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y marcos de conexión.

Para el cableado del cuarto de telecomunicaciones deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se cumplirán todos los códigos eléctricos y regulaciones aplicables.

- Se usarán los medios apropiados para manejo, enrutado y eliminación de estrés del cable (tales como bandejas y cinturones de cable) para una organización y control efectivos de todos los cables y hardware de conexión en el cuarto de telecomunicaciones.
- Las terminaciones fijas de los cables vertebrales y horizontales no se usarán para cambios rutinarios al sistema de cableado. Para estos cambios se utilizarán puentes y cordones de parcheo y de equipo.

Espacios del Cuarto de Telecomunicaciones

Para los espacios del cuarto de telecomunicaciones deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- El cuarto de telecomunicaciones se diseñará y equipará para contener equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y marcos de conexión asociados.
- El cuarto de telecomunicaciones estará dedicado a la función de telecomunicaciones. El acceso a los cuartos de telecomunicaciones se restringirá al personal de servicio autorizado y no será compartido por servicios del edificio que puedan interferir con los sistemas de telecomunicaciones o se utilicen para servicios de mantenimiento del edificio (tales como trapeadores y baldes).
- Las instalaciones de puesta a tierra y unión equipotencial cumplirán con los códigos y regulaciones aplicables.
- Estas cajas o gabinetes cumplirán los requisitos de separación, tendrán una puerta provista con cerradura y se montará en una ubicación fija.

2.4.5 Diseño del Cuarto de Equipos

Cableado del Cuarto de Equipos

Los cuartos de equipos contienen típicamente una vasta porción de equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y marcos de conexión. Se les puede considerar como unidades que atienden a todo el edificio o campus, mientras que los cuartos de telecomunicaciones atienden sólo pisos individuales.

Cualquiera o todas las funciones de los cuartos de telecomunicaciones pueden prestarse alternativamente por un cuarto de telecomunicaciones. Los cuartos de equipos se utilizan principalmente para terminaciones de equipos y del sistema vertebral.

Para el cableado del cuarto de equipos se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se cumplirán todos los códigos y regulaciones aplicables.
- Las prácticas normativas de cableado y los requisitos de terminación para cuartos de telecomunicaciones se aplicarán al cuarto de equipos.

Espacios del Cuarto de Equipos

Para los espacios del cuarto de equipos se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El cuarto de equipos se equipará para contener equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y marcos de conexión asociados.
- El cuarto de equipos no será compartido por servicios del edificio que puedan interferir con los sistemas de telecomunicaciones o se utilicen para servicios de mantenimiento del edificio (tales como trapeadores y baldes).
- Las instalaciones de puesta a tierra y unión equipotencial cumplirán con los códigos y regulaciones aplicables.
- Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes y sobrevoltajes cumplirán con los requisitos estipulados en los códigos y regulaciones aplicables.

2.4.6 Diseño de la Acometida

Cableado de Acometida

La acometida contiene típicamente el punto de demarcación de la red e instalaciones del sistema vertebral intraedificio e interedificios.

El punto de demarcación de la red en la ubicación dentro de un edificio en donde el proveedor de servicio local instala un dispositivo de interfaz para el cableado de los predios del cliente. Éste es el punto en el cual la Compañía Telefónica de la Central Local queda libre de responsabilidad en cuanto a la integridad de transmisión y/o del circuito. Este servicio está regulado por los códigos aplicables y entidades correspondientes.

Para el cableado de acometida se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La protección de circuitos de cableado que entre o salga de un edificio cumplirá con los códigos y regulaciones aplicables.
- Deberá cumplirse con los códigos eléctricos y regulaciones aplicables.
- Las prácticas normativas de cableado y los requisitos de terminación para cuartos de telecomunicaciones se aplicarán para la acometida.

Espacios de Acometida

Para los espacios de acometida se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La acometida se acondicionará para contener equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y marcos de conexión asociados.
- El lugar o espacio de acometida estará ubicado en un área seca no expuesta a inundaciones.

- Las instalaciones de puesta a tierra y unión equipotencial cumplirán con los códigos y regulaciones aplicables.

2.4.7 Procedimientos de Instalación (Aspectos Generales)

Deberá tenerse en cuenta los siguientes aspectos generales de los procedimientos de instalación:

- Se observarán procedimientos apropiados para cableado vertebral y horizontal para garantizar un desempeño inicial y continuo del sistema de cableado durante su ciclo de vida útil.
- El cableado se instalará para facilitar el rotulado y la documentación, y para permitir la codificación de colores, en forma consistente con los requisitos de Administración.
- El desempeño de transmisión de sistemas de cableado con componentes de diferentes categorías de desempeño (es decir, cables, conectores y cordones que no estén clasificados para la misma capacidad de transmisión) se clasificarán con respecto al componente de menor desempeño.
- La instalación de gabinetes y bastidores deberá proporcionar las separaciones estipuladas en los códigos y regulaciones aplicables.
- Todos los sistemas de canalizaciones se instalarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Los soportes del cable no contiguos (colgadores, anillos o ganchos) no deben espaciarse a más de 1.5 m (5 ft). Todos los canales utilizados para cables se instalarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Los cables de telecomunicaciones se soportarán con dispositivos diseñados para este fin y en forma independientemente de cualquier otra estructura.
- Los cables enrutados verticalmente, como en el caso de cables vertebrales u horizontales enrutados entre pisos, se soportarán con abrazaderas u otros mecanismos. Se requiere un mínimo de dos soportes por piso.
- El número de cables horizontales (par trenzado balanceado o cable de fibra óptica) colocados en un soporte o canalización (ganchos, anillos, bandejas, etc.) se limitará a una cantidad que no altere la forma geométrica de los cables.
- Las canalizaciones tipo bandeja o canal no excederán una capacidad máxima del 50% de llenado y una altura máxima interior de 150 mm (6 in).
- La capacidad máxima de una canaleta perimetral o de mobiliario no excederá el 40% de llenado. Se permite un máximo del 60% para acomodar adiciones no planeadas después de la instalación inicial.

- Para canalizaciones en espacios de techo falso, los sistemas de soporte de cable se diseñarán e instalarán con un mínimo de 75 mm (3 in) por encima de la rejilla del techo soportado.
- Se usarán cubrefilos (bushings) u otros medios de protección en los bordes y cantos de las canalizaciones que puedan entrar en contacto con los cables durante o después de la instalación.
- Aparte de satisfacer los requisitos de desempeño establecidos, se tomará especial cuidado en garantizar que los cables sean adecuados al entorno en el que se instalarán (p.ej., la temperatura no afectará negativamente el desempeño del cableado al exceder los límites especificados).
- Las tensiones máximas de arrastre del cable o los radios mínimos de curvatura no sobrepasarán las especificaciones del fabricante.
- Los cables se instalarán en canalizaciones y espacios que brinden protección adecuada contra la intemperie y demás riesgos del entorno.
- No se permitirá el engrapado de ningún tipo de cable reconocido.
- Los cables no se colocarán sobre bordes de canalizaciones, gabinetes, cajas, accesorios, o delimitadores de curvatura, que excedan los requisitos de radios mínimos de curvatura especificados por el fabricante del cable.
- El radio mínimo de curvatura, en condiciones de no-tensión (cuando el cable sólo es colocado, no arrastrado), será de 4 y 8 veces el diámetro externo del cable para cables UTP y ScTP de 4 pares respectivamente, y de 10 veces para cables multipar, híbridos o en fajo.
- En cualquier instalación y tipo de cable reconocido, se cumplirán los requisitos más estrictos de radios de curvatura del cable (los indicados anteriormente o los del fabricante).
- El radio mínimo de curvatura para cable horizontal de 2 y 4 fibras será de 25 mm (1 in) bajo condiciones de no-tensión y de 50 mm (2 in) bajo condiciones de tensión; en donde la tensión máxima de arrastre permitida será de 222 N (50 lbf).
- El radio de curvatura para cable vertebral de fibra óptica intraedificio no será menor al especificado por el fabricante. Si no se proporciona ninguna especificación, entonces el radio de curvatura no será menor a 10 veces el diámetro externo del cable bajo condiciones de no-tensión y no menor a 15 veces bajo condiciones de tensión.
- El radio de curvatura para cable vertebral de fibra óptica interedificios no será menor al especificado por el fabricante. Si no se proporciona ninguna especificación, entonces el radio de curvatura no será menor a 10 veces el

diámetro externo del cable bajo condiciones de no-tensión y no menor a 20 veces bajo condiciones de tensión; en donde la tensión de arrastre permitida usualmente es menor a 2,670 N (600 lbf).

- El radio mínimo de curvatura para cordones hechos con cable multifilar, en condiciones de no-tensión, será de 6 mm (0.25 in) y 50 mm (2 in) para UTP y ScTP respectivamente.
- El cable que corra entre el cuarto de telecomunicaciones y la salida de telecomunicaciones no estará expuesto en el área de trabajo ni en otros espacios con acceso público.
- El hardware de conexión se montará en forma segura sobre muros, pisos, bastidores, mobiliario modular y demás superficies estables y accesibles.
- Para brindar un desempeño óptimo de transmisión, el hardware de conexión y todos los demás componentes del sistema de cableado se instalarán siguiendo procedimientos apropiados de preparación, terminación, orientación y montaje, y en total conformidad con las instrucciones del fabricante.
- El hardware de conexión se instalará de manera que se brinde un control de cable ordenado y bien organizado.
- Con el fin de reducir el destrenzado de los pares de cable, el instalador debe pelar sólo aquella cantidad de forro que se requiera para terminar en el hardware de conexión para par trenzado balanceado. No se permite pelar el forro del cable más de 75 mm (3 in).
- Todos los cables de par trenzado balanceado se conectarán en orden directo sin transposiciones de pares o conductores. Cuando se requieren cruces para ciertas aplicaciones, se proveerán externos al sistema de cableado.
- La cantidad máxima de destrenzado de cada par, resultante de la terminación en el hardware de conexión, será de 13 mm (0.5 in) para cables de categoría 5e o mayor, y de 75 mm (3 in) para cables de categoría 3.
- Debido a los efectos negativos combinados en el desempeño del enlace con relación a múltiples bloques y paneles de parcheo en estrecha proximidad, se requiere que los enlaces de par trenzado balanceado no pasen por más de dos piezas de hardware de conexión en un marco de conexión.
- No se deberá terminar cables de diferentes categorías de desempeño en el mismo hardware de conexión.
- El Sistema de Cableado requiere que los enlaces de fibra óptica no pasen por más de dos piezas de hardware de conexión en un marco de conexión.
- El hardware de conexión de fibra óptica se instalará para proporcionar:

- a) Una instalación limpia, bien organizada, con procedimientos apropiados de terminación y manejo de cable de acuerdo con las pautas del fabricante;
 - b) Una codificación con colores, rotulado y documentación.
- El hardware de conexión de fibra óptica se protegerá contra daños físicos y exposición directa a la humedad y demás elementos corrosivos. Esta protección se puede llevar a cabo mediante la instalación en interiores o en una caja apropiada para las condiciones ambientales.
 - El conector de fibra óptica en el lado del usuario de la salida de telecomunicaciones será de cualquiera de los siguientes tipos:
 - 568SC
 - MT-RJ
 - LC
 - El cableado de fibra óptica deberá instalarse de modo que a cada fibra de número impar le corresponda la siguiente fibra de número par (p.ej., fibra 1-azul con fibra 2-naranja, fibra 3-verde con fibra 4-café).
- La instalación de fibras pareadas forma las vías de transmisión y recepción usadas en un circuito de telecomunicaciones.
- El posicionamiento de par invertido se logra instalando las fibras en orden consecutivo (1, 2, 3, 4...) en un extremo y en orden de par invertido (2, 1, 4, 3...) en el otro extremo del enlace.
 - Los cordones de fibra óptica 568SC, MT-RJ y LC, ya sean para conexiones cruzadas o interconexiones, serán de orientación cruzada de manera que la Posición A vaya a la Posición B en una fibra, y la Posición B a la Posición A en la otra fibra del par.
 - Cada extremo de los cordones de fibra óptica 568SC y LC se identificará para indicar la posición A y la posición B, si el conector puede separarse en sus componentes simples.

2.4.8 Administración del Cableado

Generalidades

Debido a que los cambios se presentan de manera regular, es necesaria una política bien definida y estructurada de administración para mantener registros precisos y tener toda la información requerida del Sistema de Cableado.

La norma ANSI/TIA/EIA-606 establece seis componentes esenciales en un sistema administrativo: identificadores, rótulos, registros, informes, planos y órdenes de trabajo.

Los identificadores que se utilizan para acceder a grupos registros del mismo tipo deben ser únicos.

El rotulado deberá realizarse ya sea (1) pegando o colocando firmemente una etiqueta independiente al elemento que se va a administrar o (2) marcando el elemento directamente.

El rotulado deberá ser legible y permanecer firmemente unido al elemento durante todo el periodo de la garantía.

Administración de Cableado

Para la administración del cableado se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se crearán o actualizarán los rótulos, registros, informes y planos asociados, al instalar o modificar cables, hardware de conexión, posiciones del hardware de conexión, empalmes o cualquier parte relacionada con el sistema de cableado.
- A cada cable se le asignará un identificador único que sirva como referencia en sus registros respectivos.
- Los cables de los subsistemas horizontal y vertebral deberán rotularse en cada extremo. El cable o su etiqueta se marcará con su identificador; esta marca deberá permanecer en el cable después de terminar la instalación.
- Los registros de cables deberán incluir al menos la siguiente información:
 - Identificador del cable
 - Tipo de cable
 - Pares o conductores dañados
 - Vínculos de posiciones de hardware de conexión (ambos extremos)
 - Vínculos de empalmes
- A cada pieza y a cada posición de hardware de conexión se le asignará un identificador único que sirva como referencia en sus registros respectivos.
- Un identificador único deberá rotularse en la cubierta o etiqueta de cada pieza y de cada posición de hardware de conexión.
- Los registros de hardware de conexión y de sus posiciones deberán incluir al menos la siguiente información:
 - Identificador de la pieza o posición de hardware de conexión
 - Tipo de la pieza o posición de hardware de conexión
 - Posiciones dañadas
 - Vínculos de cables
- Un identificador único deberá asignarse y rotularse en cada caja de empalmes para que sirva como referencia en sus registros respectivos.

- Los registros de empalmes deberán incluir al menos la siguiente información:
 - Identificador del empalme
 - Tipo de empalme
 - Vínculo del cable

Administración de Espacios

Para la administración de espacios deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- A cada espacio que contenga marcos de conexión deberá asignársele un identificador único.
- Todos los espacios que contengan marcos de conexión deberán ser rotulados.

Administración del Sistema de Tierra

- La administración del sistema de puesta a tierra y unión equipotencial deberá realizarse de acuerdo con los códigos y regulaciones aplicables.

Documentos de Administración

Los documentos de administración deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los esquemáticos referentes a los canales y enlaces permanentes, horizontales y vertebrales, deberán completarse de acuerdo a lo indicado en 2.4.9.
- El Integrador Certificado (compañía) deberá conservar y guardar en un archivo los dibujos y planos de la infraestructura del sistema de cableado durante toda la vigencia de la garantía. Se deben incluir al menos los siguientes planos y dibujos:
 - Localización de terminaciones de cables horizontales
 - Localización de salidas de telecomunicaciones
 - Localización de terminaciones de cables vertebrales
 - Localización de canalizaciones
 - Localización de espacios de telecomunicaciones
 - Diagrama vertebral lógico

Las órdenes de trabajo referentes al cableado, terminaciones y empalmes deberán mantenerse en archivo y actualizarse para efectos de cambios y reparaciones. Los registros afectados por las órdenes de trabajo deberán ser actualizados. La porción referente al cableado deberá incluir los identificadores y tipos de cables, los identificadores y tipos de hardware de conexión, y en caso de requerirse, los identificadores y tipos de empalmes.

Los rótulos o el hardware que hayan sido codificados por colores para identificar los dos extremos de un mismo cable, deberán ser del mismo color.

Registro de Empalmes					
Identificador de Empalme	Tipo de Empalme	Identificador de Cable	Identificador de Empalme	Tipo de Empalme	Identificador de Cable

2.4.9 Pruebas y Registro

Pruebas de Par Trenzado Balanceado

Para las pruebas y registro deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todas las pruebas de transmisión se realizarán con probadores de campo calificados de par trenzado balanceado.

Todos los probadores de campo tendrán instalada la última versión de software con el fin de proveer los parámetros y valores de prueba más actualizados y exactos.

Se cumplirán los requisitos y recomendaciones para conexiones, configuración de prueba, procedimientos de medición y precauciones especificados en los manuales del probador de campo.

- Todos los probadores de campo se calibrarán en fábrica de acuerdo con requisitos establecidos en sus respectivos manuales.

Las configuraciones de auto-prueba incluidas en el probador de campo se ajustarán a los parámetros preestablecidos. Cualquier configuración de autopruueba que haya sido modificada, puede descalificar los resultados.

La configuración de prueba seleccionada de las opciones proporcionadas en probador de campo será compatible con el cableado bajo prueba.

Las pruebas de continuidad se realizarán utilizando cualquiera de los probadores de campo calificados.

Todos los cordones de prueba de par trenzado balanceado, usados para certificar el Modelo de Enlace Permanente, cumplan o excederan los requisitos de ANSI/TIA/EIA-568-B.1 y estarán calificados para probar cableados de categoría 5e o superior.

Los adaptadores de par trenzado balanceado, necesarios para conectar los cordones de prueba al hardware de conexión, cumplirán o excederán la categoría de desempeño del Enlace Permanente bajo prueba.

Los Modelos de Enlace Permanente vertebral u horizontal requieren que los resultados de las pruebas se registren bajo la configuración de Enlace Permanente del probador de campo.

Los Modelos de Canal vertebral u horizontal requieren que los resultados de la prueba se registren bajo la configuración de Canal del probador de campo.

Para la prueba de Canal horizontal la longitud combinada total de los cordones (del área de trabajo, de equipo y/o de parcheo) no excederá los 27 m (89 ft) para par trenzado balanceado.

Para la prueba de Canal vertebral la longitud combinada total de los cordones de parcheo y de equipo no excederá de 15 m (50 ft) para par trenzado balanceado.

- Todos los probadores tendrán una Velocidad Nominal de Propagación (NVP) debidamente configurada para el tipo de cable bajo prueba.
- Se probará el 100% de los Modelos de Enlace Permanente y/o de Canal del cableado horizontal y vertebral de par trenzado balanceado.

Los requisitos de pruebas de desempeño, para los Modelos de Enlace Permanente o Canal categoría 3, incluirán los siguientes parámetros definidos en ANSI/TIA/EIA-568-B.1:

- Mapeo (incluyendo blindaje de ScTP)
 - Longitud
 - Paradiafonía (par a par)
 - Pérdida por Inserción
- Los requisitos de pruebas de desempeño, para los Modelos de Enlace Permanente o Canal categoría 5e ó superior, incluirán los siguientes parámetros definidos en ANSI/TIA/EIA-568-B.1:
- Mapeo (incluyendo blindaje de ScTP)
 - Longitud
 - Pérdida por Inserción
 - Paradiafonía (par a par)
 - PS NEXT (suma de potencia)
 - ELFEXT (par a par)
 - PS ELFEXT (suma de potencia)
 - Pérdida por Retorno

- Retardo de Propagación
- Sesgo de Retardos

Pruebas de Fibra Óptica

Para las pruebas de fibra óptica deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

La prueba de atenuación del cableado de fibra óptica se efectuará con un medidor de potencia óptica calificado. Los probadores de campo calificados que utilicen adaptadores de prueba de fibra óptica son también aceptables.

Se seguirán las pautas y requisitos para conexiones, configuración de prueba y procedimientos de medición especificados en el manual del probador de fibra óptica calificado.

- Todos los medidores de potencia óptica se calibrarán en fábrica de acuerdo con requisitos establecidos en sus respectivos manuales.

Los cordones de prueba de fibra óptica utilizados para conectarse al hardware de conexión de los marcos de conexión y de la salida de telecomunicaciones serán compatibles con el cableado bajo prueba.

Se probará la atenuación y la longitud en el 100% de los Enlaces de Fibra Óptica horizontal y vertebral.

Se probará la atenuación del 100% de los enlaces horizontales de fibra óptica, en cualquiera de las dos ventanas de longitud de onda (850 nm ó 1300 nm), al menos en una dirección, con un probador calificado. Los resultados de la atenuación no excederán los 2.0 dB (2.75 dB para enlaces con punto de consolidación).

Se probará la atenuación del 100% de los enlaces vertebrales de fibra óptica monomodo y multimodo (62.5/125 μm ó 50/125 μm), en ambas longitudes de onda (850 nm y 1300 nm para multimodo, 1310 nm y 1550 nm para monomodo), al menos en una dirección, con un probador calificado.

Se probará la atenuación del 100% de los enlaces de fibra óptica centralizado, en cualquiera de las dos ventanas de longitud de onda (850 nm ó 1300 nm), al menos en una dirección, con un probador calificado. Los resultados de la atenuación no excederán los 3.3 dB (4.1 dB para enlaces con punto de consolidación).

La atenuación máxima aceptable de los enlaces vertebrales (o mayores a 90 m [295 ft]) se determinará con base en el siguiente cálculo:

atenuación del enlace = atenuación del cable, más
atenuación de conectores, más
atenuación de empalmes.

Se medirá la longitud del 100% de los enlaces de fibra óptica horizontales y vertebrales utilizando uno de los siguientes métodos:

- Un OTDR
- Un probador de fibra óptica capaz de medir la longitud
- Marcas secuenciales de los forros de los cables de fibra óptica

2.5 Resumen del capítulo

Este capítulo está dedicado al cableado estructurado requerido para el MTC, su definición, sus ventajas, principales normas y principios de diseño y procedimientos de instalación de un sistema de cableado estructurado para edificios comerciales.

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA EL MTC

A continuación se detalla los requerimientos del MTC para los diferentes componentes del cableado estructurado:

3.1 Estructura del Sistema de Cableado Estructurado [REF 12]

Los elementos de la estructura del sistema de cableado estructurado son:

- Distribución Horizontal (Cableado y Canalizaciones)
- Distribución Vertebral (Backbone) (Cableado y Canalizaciones)
- Área de Trabajo (Cableado, Canalizaciones y Espacios)
- Cuarto de Telecomunicaciones (Cableado, Canalizaciones y Espacios)
- Cuarto de Equipos (Cableado, Canalizaciones y Espacios)
- Acometida (Cableado, Canalizaciones y Espacios)
- Procedimientos de Instalación (Par Trenzado Balanceado y Fibra Óptica)
- Administración (Documentación)
- Pruebas y Registro (Procedimientos de Certificación)

3.2 Especificaciones Técnicas del Cableado Estructurado del Proy. MTC [REF 1]

3.2.1 Sub Sistema de Cableado Horizontal

Consideraciones Generales

- El canal completo debe cumplir con las pruebas de rendimiento y desempeño de la EIA/TIA 568B.2-1 Categoría 6. Se debe adjuntar pruebas de desempeño certificadas por Laboratorios Independientes: UL (Underwriters Laboratories) o ETL.
- Los componentes de cableado estructurado formado por el patch cord, patch panel, jack, face plate y line cord deben ser de una misma marca. El cable UTP debe también ser preferentemente de la misma marca y fabricante. Todos los componentes del cableado estructurado deberán presentar certificados técnicos vigentes de fábrica que garanticen el funcionamiento del sistema en conjunto.
- El Fabricante de la solución de cableado estructurado debe presentar un certificado de garantía por un periodo mínimo de veinte (20) años de los productos y de las aplicaciones para el canal completo una vez culminada la implementación. La guía de aplicaciones garantizadas deben estar especificadas

por el fabricante para aplicaciones de datos (100Base-TX, 1000Base-SX, 10GBase-SR), video analógico, voz y edificios inteligentes. Estas aplicaciones deben estar documentadas técnicamente por el fabricante y presentadas en la propuesta.

- Los postores deben mostrar los valores de rendimiento (performance) garantizados por Laboratorios Independientes: UL o ETL, para un canal de cobre de 4 conexiones. Se debe mostrar el valor del PSACR (dB) a 250MHz.
- Todos los componentes del canal completo deben estar certificados para operar a su máxima capacidad de transmisión desde los 0°C hasta los 40°C.

Cable UTP

- El cable UTP es el usado para el tendido del cableado horizontal, el cual no debe exceder de 90 metros desde el outlet y el patch panel por cada enlace.
- Cable de cobre sólido unshield twisted pair de 4 pares trenzados, 23 a 24 AWG, 100 Ohm; en presentación de cajas selladas.
- Debe cumplir con las pruebas de performance de la EIA/TIA 568B.2-1 e ISO/IEC 11801 Categoría 6/Clase E (últimas revisiones), certificado por Laboratorios Independientes: UL o ETL.
- El cable debe tener aislante de polietileno de alta densidad y la chaqueta del cable UTP debe ser de PVC, tipo no plenum.

Jack RJ45

- El jack RJ45 es el componente ubicado en la toma de red (outlet) de oficina, donde se conecta el line cord y une a este al cableado horizontal.
- Debe soportar como mínimo 500 inserciones de plug RJ45 de 8 posiciones, detallado con documentos del fabricante.
- Deben ser etiquetados para trabajar con el sistema de cableado tipo T568A, que es la forma de conectorización a utilizar en el proyecto.
- Debe cumplir con las pruebas de performance de la EIA/TIA 568B.2-1 Categoría 6, certificado por Laboratorios Independientes: UL o ETL.
- El plástico usado en el jack RJ45 debe ser alto impacto, retardante de flama. Con certificado de flamabilidad de Underwriters Laboratories (UL) clase 94V-0.
- El jack RJ45 debe permitir una fuerza de retención suficiente para evitar la desconexión, tanto del plug RJ45 como del cable sólido instalado en él.
- El jack RJ45 debe ser del color del faceplate.

Face Plate

- El face plate es parte del outlet o Toma de Oficina en el cual se ubica el jack RJ45. Asimismo el face plate se ubica sobre una caja que es parte del sistema de canalización.
- El plástico usado en el face plate debe ser alto impacto, retardante de flama. Con certificado de flamabilidad de Underwritess Laboratories (UL) clase 94V-0.
- Debe ser de 2 puertos y soportar el uso de tapas ciegas, las cuales deben ser del mismo color del face plate y deben incluirse donde sea necesario de manera que no exista ningún puerto vacío una vez culminada la implementación.
- El face plate debe instalarse en una caja plastica del tipo 4" x 2" o en una canaleta adecuada para este módulo, debiendo encajar correctamente en esta. No se aceptarán rosetas.
- Debe incluir sus tornillos de sujeción y etiquetas de identificación para cada puerto del face plate, con cobertor de policarbonato transparente.
- El face plate debe ser de color marfil, blanco o similar.

Line Cord

- El line cord es el cable utilizado para conectar el equipo periférico (PC, servidor, impresora, o similar) con la toma para datos conformada por el jack y el face plate.
- El line cord debe estar conformado solamente por cable de cobre multifilar unshield twisted pair de 4 pares trenzados 24 AWG y con un plug RJ45 de 8 posiciones en cada extremo. Debe estar confeccionado integralmente por el fabricante en configuración pin a pin según el esquema TIA 568A.
- Debe cumplir con las pruebas de performance de la EIA/TIA 568B.2-1 Categoría 6, certificado por Laboratorios Independientes: UL o ETL.
- Los plug RJ45 de cada line cord deben tener un sistema anti enredo o capuchas como parte del plug RJ45 para evitar atascos durante movimientos o reordenamiento.
- La chaqueta del cable UTP debe ser de PVC, tipo no plenum.
- La longitud del line cord debe ser de al menos 3 metros.

Patch Cord

- El path cord es el cable utilizado para conectar el patch panel con el equipo activo de red (swith, hub o similar) en configuración directa o en configuración cross-connect.
- El patch cord debe estar conformado solamente por cable de cobre multifilar unshield twisted pair de 4 pares trenzados 24 AWG y con un plug RJ45 de 8

posiciones en cada extremo. Debe estar confeccionado integralmente por el fabricante en configuración pin to pin según el esquema TIA 568A.

- Debe cumplir con las pruebas de performance de la EIA/TIA 568B.2-1 Categoría 6, certificado por Laboratorios Independientes: UL o ETL.
- Los plug RJ45 de cada path cord deben tener un sistema anti enredo o capuchas como parte del plug RJ45 para evitar atascos durante movimientos o reordenamiento.
- La chaqueta del cable UTP debe ser de PVC, tipo no plenum.
- La longitud del patch cord debe ser de 1.5 metros para los gabinetes de altura completa y de 1 metro para los gabinetes en pared. Se debe garantizar un correcto ordenamiento de cables con los ordenadores solicitados para el patch panel y gabinete.

Patch Panel

- El patch panel se encuentra ubicado en el gabinete de comunicaciones y se conecta directamente con el cable UTP del tendido horizontal con sistema de conexión IDC.
- El patch panel debe ser de 19 pulgadas para ser montado sobre los bastidores de los gabinetes. La base del patch panel debe ser de material metálico.
- Se debe utilizar path panel modulares de 24 ó 48 puertos RJ45, pudiendo hacer combinaciones de estos para completar la demanda de puertos dentro de un gabinete.
- Cada jack del patch panel debe cumplir con las pruebas de performance de la EIA/TIA 568B.2-1 Categoría 6, certificado por Laboratorios Independientes: UL o ETL.
- Cada puerto del patch panel debe contar con sistema de identificación por etiquetas frontal.
- Cada puerto debe ser etiquetado en la parte posterior para trabajar con el sistema de cableado tipo T568A.
- El sistema de conexión posterior para cada puerto debe ser tipo IDC. Cada puerto frontal debe conectarse perfectamente a los plug RJ45 de los patch cord ofertados.
- Cada puerto frontal RJ45 debe soportar como mínimo 500 inserciones de plug RJ45 de 8 posiciones. Detallar con documentos oficiales del fabricante.
- El plástico usado en el sistema de conexión tipo IDC debe ser alto impacto, retardante de flama, y con certificado de flamabilidad de Underwriters Laboratories (UL) clase 94V-0.

- El patch panel debe permitir una fuerza de retención suficiente para evitar la desconexión, tanto del plug RJ45 como del cable sólido instalado en él.

Sistema de Canalización

- El sistema de canalización para el cableado horizontal es el que protege al cable UTP en todo su recorrido.
- Este sistema debe estar conformado por canaletas de plástico PVC respetando una jerarquía de canaletas principales (mayor sección) y de canaletas de derivación, o secundarias (menor sección). Deben incluir sus respectivos accesorios de unión, terminación y derivación necesarios. Cada canaleta debe contar con su tapa independiente y fijada a presión a la canaleta. Todo el sistema de canaletas y accesorios deben ser preferentemente de color marfil o similar. Se debe garantizar una holgura mínima del 20% adicionales al 40% de llenado exigido según la EIA/TIA 569A.
- Todo el sistema de canalización debe soportar una temperatura de operación sin perder sus características entre 0°C y 40°C.
- El material del sistema de canalización debe ser de PVC, y debe cumplir con las normas: resistencia a golpes, anti flamabilidad UL 94 nivel V0, y temperatura de utilización 0°C a 40°C.
- Se debe considerar los accesorios necesarios de caja (outlet) como base para el face plate solicitado.
- El sistema de canalización del Centro de Cómputo, podrá ser de bandejas metálicas, o canaletas plásticas, por debajo del falso piso.
- Todos los accesorios de curvatura de la canaleta (interna, externa, recto) deben garantizar una curvatura de una (01) pulgada.
- La canaleta deberá tener una división interna para el cableado eléctrico de baja potencia o una canaleta independiente para cada servicio.

3.2.2 Sub Sistema de Cableado Vertebral Intraedificio o Sub Sistema de Cableado Troncal

Backbone Vertical de Voz

- Se debe proveer de un cable vertical para 1000 puntos de voz que se distribuyen en cada uno de los 12 pisos en el cuarto de telecomunicaciones.
- El cableado debe ser del tipo 3, queda a criterio del postor utilizar el tipo de bloque de conexiones tipo IDC.

Cable de Fibra Óptica en Backbone Vertical

- Este cable de fibra óptica se usará para el backbone vertical y unirá los cuartos de telecomunicaciones de un mismo edificio con los sistemas de comunicaciones de borde situados en cada piso.
- La fibra óptica debe ser del tipo Riser multimodo de al menos 12 (doce) hilos y certificada por el fabricante para transmitir hasta 10 Gigabit Ethernet (10Gbase según la IEEE802.3.ae).
- Cada fibra debe tener un diámetro de core de 50µm y un diámetro de cladding de 125µm.
- La fibra debe cumplir con las especificaciones técnicas de EIA/TIA-492AAAC (Según documento ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1).
- Cada enlace de fibra óptica instalado debe ser compatible con protocolos Ethernet, Fast Ethernet, 1 Gigabit Ethernet (1000Base-SX) y 10 Gigabit Ethernet (10GBase-SR).
- Cada hilo de extremo debe tener conectores del tipo SC o SFF para unirse con los acopladores de la bandeja para fibra óptica, con una atenuación máxima de 0.3 dB.

Patch Panel de Fibra Óptica con Bandeja incluida

- El patch panel de fibra óptica con bandeja incluida se ubica en los gabinetes de telecomunicaciones para recibir a la fibra óptica en los acopladores.
- El patch panel de fibra óptica con bandeja incluida debe ser de 19 pulgadas para ser montado sobre los bastidores de los gabinetes. La base de la bandeja debe ser de material metálico. La bandeja debe ser deslizable para facilitar el mantenimiento y debe contar con un sistema de enrollamiento para la fibra óptica.

Se deberá incluir las tapas, accesorios frontales y todo lo necesario para su total protección y funcionalidad según las normas del fabricante.

- La bandeja para los gabinetes centrales y remotos deben contener los suficientes acopladores del tipo SC para conectar a todas las fibras ópticas que reciba. En caso de que el patch panel de fibra óptica con bandeja incluida tuviese espacios libres en la parte frontal para los conectores, estos deben ser cubiertos con tapas ciegas.
- Los acopladores de la bandeja de fibra óptica deben ser del tipo modular y permitir un acoplamiento entre conectores de fibra óptica con una atenuación máxima de 0.3 dB.

Patch Cord de Fibra Óptica

- El patch cord de fibra óptica es el cable utilizado para conectar los puertos del patch panel de fibra óptica con el equipo activo de red (switch, hub o similar).
- Los patch cord de fibra óptica a ofertar deben ser dúplex con conectores cerámicos tipo SC en el extremo hacia el patch panel de fibra óptica y compatible con la solución de equipos en el otro extremo. Deben tener una longitud no menor de 2 metros, garantizando un perfecto recorrido por los ordenadores de cables.
- El patch cord de fibra óptica debe ser del tipo multimodo (50µm). El fabricante debe certificar que es compatible con protocolos Ethernet, Fast Ethernet, 1 Gigabit Ethernet (1000Base-SX) y 10 Gigabit Ethernet (10GBase-SR).
- El cable y los conectores de fibra óptica deben estar garantizados por el o los fabricantes.
- El promedio de pérdida por conexión del conector SC debe ser máximo de 0.3 dB.

Sistema de Canalización

- El sistema de canalización para la fibra óptica del cableado vertical o de backbone es el que protege a la fibra óptica en todo su recorrido.
- Todo el sistema de canalización vertical debe estar fijo, por las montantes existentes, y realizando la obra civil necesaria a todo costo por el postor de manera que cumpla con las especificaciones de la EIA/TIA569A y normas locales de obra civil. Debe estar conformado por ductos de PVC con accesorios de pase en las curvaturas.
- En caso se requiera canalización horizontal en el edificio, esta deberá estar basada en canaletas plastificadas, adosadas a las paredes y/o techos, e incluir sus respectivos accesorios de unión, terminación y derivación necesarios. Cada canaleta debe contar con su tapa independiente y fijada a presión a la canaleta. Todo el sistema de canaletas y accesorios deben ser preferentemente de color marfil. Se debe garantizar una holgura mínima del 20% adicionales al 40% de llenado exigido según la EIA/TIA 569A.
- Las canalizaciones entre las diferentes Sedes (Campus), será a través de la tubería empotrada y buzones existentes. En caso no existiese, se deberá realizar todas las obras civiles necesarias a todo costo, de manera que cumpla con las especificaciones de la EIA/TIA569A y normas locales de obra civil.
- Todo el sistema de canalización debe soportar una temperatura de operación sin perder sus características entre 0°C y 40°C.

3.2.3 Sub Sistema de Cableado Vertebral Interedificio o Sub Sistema de Cableado Troncal Campus

Cable de Fibra Óptica en Backbone Campus

- Este cable de fibra óptica se usará para el cableado Campus y unirá los cuartos de telecomunicaciones entre edificios con la capacidad de permitir transmisiones de hasta 10 Gigabit Ethernet en todos los enlaces.
- Los enlaces Campus son los siguientes:
 - Centro de Cómputo con el segundo piso del edificio principal (Centro Help Desk).
 - Centro de Cómputo con edificio Rotonda.
 - Centro de Cómputo con Edificio de Atención al Ciudadano.
 - Centro de Cómputo con los 12 pisos del Edificio Principal.
- Todos los enlaces Campus deberán cumplir con las siguientes características:
 - La fibra óptica debe ser del tipo outdoor con protección antiroedores y multimodo de al menos doce (12) hilos y certificada por el fabricante para transmitir 1 Gigabit Ethernet (1000Base-SX) hasta distancias de 1000 metros, y 10 Gigabit Ethernet (10GBase-SR) hasta distancias de 300 metros.
 - Cada fibra debe tener un diámetro de core de 50 μ m y un diámetro de cladding de 125 μ m.
 - La fibra debe cumplir con las especificaciones técnicas de EIA/TIA-492AAAC (Según documento ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1).
 - Debe cumplir con las especificaciones de dispersión de la IEC 60793 y la EIA/TIA 492 para fibras de 50/125 μ m.
 - Cada hilo de extremo debe tener conectores del tipo SC para unirse con los acopladores del patch panel de fibra óptica con bandeja incluida, con una atenuación máxima de 0.3 dB.

3.2.4 Cuarto de Telecomunicaciones

Gabinete de Telecomunicaciones para los pisos

- Este gabinete debe ser del tipo cerrado, con bastidores de 19" según estándares, las tapas laterales y posteriores deben ser desmontables, la puerta delantera debe ser del tipo cristal templado y polarizado o plexiglass, con marco metálico y sistema pivotante. Se debe incluir pies regulables de nivelación.
- El gabinete debe permitir un bastidor de al menos 40 RU (unidades de rack) según estándares. El bastidor debe ser de profundidad variable, la medida de profundidad útil debe ser de al menos 65cm. Debe permitir la entrada de cables

por base y techo. Se entregarán los tornillos de fijación para el bastidor considerando el total de su capacidad.

- El material de la estructura debe ser acero laminado en frío con un espesor de al menos 1.8mm y las tapas lateral y posterior de acero con un espesor de al menos 1.0mm. La terminación de superficie debe ser fosfatizada y pintada electrostáticamente en polvo.
- Debe contar con un sistema de puerta frontal con retén magnético y con cerradura para la puerta frontal y posterior con la misma llave (con no menos de 4 dientes) y lengüetas de no menos 3mm de espesor.
- Debe incluir un sistema de al menos dos (2) extractores de aire a 220v, con sus rejillas de ventilación lateral.
- Se debe incluir una regleta de tomacorrientes fija al bastidor que debe incluir un sistema de supresión de picos, y con al menos 8 tomas eléctricas del tipo americano. El postor debe conectarlo al sistema eléctrico.
- Se debe incluir un sistema de ordenadores de cable vertical en ambos lados del bastidor, los cuales deben estar formados por anillos o canaletas ranuradas del tipo frontal posterior. Todo el sistema de sujeción de los cables UTP se realizará utilizando cintas del tipo velcro.

3.2.5 Cuarto de Equipos

Gabinete de Telecomunicaciones Central

- Este gabinete debe ser del tipo cerrado, con bastidores de 19" de ancho según estándares, las tapas laterales y posterior deben ser desmontables, la puerta delantera debe ser del tipo cristal templado y polarizado o plexiglass, con marco metálico y sistema pivotante. Se debe incluir pies regulables de nivelación.
- El gabinete debe permitir un bastidor de al menos 41 RU (unidades de rack) según estándares. El bastidor debe ser de profundidad variable, la medida de profundidad útil debe ser de al menos 65 cm. Debe permitir la entrada de cables por base y techo. Se entregarán los tornillos de fijación para el bastidor considerando el total de su capacidad.
- El material de la estructura debe ser acero laminado en frío con un espesor de al menos 1.8 mm y las tapas laterales y posteriores de acero con un espesor de al menos 1.0 mm. La terminación de superficie debe ser fosfatizada y pintada electrostáticamente en polvo.
- Debe contar con un sistemas de puerta frontal con retén magnético y con cerradura para la puerta frontal y posterior con la misma llave (con no menos de 4 dientes) y lengüeta de no menos 3 mm de espesor.

- Debe incluir un sistema de al menos dos (2) extractores de aire a 220 v, se debe considerar rejillas de ventilación lateral.
- Se debe incluir una regleta de tomacorrientes fija al bastidor que debe incluir un sistema de supresión de picos, y con al menos 8 tomas eléctricas del tipo americano. El postor debe conectarlo al sistema eléctrico.
- Se debe incluir un sistema de ordenadores de cableado vertical en ambos lados del bastidor, los cuales deben estar formados por anillos o canaletas ranuradas del tipo frontal posterior. Todos el sistema de sujeción de los cables UTP se realizará utilizando cintas del tipo velcro.

3.2.6 Sistema de Administración del Cableado Estructurado

Software de Gestión del Cableado Estructurado

- El postor opcionalmente podrá ofertar un software de gestión cliente /servidor de cableado estructurado el cual permitirá la administración gráfica de la infraestructura física de red instalada considerando puntos de datos, voz, fibra y canalizaciones. Debe permitir la importación de los planos CAD entregados al finalizar la obra y poder generar tareas de trabajo. Este software permitirá la correcta gestión y mantenimiento del cableado estructurado en el tiempo en beneficio del MTC.

Sistema de Etiquetado

- El sistema de etiquetado para los componentes del cableado estructurado debe cumplir con las normas de la ANSI/TIA/EIA 606-A.
- Se debe ofertar un software que cumpla con el sistema de codificación ANSI/TIA/EIA 606-A. Este software debe ser para Microsoft Windows (98/2000/NT) y será utilizado para la generación de los códigos y colores utilizados, pudiendo grabarlos, editarlos, manejar diferentes tipos de letras y tamaños, insertar símbolos y poder imprimir en hoja formato A4 o carta.
- Se debe etiquetar según codificación cada puerto del face plate, patch panel, patch cord, fibra óptica, puerto de bandeja para fibra, patch cord de fibra y gabinete. Las etiquetas deben quedar firmemente sujetas ó adheridas según especificación del fabricante.
- Todo el sistema de etiquetas debe identificado en los planos CAD.

3.7 Resumen del capítulo

Este capítulo describe las especificaciones técnicas del cableado estructurado del proyecto del MTC, en lo que respecta al sistema de cableado horizontal, sistema de cableado vertebral intraedificio, sistema de cableado vertebral interedificio, y el sistema de administración del cableado estructurado.

CAPITULO IV

REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIONES PARA EL MTC [REF 1]

A continuación se presentan los requerimientos de equipos de comunicaciones del MTC.

4.1 Cálculo de Interfases – Switch de Core

Premisas

- Cada piso tendrá 3 switches de borde de 48 puertos 10/100 cada uno. Cada uno de los 3 switches de borde tendrán 1 interfase 1000BaseSX para el backbone.
- Los 3 switches de cada piso estarán apilados con interfases independientes de al menos 1Gb/s para formar una única pila o stack en cada uno de los 12 pisos del Edificio Central.
- El switch de core principal se ubicará en el Edificio del Centro de Cómputo y el switch de core secundario se ubicará en el segundo piso del Edificio Central. Ambos estarán operativos y unidos por 6 interfases 1000BaseSX en trunking para realizar balanceo de carga de aplicaciones y VRRP.
- Cada pila de switches de piso debe tener conexión redundante hacia los switches de core principal y secundario. Como son 3 interfases 1000BaseSX, 2 de ellas se conectarán al switch principal y 1 al switch secundario. Pero las 3 interfases estarán activas utilizando trunking para llegar a los 3Gb/s por pila.
- El módulo de Atención a Usuarios y Rotonda tendrán una conexión redundante 1000BaseSX hacia el switch de core principal y al secundario.
- Se considera 4 servidores principales en el Centro de Cómputo que tendrán cada uno 2 tarjetas 1000BaseSX para una conexión redundante con el switch principal y el switch secundario.
- En cada switch principal y secundario se consideran 48 puertos 10/100BaseTX para ser usado con workstation y servidores. Además en cada switch se consideran 8 puertos 1000BaseTX para ser usado con servidores críticos de alta performance.

Cálculo de puertos para el Switch de Core Principal:

El cálculo de puertos 1000BaseSX sería:

Para 12 pilas con 2 interfases cada una	24
Para la Rotonda	01
Para el Centro de Atención a Usuarios	01
Para 4 servidores críticos con redundancia	04
Para conexión con el switch core secundario	06
TOTAL PUERTOS	36

El cálculo de puertos 1000BaseTx sería:

Para 8 servidores críticos nuevos	08
TOTAL PUERTOS	08

El cálculo de puertos 10/100BaseTX sería:

Para 48 workstation, servidores y PC	48
TOTAL PUERTOS	48

Cálculo de puertos para el Switch de Core Secundario:

El cálculo de puertos 1000BaseSX sería:

Para 12 pilas con 01 interfases cada una	12
Para la Rotonda	01
Para el Centro de Atención a Usuarios	01
Para 4 servidores críticos con redundancia	04
Para conexión con el switch core principal	06
TOTAL PUERTOS	24

El cálculo de puertos 1000BaseTX sería:

Para 8 servidores críticos nuevos	08
TOTAL PUERTOS	08

El cálculo de puertos 10/100BaseTX sería:

Para 48 workstation, servidores y PC	48
TOTAL PUERTOS	48

Cálculo de capacidad de crecimiento en puertos:

- Considerando que existen al menos 3 tipos de tarjetas con interfases diferentes (1000BaseSX, 1000BaseTX y 10/100BaseTX) y dependiendo del fabricante la cantidad de puertos puede ser variable. Se considera como capacidad de crecimiento mínima en el switch al menos 3 slots libres para cada Switch de Core.
- La capacidad de backplane debe ser del tipo de matriz redundante, lo cual poseen todos los fabricantes postores y cada switch fabric debe estar configurado en su máxima capacidad de procesamiento y memoria.
- El Switch de Core debe trabajar en procesamiento distribuido con cada módulo para garantizar un óptimo desempeño a su máxima capacidad tanto en Capa 2 y Capa 3.

Protocolos mínimos:

- Todas las interfases solicitadas deben soportar 802.3 CSMA/CD Ethernet.
- 10BaseT (802.3i), 100BaseT (802.3u), 1000BaseT (802.3ab), 1000BaseSX (802.3z).
- 802.1Q & 802.1p para marcado de VLAN y Priorización. [REF 3]
- RFC1253 (OSPF) & RFC1723 (RIP version 2) para IP Routing.
- RFC2338 (VRRP: Virtual Redundancy Router Protocol) para Gateway redundante.
- RFC1157 (SNMP), RFC1757 & RFC1271 (RMON) para Administración.
- RFC2474 & 2475 (DiffServ) para Servicios Diferenciados en Aplicaciones.

Cálculo del número de fibras por stack propuesto en este Proyecto:

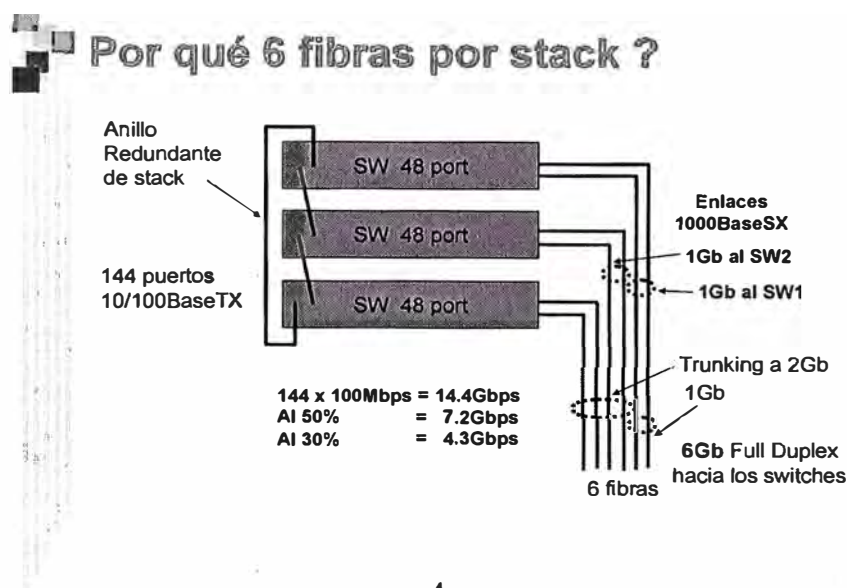


Fig. 4.1 Número de fibras por stack

Análisis del diseño del número de fibras por stack propuesto en este Proyecto (Punto 1):

Se toman criterios o referencias diferentes para el cálculo del Ancho de Banda:

- Máximo Ancho de Banda posible requerido por los usuarios, medido en un solo sentido (Half Duplex)
 - $144 \times 100 \text{ Mbps} = 14.4 \text{ Gbps}$
 - 100 Mbps es el ancho de banda "half duplex" de cada usuario
- Máximo Ancho de Banda ofrecido por la solución, medido en ambos sentidos (Full Duplex)
 - $3 \text{ enlaces} \times 1 \text{ Gbps} \times 2 = 6 \text{ Gbps}$
 - 1 Gbps x 2 es el ancho de banda "full duplex" de cada enlace
- Las medidas no son comparables

Lo correcto es uniformizar el criterio:

Half Duplex:

- $144 \times 100 \text{ Mbps} = 14.4 \text{ Gbps}$ (requerido por los usuarios)
- $3 \text{ enlaces} \times 1 \text{ Gbps} = 3 \text{ Gbps}$ (provisto por los enlaces)
- Full Duplex:
 - $144 \times 100 \text{ Mbps} \times 2 = 28.8 \text{ Gbps}$ (requerido por los usuarios)
 - $3 \text{ enlaces} \times 1 \text{ Gbps} \times 2 = 6 \text{ Gbps}$ (provisto por los enlaces)

Análisis del diseño del número de fibras por stack propuesto en este Proyecto (Punto 2):

El porcentaje de utilización del 50% se ha obtenido como un valor plano, considerando solo el ancho de banda

El factor de utilización depende del patrón de tráfico

El patrón de tráfico depende:

- De las aplicaciones
- De la frecuencia de uso de los usuarios

Un enfoque mas real considera dos factores:

- % del tiempo que un usuario usa la red (envía o recibe tráfico)
- % del ancho de banda empleado cuando se envía o recibe

El primer factor indica el % del tiempo que un usuario se encuentra transmitiendo o recibiendo tráfico en la red

- Digamos que se considera un 30%
- Indica que un usuario transmite o recibe el 30% del tiempo
- El resto del tiempo usa recursos locales de su propia PC

Se puede entender como la cantidad de usuarios que se puede esperar estén enviando o recibiendo tráfico en un momento determinado

$$144 \times 30\% = 43.2 \text{ usuarios}$$

El segundo factor indica el % del ancho de banda que el usuario emplea cuando transmite o recibe tráfico en la red

Digamos que se considera un 40%

Indica que un usuario emplea el 40% de la capacidad de su canal

Depende de cada aplicación

$$100 \text{ Mbps} \times 40\% = 40 \text{ Mbps}$$

El consumo total promedio estimado:

$$- 43.2 \text{ usuarios} \times 40 \text{ Mbps} = 1.73 \text{ Gbps}$$

Diseño de enlaces de FO para el MTC propuesto en este Proyecto:

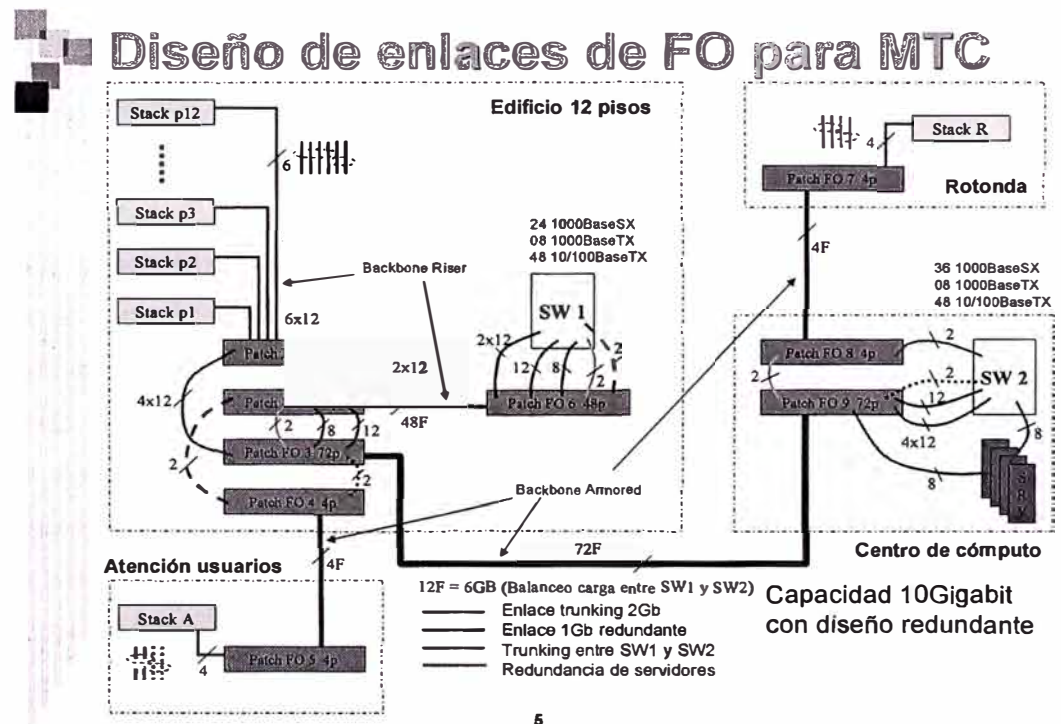


Fig. 4.2 Número de enlaces de fibra óptica

Análisis del diseño de enlaces de FO para el MTC propuesto en este Proyecto:

El diseño del cableado debería contemplar rutas diferentes para los enlaces redundantes.

Diagrama lógico de redundancia propuesto en este Proyecto:

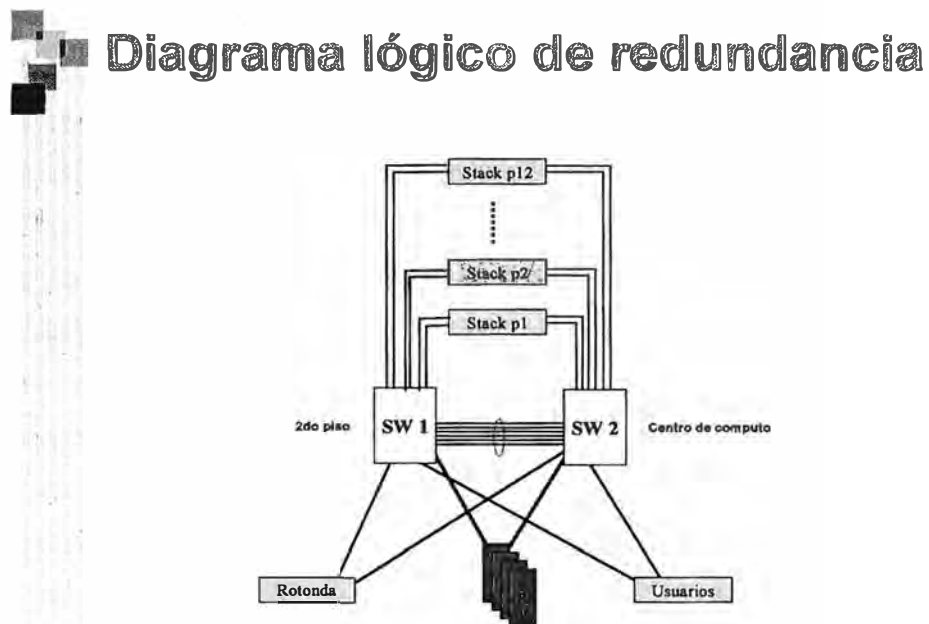


Fig. 4.3 Diagrama lógico de redundancia

Análisis del diagrama lógico de redundancia propuesto en este Proyecto:

Si el stack es capa 2:

- Debe usarse VRRP o similar en el core
- El "virtual router " VRRP en el core es el "default gateway" de todas las estaciones conectadas al stack
- Debe usarse spanning tree
- No hay balanceo de carga a menos que se use ST por VLAN
- Si el stack es capa 3 provisto por uno solo de los equipos:
 - No se usa VRRP o similar en el core
 - La instancia de capa 3 del stack es el "default gateway" de todas las estaciones conectadas al stack
 - No hay total redundancia. Si cae el equipo de capa 3 desaparece el "default gateway" y las estaciones conectadas al stack pierden comunicación lógica con el core
 - El balanceo de carga hacia el core podría hacerse por "rutas de igual costo" con RIP o con OSPF
 - Entendiendo que ambos enlaces son desiguales, pueden no tener "igual costo":
 - En este caso no habría balanceo

- Todo el tráfico va por el enlace de “menor costo”
- Utilización hacia el core = 2 Gbps

Si se consideran enlaces del mismo costo:

- El tráfico se envía en forma equitativa
- Solo se usa la mitad de la capacidad de enlace de 2 Gbps
- Se usa todo el enlace de 1 Gbps
- En total no se usan mas de 2 Gbps hacia el core

Todo el tráfico debe ser resuelto en el equipo de capa 3:

- Posibles problemas de performance
- Altos tiempos de convergencia

Si el stack es capa 3 provisto por varios de los equipos:

- Debe usarse VRRP o similar en el stack
- El “virtual router” VRRP del stack es el “default gateway” de todas las estaciones conectadas al stack
- El balanceo de carga hacia el core podría hacerse por “rutas de igual costo” con RIP o con OSPF
- Entendiendo que ambos enlaces son desiguales, pueden no tener “igual costo”:
- En este caso no habría balanceo
- Todo el tráfico va por el enlace de “menor costo”
- Utilización hacia el core = 2 Gbps
- El diseño es mas complejo (instalación, mantenimiento y operación)

4.2 Switch Core

- Considerar un switch core principal en el segundo piso del edificio de 12 pisos (help center) y un switch core secundario en el Centro de Cómputo, para tener redundancia del switch principal.
- Switches tolerantes a fallas, de misión crítica y tipo chasis.
- Matriz de conmutación (o fabric) redundada, incluyendo todos los elementos de control y sistema de ventilación balanceada, instalados y operativos.
- Todos los módulos críticos deberán ser redundantes incluyendo módulos de supervisión, administración y switch fabric modules (principal y redundante) y deberá tener capacidad de cambiar módulos supervisores y de data en caliente.
- Sistema de alimentación de energía con balance de carga (capacidad de cambio en caliente), y modo tolerante a fallas con una fuente adicional (N + 1).
- Sistema de enlace redundante disponible a través de spanning tree y agregación de canal (trunking). [REF 3]

- Switch multicapa inteligente con routing integrado (Capa 3 de OSI). Ambos supervisores, principal y redundante deben operar en Capa 3 así como cada uno de los módulos de data de 10Mbps, 100Mbps y/o 1000Mbps solicitados, siendo estos últimos módulos multicapa L2/L3/L4 para tener ruteo distribuido. El ruteo deberá efectuarse sin necesidad de subir al módulo supervisor, es decir, en cada módulo de data 10/100/ 1000 en forma independiente para obtener mayor rendimiento.
- Cada switch debe incluir las siguientes cantidades de puertos como mínimo:
 - 36 puertos Gigabit Ethernet (1000Base-SX) para fibra óptica multimodo en capa 3, en módulos independientes en el switch.
 - 48 puertos 10/100Base Tx en capa 3 y capa 4.
 - 08 puertos 1000Base Tx en capa 3 y capa 4.
 - El switch debe soportar módulos de interfases Gigabit Ethernet en cobre y fibra, 10 Gigabit Ethernet y ATM.
- Cada switch debe poseer un mínimo de 5 slots libres para futuros requerimientos y 50% de crecimiento en todos los puertos solicitados.
- Operación en capa 2, 3 y 4 (filtering) del modelo OSI.
- Calidad de Servicio (QoS) [REF 3] y Clase de Servicio (CoS). El postor deberá indicar claramente los mecanismos implementados de QoS y CoS por el equipo ofertado. El switch deberá manejar como mínimo 2 colas en hardware y 8 niveles de priorización en cada puerto y módulo como mínimo, y deberá interactuar con herramienta de administración de políticas de QoS solicitada. El postor debe indicar claramente la cantidad de colas y niveles de priorización implementados por el equipo ofertado.
- Capacidad de clasificación de tráfico basado en políticas de acuerdo al ToS (Type of Service) e información de capa 2/3/4.
- Software actualizable.
- Montable en rack de 19".
- Alimentación 220 Vac 60 Hz.
- Se debe garantizar que habrá repuestos para el equipo
- Arquitectura de switch no bloqueante, sin único punto de falla. El postor deberá indicar el tipo de matriz de conmutación instalado y operativo en el equipo ofertado (Shared Bus, Shared Memory, Crossbar) describiendo claramente el funcionamiento de esta en su propuesta.
- Velocidad de conmutación de backplane con capacidad no menor de 100 Gbps, sin necesidad del reemplazo de partes críticas como supervisores,

supervisors engines, switch fabric modules, memorias, cambios en el plano de conmutación. El proveedor deberá considerar en su oferta todos estos elementos instalados en caso se requieran para llegar a la capacidad mínima solicitada considerando únicamente la adición a futuro, de módulos de puertos de 10Mbps, 100Mbps ó 1000Mbps.

- Ancho de banda incremental (Bandwith Aggregation) en los puertos troncales y de conexión hacia los servidores.
- Soporte de VLAN's, inter VLAN's routing, IEEE VLAN tagging, Spanning Tree.
- Capacidad de tasa de envío de paquetes no menor a 96 Mpps en Routing (L3). Se evaluará la tasa de envío de paquetes asumiendo el switch a máxima carga, es decir, con la totalidad de slots completos por módulos de data.
- Ruteo multiprotocolo: IP, IPX.
- Soporte de los siguientes protocolos de enrutamiento OSPFv2, RIP, RIPv2, IGMP o CGMP, con capacidad de redistribución de tabla de ruteo entre ellos.
- Capacidad de operar con 16,000 direcciones MAC.
- El switch debe incluir como mínimo administración por RMON.
- Administración por SMON (deseado).
- Soporte de recomendación NEBS 3 (deseado).
- El proveedor deberá adjuntar obligatoriamente brochures originales en los cuales especifique las características técnicas solicitadas o de brochures del fabricante obtenidos por Internet, de acuerdo al modelo propuesto.
- El proveedor deberá detallar los códigos de fábrica de los switches y todos sus componentes utilizados para soportar las configuraciones solicitadas.

Análisis de las especificaciones técnicas del switch core

- Este equipo esta diseñado para manejar enrutamiento distribuido. Cisco afirma que este punto no representa ventaja técnica. Afirma que el enrutamiento centralizado puede ser más eficiente que el enrutamiento en cada módulo, y que el factor importante es la capacidad total del equipo para enrutar (ejemplo switch Cisco Catalyst 6509). Por el contrario Avaya (ejemplo switch Avaya Cajun P882) afirma que el procesamiento distribuido tiene sensibles ventajas respecto del centralizado. En el procesamiento centralizado, cada paquete que ingresa a un módulo debe cruzar por el backplane del equipo, en busca de la ruta que debe tomar, incluso si el puerto de destino se encuentra en el mismo módulo. Claramente esto penaliza la performance del equipo, puesto que se reduce el ancho de banda disponible a la mitad y se aumentan las latencias, que es lo que se quiere evitar. Mientras tanto, el procesamiento distribuido tiene la capacidad de

decisión y resolución de rutas en el mismo hardware, evitando tráficos y latencias innecesarias.

- Este diseño considera que todas las pilas por piso del local principal, locales, servidores críticos, y conexiones entre switch core, se conectan directamente a cada switch core, por eso se necesita 36 puertos Gigabit Ethernet (1000BaseSX) para fibra óptica.

Otro diseño reduce el número de puertos colocando todos los servidores a un switch de servidores, cada pila con solo una interfase, y un solo puerto para conectarse con el otro switch core. Este nuevo diseño pretende bajar el nivel de la solución propuesta.

- Este diseño considera 48 puertos 10/100BaseTX para Workstation, servidores y PC.

Otro diseño considera que estos usuarios se conecten a un stack separado que se conecte a ambos switch core. Este nuevo diseño pretende bajar el nivel de la solución propuesta.

- Este diseño considera 08 puertos 1000BaseTX para servidores críticos nuevos.

Otro diseño considera conectar los servidores en un esquema de granja a un switch separado que se conecte a ambos switch core. Este nuevo diseño pretende bajar el nivel de la solución propuesta.

- Este diseño considera que el switch core debe soportar módulos de interfases 10 Gigabit Ethernet y ATM.

Otro diseño considera que no se justifica la implementación de módulos de 10 Gbps, y que de acuerdo a un diseño optimizado, no es necesario tener un enlace de gran ancho de banda entre los switch core. No justifica la necesidad de interfases ATM, porque la posibilidad de migrar hacia un esquema ATM es nula. Se podría justificar remotamente si fuera el caso de una red que actualmente es ATM y se necesite una migración gradual, el cual no es el caso del Ministerio. En primer lugar porque la red actual no es ATM y en segundo lugar porque la migración no será gradual.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma lo siguiente. 10GE permite a las empresas migrar a soluciones de mas alta performance, en la medida que el crecimiento de su tráfico y aplicaciones así lo requieran. El gol de 10GE es permitir un gran ancho de banda con el uso de un solo par de fibra óptica, mientras que cualquiera otra alternativa requiere de varios pares y varios puertos extra en ambos switches. Haciendo un paralelo, para lograr 10GE en base a grupos LAG en GE requiero de un total de 10 puertos y 20 pares de fibra óptica, lo

que a nivel de costos es sensiblemente mayor, y a nivel funcional exige un mayor nivel de procesamiento. Y peor aun resulta si este procesamiento es centralizado. Por otro lado, ATM dejo de ser una tecnología LAN para convertirse en una alternativa MAN/WAN. De hecho en Lima se puede acceder a servicio ATM para unir dos locaciones a velocidades muy superiores a lo que se logra mediante routers. Por eso es muy importante que la tecnología acepte este tipo de conectividad.

Contar con FE, GE, 10GE y ATM en una misma plataforma y con procesamiento distribuido, es una garantía para el usuario de que no importe lo que enfrente a futuro a nivel de comunicaciones: su inversión esta lista para crecer y soportar cualquier desafío. Lejos de un perjuicio, hablamos de un claro beneficio.

- Este diseño considera 05 slots libres para futuros requerimientos y 50% de crecimiento en todos los puertos solicitados.

Otro diseño considera que es irrelevante la cantidad de slots libres, ya que la capacidad de crecimiento depende de la arquitectura propia de un equipo específico. Por ejemplo, podría tenerse un equipo que agregue 16 puertos en un solo spot, mientras que otro podría necesitar 2 slots para agregar la misma cantidad de puertos. Un parámetro más real para medir la capacidad de crecimiento es la densidad de puertos, lo cual puede medirse como porcentaje de lo que ya se tiene o como un valor absoluto.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que el disponer de slots libres es una función de crecimiento. Claramente la cantidad de puertos que se puede poner por módulo es importante, pero no se debe perder de vista que un módulo tiene cierto tipo de puertos, y en alguna combinación no alcanzan. El crecimiento es una función dinámica, y en esos términos el MTC se beneficia con mayores y mejores combinaciones en la medida que tenga mas slots disponibles para crecer.

- Este diseño considera que el switch deberá manejar como mínimo 2 colas en hardware y ocho niveles de priorización en cada puerto y módulo como mínimo.

Otro diseño considera que lo ideal es tener 4 colas por puerto de salida en hardware, y que demasiados niveles de priorización por puerto vuelve compleja la aplicación de Calidad de Servicio y la hace ineficiente.

En respuesta a este otro diseño se afirma que lo ideal es tener el máximo de colas posibles (8) con el máximo nivel de priorización posible (8). Es falso que la administración de calidad de servicio es compleja cuanto mas posibilidades permite el hardware en cuestión. Por el contrario, mas colas y niveles de prioridad permite hacer una mejor sintonía para que la red se comporte de acuerdo a la

necesidad del cliente. Lo que hace falta son procedimientos claros y herramientas que permitan simplificar esta tarea. El MTC pide un requerimiento mínimo, lo que no debería ser cambiado.

- Este diseño considera que la arquitectura de switch no bloqueante depende del tipo de matriz de conmutación (shared bus, shared memory, crossbar).

Otro diseño considera a esto irrelevante. Considera que los puntos más importantes son que la matriz puede influir en la capacidad de crecimiento, la posibilidad de sobre suscripción, y la capacidad de transmisión de paquetes. Considera que si la solución propuesta cumple con la densidad de puertos solicitada incluyendo el crecimiento, es non-blocking y provee la máxima capacidad de transmisión de paquetes posible según el número total de puertos, esta frase es irrelevante.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que no es irrelevante para el cliente saber acerca de la tecnología que va a adquirir. Shared Bus, Shared Memory y Crossbar son tecnologías que aparecieron en ese orden, y que fueron marcando cambios en la forma y filosofía de transmitir información. Independientemente de las densidades de puertos, factores de bloqueo y demás, no contestar sobre este punto es atentar contra el derecho del cliente por saber que tecnología está comprando.

- Este diseño considera una velocidad de conmutación de backplane con capacidad no menor de 100 Gbps.

Otro diseño considera que la necesidad real de la solución no va exceder los 60 a 64 Gbps, si se considera que cada equipo como máximo va a tener 30 a 32 puertos. Todos estos equipos trabajando en full duplex no van a requerir más de 60 a 64 Gbps. Por otro lado considera que la capacidad de conmutación del backplane no es relevante, ya que puede tenerse equipos pasivos cuyo backplane cumpla con esta condición pero con un switch fabric (matriz de conmutación) de menor capacidad. Considera que el elemento que limita la conmutación no es el backplane sino el switch fabric, y que es más práctico hablar de "capacidad del switch fabric" en lugar de "capacidad del backplane".

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que no puede mirarse una inversión en función de la realidad de hoy, sino que es necesario estar preparado para cualquier desafío y crecimiento futuro. Las redes de comunicaciones están lejos de ser estáticas, y cerca de tener que soportar permanentes cambios y crecimientos. Luego la mayor disponibilidad de capacidades de conmutación, la mayor protección a la inversión del cliente.

Respecto de la discusión “capacidad del switch fabric” vs “capacidad del backplane” en equipos con backplane pasivos, en todo caso ambos deberían ser iguales, para evitar la sospecha del cuello de botella en la transmisión.

- Este diseño solo considera spanning tree.

Otro diseño considera que spanning tree solo provee redundancia, y que debe considerarse spanning tree por VLAN porque provee además balanceo de carga. Se puede agregar este último con los estándares 802.1w y 802.1s.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que es irrelevante. Spanning tree por VLAN solo aplica mejoras en la medida que haya alta actividad de interconexión de VLANs, lo que técnicamente sería un error: si construyo VLANs y tengo mucho intercambio de tráfico entre ellas, entonces tengo un serio problema de diseño.

- Este diseño considera una capacidad de tasa de envío de paquetes no menor a 96 Mpss en routing (L3), asumiendo el switch a máxima carga.

Otro diseño considera que es difícil justificar este valor de tasa de envío. Considera que el equipo en su máxima configuración va a tener entre 30 y 32 puertos Gigabit. Considera que técnicamente, la máxima cantidad de paquetes que pueden pasar por un enlace Gigabit Ethernet es de 1.5 Mbps. Por lo tanto el máximo requerimiento del equipo será de 45 a 48 Mpps (30 a 32 puertos Gigabit x 1.5 Mpps). Por otro lado, considera que no es lógico evaluar a un equipo por la tasa de envío máximo que puede lograr y no por la tasa real propuesta.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que nuevamente se subestima la capacidad de crecimiento. Como bien dice esta opinión, el MTC estaría muy justo en las capacidades teóricas de tráfico, con lo que la solución “le quedaría chica” antes de ser instalada.

- Este diseño considera un ruteo multiprotocolo: IP, IPX.

Otro diseño considera que es irrelevante el soporte de IPX si el Ministerio no lo usa actualmente. Si se quiere dejar abierta la posibilidad de usarlo a futuro, el soporte de IPX no debe ser requerido sino opcional.

Como respuesta a este nuevo diseño se afirma que si el MTC no usa IPX, y esta seguro de no usarlo a futuro, puede dejarlo como opcional sin problemas.

- Este diseño considera administración por SMON (deseado).

Otro diseño considera que es irrelevante, y que hay un solo fabricante que lo soporta.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que SMON es un estándar de mercado, y es falso que solo un fabricante lo soporta. Avaya lo invento, Cisco lo tiene implementado es sus switches de core Catalyst 65xx (en el módulo NAM),

Enterasys lo implementa en sus core switches, y van apareciendo cada vez mas fabricantes que incorporan esta tecnología.

SMON brinda al usuario la posibilidad de un monitoreo real y útil en el mundo del switching, permitiendole diagnosticar y adelantarse a los problemas de tráfico. Es una herramienta de enorme valor agregado. Por otra parte es un item deseado, lo que no exige obligatoriedad.

- Este diseño considera soporte de recomendación NEBS 3 (deseado). Otro diseño considera que es irrelevante. En respuesta a este nuevo diseño se afirma que es un item deseado, no exigido. NEBS 3 asegura que el equipamiento soporte condiciones mas duras a nivel de temperaturas, vibraciones, etc., las que no están demás para asegurar la mejor calidad de vida del equipamiento.

4.3 Switch de Borde

- Se requieren equipos que permitan garantizar operaciones de red confiables, con muy altos niveles de rendimiento en cuanto a capacidad de switch fabric y tasa de envío de paquetes, con operación en capa 2 y capa 4 de OSI y soporte de capa 3 (deseado) en la misma unidad, con altos niveles de redundancia y tolerancia a fallos implementados a nivel de la pila, que permitan gestión de red y por políticas de calidad de servicio.
- El stack de switches (no necesariamente todos los switches) de cada piso debe soportar capa 3.
- El stack de switches de cada piso debe tener una capacidad para 144 puertos libres 10/100BaseTx, debiendo utilizar switches de 24 y/o 48 puertos. Este stack debe ser apilado con enlaces de al menos 1 Gbps en configuración redundante de anillo.
- 01 puerto 1000BaseSX como mínimo. De los 03 (tres) pares de fibras del backbone vertical, 02 (dos) pares estarán conectados a independientemente a un puerto 1000BaseSX del switch, y el otro par quedará de reserva. En el futuro 02 pares de fibra estarán en configuración de trunking, y el otro redundante.
- 01 slot instalado y configurado de apilación independiente al Switch Fabricado del equipo (deseado).
- Velocidad de conmutación del backplane de cada switch no menor de 8 Gbps (para el switch de 24 puertos) y 16 Gbps (para el switch de 48 puertos).
- Non-blocking, full wirespeed.
- Tasa de envío de paquetes de cada switch no menor de 11 Mpps.
- El Switch debe permitir realizar stack de al menos 3 unidades y garantizar un crecimiento en la pila de 100% en puertos solicitados.

- El Switch debe incluir una capacidad de bus de stack no inferior a 1 Gbps por cada unidad, independiente al switch fabric del equipo, sin consumir puertos 10/100/1000 del equipo.
- El Switch deberá operar un mínimo de 150 VLANs.
- El Switch debe incluir redundancia de pila. Ante una eventual caída de cualquier unidad (switch) de la pila, esta debe seguir operando y reasignar en forma automática el agente de administración a cualquier otra unidad de la pila, sin que esto suponga intervención manual y manteniendo todo el stack como una única entidad IP. Las unidades (switchs) deben ser reemplazados en caliente.
- El switch debe soportar a futuro implementar unidad de fuente de poder redundante al stack de switchs.
- El switch debe permitir redundancia de puertos y control de congestión.
- El Switch deberá manejar como mínimo 2 colas en hardware y/o software y deberá interactuar con herramienta de administración de políticas de QoS centralizada que debe ser incluida en la propuesta. El postor debe indicar claramente la cantidad de colas y niveles de priorización implementados por el equipo ofertado.
- El Switch debe incluir autonegociación en los Puertos 10/100.
- Capacidad de port mirroring, control de flujo, balanceo de carga de enlaces, agrupación de múltiples canales y agrupación de canales.
- Capacidad de priorizar tráfico.
- Soporte de puertos de alta velocidad: Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.
- Soporte de 2,000 direcciones MAC.
- Administración vía SNMP, MIB I, MIB II, RMON.
- Administración por SMON (deseado).
- Soporte de RIP, OSPF [REF 5], VRRP (deseado).
- Port trunking o agregación de canal en todos los puertos.
- Gestión local y remota.
- Soporte TELNET, HTTP.
- Soporte port-mirroring a nivel de puerto.
- Soporte de multicast IGMP o CGMP.
- Soporte de recomendación NEBS 3 (deseado).
- Soporte del protocolo Spanning Tree.
- Software actualizable.
- Alimentación 220Vac 60 Hz.
- Accesorios para montaje en rack 19".

- El proveedor deberá adjuntar obligatoriamente brochures originales ó brochures del fabricante obtenidos de Internet en los cuales especifique las características técnicas solicitadas, de acuerdo al modelo propuesto.
- El proveedor deberá detallar los códigos de fábrica de los Switchs y todos sus componentes utilizados para soportar las configuraciones solicitadas.

Análisis de las especificaciones técnicas del switch de borde

- Este diseño considera soporte de capa 3 (deseado).

Otro diseño considera que no es necesario el soporte de capa 3 en el borde de la red, porque puede agregar complejidad al diseño. Considera que puede analizarse un diseño que incluya un nivel de distribución o agregación que si pueda soportar capa 3.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que la naturaleza del tráfico actual hace que a mayor nivel de inteligencia en los bordes, mas óptimo el tratamiento de la información. El tráfico a nivel de grupos creció importantemente, sobre todo por las capacidades de los sistemas operativos y la existencia de herramientas de colaboración. L2/L3/L4 en los bordes permite resolver todas las posibilidades a nivel de identificación de QoS y routing necesarios para hacer la transmisión mas óptima.

- Este diseño considera 01 slot instalado y configurado de apilación independiente al switch fabric del equipo (deseado).

Otro diseño considera que el esquema de apilamiento es propietario y particular de cada fabricante y modelo. No es conveniente fijar la forma en que el apilamiento deba ser logrado. Esto debe quedar abierto.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que el esquema de apilamiento tiene influencia en la performance de los switches que constituyen la pila, en la medida que consuma recursos del switch fabricado de cada uno. Por el contrario, es conveniente fijar la pauta que resulte más óptima a la funcionalidad del rack. Cualquier tecnología que maneje procesamiento distribuido siempre resultará mas óptima que aquella que lo centralice.

- Este diseño considera una velocidad de conmutación del backplane de cada switch no menor de 8 Gbps (24 puertos) y 16 Gbps (48 puertos).

Otro diseño considera que para un equipo de 24 puertos 10/100 y 2 Gigabit, el máximo ancho posible es de 8.8 Gbps. En un equipo de 48 puertos 10/100 sería 13.6 Gbps.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que no hay que estar tan ajustado en las performances, en la medida que exista tecnología que permita manejarse con

algun grado de holgura mínimo. De acuerdo a las cuentas expuestas en el comentario, guardar 2.4 Gbps agrega valor y seguridad funcional.

- Este diseño considera una tasa de envío de paquetes de cada switch no menor de 11 Gbps.

Otro diseño considera que en un equipo de 24 puertos 10/100 y 2 Gbps, la máxima tasa de envío de paquetes posible es de 6.6 Mpps. En un equipo de 48 puertos 10/100 sería 10.2 Mpps.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que el esquema de apilamiento tiene influencia en la performance de los switches que constituyen la pila, en la medida que consuma recursos del switch fabricado de cada uno. Por el contrario, es conveniente fijar la pauta que resulte más óptima a la funcionalidad del stack. Cualquier tecnología que maneje procesamiento distribuido siempre resultará más óptima que aquella que lo centralice.

- Este diseño considera que el switch debe incluir redundancia de pila.

Otro diseño considera que esto depende de un diseño específico.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que no debe subestimarse el dinamismo de las redes de transporte. La redundancia de pila no tiene nada que ver con cuestiones de diseño, sino con disponibilidad del recurso para el grupo de trabajo específico. Lo mas redundante que resulte el esquema, lo mas seguro que resulta el recurso para el MTC.

- Este diseño considera que el switch debe soportar a futuro una fuente de poder redundante.

Otro diseño considera que el switch debería tener ese soporte en la actualidad, aunque no se incluya la opción en la propuesta.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que el comentario no agrega ni quita valor. La interpretación lógica es "hoy no incluyo RPS, pero si mañana quiero incluirla, que exista".

- Este diseño considera que el switch deberá manejar como mínimo 2 colas de hardware.

Otro diseño considera que lo ideal es tener 4 colas por puerto de salida en hardware.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que se pide como mínimo dos colas, lo que a nivel de equipo de grupo de trabajo resulta más que razonable. Mientras tanto, en los equipos de core, tiene todo el sentido de apuntar a la mayor cantidad de colas. Con dos colas a este nivel que manejen las prioridades posibles (8), es suficiente.

- Este diseño considera administración por SMON (deseado).

Otro diseño considera que es irrelevante. Hay un solo fabricante que lo soporta.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que es un item que agrega valor y es deseado. El usuario tiene beneficio real por tenerlo, y como fue explicado anteriormente es falso que un solo fabricante lo soporte.

- Este diseño considera soporte de RIP, OSPF, VRRP (deseado). Otro diseño considera que solo se necesita en operación de capa 3.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que nuevamente se subestiman los cambios radicales en la naturaleza de los tráficos.

- Este diseño considera soporte Telnet, http.

Otro diseño no los considera necesario. En cambio propone que hay otros protocolos estándares que pueden ayudar mucho en la gestión de la solución. Podrían agregarse TFTP, NTP, Syslog, etc.

En respuesta a este nuevo diseño se afirma que el tema que se esta tratando a esta altura tiene que ver con administración de recursos, para lo cual Telnet, http y SNMP son los mas clásicos. No es cuestión de incluir protocolos en cantidad, sino contar con los mas prácticos y útiles a tal fin.

- Este diseño considera soporte de recomendación NEBS 3 (deseado). Otro diseño lo considera irrelevante. Ya se respondió a este nuevo diseño.

- Este diseño considera soporte del protocolo spanning tree. Otro diseño considera que es mejor spanning tree por VLAN. Ya se respondió a este nuevo diseño.

4.4 Administración de Políticas de Calidad de Servicio (QoS)

- Accesorios para montaje en rack 19".
- Se requiere una plataforma que permita administrar nuevas aplicaciones y tecnologías que requieran distintos niveles de servicio (Ej. Telefonía IP, voz sobre IP, vídeo sobre IP, vídeo conferencia ó aplicaciones de misión critica) y que permita integración con centrales telefónicas (PBX) y administración de servicios de telefonía IP.
- Deberá permitir crear e implementar reglas y políticas para accesos y utilización de la red y recursos de información.
- Permitir acceso vía GUI (Graphical User Interface) y control de acceso.
- Interacción con directorios para almacenar información acerca de diferentes elementos de la red, definir parámetros y administrar Calidad de Servicio (QoS) por usuarios, grupos de usuarios y aplicaciones.

- Soportar sistemas operativo Windows NT o Windows 2000, directorios (NDS) y LDAP.
- Configuración vía SNMP, LDAPv3 y Telnet.
- Soportar 802.1p, ToS, CAR, WFQ, WWR, PQ, CQ, rate limiting.
- Almacenamiento distribuido de políticas y clasificación de paquetes en capa 4.
- Debe complementarse con herramienta de gestión y administración.

4.5 Administrador de Red

- Herramienta de administración y monitoreo de switches multicapa.
- La herramienta de monitoreo deberá instalarse sobre sistema operativo Windows NT o Windows 2000. Se deberá proporcionar todo el software para poder instalarlo sobre el servidor de administración. Deberá trabajar utilizando como mínimo SNMP, RMON.
- La herramienta deberá tener la opción de ser instalada sobre una Plataforma de Administración de Redes o en forma independiente, directamente sobre Windows NT o Windows 2000.
- Deberá permitir la administración de VLAN y ELAN – Requisito indispensable.
- Deberá mostrar una visión global de todo el tráfico de la red.
- Debe proporcionar estadísticas del tráfico de la red en Capa 2 y en Capa 3, incluyendo tráfico entre diferentes subnets, host, tráfico IP, tráfico IPX y distribución de protocolos.
- Debe permitir visualizar las estadísticas de performance para múltiples equipos en forma simultánea.

4.6 Resumen del capítulo

Este capítulo describe los requerimientos de los equipos de comunicaciones para el MTC: el cálculo de las interfases del switch de core, características del switch core y del switch de borde. También describe los requerimientos de políticas de calidad de servicio (QoS) y del administrador de red.

CAPITULO V

SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CÓMPUTO PARA EL MTC [REF 1]

5.1 Consideraciones Generales

Se requiere un sistema eléctrico de cómputo para las instalaciones del edificio principal de 12 pisos, Atención a Clientes, Rotonda y del Centro de Cómputo, totalmente independiente del sistema de energía para iluminación, potencia y servicios generales; que suministre energía a las operaciones informáticas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que soporte un crecimiento de demanda en los próximos 5 años, y que esté acorde al Código Nacional de Electricidad.

Se deberá considerar 1600 tomas eléctricas dobles para el Edificio Principal, Atención a Clientes, Rotonda y 150 tomas dobles para el Centro de Cómputo. También se deberá proveer colchones de aislamiento contra incendio a instalarse en el backbone principal del cableado eléctrico, tanto a la entrada y salida de cada uno de los pisos. Las implementaciones estarán basadas en los estándares de EIA/TIA 607, CEN, NEC y la IEEE.

Los equipos con que cuenta el Ministerio de Transportes y Comunicaciones actualmente para trasladar al nuevo local son: 1,545 Pcs, 35 servidores, 654 impresoras, 55 switches. Se debe considerar el dimensionamiento en potencia para el máximo consumo, considerando un crecimiento futuro del 40%.

5.2 Sistema de Tierra

Se requiere la instalación de un sistema de puesta a tierra que posea una impedancia máxima de tres ohmios.

Este sistema deberá asegurar la misma diferencia de potencial entre el edificio de 12 pisos, el Centro de Cómputo, Atención a Clientes y Rotonda.

Se instalará un sistema de puesta a tierra exclusivo para el módulo de Atención a Clientes.

5.3 Características Principales del Sistema Eléctrico

5.3.1 Edificio de 12 pisos

El sistema eléctrico general, cuenta con una red de 10 KV (media tensión) y una subestación principal en el sótano del edificio central. La subestación existente es

de 700 KVA trifásica en configuración Delta (2 transformadores de 350 KVA en paralelo). Esta energía alimenta a todo el edificio de 12 pisos.

La edificación central cuenta con montantes eléctricas para cada uno de los cuatro sectores (incluyendo el centro) de la torre de 12 pisos y en cada uno de estos sectores existen dos tableros de distribución, uno para alumbrado y el otro para tomacorrientes.

De requerirse potencia adicional de acuerdo a las mediciones efectuadas, se deberá considerar la instalación de transformadores adicionales para la subestación. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el local de 28 de julio cuenta con un transformador de 600 KVA trifásico de configuración Delta, el cual podría ser tomado en cuenta.

Transformador de Aislamiento

Se requiere un transformador de aislamiento de 500 KVA, Delta – Estrella de entrada 220 V y salida 380 V con neutro, con llave seccionadora de protección. Estará ubicado en el sótano, lo más cerca posible del tablero principal del mismo edificio. Este transformador trabajará solo al 60% de su carga para evitar recalentamientos.

Acometida

El cableado eléctrico que conecta el tablero principal del edificio al transformador de aislamiento, y el transformador de aislamiento al tablero eléctrico principal para cómputo, deberán ser del tipo NYY. Todo el recorrido deberá estar protegido con tubería PVC SAP o escalerillas metálicas.

Tablero General

Deberá ser adosado, poseer cinco barras (3 para fases, una para neutro y una para tierra) y deberá poseer medidores eléctricos como amperímetro y voltímetro. Todas las llaves termo magnéticas deberán ser de Caja Moldeada.

Tendrá una llave principal trifásica y llaves de distribución trifásica para el control de los tableros secundarios.

Tableros Secundarios

Existirá por lo menos uno por piso, uno en Atención a Clientes y uno en Rotonda. De ser más de uno deben usarse tableros de acometida por cada montante que distribuya a los tableros secundarios de cada piso.

Podrán ser adosados y poseer cuatro barras (3 fases, 1 neutro y 1 tierra). Incluirán medidores eléctricos como amperímetro y voltímetro.

La llave principal deberá ser trifásica de caja moldeada y las llaves de distribución monofásicas de tipo atornillable.

Backbone eléctrico

El backbone eléctrico tendrá una topología estrella, que interconectará el tablero principal con los tableros secundarios, por medio de un cableado tipo THW. Todo el recorrido deberá estar protegido con tubería de PVC SAP.

Cableado horizontal

El cableado eléctrico horizontal deberá estar basado en el conductor eléctrico flexible del tipo TW con un máximo de 7 hilos, el calibre mínimo debe ser 12 AWG o su equivalente en mm².

Tomas eléctricas

Las tomas eléctricas deberán ser dobles, con toma a tierra, deberán soportar por lo menos 15 A a 220 V. Los bornes de tierra deberán estar aislados del chasis de cada tomacorriente.

No se deberá exceder en más de diez tomas eléctricas por circuito eléctrico monofásico.

Se deberá de tener en cuenta que cada rack y gabinete del cableado estructurado, deberá tener una toma eléctrica doble.

Cada cuarto de telecomunicaciones debe estar protegido por UPSs, para lo cual se utilizarán los equipos existentes.

5.3.2 Edificio de Centro de Cómputo

El suministro del centro de cómputo se inicia con una acometida de media tensión (10 KV) que llega al edificio de 12 pisos, deriva un ramal a la S/E (Sub Estación), para alimentar al centro de cómputo, entregando 400 KVA.

Considerar para los tableros a suministrar e instalar en el centro de cómputo, los interruptores de control y distribución de energía eléctrica proveniente de UPSs que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones considere.

Cada tablero debe poseer al menos un voltímetro y un amperímetro.

Transformador de Aislamiento

Se requiere un transformador de aislamiento no menor de 200 KVA, Delta – Estrella de entrada 220 V y salida 380 V, para el Centro de Cómputo.

5.4 Pruebas y Mediciones

5.4.1 Balance de Cargas

Deberá balancearse las cargas, para un apropiado funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

Para verificar este resultado deberá hacerse las mediciones de corriente en horas de máxima demanda, que son entre las 10:00 a.m. a 12:00 m, y desde las 2:30 p.m. a 4:30 p.m.

5.4.2 Caída de Tensión

Deberá realizarse mediciones de tensión en los extremos de los circuitos y determinar la caída de tensión respecto al tablero general de cómputo. Las caídas de tensión no deberán exceder del 2%.

5.4.3 Niveles de Aislamiento

Deberá realizarse mediciones de aislamiento de todos los circuitos teniendo en cuenta como mínimo lo siguiente:

- Aislamiento fase-fase
- Aislamiento fase-tierra
- Aislamiento fase-neutro
- Aislamiento neutro-tierra

5.4.4 Armónicos

Deberá realizarse mediciones de los niveles de armónicos del sistema de energía de cómputo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para lo cual deberá usarse equipos que brinden la garantía necesaria sobre la precisión de los resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomendará (en caso fuera necesario) la instalación de los filtros adecuados para eliminar los armónicos que pudieran tener efectos negativos para los equipos de la red de cómputo.

5.5 Resumen del capítulo

Este capítulo describe los requerimientos del sistema de energía eléctrica de cómputo para el edificio de 12 pisos y para el Centro de Cómputo. Se indican las pruebas y mediciones que deben realizarse para garantizar un apropiado funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

CONCLUSIONES

1. El cableado estructurado pretende dar una solución universal a la infraestructura de voz y datos ante el cambio constante de tecnología. Mediante este tipo de cableado, se asegura la mejor calidad en las comunicaciones de voz, y se asegura una alta velocidad en la transferencia de datos.
2. Sus ventajas son: **compatibilidad** - instalación compatible con las tecnologías actuales y las que estén por llegar; **flexibilidad** – sencillez para movimientos internos de personas y máquinas dentro de la instalación; **bajo coste de mantenimiento** – diseñada e instalada para permitir fácil supervisión, mantenimiento y administración; **estética** – agradable presentación y una terminación final estética y ordenada.
3. Este proyecto de red de datos con cableado estructurado tipo campus que incluye la red de energía eléctrica de cómputo y equipos de comunicaciones de datos de última generación, permitirá superar los cuellos de botellas que presentaba la antigua red en los temas de seguridad, velocidad de transmisión, capacidad de crecimiento, calidad del servicio. Se dispone de planos y esquemas de las redes para permitir una adecuada gestión y planificación de su crecimiento futuro.
4. Para la supervisión de la empresa integradora que ejecutó el proyecto se contrató un especialista en auditoría de cableado estructurado.
5. Cada toma de Oficina se configura como punto de red o anexo telefónico de acuerdo a cada necesidad particular, en forma inmediata intercambiando la conexión ya sea al patch panel de datos o de telefonía.
6. El requerimiento inicial del cable de fibra óptica del backbone vertical se cambió. Este proyecto se diseñó con un cable de 12 hilos de 50/125 μm , certificado para transmitir hasta 10 Gigabit Ethernet; pero se licitó un cable de 6 hilos de 62.5/125 μm , certificado para transmitir 1 Gigabit Ethernet.
7. Los conectores SC tienen mucha atenuación para enlaces de alta velocidad, por eso se usan los conectores SFF que son de mayor densidad, más económicos y menor atenuación para soportar 10 Gbps. La tarjeta de red de Intel a 10 Gbps usa conector tipo LC.

8. El acoplador/conector tipo ST ya no es utilizado por su muy alta atenuación. Los conectores SFF tienen un mejor performance que los del tipo SC, por lo tanto están mejor preparados para un mayor ancho de banda de la fibra. El acoplador SFF cuesta menos que un SC y además es duplex por lo que se requeriría solo la mitad de unidades.
9. Los conectores SC y SFF de todos los fabricantes son compatibles con todas las fibras de 62.5/125 μm y 50/125 μm . No es cierto que tenga que cambiarse el conector al cambiar de tipo de fibra.
10. La tecnología de fibra óptica de 50 μm mejorada para 10 Gbps y los conectores SFF actualmente los comercializa AVAYA, AMP, CORNING, OFS, etc.; todos con distribución local en Lima. La fibra de 50 μm optimizada para trabajar hasta 10 Gbps y conectores SFF ofrecen un mayor beneficio tecnológico a un costo similar. Además esta tecnología es totalmente compatible con la tecnología de fibra para trabajar solo a 1 Gbps.
11. El software de gestión del cableado estructurado es la principal herramienta que permitirá que se mantengan actualizados los planos CAD y la distribución física de los puntos de red en todos los edificios.
12. El proyecto considera la realización de un sistema eléctrico para cómputo totalmente independiente del sistema de energía para iluminación, potencia y servicios generales, que suministre energía a las operaciones informáticas del local del MTC, aprovechando en lo posible la infraestructura eléctrica existente
13. Se consideró que los switches de borde debían soportar capa 3 (deseado) para manejar un tráfico distribuido en cada piso del edificio de 12 pisos, sin pasar por el switch core.
14. El switch core está adecuadamente diseñado para un crecimiento modular, sus módulos críticos son redundantes y soporta los principales protocolos para cubrir las necesidades de una red tipo campus empresarial como la del MTC, que da servicios a nivel nacional, los cuales difunde a través de su página Web: <http://ww.mtc.gob.pe>.

ANEXO A

CONSIDERACIONES DE INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA [REF 12]

Elementos de Telecomunicaciones

Los siguientes requisitos y consideraciones se aplican a cableado de par trenzado balanceado 100 Ω , así como a canalizaciones y espacios utilizados para distribuir o alojar cableado de telecomunicaciones, el cual puede incluir fibra óptica.

La proximidad del cableado a las instalaciones y equipo eléctrico que generen altos niveles de interferencia electromagnética (EMI) deben tenerse en cuenta para el cableado metálico.

Las fuentes de EMI incluyen: cables de energía, equipo de fotocopiado, motores eléctricos, transformadores, alumbrado fluorescente, soldadoras de arco, etc.

Todo sistema de puesta a tierra y unión equipotencial cumplirá con los códigos y regulaciones aplicables.

Protección de Circuitos

La protección de circuitos del cableado que entre o salga de un edificio cumplirá con los códigos y regulaciones aplicables.

Separación de Sistemas Eléctricos

Deberá mantenerse una separación mínima de 50 mm (2 in) entre el cableado de telecomunicaciones de par trenzado sin blindaje (UTP) y los circuitos derivados (secundarios) menores a 3 kVA; usados generalmente para tomas eléctricas e iluminación.

Las excepciones a la normativa anterior incluyen:

1. cuando los cables de energía o los cables de telecomunicaciones estén encerrados en conductos metálicos o no metálicos (barrera física)
2. cuando los cables de energía tengan forros o cubiertas metálicas
3. Cuando los cables de telecomunicaciones cuenten con un blindaje, tal como el que poseen los cables ScTP, S/STP y SIFTP.

Nota: Una barrera metálica generalmente es más efectiva contra la EMI que algunos conductos de otros materiales.

Los circuitos de energía eléctrica mayores o iguales a 3 kVA pero menores a 6 kVA deberán mantener una separación mínima de 1.5 m (5 ft) de los cables de

telecomunicaciones de UTP, y de 3 m (10 ft) de los marcos de conexión. El uso de cableado de telecomunicaciones blindado puede reducir ambas separaciones mínimas a 0.6 m (2 ft).

Separación de Sistemas de Alto Voltaje

Deberá mantenerse una separación mínima de 3 m (10 ft) entre los cables de telecomunicaciones de UTP y las instalaciones con circuitos de energía o tableros de distribución mayores o iguales a 6 kVA. El uso de cables blindados de telecomunicaciones puede reducir la separación mínima a 1 m (3 ft).

Deberá mantenerse una separación mínima de 6 m (20 ft) entre los marcos de conexión de cableado UTP y los tableros de distribución, transformadores y demás equipos eléctricos mayores o iguales a 6 kVA. El uso de sistemas blindados de cableado de telecomunicaciones puede reducir la separación mínima a 1 m (3 ft).

Tabla N° 1 - Separaciones de Sistemas de Energía para Cableado UTP

Separaciones entre Sistemas de Energía y Sistemas de UTP			
VOLTAJE x AMPERAJE (VA)	< 3 kVA	≤ 3 kVA < 6 kVA	≥ 6 kVA
Cables de Telecomunicaciones	50 mm (2 in)	1.5 m (5 ft)	3 m (10 ft)
Marcos de Conexión de Telecomunicaciones	50 mm (2 in)	3 m (10 ft)	6 m (20 ft)

Tabla N° 2 - Separaciones de Sistemas de Energía para Cableado ScTP

Separaciones entre Sistemas de Energía y Sistemas de Telecomunicaciones Blindados			
VOLTAJE x AMPERAJE (VA)	< 3 kVA	≤ 3 kVA < 6 kVA	≥ 6 kVA
Cables de Telecomunicaciones	0 mm (0 in)	0.6 m (2 ft)	1 m (3 ft)
Marcos de Conexión de Telecomunicaciones	0 mm (0 in)	0.6 m (2 ft)	1 m (3 ft)

Nota1: Para determinar el valor kVA de los componentes eléctricos, multiplique el voltaje y la corriente, y después, multiplique su producto por un factor típico de poder del 0.65. Por ejemplo, los cables de energía secundarios en Estados Unidos tienen comúnmente 120 voltios y 20 amperes, ó $120 \times 20 = 2\,400$ watts, $2\,400 \times 0.65 = 1560$ VA ó 1.6 kVA.

Nota2: Los factores de poder varían de equipo a equipo, como se muestra en la siguiente tabla. El factor de poder de 0.65 es típico para equipo de redes y de computadoras y fue usado sólo como ejemplo.

Tabla N° 3 - Factores de Poder Típicos para Equipos o Sistemas Eléctricos

Equipo o Sistema	Factor de Poder Típico
Calderas (Calentadores de Agua)	1.00
Iluminación Residencial y Comercial	0.50 a 0.85
Motores Eléctricos	0.85
Fotocopiadoras	0.80
Acondicionadores de Aire	0.75
Equipo de Cómputo	0.65

Si los códigos o normas locales difieren de los requisitos anteriores, entonces los requisitos especificados en dichos códigos o normas deben tomar precedencia.

Efectividad del Blindaje

Se cumplirán los códigos y regulaciones aplicables de seguridad y compatibilidad electromagnética.

Nota: Al instalar componentes con blindajes, no necesariamente se cumplen las regulaciones EMC aplicables.

El cableado ScTP mantendrá la cobertura y continuidad del blindaje a lo largo de todo el Enlace Permanente o Canal del cableado, de manera que sólo se instalen apropiadamente cables y hardware de conexión ScTP.

Para mantener la efectividad del blindaje de alta frecuencia y evitar al mismo tiempo las dificultades de los regresos (ground loops) asociados con la puesta a tierra en múltiples puntos, se cumplirán los siguientes requisitos.

El cableado horizontal de ScTP tendrá sólo una conexión directa al sistema de tierra. Esta conexión a tierra deberá realizarse en el cuarto de telecomunicaciones, cuarto de equipos o espacio de acometida y será independiente a la de los equipos de red.

Nota: Para evitar regresos de tierra, es una práctica común que el equipo de red se diseñe de tal manera que sus circuitos internos no permitan una conexión directa entre el blindaje del cable y la tierra del armazón metálico (chasis), la tierra de las estructuras del edificio o el blindaje de otros puertos. Este aislamiento de blindaje se consigue comúnmente dentro de una caja de equipo blindado mediante el uso de capacitores de acoplamiento de corriente alterna conectados entre el blindaje del cableado y la tierra del equipo.

Para Canales de cableado garantizados, la efectividad del blindaje y el desempeño de transmisión de los cordones de equipo se mantendrán hasta los puntos de interfaz con los equipos localizados tanto en el área de trabajo como en los marcos de conexión, a menos que se prohíba específicamente por el fabricante del equipo.

El uso de cordones de equipo blindados, que se conectan a equipo activo, puede depender del tipo de equipo utilizado.

El Integrador Certificado (compañía) consultará con los fabricantes de equipo e integradores de sistemas para determinar la conveniencia de los componentes de cableado y las metodologías descritas aquí para aplicaciones específicas.

BIBLIOGRAFIA

1. Blas Sernaqué, Luis Roberto. "Propuesta de Especificaciones Técnicas del Proyecto de la Red de Datos del MTC", 2003.
2. Cisco Systems. "Interconexión de Dispositivos de Red Cisco", 2001.
3. Cisco Systems. "Implementing Switching in the Network", 2003.
4. Cisco Networking Academy Program. "CCNP 3: Multilayer Switching v3.0 Student Lab Manual", 2003.
5. Mc Graw Hill. "Cisco Manual de Referencia", 2002.
6. Panduit. "Certificación Plus", 2006.
7. Telecommunications Industry Association. "TIA/EIA-568-B.1 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Part 1:General Requeriments", 2001.
8. Telecommunications Industry Association. "TIA/EIA-568-B.2-1 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Part 2: Balanced Twisted Pair Cabling Components. Addendum 1 – Transmission Performance Specifications for 4-pair 100 ohmios Category 6 Cabling", 2002.
9. Telecommunications Industry Association. "TIA/EIA-568-B.3-1 Optical Fiber Cabling Components Standard. Addendum 1 – Additional Transmission Performance Specifications for 50/125 µm Optical Fiber Cables", 2002.
10. Telecommunications Industry Association. "TIA/EIA-569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces", 1998.
11. Telecommunications Industry Association. "TIA/EIA-570-A Residential Telecommunications Cabling Standard", 1999.
12. The Siemon Company. "Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon", 1999.