

ESTUDIO DE ESTÁNDARES DE DISEÑOS FÍSICOS DE LAN Y SU ADECUACIÓN A LA TOPOLOGÍA DEL LUGAR

Maestro Abraham López Villalvazo

*Jefe de Unidad de Cómputo y Telecomunicaciones para el Aprendizaje del Centro Universitario del
Sur, Ciudad Guzmán Jalisco.*

abraham@cusur.udg.mx

ESTUDIO DE ESTÁNDARES DE DISEÑOS FÍSICOS DE LAN Y SU ADECUACIÓN A LA TOPOLOGÍA DEL LUGAR

RESUMEN

El diseño de sistemas de cableado estructurado es uno de los puntos más importantes en los proyectos de implementación de la infraestructura de telecomunicaciones. Sin embargo, es una de las actividades menos tomadas en cuenta a la hora de generar los proyectos. La carencia de un análisis y un diseño apropiado genera gastos secundarios ya que normalmente no se toman en cuenta todos los detalles tanto físicos, que incluyen la disposición de mobiliario, el factor de crecimiento de la empresa, la movilidad del personal, áreas de trabajo y los factores propios de diseño tales como los estándares de cableado, las especificaciones técnicas y de instalación contenidas en ellos además de su aplicación.

Un estudio de los estándares de cableado mostrará dichas especificaciones técnicas, de instalación y de diseño y permitirá, combinándola con un análisis de los mismos y su aplicación práctica, generar una metodología que permita analizar una situación en la que el objetivo sea la instalación de un sistema de cableado estructurado como infraestructura para telecomunicaciones y generar la mejor solución considerando todos los factores que influyen directamente sobre el proyecto tales como el diseño, planeación, gestión de recursos (humanos, materiales y financieros), etc., permitiendo un control total sobre el desarrollo del mismo.

Palabras clave: Cableado estructurado, Diseño de redes, Sistema de cableado, Información, Telecomunicaciones.

STUDY OF LAN PHYSICAL DESIGN STANDARDS AND ITS ADJUSTMENT TO THE TOPOLOGY OF A PLACE

ABSTRACT

The structured cabling systems design is one of the most important points in telecommunications infrastructure implementation projects. However, when a project is generated this is one of the most important activities. The inexistence of analysis and appropriated design produce secondary expenses because in general there are many physical details that aren't included as: furniture accommodation, enterprises growing factor, occupational rotation and working areas, cabling standards, and the technical installations specification.

A cabling standards will show this technical design and installation specifications and in combination with an analysis of those and their practical application, will let the generation of a methodology that will allow a situational analysis in which the main object would be the installation of a structural cabling system as infrastructure for telecommunications and the best solution generation, considering all kind of factor that have a direct influence on this project, such as design, planning, resources management (humans, materials and financials), etc., allowing a total control of the project's development.

Keywords: Structured cabling, Network design, Wire system, Information, Telecommunication.

INTRODUCCIÓN

Conforme la velocidad de los cambios tecnológicos, las empresas tienen cada vez más necesidad de compartir información y recursos, y por estas razones la instalación de redes para solventar estas necesidades se vuelve algo cotidiano. Las compañías agregan constantemente usuarios y conectan nuevas áreas, lo cual es motivo no sólo de presión para los encargados de la red, sino también posible causa de problemas.

Para facilitar las cosas y sobre todo para eliminar el riesgo de fallas originadas por cables con mucho movimiento, una opción son los sistemas para cablear en forma ordenada y lógica. Estos sistemas están definidos por normas y estándares, y han sido bautizados con el nombre de cableado estructurado [1].

En la actualidad, los diseños de las redes locales de datos deben proveer calidad, flexibilidad, valor y funcionalidad, no sólo para cubrir las necesidades actuales, también deben soportar los requerimientos futuros [1]. La supervivencia de las empresas actuales depende de la confiabilidad y efectividad del intercambio de información y éste a su vez de la confiabilidad y efectividad del diseño de su infraestructura.

Mediante la instalación de cableado estructurado se busca crear una infraestructura que sea altamente confiable con capacidad de ofrecer servicios de telecomunicaciones, de acuerdo con los nuevos requerimientos para el manejo de la información.

Una ventaja primordial del cableado estructurado es el aislamiento de los problemas. Dividiendo la infraestructura total en bloques de administración separada, es mucho más fácil solucionar los problemas que puedan surgir con un mínimo de molestias para los usuarios de la red entera. Un aprovechamiento estructurado del cableado ayuda a reducir los costos de mantenimiento de igual manera.

Reconociendo la necesidad por la estandarización, numerosas industrias profesionales, fabricantes de equipo, consultores y usuarios finales se unieron bajo la guía de organizaciones como la EIA/TIA, IEEE, ANSI y la BICSI para asegurar que los estándares de los productos y los cableados cumplieran con la gran variedad de necesidades actuales. El objetivo inicial fue y lo es actualmente, permitir fabricar equipo y componentes que interoperen en un ambiente de cableado de edificios estandarizado.

Como ya se ha mencionado, el cableado estructurado está definido por una serie de estándares que permiten realizar un diseño que cubra las necesidades actuales así como las expectativas de crecimiento a futuro. Algunos de estos estándares son:

Estándar ANSI/TIA/EIA-568-A de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales. Este estándar define un sistema genérico de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales que puedan soportar un ambiente de productos y proveedores múltiples [2,6].

El propósito de este estándar es permitir el diseño e instalación del cableado de telecomunicaciones contando con poca información acerca de los productos de telecomunicaciones que posteriormente se instalarán. La instalación de los sistemas de cableado durante el proceso de instalación y/o remodelación son significativamente más baratos e implican menos interrupciones que después de ocupado el edificio.

El sistema genérico que propone el estándar define 6 áreas básicas de cableado: Cuarto de Entrada de Servicios, Cuarto de Equipo, Cableado del *Backbone*, Cuarto de Telecomunicaciones, Cableado Horizontal y las Área de Trabajo [2, 6].

Estándar ANSI/TIA/EIA-569 de Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales. Este estándar reconoce tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son más la regla que la excepción. Este estándar reconoce, de manera positiva, que el cambio ocurre.

Los sistemas de telecomunicaciones y de medios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, los equipos de telecomunicaciones cambian dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores de equipo.

Telecomunicaciones es más que datos y voz. Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas de bajo voltaje que transportan información en los edificios [3, 6].

Este estándar reconoce un precepto de fundamental importancia: De manera que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para telecomunicaciones, es imperativo que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico.

Estándar ANSI/TIA/EIA-606 de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales. El propósito de este estándar es proporcionar un esquema de administración uniforme que sea independiente de las aplicaciones que se le den al sistema de cableado, las cuales pueden cambiar varias veces durante la existencia de un edificio. Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y sistemas relacionados [4, 6].

RELEVANCIA

Todo esto demuestra la amplia gama de posibilidades que se tienen para el diseño de una red local de datos dependiendo del número de edificaciones, la distancia entre ellas, los materiales a utilizar, etc., y también se puede conocer el gran número de errores que se pueden cometer al no hacer un correcto análisis tanto de la topografía del lugar donde se instalará la red como de los estándares que se tienen para hacerlo.

Este mismo desconocimiento puede redundar en pérdidas muy grandes de recursos económicos sobre todo, pero también de tiempo, recursos humanos y materiales, mismos que se podrían emplear en distintos proyectos.

Otro de los beneficios que se obtienen de conocer acerca del cableado o instalación de una red es que siguiendo las normas que proponen los estándares, fabricantes, etc., es que la instalación se puede certificar, para asegurar que la instalación cumplirá con su cometido por lo menos en el lapso de tiempo que especifica el documento de certificación; pero además se puede conocer que si se cumplen dichos estándares al pie de la letra y aunque no se adquiera equipo de las marcas que el certificado requiere, pero cumple, de nuevo, con los estándares, ya no es necesario que se haga dicha certificación, porque automáticamente se está certificando al cumplir con las reglas establecidas.

JUSTIFICACIÓN

Con el seguimiento de una metodología en el desarrollo e implementación de proyectos de cableado estructurado basada en un estudio de los estándares de diseño de redes de área local se podrá obtener, además de un diseño óptimo de la red, un ahorro de tiempo en la obtención de información referente a cantidad, tipo y costos de los materiales y dispositivos necesarios, reduciendo costos de análisis y diseño de redes de área local, además de agilizar la implementación y finalización del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Obtener una metodología que contemple todos los aspectos a considerar para los proyectos de cableado estructurado, desde su planeación hasta su ejecución, basándose en un estudio a los estándares relacionados con esta área.

El cableado estructurado y sus estándares

El cableado estructurado es facilitar el manejo de tráfico heterogéneo y así mismo garantizar el desempeño de la red. Esto surge de la necesidad de tener una red que sea confiable, rápida y lo más importante "a prueba del futuro".

Uno de los puntos más delicados de las instalaciones de red son los costos, ya que generalmente la inversión que se realiza para estos rubros es elevada. Sin embargo, de la inversión total de la instalación de la red de comunicaciones, el correspondiente al sistema de cableado estructurado es de sólo 2%; en contraste con esto, el 50% de los problemas de la red están relacionados con problemas de la administración física de la misma (concretamente del cableado) [7] ver Fig. 1.

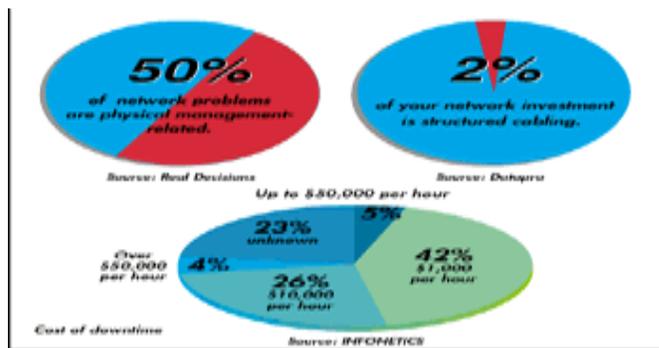


Fig. 1 Incidencia del cableado en los problemas de red y en la inversión de la instalación de red.

Mientras que la inversión inicial de un cableado tradicional (o sistemas que no siguen los estándares) es menor a la de un cableado estructurado (Fig. 2), éste último implica una sola inversión que cubrirá casi todo su tiempo de vida útil, ya que se invirtió en analizar las necesidades presentes y futuras, diseños a futuro, mismos que implicarán modificaciones mínimas al diseño original [8]; comprobación de la calidad de los materiales y equipos así como de los servicios del proveedor. Todo esto redunda en menos gastos en los cambios futuros, cosa imposible de detener en los sistemas de cableado tradicionales.

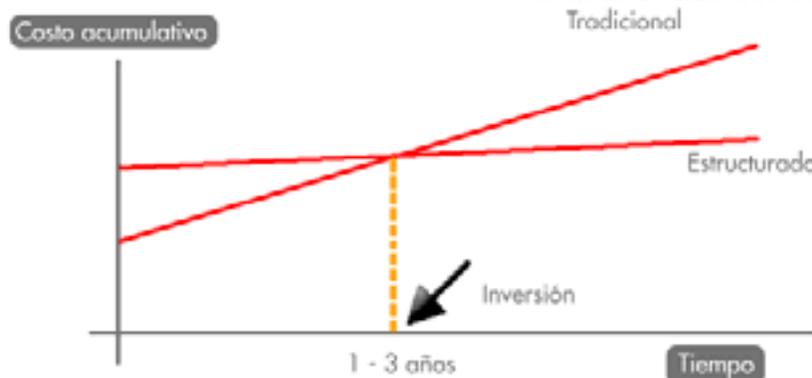


Fig. 2 Comparación de la inversión inicial y futura de los sistemas tradicionales de cableado contra los cableados estructurados.

Basados en estos datos, podemos fácilmente predecir las bondades de un cableado estructurado en comparación de un cableado tradicional. Sin embargo, un segundo punto a destacar es que los cambios, movimientos y adiciones implican tiempos fuera de servicio en el tiempo en que se llevan a cabo. En grandes organizaciones, tiempos fuera de servicio muy prolongados implican retrasos drásticos en la

productividad. Es muy importante tomar en cuenta estos gastos indirectos cuando se hace la comparación entre los sistemas tradicionales y los estructurados.

Un tercer y último punto es que el cableado estructurado es independiente de la tecnología y está preparado para aplicaciones futuras, de tal manera que un cable que hoy soporta transmisiones de 100 MBps, puede soportar las recientes aplicaciones de 1 GBps y 10 GBps.

De aquí la importancia de la inversión tanto financiera como de tiempo y capacitación para la instalación de sistemas de cableado estructurado. Y si se han de instalar sistemas de cableado estructurado, se tendrán que seguir los estándares para lograrlo.

Así como todos los estándares muestran los lineamientos a seguir, los estándares de la EIA/TIA muestran los lineamientos que habrá que seguir en el diseño de los sistemas de cableado. A continuación se muestra un análisis de cada uno de los estándares en los que se destacan los puntos más importantes y su contribución en el diseño del sistema de cableado.

Estándar 568-A

La premisa principal del estándar es el diseño de un sistema de cableado genérico, en el que existe un ambiente multi-proveedor entre otros, que soporte las necesidades de comunicaciones de los ocupantes de un edificio comercial. Es importante hacer especial mención en el detalle de que es genérico, ya que muchas empresas ofrecen programas de certificación de los sistemas de cableado (comúnmente llamados propietarios). El punto a observar de estas certificaciones es que no es suficiente con cubrir y cumplir las reglas establecidas por los estándares, sino que es necesario que el cliente adquiera los productos o equipos de ciertas marcas, condición que cubre la instalación inicial como las modificaciones o agregados posteriores. Esto es manejado por los fabricantes como una garantía de rendimiento, que también puede ser considerado como un gancho comercial, cuya intención es que el cliente se "case" con ciertos proveedores.

Según los proveedores, las certificaciones fueron creadas para dar soporte y protección a las inversiones de los clientes y como una forma de prevenir a los clientes de instaladores o compañías que no están capacitadas para dar este tipo de servicios. La otra cara de la moneda es la que ya se mencionó, que el cliente estará atado a una marca determinada, arriesgando a que esta marca quiebre o descontinúe la fabricación de los materiales o dispositivos que se requieren en la instalación o modificación de los sistemas de cableado específicos del cliente.

Algunos de los ejemplos de los sistemas propietarios son: SYSTIMAX de Lucent (AVAYA), NetConnect de AMP, TrueNET de Krone, CCS de Leviton, etc.

La opción más adecuada de un cliente es seguir los estándares de cableado especificados por la EIA/TIA, ya que tan solo con seguir los estándares para realizar el diseño, adquirir productos, equipos y materiales que indiquen que cumplen con el estándar, se estará certificando el rendimiento del sistema de cableado automáticamente, por el simple hecho de estar cubriendo las recomendaciones de los estándares.

Las especificaciones de este estándar permiten hacer una planeación y dividir el diseño de forma modular, dividiendo los sistemas de cableado en 6 subsistemas. Un diseño modular permitirá realizar un cronograma de trabajo dividido por áreas, dividiendo también la asignación de recursos tanto materiales, financieros o humanos. Con el diseño modular también será más fácil la detección de fallas, problemas o cambios en los diseños así mismo la solución de éstos y sobre todo en las ocasiones en que serán cambios en el diseño, se afectará lo menos posible a los demás módulos. La relativa independencia de cada subsistema con los demás hace más fácil el rediseño o la disposición de varios diseños y poder elegir un diseño completo o simplemente tomar partes de cada opción e integrarlos perfectamente. Agregado a esto existen algunas

consideraciones a tomar en cuenta cuando se diseña el sistema de cableado:

- Requerimientos de desempeño y ancho de banda
- Aplicaciones de red futuras
- Costo del ciclo de vida del sistema de cableado
- Características de los productos
- Soporte y servicios de los proveedores.

Otro punto importante es la descripción de los medios de transmisión que recomienda para la instalación en cada uno de los subsistemas. Ya que el estándar recomienda varios medios, categorías y otras características, se podrán hacer combinaciones de éstos de tal manera que se pueda de nuevo realizar varios diseños en los que basados en los costos y los beneficios se obtenga la mejor opción.

Un ejemplo claro es la posibilidad de generar un cableado que comúnmente se le llama “*fiber to the desktop*” (fibra óptica hasta el escritorio) [9]; sistema que utiliza fibra óptica para *backbones*, cableado horizontal y hasta para los cables de parcheo que se instalan en las estaciones de trabajo (de aquí el término hasta el escritorio); o tan diferente como instalar fibra óptica sólo en el *backbone*, utilizar UTP categoría 3 para telefonía, UTP categoría 5 para datos y coaxial RG6 para video o cablear completamente con UTP categoría 6 para todas las aplicaciones mencionadas.

Este estándar cubre básicamente las especificaciones mecánicas y eléctricas para lograr el mejor desempeño en la red, así como los lineamientos básicos de diseño del cableado.

Es necesario hacer mención también a lo especificado en el TSB-75 referente a los ambientes de oficinas abiertas. El concepto de oficinas abiertas se refiere a ambientes en los que la movilidad de personal es muy grande y ofrece soluciones rápidas para reorganizaciones departamentales, equipos de trabajo por proyecto, que en esencia implicarían un costo muy grande por recableados.

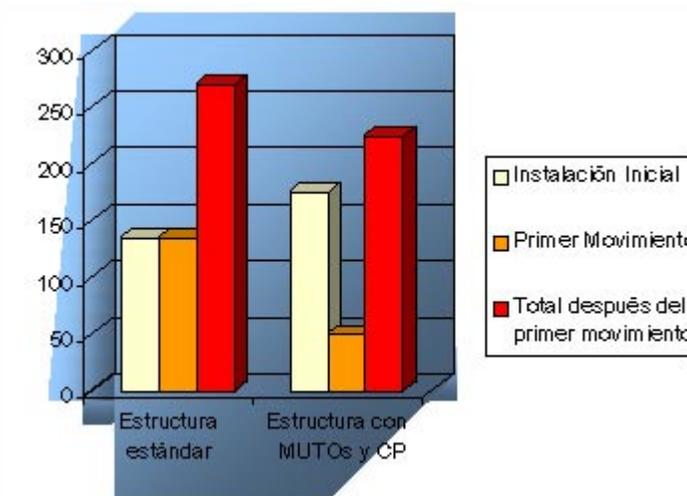


Fig. 3 Comparativo del costo entre la estructura estándar y de partir de los cuales se llevará un grueso de cables hasta los MUTOs de cada zona.

El TSB-75 ofrece una solución a estas situaciones, proponiendo puntos de consolidación y salidas multiusuario, que combinado con mobiliario modular ofrecen una máxima flexibilidad ante los cambios y movilidad en las oficinas.

Existen varios detalles que habrán de ser considerados cuando se diseñen sistemas de cableado con ambientes de oficinas abiertas. Es necesario anticipar la densidad de usuarios que tendrá el área y dividir el plano del piso en zonas que estarán dadas por el número de usuarios en el área. El siguiente paso será hacer un pre-cableado e instalar los puntos de consolidación intermedios, a

El costo de un cableado por zonas puede variar dependiendo de los requerimientos de diseño y de los métodos de implementación. Los costos pueden ser los mismos que los de un cableado estructurado normal, incluso pueden llegar a incrementarse en un 30 a un 50% en la instalación inicial. Sin embargo el costo real es en el tiempo de instalación y en los cambios. El costo total se ve reducido desde el primer movimiento o modificación. Esta reducción en el costo total puede alcanzar hasta un 10% después de los

movimientos y cambios en el diseño original [10] (ver Fig. 3).

Usando puntos de consolidación y MUTOs, las organizaciones pueden instalar sistemas de cableado que les permita realizar cambios, movimientos y agregados con un índice de costo/beneficio favorable con un grado máximo de flexibilidad en el diseño permitiendo cambios en las oficinas sin costos indirectos implicados y sobre todo incrementando el tiempo de vida útil del sistema de cableado estructurado.

Estándar 569

Este estándar será el central al momento de diseñar el sistema de cableado estructurado, ya que su enfoque central son las rutas y espacios donde se instalan los cables. Permitirá generar un diseño en el que las rutas sean las óptimas para cada subsistema, por medio de la especificación de materiales, ductos y prácticas de instalación.

La especificación la divide en los seis subsistemas, agregando la entrada de servicios. En la especificación del cableado horizontal se mencionan los tipos de ductos que se pueden utilizar, de tal manera que especifica ductos bajo el piso; este tipo de ductos será posible utilizarlos sólo cuando el edificio está en construcción o cuando sea posible la instalación de piso falso, ya que de lo contrario sería necesario la destrucción del piso actual, la instalación de los ductos y la puesta del piso nuevo después de haber ahogado los ductos en concreto, lo que implica costos indirectos muy elevados. La poca disponibilidad de este tipo de ductos como el *trenchduct* en México hace que sean poco utilizados. En lo que respecta a los ductos por debajo del piso los de piso falso son los más utilizados.

Especifica también las rutas que van sobre cielos falsos o plafones, que en la actualidad son de los más utilizados, ya que la instalación de plafones en los edificios comerciales son muy comunes y de costos no muy elevados. Los espacios que generan los techos falsos son perfectos para colocar las rutas de cables en escalerillas o rieles que son muy fáciles de instalar y su costo no es elevado.

Especifica también las rutas periféricas; estas rutas se instalan cuando no hay la posibilidad de instalarlo bajo el piso o sobre el techo, y son las más utilizadas en edificios "en producción" o que ya están en funciones. Especifica que las rutas periféricas serán instaladas sobre las paredes o sobre las divisiones de los muebles modulares. Se pueden instalar con tubos metálicos *Conduit* (que normalmente son instaladas en los exteriores del edificio o en áreas industriales y laboratorios por la falta de estética) o con canaletas plásticas que ofrecerán mayor estética y en algunos casos múltiples canales que permitirán transportar cables de nuestro sistema de cableado estructurado y de corriente eléctrica. Estas canaletas ofrecen múltiples accesorios en afán de ofrecer la mayor estética posible en su instalación.

Para el subsistema vertical o de *backbone* menciona los elementos que hay que considerar para transportar el cableado entre los pisos de un edificio (los pases entre pisos y las rutas entre el mismo piso) así como entre edificios. Especifica que se deberán utilizar tubos *Conduit* para este propósito y menciona las precauciones que se deberán tomar en cuanto a sellar las entradas de los ductos contra la humedad y agua, así como los sellos para evitar la propagación del fuego en caso de incendios.

Especifica que al menos se deberá planear una salida de telecomunicaciones por cada área de trabajo. Así mismo menciona que la ubicación de las salidas de comunicaciones debe ser planeada en base a la distribución del mobiliario y que una de las salidas de corriente deberá estar cerca de la de comunicaciones; de aquí que se hayan diseñado canaletas que puedan transportar cables de datos y de corriente. En general, menciona que las salidas se deben colocar en coordinación con la distribución del mobiliario y tener flexibilidad para contemplar los cambios en la misma distribución del mobiliario.

Así mismo especifica las condiciones de diseño que deberán cumplir los cuarto de telecomunicaciones y los cuarto de equipo, tanto de diseño físico (tales como que las puertas deberán abrir hacia fuera, deberán tener un

sistema de aire acondicionado y un sistema que evite el polvo en el área o su equivalencia) como de funcionalidad (aclarando que estos espacios se utilizarán y se instalarán equipos que serán destinados para telecomunicaciones y los equipos o materiales que no sean para este propósito no deberán ser colocados dentro).

Siguiendo las especificaciones de este estándar se podrá tener un diseño óptimo y sobre todo que cubra todas las áreas del cableado, lo que permitirá tener una lista de los materiales mas completa y evitar costos ocultos que pueden encarecer el costo final del proyecto. Así mismo será el estándar que permitirá la adecuación de los estándares a una topografía dada.

Estándar 606

Si un diseño de cableado se documenta desde su fase inicial, y si esta documentación se hace siguiendo las indicaciones a este estándar, la administración de los servicios y del mismo cableado en un futuro serán muy sencillos. Esto facilitará la modificación en los diseños, ya que teniendo en cuenta detalles como la ocupación de las rutas, la utilización de los pares de fibra, se podrá decidir si se agregan cables, se reutilizan los instalados o si se tiene capacidad para crecer. La administración de los servicios que se ofrecen a través del cableado será más fácil de realizar si se tiene una documentación, ya que sabiendo que cable en el panel de terminación lleva a cada área de trabajo será muy fácil conectar el cable del servicio que se requiere en cada una de ellas.

En el caso de que no se tenga esta documentación desde el inicio, el estándar ofrece los formatos para hacerlo de una manera muy sencilla y que permite tener todos los datos concentrados para su consulta. Esto obviamente implicará un trabajo extra, pero que, igual que como se mencionaba anteriormente, facilitará el trabajo de administración en el futuro.

Estándar 607

Este estándar especifica cómo se deberán proteger los equipos e instalaciones de telecomunicaciones contra descargas eléctricas proponiendo que todos éstos estén aterrizados o conectados a un sistema de tierras físicas y así protegerlos de daños por descargas eléctricas[5], daños que pueden ascender a los miles de dólares en reparación y reemplazo de equipo, pero que también pueden repercutir en la productividad de la empresa, repercusión que puede generar pérdidas que ascenderán a los cientos de miles de dólares.

Recapitulando, estos estándares proporcionarán las funcionalidades básicas del sistema de diseño de cableados estructurados, en los que deberá de decidir, en base a las aplicaciones que se tendrán, que tipo de medio, conector, ruta y ducto se utilizará, así como en base a si el edificio está en construcción o está en producción si los ductos serán ocultos o periféricos. Generará entre los reportes, una lista de los materiales a utilizar, los dispositivos, así como un reporte de las rutas de los cables, distancias que cubre cada disparo y de donde parte y donde termina. Todo tanto para el sistema horizontal como para el vertical o *backbone*.

RESULTADOS

La metodología que se presenta a continuación muestra los objetivos a tomar en cuenta por los diseñadores de sistemas de cableado estructurado, analizando cada uno de ellos y mostrando las posibilidades de elección y de los errores más comunes así como las mejores prácticas.

Esta metodología es una serie de recomendaciones resultado del análisis de los estándares especializados de los que se toman los aspectos técnicos más importantes, y, de la experiencia y de los documentos generados de ésta las recomendaciones y las mejores prácticas.

El presente trabajo trata de cumplir con los siguientes requerimientos:

Especificar un mecanismo que oriente al análisis de la situación de un proyecto de cableado estructurado, para obtener la mayor y mejor información que permita conocer a fondo el proyecto y la situación en que se desarrolla.

- Mostrar las técnicas para lograr un diseño basado y fundamentado en las necesidades de la organización, con perspectivas de crecimiento y flexibilidad para cubrir las necesidades futuras de la misma.
- Demostrar la forma de llevar un control integral del proyecto, desde la fase del análisis del proyecto hasta la administración de los recursos cuando el proyecto esté en operación.
- Dar a conocer las referencias a los fundamentos teóricos y técnicos de los proyectos de infraestructura de comunicaciones haciendo mención de los estándares y recomendaciones pertinentes.

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

La metodología expuesta en el presente trabajo muestra todos los aspectos a considerar para los proyectos de cableado estructurado, desde su planeación hasta su ejecución, basándose en el estudio realizado a los estándares relacionados con esta área. La metodología consiste en 4 grandes apartados:

- Recopilación de la información
- Análisis y diseño del cableado
- Ejecución del proyecto (control del proyecto e instalación)
- Documentación y administración

A su vez cada uno de estos apartados se subdivide para explicar las subtareas que implican en cada uno de ellos. A continuación se presenta el desarrollo de la metodología.

1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información inicial será de gran importancia para la toma de decisiones a lo largo del proyecto. Esta información comprende muchos aspectos que se pueden dividir en 3: el aspecto físico, económico y de crecimiento de la organización.

La información con aspecto físico deberá reunir documentos tales como planos de los edificios, plantas arquitectónicas con acotaciones, medidas y etiquetas o nombres de cada espacio en el plano. Así mismo se deberá reunir información del tipo de paredes, pisos, techos y de las instalaciones existentes en el edificio (las instalaciones de energía eléctrica, de tierras físicas, de agua, drenaje, aire acondicionado, e incluso de cableado estructurado existente) que puedan influir en el desarrollo del proyecto.

De la misma manera, se obtendrá la información de dónde serán instalados los equipos de cómputo en las áreas de trabajo, la densidad de personal en el área y la movilidad que éste tendrá a lo largo de su estancia en el edificio.

Conocer las aplicaciones que se implementarán en el sistema de comunicaciones, tales como telefonía, datos y video y sus requerimientos serán de vital importancia, ya que permitirá seleccionar características técnicas, de diseño y localización de los equipos y materiales a utilizar.

El aspecto económico implica conocer qué presupuesto estará dispuesto a asignar la empresa al desarrollo del proyecto, conociendo los márgenes máximos aplicables, la disponibilidad de los recursos financieros

y las fechas y modos de obtención de los mismos.

El perfil de crecimiento de la empresa permitirá darle al diseño resultante una flexibilidad que permita ajustarlo a los cambios futuros y que éste permita también hacerle agregados para futuras ampliaciones.

Toda esta información se obtendrá del personal de la empresa, consultando a los técnicos para obtener diagramas, planos, esquemas y localizaciones de equipos, instalaciones y conductos; al personal administrativo podrá proporcionar información acerca del crecimiento de los últimos meses, incluso de los últimos 3 años tanto de personal como en las áreas de trabajo, así como del presupuesto planeado y de los tiempos para ejercerlo. Información extra, pero valiosa será identificar en los diagramas de las instalaciones eléctricas, las posibles fuentes EMI (interferencia electro magnética), la existencia de ductería y su ubicación, el cruce con otras instalaciones como las de gas, alta tensión, aire acondicionado, agua y drenaje. Las siguientes son algunas recomendaciones para la obtención de información.

- Solicite la información siempre en formato escrito o electrónico.
- Nunca crea o asuma, siempre verifique.
- Siempre tenga a mano documentos como estándares de cableado o de seguridad.
- En los casos de que no se tenga la información solicite que la generen en el momento
- Verifique que la información recibida sea lo mas actualizada posible

2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Una vez recopilada toda la información, se procesará la información para tener todos los detalles a considerar para el diseño. Se harán el análisis y el diseño de manera modular, en el que cada módulo corresponda a cada uno de los subsistemas especificados por el estándar '568, considerando: el cuarto de equipos, los cuartos de telecomunicaciones, las rutas del *backbone*, las rutas del cableado horizontal, la entrada de servicios, las áreas de trabajo, además de los sistemas de tierras físicas.

Se comenzará por el cuarto de equipos, teniendo en cuenta que en estas áreas se encuentran los servidores y las principales aplicaciones, siguiendo por los cuartos de telecomunicaciones, lugares de donde partirán los cableados horizontales y donde llegarán los de *backbone*. Habiendo seleccionado las mejores ubicaciones de los cuartos, se trazarán las rutas del *backbone* para interconectarlos, posteriormente se trazarán los puntos de servicios de las áreas de trabajo y finalmente las rutas entre éstos y los cuartos de comunicaciones que darán como resultado los cableados horizontales.

2.1 Análisis y diseño del cuarto de equipos

Se considerarán aspectos estructurales tales como su ubicación, identificando sobre un plano las posibilidades de ubicación; el tamaño que tendrá es un aspecto muy importante porque dependiendo de esto se podrá saber cuanto espacio de suelo se podrá utilizar para la colocación de los equipos, así mismo del espacio en las paredes para colocar paneles de parcheo u otros equipos. La localización de las tomas de corriente será importante, ya que si no existen suficientes, no están cerca del espacio de colocación de los equipos o no cumplen con las especificaciones técnicas, se tendrá que considerar la instalación de éstos.

El tipo de equipos que se instalarán influye en la selección de estas áreas, ya que si son equipos que serán montados sobre mesas o en el piso, diferirá si éstos son instalados en *racks*, gabinetes o montados sobre la pared en *rack* instalados en la pared. Este espacio deberá cumplir con los requerimientos de instalación de los proveedores de los equipos; en el caso de que no los cumpla y sea el mejor lugar para colocar el cuarto de equipos, se deberá considerar la instalación de esos requerimientos.

Dichos requerimientos listan a los sistemas de aire acondicionado o climas artificiales, control de polvo y humedad, iluminación, instalaciones eléctricas reguladas, polarizadas y debidamente aterrizadas (cumpliendo también con

las especificaciones del estándar EIA/TIA606), control de incendios con extintores, aspersores de agua o gas halón, así como protecciones para evitar la propagación de los incendios, así como las posibles fuentes de emisiones de interferencias magnéticas. Todo esto deberá estar marcado en un plano para su fácil localización.

Deberá tener facilidad de acceso, con puertas que abren hacia fuera del cuarto de equipos, y los accesos de los servicios también deberán ser factibles. Todo esto de acuerdo con el estándar EIA/TIA569.

Además de los servicios antes mencionados se deberá considerar la suficiencia de servicios de red, ya que en este sitio normalmente se encuentran los servidores y requerirán estar conectados a la red, de tal manera que se deberá considerar por lo menos una salida por cada equipo que se instale en esta área.

Como resultado se obtendrá la ubicación de el o los cuartos de equipo, indicando que áreas servirá y los servicios que contendrá, así como una lista de los materiales requeridos para su instalación y puesta en servicio. Los materiales más comunes a considerar serán racks o gabinetes para montar los servidores y computadoras, paneles de parcheo, y equipos de suministro de corriente ininterrumpida (*no breaks*) o alimentación eléctrica redundante en caso de fallas.

2.2 Análisis y diseño del cuarto de telecomunicaciones

Las consideraciones para el cuarto de comunicaciones serán las mismas que para el cuarto de equipos, en cuanto a los espacios, servicios, instalaciones, medidas, etc., y habrá que tomar en cuenta los accesos a las rutas de las ducterías del *backbone* (cuando estas ya existen). Adicional a esto se deberá considerar el montaje de los equipos de terminación del cableado (paneles de parcheo), el equipo activo y las terminaciones de algunos otros servicios como telefonía y video. Es de hacer notar que el cuarto de telecomunicaciones deberá ser de uso exclusivo para estos equipos, por lo que otros controles como centros de carga, encendido de aire acondicionado, bombas de agua e incluso que el área sea usada como oficina o área de trabajo, estas aplicaciones deberán ser relocalizados o en caso de no ser viable esta solución, buscar un área mejor para el cuarto de telecomunicaciones.

El punto más importante será la longitud máxima que cubre el cableado horizontal, ya que éste inicia en el cuarto de telecomunicaciones y deberá ser ubicado estratégicamente para cubrir la mayor área posible. Una buena recomendación es seleccionar varios lugares como posibles ubicaciones, para que cuando se tenga que hacer la decisión se pueda colocar en el mejor lugar y para el caso de que sean necesarios dos o más cuartos de telecomunicaciones poder seleccionarlos de las áreas previstas.

Para fin de decidir por la mejor ubicación de los cuartos de telecomunicaciones, se propone el siguiente procedimiento: sobre el plano de la planta a analizar, se colocan identificaciones a los posibles lugares para los cuartos. En seguida se trazan círculos de 50 mts. de radio con centro en cada una de las ubicaciones marcadas, como se muestra en la Fig. 4. esta técnica ayudará a identificar cuales áreas de trabajo se conectarán (potencialmente) con cada cuarto y cuáles quedarán fuera del alcance de cada uno de ellos.

Pero, si la distancia máxima de los cables es de 90 mts., ¿por qué se trazan círculos de 50 mts. de radio? Si se observa la figura 4, se apreciará que hay círculos que se traslapan, esto quiere decir que cuando exista traslape, potencialmente se podrá eliminar uno de ellos, ya que las áreas de cobertura de uno pueden dar servicio a las áreas de trabajo que están en el área de cobertura del círculo traslapado.

Conforme a los servicios que se implementarán se determinará que equipo activo se instalará, así como el tipo de cableado que se recibirá y la densidad del mismo, que también dará indicadores de que tipo y cantidad de equipos de terminación se necesitarán.

Así mismo se considerará la colocación de un cuarto por cada 1,000 mts², para las áreas que excedan estas dimensiones, se tendrán que colocar un cuarto por cada 1,000 mts². De igual manera, si no se traslapan

los círculos, se podrá decidir por las dos o más localizaciones de los cuartos de comunicaciones.

Contestando las siguientes preguntas se podrá decidir sobre la o las ubicaciones de los cuartos de comunicaciones:

¿Se traslapan algunos de los círculos?

¿Alguna de las posibles ubicaciones de los cuartos puede ser eliminada?

¿Alguno de los círculos cubre todas las áreas de trabajo?

¿Cuál de las ubicaciones potenciales parece ser el mejor o tiene las condiciones necesarias?

¿Cuál de las ubicaciones potenciales está más cerca del acceso al *backbone*?

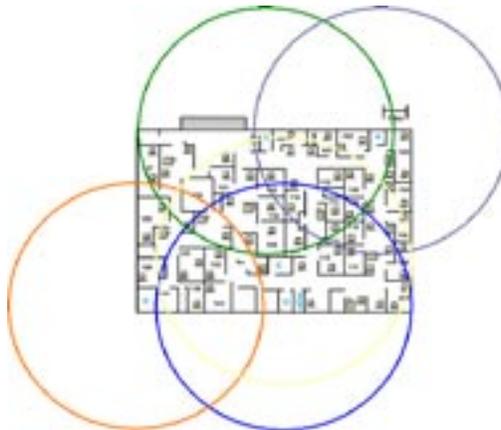
En base a la observación ¿Cuántos cuartos son necesarios?

Una vez seleccionado, se marcará como un IDF (*intermediate distribution facility*, distribución intermedia del sistema de cableado) y se continuará con el mismo procedimiento para cada una de las plantas de cada edificio. Después de esto, se decidirá cuál de los cuartos de comunicaciones será el principal, que será marcado como MDF (*main distribution facility*, distribución principal del cableado).

Se analizará la situación tomando en cuenta dos cosas: si es un solo edificio el que se cableará se buscará la mejor ubicación en el edificio. En el caso de que sea un ambiente de campus, se analizará primero en que edificio será conveniente que se coloque el MDF y posteriormente en qué piso se instalará.

En un ambiente de un solo edificio, la ubicación óptima será en el piso de en medio, ya que las distancias de los enlaces serán menores. Esto es: si el cuarto principal está ubicado en el primer piso, las distancias a los primeros pisos será muy corta pero para llegar al último se tendrá que recorrer todo el edificio. En cambio al estar en un piso intermedio, las distancias para llegar al primero y al último serán mas cortas como lo muestra la Fig.5.

Fig. 4 Trazo de círculos para discriminar las ubicaciones de los cuartos de telecomunicaciones.



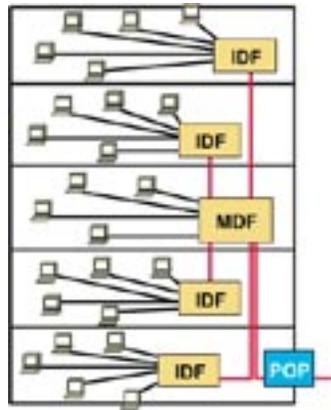


Fig. 5 Ubicación tentativa del MDF en un ambiente de un solo edificio de múltiples pisos.

En cambio, si se trabaja en un ambiente de *campus*, se decidirá en qué edificio se colocará el MDF; para este efecto, se puede tomar en cuenta en qué edificio llegará el POP (*point of presence*, la entrada de servicios del exterior, tales como las troncales de telefonía, los enlaces inalámbricos, los servicios de conexión a Internet o servicios de video). La figura 6 muestra un ejemplo de esto.

Los materiales más comunes son los mismos que para los cuartos de equipos, y agregando equipo activo de red, tales como *hubs*, *switches*, *routers*, conmutadores, etc.

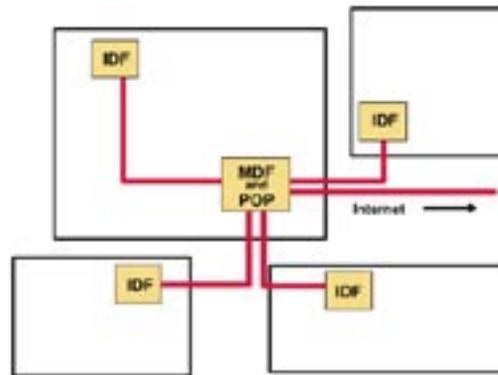


Fig. 6 Ubicación tentativa del MDF en un ambiente de campus.

Los resultados serán las ubicaciones de los IDF de cada uno de los edificios y de cada piso así como del MDF que recibirá las conexiones de todos los IDF y los servicios del exterior.

Rutas de cableado vertical o backbone

Las rutas del cableado de *backbone* se deberán considerar de dos maneras: entre edificios, que conectarán entre sí los edificios en el *campus* y dentro del edificio, que conectará todas las plantas del edificio con la distribución principal.

Cuando se analiza la situación de las rutas del *backbone* que conectará los edificios se determinará en cual de los edificios será ubicará la distribución principal, ya que el edificio que se elija concentrará las conexiones de todos los demás edificios, recibirá la entrada principal de servicios (los servicios de telefonía, conexión a Internet, video, etc., del proveedor).

Se debe especificar cuantos edificios se conectarán por medio de una ruta común, que definirá la densidad de cables que tendrá ruta en cuestión, y definirá a su vez las dimensiones de los ductos y su tipo.

Se hará un trazo de las rutas sobre un plano del campus, así mismo se trazará la ubicación de los registros de acceso para tener en cuenta la cantidad de los mismos. Los registros no deberán estar colocados a más de 30 metros de separado ya que a esta distancia la fuerza de tiro (la fuerza con que se jalan los cables) es la máxima permitida y, a distancias mayores, la fuerza necesaria para jalar los cables será mayor, lo que resultará en posibles daños al cable o a problemas como que se atoren los cables cuando la densidad sea mayor, que se lastimen en las uniones de los ductos, o en el peor de los casos que se trocen.

En cuanto a los ductos de *backbone* que conectan las plantas de un edificio, se deberán hacer consideraciones diferentes.

Un comienzo será la identificación del cuarto de comunicaciones identificado como MDF que recibirá la conexión de servicios que vienen de fuera del edificio (POP), ya que éste será el que reciba también las conexiones de los demás pisos. Esto también determinará otros detalles tales como la densidad de cableado que se llevará por una ruta común y la llegada de los servicios.

Las rutas del *backbone* deberán ser lo más vertical posible, es decir, la ubicación de los cuartos de comunicaciones será óptima si se encuentran uno sobre otro y se ducteará con por lo menos 3 tubos *Conduit* de 4" (según el estándar EIA/TIA569[3]) que serán suficientes para el paso del cableado vertical. En los casos en que no se puedan colocar los cuartos alineados, se diseñará una ruta que los conecte y ésta no deberá tener más de dos curvas de 90° entre cada dos registros.

El estándar recomienda la utilización de tubos *Conduit* de 4", pero la práctica puede recomendar que se utilicen 3 tubos *Conduit* de 2", lo que será suficiente en la mayoría de los casos.

La topología que se utiliza cuando sólo es requerido un punto central de conexión es la de estrella. Cuando las conexiones se vuelven más complejas, es necesario más de un punto de conexión central, entonces la topología a usar es la de estrella extendida o de estrella jerárquica.

En la topología de estrella, el cableado horizontal es terminado en el IDF, a su vez todos los IDF se conectan a un solo punto central, el MDF. En la topología de estrella extendida, el cableado horizontal se termina en el "primer" IDF, éste a su vez se conecta al "segundo" IDF, que se conecta al MDF. El "primer" IDF es llamado en esta topología HCC (horizontal cross-connect, conexión cruzada horizontal), y el "segundo" IDF es llamado ICC (intermediate cross-connect, conexión cruzada intermedia).

A este punto se determinará, para los dos sistemas de *backbone*, el de conexión entre edificios y el de conexión entre los pisos de un edificio, que tipo de cable se utilizará: cable de cobre, fibra óptica. Se especificará para el caso del cable de cobre que categoría es necesario, el número de pares requerido en total, el número de pares por cable y el total de cables. Para el caso de que se requiera fibra óptica se especificará el total de pares que se requieren, el número de pares por cable y el total de cables y el tipo de fibra (monomodo o multimodo). La Tabla 1 muestra las distancias máximas para cada uno de los medios recomendados por el estándar EIA/TIA568 [2, 6].

Un punto importante que se debe considerar es la necesidad de redundancia del *backbone*. Será necesario en los casos en que uno de los enlaces no sea muy confiable o que se requiera conexión continua en caso de alguna falla. Para esto se deberá considerar si serán idénticos los enlaces o el enlace redundante será de emergencia con capacidades menores y si será necesario diseñar una ruta diferente (como en los casos en que la redundancia sea considerada como opción de seguridad en caso de ataque, daño del enlace principal y serán hacia sitios alternos de conexión).

Tabla 1 Distancias máximas para cada enlace con diferentes medios de transmisión.

Tipo de medio de transmisión	Distancia del HCC al MCC	Distancia del HCC al ICC	Distancia del ICC al MCC
Fibra óptica 62.5/125 (Multimodo)	2,000 metros	500 metros	1500 metros
Fibra óptica monomodo	3,000 metros	500 metros	2,500 metros
UTP para voz	800 metros	500 metros	300 metros
UTP para datos	Para todos los casos será de 90 metros		

El resultado obtenido será un plano con las rutas del *backbone* del campus y el *backbone* de cada uno de los edificios, en el que se indican las ubicaciones de los registros y cuantos tubos existen entre ellos así como sus características y acotaciones. De este plano se obtendrá la lista de los materiales a utilizar para su instalación. Los materiales mas comunes en este diseño serán tubos Conduit, tubos de PVC, material de construcción para los registros o en su caso registros metálicos y las bases de los ductos.

2.4 Entrada de servicios

Se marcará el punto donde se colocará la entrada de servicios (POP) dependiendo de cómo y por donde lleguen los servicios de telecomunicaciones del exterior. Estos pueden llegar de forma subterránea y normalmente la entrada de servicios estará en el primer piso; pueden ser cables aéreos o conexiones inalámbricas punto a punto por medio de antenas que estarán en las azoteas, entonces la entrada de servicios estará en el piso superior del edificio. Posteriormente se ubicará el MDF y se trazará una ruta desde éste hacia la entrada de servicios. Éste será el resultado del análisis de esta área.

Si en un solo lugar se encuentran el cuarto de equipos, el MDF y el POP, entonces al área se le llamará SITE.

2.5 Áreas de trabajo

Para las salidas de los servicios se deben considerar detalles de ubicación en el área de trabajo, que deben adaptarse a la distribución del mobiliario. La distribución del mobiliario deberá ser proyectada o en el caso de que ya esté instalada, observada y analizada, ya que la colocación de las salidas y de los ductos, ya sean canaletas o tubería perimetral dependerá de dónde estén ubicados los escritorios, divisiones modulares y otros muebles.

Éstas salidas deberán estar colocadas a una altura de no más de 30 cm. del piso y deberán estar accesibles a los usuarios. En los casos de que sean necesarios los MUTOs, se podrán colocar a una altura mayor para evitar daño en los cables; así mismo se colocarán en un área accesible a todos los usuarios que se conectarán a él evitando que los cables pasen por encima de otros muebles, accesos o zonas transitadas. Es necesario considerar servicios para dispositivos tales como impresoras de red, fax automáticos, equipos de videoconferencia, etc., que no son propiamente un usuario pero necesitan un servicio de red.

El resultado obtenido será un plano con la ubicación e identificación de cada una de las salidas de las áreas de trabajo, así como los tipos de servicio que tendrá cada uno (telefonía, datos, video, etc.)

2.6 Rutas de cableado horizontal

En este punto se analizarán muchos detalles; el primero a considerar es la densidad de los usuarios en cada área y la movilidad de los mismos en el edificio. Esto determinará que tipo de rutas se diseñarán; si la movilidad de los usuarios es poca, entonces se trazarán rutas directas del cuarto de comunicaciones hasta la salida del área de trabajo (rutas "home-run"), en cambio, si la movilidad en cierta área es mucha y constantemente se están haciendo cambios en la distribución del mobiliario y en el número de personas laborando en esa área, se optará por rutas de cableado por zona [10-12] (que utilizan MUTOs y/o puntos de consolidación intermedios).

A partir de éstas líneas de diseño se pondrá en consideración si el edificio es nuevo o es un edificio ya construido, ya que esto determinará si las rutas se hacen internas (ahogadas en las paredes o en los pisos y/o sobre techos falsos) o perimetrales (encima de las paredes o sobre techos falsos) respectivamente.

Cuando se tiene una situación en la que el edificio está en construcción se tiene la facilidad de diseñar las rutas y éstas quedarán ocultas, pero implica tener una gran visión a futuro. Las rutas de este tipo son permanentes y las salidas de servicios deberán estar muy bien planeadas de acuerdo al crecimiento y la movilidad esperada.

Para este tipo de rutas se pueden utilizar tubos Conduit o tubos de PVC de 1" a 2" y siempre se deberán colocar registros para facilitar la instalación del cableado. Aunque el estándar recomienda varias soluciones como el trenchduct, el flushduct [3, 13, 14], etc., en México no se puede encontrar fácilmente este tipo de ductería, por lo que utilizar tubería se convierte en la mejor opción.

Cuando el edificio ya está en funcionamiento se trazarán las rutas perimetrales, considerando que sean funcionales a la vez que sean estéticas. Para las áreas en las que serán utilizadas como oficinas, se dará prioridad a la estética, por lo que la mejor opción para ductear los cables será la instalación de canaletas. Estos ductos plásticos se pueden encontrar en una gran variedad de colores y estilos, tienen una gran variedad de accesorios para detallar las rutas y darles una mejor vista. En los casos en que las áreas sean laboratorios, talleres, etc. se instalarán ductos con tubería Conduit de ¾" o de 1", fijos a las paredes o techos con abrazaderas "omega" o sobre tramos de unicanal.

En este punto se decidirá también que medio se utilizará, ya sea cables de par trenzado o fibra óptica. Haciendo un análisis costo – beneficio, se determinará si el cableado será de cobre, que es más barato pero tiene la limitante de la distancia y la susceptibilidad a interferencias electromagnéticas, o si será de fibra óptica, que no tiene problemas por distancias o interferencias pero el costo es mucho más elevado así como la dificultad para instalarla.

Es necesario determinar qué tipo de equipo de terminación se utilizará, y esto dependerá del espacio o de la disposición del cuarto de telecomunicaciones. Se tendrá que decidir, a partir de lo mencionado anteriormente si el equipo de terminación se montará en *racks* o en *wallbrackets* (que son segmentos de rack montados en la pared). Una vez decidido, se analizará que tipo de equipo de terminación se utilizará, tomando en cuenta las aplicaciones y los tipos de medios utilizados, de tal manera que se podrá elegir entre paneles tipo 110 y LSA (de Krone) para telefonía, paneles 110 o paneles de parcheo para datos. En el caso de ser un panel de parcheo, se decidirá el esquema de cableado, si será el 568A o 568B, mismo que será utilizado en los conectores de las salidas en las áreas de trabajo.

Como resultado del análisis se agregará al plano de cada planta donde se marcaron las posiciones de cada una de las salidas de datos indicando la cantidad y tipo de servicios, se trazarán también los puntos de consolidación o MUTOs en caso de que existan, así como al cuarto de comunicaciones al que pertenecen en caso de que existan mas de uno. Sobre este mismo plano se marcarán las rutas, indicando de que tipo serán por medio de líneas de diferentes colores. Es necesario recalcar la necesidad de acotar las distancias y ubicaciones en todos los planos que se trabajen.

Así mismo se obtendrá la lista de los materiales a utilizar, que pueden incluir canaletas, tubos, cualquier material para fijar los ductos a la pared, tales como taquetes, pijas, abrazaderas, unicanal, etc, y haciendo el cálculo de cuantos cables se recibirán se obtendrá el número de paneles de parcheo, *racks* para montarlo, conectores (*plugs* y *jacks*), las cajas para las salidas (en caso de que sean ductos ocultos, sólo los faceplates o carátulas) y dependiendo del número de estaciones de trabajo y dispositivos conectados, se obtendrá el número de *switches*, *hubs* y demás equipo activo.

Todas las acciones que se deben realizar hasta este momento se pueden lograr con la ayuda de programas tales como *AutoCAD*, *Corel Draw* o *MyHouse* que facilitarán el dibujo, la ubicación de las áreas de trabajo, acotar y dibujar a escala y tener una perspectiva general del proyecto; así mismo son muy útiles programas de hojas de cálculo como Excel, Lotus 123, para hacer la lista de materiales, ya que permitirán hacer cálculos de costos, manipular datos de distancias, cantidades, etc., obteniendo actualizaciones automáticas de todos los datos.

2.7 Tierras Físicas

Los sistemas de tierras físicas son un elemento muy importante, por lo que se deberá prestar especial atención. Es necesario un sistema de tierra física para la alimentación eléctrica, pero será necesario un sistema de tierra dedicado para el sistema de telecomunicaciones.

El sistema de tierras físicas deberá cumplir con las especificaciones del estándar EIA/TIA607 [5]. Es necesario revisar varios puntos: la tubería *Conduit* (metálica) deberá estar aterrizada. Así mismo todos los gabinetes, *racks* y monturas en la pared, donde están montados los dispositivos activos de red y de terminación deberán estar aterrizados, ya que los dispositivos activos de red aterrizan la electrónica en la carcasa y ésta a su vez en el *rack* donde están montados.

Estas son las primeras consideraciones en los proyectos de infraestructura de telecomunicaciones, que darán como resultado un diseño de la solución y sobre la cual se obtendrá una lista de los materiales necesarios para implementación del proyecto.

Posteriormente se llevarán a cabo las acciones de instalación tanto de la ductería (en los casos de que no existan) y de los cables, conectores y dispositivos. En el siguiente punto se explican algunas de las técnicas para estos fines.

3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El llevar a cabo el proyecto implica más que sólo instalar los cables. Se tendrá que llevar un control de los recursos con que se cuentan, de tal manera que no existan pérdidas o desperdicios.

El proyecto se desarrollará de una mejor manera si se tiene un sistema de información que, entre otras cosas cuente con un control de los recursos tanto materiales, humanos como financieros.

Una opción es el *Project Manager* de *Microsoft*, el cual permite llevar un control de todas las acciones del proyecto. Desde realizar un cronograma de las actividades a realizar, asignar recursos humanos, materiales y financieros, hasta llevar un registro de los avances de las tareas y del consumo de los recursos.

Utilizando estas herramientas se planearán las actividades tomando como base el diseño obtenido. Construyendo cronograma con la organización y asignación de las tareas siguientes:

- Instalación de los ductos en los casos en que no existan, ya sean tuberías, canaletas, escalerillas, etc. tanto para lo que soportará el cableado horizontal como para el vertical.
- Instalación del cableado horizontal (esta tarea se realizará por cada piso de cada edificio).

- o Colocar los cables del que será el IDF hasta donde estarán las salidas de telecomunicaciones.
- o Instalar la infraestructura que soportará los equipos de terminación del cableado (paneles de parcheo) consistentes en *racks*, monturas en la pared y gabinetes.
- o Colocar los paneles de parcheo en sus respectivas monturas y parchar los cables
- o Colocar las cajas y carátulas, colocar los conectores a los cables y armar la salida de datos.
- o Realizar las pruebas pertinentes a la instalación
- o Corregir los posibles errores y fallas en la instalación.
- o Documentar la instalación (como se menciona en el paso 4)
- Instalación del cableado de *backbone* dentro de los edificios (esta tarea se hará por cada edificio)
 - o Colocar los cables de *backbone* que van dentro del edificio desde cada uno de los IDF,
 - o Instalar los conectores de cada punta.
 - o Realizar las pruebas pertinentes y corregir los posibles errores o fallas
 - o Documentar la instalación
- Instalación del cableado de *backbone* entre edificios
 - o Colocar los cables que conectarán los edificios entre sí
 - o Instalar los conectores de cada punta.
 - o Realizar las pruebas pertinentes y corregir los posibles errores o fallas
 - o Realizar la documentación
- Instalación de los equipos activos.
- Conectar los equipos de las estaciones de trabajo.
- Después de las instalaciones se revisarán los terminados, tales como sellado de los pases (perforaciones en las estructuras), colocación de los bloqueos contra incendios, ya sea con cubiertas de metal o espumas de silicón, así como sellar los accesos por los que se puede minar el agua.

Cada avance en las tareas deberá ser comunicado al coordinador o jefe del proyecto, para que éste actualice el control del proyecto, así como del consumo de los recursos materiales y de las asignaciones de las tareas. De esta manera se mantendrá una eficiente administración del proyecto y de los recursos disponibles. Una vez terminadas las tareas operativas, se procederá a la documentación para generar una memoria técnica. El paso 4 muestra las consideraciones para estas tareas.

4. DOCUMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Una de las partes más importantes del proyecto es la documentación, ya que esta será la guía para la administración del la infraestructura y de los servicios que sobre ella se distribuyan.

Existirán muchas formas de documentar el proyecto. Las recomendaciones que hace el estándar no son mandatorias [4], de tal manera que se puede implementar esa o alguna otra técnica de documentación.

El estándar '606 recomienda realizar una memoria con la información de cada uno de los elementos del cableado, haciendo tablas de referencias a ellos con un esquema de identificación consistente. Los datos de estas tablas serán los necesarios para identificar cada elemento, tales como: identificador, tipo, carga, ocupación o utilización y algunos datos para las referencias cruzadas como la identificación de IDF en las tablas de identificación de las rutas.

Otra forma de llevar a cabo la documentación es hacerlo sobre un plano, asignándole simbología a cada elemento de cableado de tal manera que al observar la imagen y compararla con la simbología se pueda saber de manera rápida la información de cada elemento. Esto es, se asignará un color rojo al *backbone* de fibra óptica, un naranja al *backbone* de telefonía, y uno amarillo al *backbone* de video. Otro ejemplo puede ser que se asignen figuras, hacer que un rectángulo indique una salida de telecomunicaciones. Un cuadrado

dentro indicará un servicio de datos, un círculo indicará una salida de video y un triángulo una salida de telefonía. Se pondrá especial atención a que toda esta simbología esté completamente identificada en una tabla, indicando los tipos de líneas, colores y figuras, así como su significado en el plano.

La documentación consistirá en un concentrado de todos los planos, tablas y datos del proyecto en una memoria técnica además de la colocación de los etiquetados y colocado de las identificaciones en todos los cuartos de telecomunicaciones.

Una vez terminadas estas tareas, se podrá dar por concluido el proyecto de infraestructura de telecomunicaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cumpliendo con los objetivos propuestos para esta investigación, la metodología desarrollada en el transcurso la misma pretende indicar los pasos a seguir a fin de llevar a cabo un proyecto desde su inicio hasta la conclusión, siempre haciendo referencia a los estándares y recomendaciones pertinentes.

La metodología generada consta de 4 grandes pasos:

La obtención de la información: que permitirá colocar las bases al proyecto, colocando los lineamientos de acuerdo a las características de la empresa, tanto económicas, físicas así como de sus factores de crecimiento.

Análisis y diseño del sistema de cableado estructurado: muestra como, en base a la información recopilada, se realice un análisis de la misma para poder emitir una solución o un diseño óptimo así como todo lo necesario para llevar a cabo el proyecto.

Ejecución del proyecto: muestra los puntos esenciales de cómo planear las tareas de implementación del proyecto, así como los métodos de administración y control del mismo.

Documentación y administración: muestra los métodos y técnicas para documentar el proyecto y faciliten las tareas de administración y cambios realizados.

Estas cuatro tareas permitirán el desarrollo de un proyecto completo desde su inicio hasta la culminación, siempre cumpliendo con los estándares relacionados, permitiendo que el proyecto garantice su buen funcionamiento y el rendimiento esperado así como su facilidad de administración.

Para trabajos futuros, se tienen algunas recomendaciones que se muestran a continuación:

El desarrollo de un software que integre las capacidades especializadas de los programas mencionados de tal manera que todas las tareas, planeaciones y documentaciones se puedan realizar con una sola herramienta.

Tomando como base la presente investigación y la metodología generada, realizar un libro de texto en el que se muestre de una manera mucho más detallada cada uno de los conceptos, técnicas y lineamientos.

Ampliar la investigación para considerar redes inalámbricas y sus condiciones de diseño e implementación.

BIBLIOGRAFÍA

1. DICKMAN, Frank. "Structured cabling: the inside story" [en línea]. *Cabling Installation & Maintenance Magazine*. Marzo de 2002 [Consulta: 15 de marzo de 2004].<http://cim.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=137328&KEYWORD=structured%20cabling>.
2. EIA/TIA 568 handbook, Anixter, www.anixter.com
3. EIA/TIA 569 handbook, Anixter, www.anixter.com
4. EIA/TIA 606 handbook, Anixter, www.anixter.com
5. EIA/TIA 607 handbook, Anixter, www.anixter.com
6. Standards Overview, Siemon Co. www.siemon.com
7. Today's Structured Cabling Decisions Determine Tomorrow's Business Capabilities, Anixter Technical Library. www.anixter.com
8. Shankarnarayan, D. Decision Pays for Itself, Extracto de una publicación de AMP.
9. Jorg Lorscheider. (2000) Anatomy of a distributed network architecture. *Cabling Installation & Maintenance Magazine*. [online] 1:76318 http://cim.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=76318&KEYWORD=fiber%20to%20desktop
10. Abrams, Michelle. (2001) MUTOs are perfect fit for cabling 'in the zone'. *Cabling Installation & Maintenance Magazine*. [online] 1:88598 http://cim.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=88598&KEYWORD=open%20office%20enviroment Tony. (1997) Zone cabling increases flexibility in open offices. *Cabling Installation & Maintenance Magazine*. [online] 1:62911 http://cim.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=62911&KEYWORD=Zone%20cabling%20increases%20flexibility%20in%20open%20offices
11. Powell S. Arlyn. "The open office presents a cabling challenge", *Cabling Installation & Maintenance Magazine*. [online] 1:62056 http://cim.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=62056&KEYWORD=The%20open%20office%20presents%20a%20cabling%20challenge
12. Trenchduct feeder system. Wiremold Co. (ficha técnica del producto) www.wiremold.com
13. Flushduct feeder system. Wiremold.co (ficha técnica del producto) www.wiremold.com