



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**“IDENTIFICACIÓN Y MAPEO DE CABLEADO ESTRUCTURADO DE VOZ Y
DATOS, ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS y ANÁLISIS DEL RADIO
ENLACE DE MICROONDAS ENTRE LA ZONA 12 Y LA ZONA 11 DEL
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS”**

Luis Fernando García Cienfuegos

Asesorado por el Ing. Julio Cesar Solares Peñate

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“IDENTIFICACIÓN Y MAPEO DE CABLEADO ESTRUCTURADO DE VOZ Y
DATOS, ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS y ANÁLISIS DEL RADIO
ENLACE DE MICROONDAS ENTRE LA ZONA 12 Y LA ZONA 11 DEL
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

LUIS FERNANDO GARCÍA CIENFUEGOS

ASESORADO POR EL ING. JULIO CESAR SOLARES PEÑATE

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCALII	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
EXAMINADOR:	Ing. Byron Odilio Arrivillaga Méndez
EXAMINADOR:	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**“IDENTIFICACIÓN Y MAPEO DE CABLEADO ESTRUCTURADO DE VOZ Y
DATOS, ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS y ANÁLISIS DEL RADIO
ENLACE DE MICROONDAS ENTRE LA ZONA 12 Y LA ZONA 11 DEL
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS”,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela Mecánica Eléctrica, con fecha 20 de marzo de 2006.

Luis Fernando García Cienfuegos

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios:** Por darme la vida, el apoyo, la inteligencia, por nunca dejarme solo en mis felicidades y tristezas, por darme la fuerza necesaria para poder salir adelante ante las adversidades que se me presentan, por ser el pilar de mí fe y darme la oportunidad de ser su hijo.
- Mis Padres y Hermanos:** Por el amor, el apoyo, la educación, por darme el ejemplo de sus vidas, por disciplinarme, por estar conmigo siempre, aconsejándome y cuidándome de no caer, por el apoyo incondicional, por ser quienes son.
- Mis Abuelos:** Por sus consejos, ayuda y apoyo desmesurado brindado, tanto para criarme con amor como para ser una persona con valores.
- Mi Familia:** Por los consejos y apoyo que me brindaron siempre, por el amor, la armonía y felicidad que siempre me mostraron y dieron.
- Mis Amigos:** Personas con quienes compartí momentos de alegría, desvelos y penas, quienes siempre me apoyaron y me dieron una mano para poder salir adelante en mis cursos, por la amistad incondicional que me brindaron y por sus consejos.

Mis Catedráticos: Mentes brillantes dispuestos a abrir nuestras mentes y mostrarnos las maravillas de la ciencia.

La Universidad de San Carlos de Guatemala:

Centro de enseñanza superior, pilar de sabiduría, fuente invaluable de conocimientos, ética, moral y conciencia social que se forjan para formar el profesional del hoy y del mañana.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XXV
OBJETIVOS	XXVII
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. NATURALEZA DEL PROYECTO	1
1.1 Fundamentación	1
1.2 Metas	2
2. INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO	5
2.1 Localización física	5
2.2 Actividades	5
2.3 Beneficiarios	7
2.4 Recursos humanos involucrados	8
2.5 Recursos materiales y financieros	8
3. CONCEPTOS GENERALES	11
3.1 Función de un Cableado Estructurado	11
3.1.1 Reglamentos y Disposiciones	13
3.1.2 Planificación de Proyecto	14
3.1.3 Documentos sobre Redes	15
3.1.4 Flujo de Trabajo	16

3.1.5	Instalación de toma y jack RJ-45	17
3.1.5.1	Estándares TIA/EIA-568-A	17
3.1.5.2	Jack RJ-45	19
3.1.5.3	Ventajas del montaje de superficie de un jack RJ-4	20
3.2	Principios básicos de la instalación de cables	20
3.2.1	Principios básicos de la instalación de un cable UTP	21
3.2.2	Tipos de Cables	23
3.2.2.1	Características y propiedades de los cables	24
3.2.2.2	Categorías del cable UTP	24
3.2.2.3	Características del Cable no Blindado	27
3.2.3	Documentación del tendido de cables	29
3.2.4	Identificación del cableado	29
3.2.4.1	Etiquetas	30
3.3	Instalación del tendido de cables estructurados	30
3.4	Conceptos básicos acerca de los centros de cableado y los paneles de conexión	31
3.4.1	Centro de cableado	32
3.4.2	Razón de ser de los MDF e IDF	33
3.4.3	Panel de conexión	34
3.4.4	Estructura de un panel de conexión	35
3.4.5	Colocación de cables en un panel de conexión	37
3.4.6	Herramientas de punción	38
3.4.7	Montaje de un panel de conexión	39
3.5	Clases de equipos para analizar los proyectos de cableado estructurado	40
3.5.1	Procedimiento para probar un cable que ya está instalado	40
3.5.2	Prueba de operación de la red	41
3.5.3	Equipamiento de análisis del cable	43
3.5.4	Pruebas realizadas por analizadores de cable	44

3.5.5	Mapas del cableado	45
3.6	Equipo de Red	45
3.6.1	Cableado	45
3.6.2	Accesorios de Red	46
3.6.3	Hubs	49
3.6.4	Switches	50
3.6.5	Routers	52
3.6.6	Firewall	53
3.6.6.1	Firewall de capa de red o de filtrado de paquetes	53
3.6.6.2	Firewall de capa de aplicación	54
3.6.6.3	Ventajas de un Firewall	54
3.7	Topología	54
4.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE MEM	57
4.1	Conteo de Equipo	58
4.2	Análisis del Equipo	61
4.3	Análisis y Mapeo de la Red de Datos y Voz	61
5.	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE RED Y DATOS	65
5.1	Verificación de Puntos de Red	65
5.2	Análisis del Estado del Cable	66
5.3	Verificación de Dirección IP	68
5.3.1	Dirección IP	68
5.3.2	Verificación de Dirección IP	69
5.3.2.1	DHCP	70
6.	ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS	73

7. ANÁLISIS DEL ENLACE DE MICROONDAS	75
7.1 Estudio de las Características del Enlace de Microondas entre la Zona 11 y 12 del MEM	75
7.2 Análisis del enlace	87
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	93
APÉNDICE	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distribución de actividad del ministerio	6
2.	Gráfica de problemas existentes en las redes	12
3.	Gráfica de duración de los elementos	12
4.	Topología de cableado horizontal recomendada	18
5.	Topología de cableado vertical recomendada	19
6.	Código de colores según norma T568A	20
7.	Instalación de cableado	23
8.	Etiquetado de equipo de red	30
9.	Tendido de cable sobre techo falso	31
10.	Armario para cableado estructurado	33
11.	Distribución esquemática de un tendido de red	34
12.	Panel de conexión	35
13.	Tipos de armarios para paneles de conexión	36
14.	Herramienta de punción	39
15.	Bastidor	40
16.	Verificador de red	43
17.	Analizadores de cable	44
18.	Rj 45	46
19.	Jack Rj 45	47
20.	Panel de conmutación	48
21.	Repetidor	49
22.	Hub	50

23. Switch	51
24. Router	53
25. Topologías físicas	56
26. Total de puntos analizados	59
27. Comparación de puntos encontrados	60
28. Ejemplo de mapeo	63
29. Proceso de análisis del estado del cableado	67
30. Direcciones de host	70
31. Enlace del MEM en 3D	76
32. Antena	80
33. Ancho de Banda	80
34. Zonas de fresnel	85
35. Relación	86
36. Ocupación de la red	88
37. Ocupación de la red	88
38. Mapa 1	103
39. Mapa 2	103
40. Mapa 3	104
41. Mapa 4	104
42. Mapa 5	105
43. Mapa 6	105
44. Mapa 7	106
45. Mapa 8	106
46. Mapa 9	107
47. Mapa 10	107
48. Mapa 11	108
49. Mapa 12	108
50. Mapa 13	109
51. Mapa 14	109

52. Mapa 15	110
53. Mapa 16	110
54. Mapa 17	111
55. Mapa 18	111
56. Mapa 19	112
57. Mapa 20	112
58. Mapa 21	113
59. Mapa 22	113
60. Mapa 23	114
61. Mapa 24	114
62. Mapa 25	115
63. Mapa 26	115
64. Mapa 27	116
65. Mapa 28	116
66. Mapa 29	117
67. Mapa 30	117
68. Mapa 31	118
69. Mapa 32	118
70. Mapa 33	119
71. Mapa 34	119
72. Mapa 35	120
73. Mapa 36	120
74. Mapa 37	121
75. Mapa 38	121

TABLAS

I.	Inventario de equipo de cómputo	58
II.	Número de puntos encontrados	59
III.	Comparación de puntos encontrados	60
IV.	Distribución de frecuencias	77
V.	Banda de frecuencia destacadas	78
VI.	Especificaciones técnicas de comunicación del enlace	79
VII.	Nomenclatura de identificación	95
VIII.	Identificación de puntos	96

GLOSARIO

Analizador de red	Dispositivo de hardware o software que le brinda diversas características de detección de fallos de red, incluyendo decodificación de paquetes específicos de protocolo, pruebas de detección de fallas específicas preprogramadas, filtrado de paquetes y transmisión de paquetes.
Ancho de banda	Diferencia entre las frecuencias más altas y más bajas disponibles para las señales de red. También se utiliza este término para describir la capacidad de rendimiento medida de un medio o un protocolo de red específico.
ANSI	Instituto Nacional Americano de Normalización. Organización voluntaria compuesta por corporativas, organismos del gobierno y otros miembros que coordinan las actividades relacionadas con estándares, aprueban los estándares nacionales de los EE.UU. y desarrollan posiciones en nombre de los Estados Unidos ante organizaciones normalizadoras internacionales.
ATM	Modo de transferencia asíncrona. Estándar internacional para relay de celdas en el que múltiples tipos de servicios (como por ejemplo, voz, vídeo o datos) se transmiten en celdas de longitud fija (53

bytes). Las celdas de longitud fija permiten que el procesamiento de las celdas se produzca en el hardware, reduciendo así los retrasos de tránsito. ATM se encuentra diseñado para aprovechar los medios de transmisión de alta velocidad como E3, SONET y T3.

AUI Interfaz de unidad de conexión. Interfaz IEEE 802.3 entre un MAU y una NIC (tarjeta de interfaz de red). El término AUI también puede referirse al panel trasero, al cual se puede conectar un cable AUI, como los que se encuentran en una Tarjeta de acceso *Ethernet LightStream* de Cisco. También se denomina cable de transceptor.

Backbone Parte de una red que actúa como ruta primaria para el tráfico que con mayor frecuencia, proviene de, y se destina a, otras redes.

BOOTP Protocolo usado por un nodo de red para determinar la dirección IP de sus interfaces Ethernet para afectar el inicio de la red.

Broadcast: Paquete de datos enviado a todos los nodos de una red. Los *broadcasts* se identifican mediante una dirección de *broadcast*.

Bus Ruta de señales físicas comunes compuesta por cables y otros medios, a través de los cuales las señales se envían de una parte de un computador a otro. A veces se denomina autopista.

Byte	Término utilizado para hacer referencia a una serie de dígitos binarios consecutivos sobre los que se opera como una unidad (por ejemplo, un <i>byte</i> de 8 bits).
Cable	Medio de transmisión de alambre de cobre o fibra óptica que se envuelve en una cubierta protectora.
Cable blindado	Cable que tiene una capa de material aislante para disminuir la EMI.
Cable coaxial	Cable compuesto por un conductor cilíndrico externo hueco, que reviste un conductor con un solo cable interno. Actualmente, se usan dos tipos de cable coaxial en las LAN: el cable de 50 ohmios, utilizado para la señalización digital y el cable de 75 ohmios, utilizado para señales analógicas y para la señalización digital de alta velocidad.
Cable de fibra óptica	Medio físico que puede conducir la transmisión modulada de luz. En comparación con otros medios de transmisión, el cable de fibra óptica es más caro, pero por otro lado, no es susceptible a la interferencia electromagnética y permite mayores velocidades de transmisión de datos. A veces se le denomina fibra óptica.
Cable de par trenzado	Medio de transmisión de velocidad relativamente baja, que consta de dos cables aislados colocados según un patrón de espiral regular. Los cables pueden ser blindados o no blindados.

CDDI	Interfaz de datos distribuidos por cobre. Implementación de protocolos FDDI en cableado STP y UTP. CDDI transmite a distancias relativamente cortas (unos 100 metros), con velocidades de datos de 100 Mbps mediante una arquitectura de doble anillo para brindar redundancia. Se basa en el estándar dependiente del medio físico de par trenzado (TPPMD) de ANSI.
Celda:	Unidad básica de la conmutación y multiplexión ATM. Las celdas contienen identificadores que especifican la corriente de datos a la que pertenecen. Cada celda se compone de un encabezado de 5 <i>bytes</i> y 48 <i>bytes</i> de carga.
Colisión	En Ethernet, el resultado de dos nodos que transmiten simultáneamente. Las tramas de los dos dispositivos chocan y se dañan cuando se encuentran en los medios físicos.
Conector RJ	Conector de jack registrado. Conectores estándar utilizados originalmente para conectar las líneas telefónicas. En la actualidad, los conectores RJ se utilizan para conexiones telefónicas y para 10BaseT y otros tipos de conexiones de red. RJ-11, RJ-12 y RJ-45 son tipos de conectores RJ populares.

Conmutación de paquetes	Método de <i>networking</i> en el cual los nodos comparten el ancho de banda entre sí enviando paquetes.
DBm	Es una unidad de medida utilizada, principalmente, en telecomunicación para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica. El dBm se define como el nivel de potencia en decibelios en relación a un nivel de referencia de 1 mW.
Dirección	Estructura de datos o convención lógica utilizada para identificar una entidad única, como un proceso o dispositivo de red en particular.
Dirección de <i>broadcast</i>	Dirección especial reservada para enviar un mensaje a todas las estaciones. Por lo general, una dirección de <i>broadcast</i> es una dirección MAC de destino compuesta exclusivamente por todos los números uno.
Dirección de red	Dirección de capa de red que se refiere a un dispositivo de red lógico, en lugar de físico. También denominada dirección de protocolo.
Dirección de subred:	Parte de una dirección IP especificada como la subred por la máscara de subred.
Dirección IP	Dirección de 32 bits asignada a los hosts que usan TCP/IP.

Dirección MAC	Dirección de capa de enlace de datos estandarizada, necesaria para cada puerto o dispositivo que se conecta a una LAN.
DNS	Sistema de denominación de dominio. Sistema utilizado en Internet para convertir los nombres de los nodos de red en direcciones.
Dominio	En la Internet, una parte del árbol jerárquico de denominación que se refiere a agrupamientos generales de redes basados en un tipo de organización o geografía.
DTE	Equipo terminal de datos. Dispositivo en el extremo usuario de una interfaz usuario a red que sirve como origen de datos, destino, o ambos. El DTE se conecta a una red de datos a través de un dispositivo DCE (por ejemplo, un módem) y utiliza normalmente señales de sincronización generadas por el DCE. El DTE incluye dispositivos tales como computadores, traductores de protocolos y multiplexores.
<i>Fast Ethernet:</i>	Cualquiera de las especificaciones de Ethernet de 100-Mbps. <i>Fast Ethernet</i> ofrece un aumento de velocidad diez veces mayor que el de la especificación 10BaseT de Ethernet, preservando al mismo tiempo cualidades tales como el formato de trama, los mecanismos MAC y MTU. Estas similitudes permiten el uso de aplicaciones 10BaseT

existentes y herramientas de administración de red en las redes *Fast Ethernet*. Se basa en una extensión de la especificación IEEE 802.3.

FDDI: Interfaz de datos distribuida por fibra. Estándar LAN definido por ANSI X3T9.5, que especifica una red de transmisión de *tokens* de 100 Mbps con cableado de fibra óptica y distancias de transmisión de hasta 2 km. FDDI utiliza una arquitectura de anillo doble para proporcionar redundancia.

Filtro Por lo general, un proceso o dispositivo que analiza el tráfico de red en busca de ciertas características, como, por ejemplo, la dirección de origen, la dirección de destino o el protocolo y determina si debe enviar o descartar el tráfico según los criterios establecidos.

Firewall Router o servidor de acceso o varios routers o servidores de acceso designados como búfer entre cualquier red pública conectada y una red privada. Un router *firewall* utiliza listas de acceso así como otros métodos para garantizar la seguridad de la red privada.

Frecuencia Cantidad de ciclos, medidos en hertz, de una señal de corriente alterna por una unidad de tiempo.

HCC Interconexión cruzada horizontal. Armario para el cableado donde el cableado horizontal se conecta a

un panel de conmutación, que a su vez se conecta mediante un cableado *backbone* al próximo IDF.

Host Sistema informático en una red. Similar al término nodo, salvo que host normalmente implica un computador, mientras que nodo generalmente se aplica a cualquier sistema de red, incluyendo servidores de acceso y routers.

IDF Servicio de distribución intermedia. Sala de comunicaciones secundaria para un edificio donde funciona una topología de *networking* en estrella. El IDF depende del MDF.

IEEE Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Organización profesional cuyas actividades incluyen el desarrollo de estándares de comunicaciones y redes. Los estándares de LAN de IEEE son los estándares que predominan en las LAN de la actualidad.

Internet Término utilizado para referirse a la *internetwork* más grande del mundo, que conecta decenas de miles de redes de todo el mundo y con una cultura que se concentra en la investigación y estandarización basada en el uso real. Muchas tecnologías de avanzada provienen de la comunidad de la Internet.

Internetworking Término general utilizado para referirse a la industria que ha surgido en torno de la cuestión de la

conexión de redes entre sí. El término se puede referir a productos, procedimientos y tecnologías.

IP Protocolo Internet. Protocolo de capa de red de la pila TCP/IP que ofrece un servicio de *internetwork* no orientada a la conexión. El IP brinda funciones de direccionamiento, especificación del tipo de servicio, fragmentación y reensamblaje, y seguridad. Documentado en RFC 791.

ISO Organización Internacional para la Normalización. Organización internacional que tiene a su cargo una amplia gama de estándares, incluidos aquellos referidos a la *networking*. ISO desarrolló el modelo de referencia OSI, un popular modelo de referencia de *networking*.

LAN Red de área local. Red de datos de alta velocidad y bajo nivel de error que cubre un área geográfica relativamente pequeña (hasta unos pocos miles de metros). Las LAN conectan estaciones de trabajo, periféricos, terminales y otros dispositivos en un solo edificio u otra área geográficamente limitada. Los estándares de LAN especifican el cableado y la señalización en la capa física y la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI. Ethernet, FDDI y Token Ring son tecnologías de LAN ampliamente utilizadas.

MAC	Control de acceso al medio. Capa inferior de las dos subcapas de la capa de enlace de datos, según la define el IEEE. La subcapa MAC maneja el acceso a los medios compartidos, por ejemplo, si se utiliza la transmisión o la contención de <i>tokens</i> .
Mapa de cableado	Función que ofrecen la mayoría de los equipos que se utilizan para analizar cables. Cuando se utiliza para probar las instalaciones de cable de par trenzado, muestra qué pares se conectan a qué pins en los enchufes y los tomas.
Máscara de dirección	Combinación de bits utilizada para describir cuál es la porción de una dirección que se refiere a la red o subred y cuál es la que se refiere al host. A veces se la llama simplemente máscara.
Máscara de subred	Máscara de dirección de 32 bits que se usa en IP para indicar los bits de una dirección IP que se utilizan para la dirección de subred. A veces se denomina simplemente máscara.
MAU	Unidad de conexión al medio. Dispositivo utilizado en redes Ethernet e IEEE 802.3 que proporciona una interfaz entre el puerto AUI de una estación y el medio común de Ethernet.
MDF	Servicio de distribución principal. Sala de comunicaciones principal de un edificio. Punto central de una topología de <i>networking</i> en estrella,

donde se encuentran ubicados los paneles de conmutación, los hub y el router.

Microondas

Ondas electromagnéticas en el intervalo de uno a treinta GHz. Las redes basadas en microondas poseen una tecnología evolutiva cada vez más utilizada debido al elevado ancho de banda y los costos relativamente bajos.

Módem

Modulador-desmodulador. Dispositivo que convierte señales digitales y analógicas. En el origen, el módem convierte las señales digitales en una forma adecuada para la transmisión a través de servicios de comunicación analógicos. En el destino, las señales analógicas vuelven a su forma digital. Los módems permiten que los datos se transmitan a través de líneas telefónicas de grado de voz.

Modulación

En telecomunicación el término modulación engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda senoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que permitirá transmitir más información simultánea o proteger la información de posibles interferencias y ruidos.

DSB

La modulación en doble banda lateral, en inglés *Double Side Band* (DSB), es una modulación lineal que consiste en multiplicar temporalmente la señal

moduladora por la señal portadora, lo que equivale en el dominio de la frecuencia según las propiedades de la transformada de Fourier, a hacer la convolución de sus espectros.

MSAU

Unidad de acceso a múltiples estaciones. Concentrador de cableado al que se conectan todas las estaciones finales de una red *Token Ring*. La MSAU suministra una interfaz entre estos dispositivos y la interfaz *Token Ring* de, por ejemplo, un TRIP Cisco 7000.

Networking

Interconexión de cualquier grupo de computadores, impresoras, routers, switches y otros dispositivos con el propósito de comunicarse a través de algún medio de transmisión.

OSI

Interconexión de sistemas abiertos. Programa internacional de estandarización creado por ISO e UIT-T para desarrollar estándares de *networking* de datos que faciliten la interoperabilidad de equipos de varios fabricantes.

Ping

Instrucción utilizada por el protocolo ICMP para verificar la conexión de hardware y la dirección lógica de la capa de red. Este es un mecanismo de prueba sumamente básico.

Protocolo

Descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que rigen la forma en la que los dispositivos de una red intercambian información.

Campo dentro de un datagrama IP que indica el protocolo de capa superior (Capa 4) que envía el datagrama.

- Proxy** Entidad que, para aumentar la eficiencia, esencialmente reemplaza a otra entidad.
- Red** Agrupación de computadores, impresoras, routers, switches y otros dispositivos que se pueden comunicar entre sí a través de un medio de transmisión.
- RFC** Petición de comentarios. Serie de documentos empleada como medio de comunicación primario para transmitir información acerca de la Internet. Algunas RFC son designadas por el IAB como estándares de Internet. La mayoría de las RFC documentan especificaciones de protocolos tales como Telnet y FTP, pero algunas son humorísticas o históricas. Las RFC pueden encontrarse en línea en distintas fuentes.
- Router** Dispositivo de la capa de red que usa una o más métricas para determinar cuál es la ruta óptima a través de la cual se debe enviar el tráfico de red. Envía paquetes desde una red a otra basándose en la información de la capa de red. De vez en cuando denominado *gateway* (aunque esta definición de *gateway* se está tornando obsoleta).
- Ruido:** Señales indeseables del canal de comunicación.

Servidor	Nodo o programa de software que suministra servicios a los clientes.
TCP	Protocolo para el control de la transmisión. Protocolo de la capa de transporte orientado a conexión que proporciona una transmisión confiable de datos de full dúplex. TCP es parte de la pila de protocolo TCP/IP.
TCP/IP	Protocolo de control de transporte/Protocolo Internet. Nombre común para el conjunto de protocolos desarrollados por el DoD de los EE.UU. en los años '70 para soportar el desarrollo de <i>internetwork</i> a nivel mundial. TCP e IP son los dos protocolos más conocidos del conjunto.
Topología	Disposición física de nodos de red y medios dentro de una estructura de redes empresarias.
URL	Localizador universal de recursos. Esquema de direccionamiento estandarizado para acceder a documentos de hipertexto y otros servicios mediante un navegador de Web.
UTP	Par trenzado no blindado. Medio de cable de cuatro pares que se utiliza en varias redes. UTP no requiere el espacio fijo entre conexiones que es necesario para las conexiones de tipo coaxial. Existen cinco tipos de cableado UTP comúnmente utilizados: Cableado de Categoría 1, Cableado de Categoría 2,

Cableado de Categoría 3, Cableado de Categoría 4 y Cableado de Categoría 5.

WAN

Red de área amplia. Red de comunicación de datos que sirve a usuarios dentro de un área geográfica extensa y a menudo usa dispositivos de transmisión suministrados por proveedores de servicio comunes. *Frame Relay*, SMDS y X.25 son ejemplos de WAN.

Zonas de Fresnel

Tanto en óptica como en comunicaciones por radio o inalámbricas, la zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas.

RESUMEN

En el siguiente trabajo de graduación se muestra el informe final del Ejercicio Profesional Supervisado EPS realizado en el departamento de informática del Ministerio de Energía y Minas, quien tiene a cargo la administración de la red y el equipo de informática del Ministerio.

Las redes en general, consisten en "compartir recursos", y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipo estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario. En otras palabras, el hecho de que el usuario se encuentre a 1000 km de distancia de los datos, no debe evitar que este los pueda utilizar como si fueran originados localmente.

En el primer capítulo, se presentará una perspectiva del porque del desarrollo del proyecto, su naturaleza, fundamentación y metas trazadas.

En el segundo capítulo se muestra información general sobre el proyecto, entre ella tenemos la localización física del desarrollo del proyecto, las actividades a realizar, beneficiarios, recursos involucrados, ya sea humanos, materiales o financieros

En el tercer capítulo se muestra una gama de conceptos generales sobre cableado estructurado, reglamentos, instalación de equipos, principios básicos sobre instalación de cables, tipos de cables, también se presenta conceptos básicos acerca de los centros de cableado y los paneles de conexión, equipo de red, equipo para analizar el proyecto y los tipos de topología existentes.

El capítulo cuatro da una idea de la situación actual del Ministerio de Energía y Minas en lo que respecta a su red, haciendo un conteo y análisis del equipo además de la realización del mapeo de la red de datos voz.

En el capítulo cinco se hizo una descripción de la identificación de puntos de red, la verificación de los puntos, análisis del estado del cable, verificación de direcciones IP y técnicas de distribución de la misma.

Por último, en el capítulo seis, se muestra un análisis del enlace de microondas con que cuenta el Ministerio, y además, un estudio de las características y especificaciones técnicas del mismo.

OBJETIVOS

General

Análisis del Cableado de la Red de voz y datos del Ministerio de Energía y Minas, realizar un mapeo del mismo para obtener la identificación de sus puntos de red y así poder administrar a sus usuarios de una manera óptima. Y análisis general de las especificaciones del radio enlace de micro ondas entre la zona 12 y la zona 11 del ministerio de energía y minas.

Específicos

1. Análisis de la distribución de la Red conectadas en el Ministerio de Energía y Minas.
2. Desarrollar un Mapeo de la Red de voz y datos.
3. Identificación de los puntos de Red.
4. Verificación del Estado del Cableado.
5. Análisis de monitoreo del enlace de microondas del MEM entre zona 11 y zona 12.
6. Análisis de ocupación del enlace.

INTRODUCCIÓN

Cada siglo pasado ha estado dominado por una o determinada tecnología, donde la clave ha sido la recolección, procesamiento y distribución de información. Entre los desarrollos tecnológicos tenemos la creación de redes telefónicas en todo el mundo, la invención de la radio y la televisión, el nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de los ordenadores (computadores), así como a la puesta en órbita de los satélites de comunicación.

A medida que se avanza hacia los últimos años de este siglo, se ha dado una rápida convergencia de estas áreas, y también las diferencias entre la captura, transporte, almacenamiento y procesamiento de información están desapareciendo con rapidez. La industria de ordenadores ha mostrado un progreso espectacular en muy corto tiempo. El viejo modelo de tener un solo ordenador para satisfacer todas las necesidades de cálculo de una organización se está reemplazando con rapidez por otro que considera un número grande de ordenadores separados, pero interconectados, que efectúan el mismo trabajo. Estos sistemas, se conocen con el nombre de redes de ordenadores. Éstas dan a entender una colección interconectada de ordenadores autónomos. Se dice que los ordenadores están interconectados, si son capaces de intercambiar información. La conexión no necesita hacerse a través de un hilo de cobre, el uso de láser, microondas y satélites de comunicaciones.

Para que una red sea funcional y pueda ser administrada de una manera que se optimicen sus recursos, sus accesorios, cableados, equipo y topologías

deben de tener modelos a seguir y así estar normalizado, llamándose así cableado estructurado.

El siguiente proyecto trata de mostrar las normativas a seguir para que una red pueda ser considerada como un cableado estructurado, además tiene entre sus objetivos principales la realización del mapeo del cableado en el lugar a realizar el proyecto, siendo este el Ministerio de Energía y Minas. Además de conocer las especificaciones técnicas del enlace de microondas que interconecta al Ministerio de Energía y Minas en la zona 11 con la dependencia ubicada en la zona 12, como lo es la Dirección de Energía, así también un análisis del mismo.

1. NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto de mapeo del cableado estructurado del Ministerio de Energía y Minas nació por la necesidad de tener un control actualizado de la posición exacta de los puntos de red de datos y de voz, ya que con el tiempo la red ha ido evolucionando y cambiando. Este mapeo tiene como objetivo tener diagramas que permitan controlar y corregir problemas que se presenten en el futuro conforme el funcionamiento de la red, además de identificar y reestructurar la red de manera que permita al departamento de Informática del MEM dar un mejor soporte técnico. También en el proyecto se contempla el análisis del radio enlace de microondas con que cuenta el Ministerio, ya que con esto se podrá contar con información suficiente para conocer el funcionamiento de la red de datos y voz en distintas horas, además de conocer el servicio prestado para poder regularlo de una mejor manera, ó tomar las medidas necesarias para mejorar el servicio.

1.1 Fundamentación

El rendimiento de una red se relaciona estrechamente con la calidad de las conexiones. Por lo tanto, este estudio se enfoca en la verificación de los medios de red; se verán las técnicas apropiadas y recomendadas para preparar y asegurar el cable. Esto incluye el uso de ataduras para cables, barras de soporte, paneles de administración de cables. Un centro de cableado sirve como el punto central de una topología en estrella para el cableado y para el equipamiento de cableado que se emplea para conectar los dispositivos de los

que se compone una red. Con esto en mente, se vera como se diseña un centro de cableado para una red de datos o de voz. Se describirá la utilización del centro de cableado y los diferentes equipos a incluir como lo son paneles de conexión, hubs de cableado, puentes, switches, routers, etc.

Los medios de red son todos aquellos elementos que conforman la misma red, para conocer su funcionamiento debe conocerse con la mayor exactitud posible su ubicación y su estado, por lo cual se estudiaran los mismos generando así un mapeo del cableado estructurado, que servirá para reestructurar de manera tal que se corrijan errores inmediatos y futuros con mayor efectividad y rapidez.

El Misterio de Energía y Minas cuenta con una red estructurada que por su constante crecimiento ha tenido cambios no documentados, además por su infraestructura de trabajo cuenta con dos sitios principales de trabajo, los cuales cuentan con una comunicación de red de datos y voz entre ellas; la cual es realizada a través de un enlace de microondas, que es un servicio prestado por una empresa subcontratada. El enlace de microondas genera un tráfico que dependiendo el número de usuarios y dependiendo su ancho de banda así va ser su rapidez y eficacia con que se comuniquen o se transmita la información, por tanto es necesario hacer un estudio del tráfico y su ocupación.

1.2 Metas

- Conocer a fondo la distribución del cableado estructurado del Ministerio de Energía y Minas para poder reorganizar su estructura de una manera viable y que optimice su función.

- Contar con una serie de diagramas que permitan conocer la ubicación exacta de los puntos de red de datos y voz del MEM.
- Tener una base de datos que de información de la distribución de los puntos de red.
- Identificar adecuadamente los puntos de red de datos y voz del MEM con una nomenclatura clara que permita al soporte técnico del Ministerio conocer su distribución exacta, de modo que se pueda corregir errores y problemas con la misma de una manera más eficaz.
- Conocimiento del estado del cableado del MEM para poder reorganizar y corregir errores en la misma.
- Identificación de puntos de red inhabilitados.
- Conocer el tráfico de la red del enlace por microondas del MEM entre la zona 11 y la zona 12.
- Conocer características técnicas del enlace del MEM.
- Dar recomendación para mejoras de la red.

2. INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO

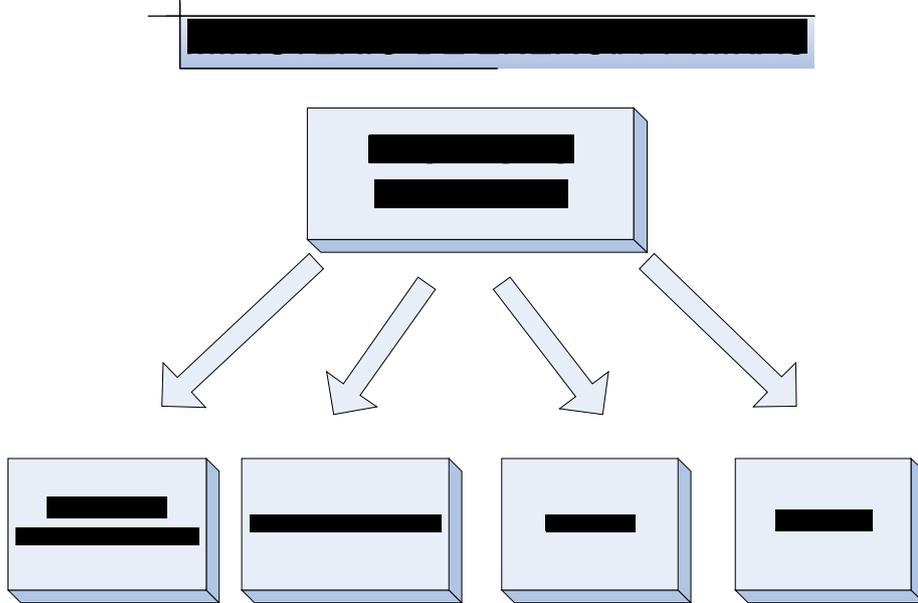
2.1 Localización física

El Ministerio de Energía y Minas está localizado en la Diagonal 17 29-78 zona 11 Las Charcas, sus teléfonos correspondientes son: (502) 2477-0382, (502) 2477-0901; Fax: (502) 2476-8506 y sus direcciones electrónicas se describen a continuación: relapubli@mem.gob.gt, informatica@mem.gob.gt.

2.2 Actividades

El Ministerio de Energía y Minas esta esencialmente distribuida de la siguiente manera:

Figura 1. Distribución de actividad del ministerio



Toda la realización del proyecto se desarrollo dividiendo el trabajo entre estas direcciones, iniciando en La Dirección de Hidrocarburos, luego en La Dirección de Minería, posteriormente en La Dirección Administrativa, luego en el Despacho Superior y por ultimo La Dirección General de Minería por su localización fuera del campus principal.

Donde las actividades principales a realizar en el proyecto son:

- Analizar la distribución de la Red de datos del Ministerio de Energía y Minas.
- Analizar la distribución de la Red de voz (teléfono) del Ministerio de Energía y Minas.
- Localización de los Centros de distribución de la señal de red, conocer su estructura y conocer el equipo que lo compone.

- Localizar los puntos de la Red de datos y Voz.
- Identificar los puntos con cierta nomenclatura de manera que sea entendible y fácil de localizar.
- Generar una base de datos que de soporte conforme a la ubicación de los puntos de red analizados.
- Crear diagramas o mapas de las diferentes secciones estudiadas, las cuales contengan la ubicación específica de cada punto de red, en los que se proveerá una herramienta más para la detección rápida de los puntos de red y así hacer más eficiente la búsqueda.
- Verificación del estado de la red estructurada, de manera que la entidad encargada de administrar la red tenga información sobre que puntos de red están malos u obsoletos, además de conocer los puntos que se utilizan y los disponibles.
- Verificación de las direcciones IP distribuidas en la red.
- Estudio de las características generales del enlace de microondas entre la zona 12 y la zona 11 del MEM.
- Monitoreo del tráfico de la red de datos del MEM.

2.3 Beneficiarios

La organización beneficiada con las actividades es el Ministerio de Energía y Minas, especialmente el departamento de informática que es el responsable de proporcionar el servicio de cómputo permanente al Ministerio, el cual tiene entre sus funciones:

- Administrar el sistema de computación del Ministerio de Energía y Minas.
- Velar por el funcionamiento correcto y óptimo del sistema, de computación del Ministerio, servidores de Internet, correo electrónico y

comunicaciones.

- Coordinar cualquier ampliación, cambio, mejoras en la red de cableado estructurado de voz y datos del Ministerio, velando porque se continúe con el equipo y cable adecuado, como es switches, cable UTP 5e, canaletas, cajas de conexiones.
- Soporte técnico para oficina del Ministerio ubicadas fuera de las oficinas centrales, como también representar al Ministerio en reuniones llevadas a conferencias llevadas a cabo dentro y fuera de la Republica en el campo de la informática.
- Soporte técnico y asesoría en todo lo que relacione a informática, programas de software, equipo nuevo, cambios de equipo, instalaciones, tierras físicas, electricidad.

2.4 Recursos humanos involucrados

El recurso humano principalmente involucrado en la actividad es su servidor y el personal técnico del departamento de Informática del MEM, ya que dicho personal da apoyo para la realización del proyecto, además de contar con la coordinación del jefe inmediato en el Ministerio. También se cuenta con el apoyo y la coordinación del asesor del EPS.

2.5 Recursos materiales y financieros

Se cuenta con el apoyo económico incondicional del MEM con respecto a la compra del material necesario para la realización del proyecto, donde se utilizaron:

- Equipos de comunicación.
- Inductores de tono.
- Transporte para la movilización entre los lugares de Trabajo.
- Información técnica necesaria para conocer el equipo.
- Equipo de cómputo para realización de bases de datos y diagramas.
- Material necesario para la identificación de los centros de distribución de red y puntos de red.
- Herramientas de trabajo (desarmadores, alicates, ponchadora, corta alambre, etc.).
- Accesorios de Red.

3. CONCEPTOS GENERALES

El conocimiento de los conceptos generales de cualquier tema es la base en la cual se puede fundamentar la buena realización de un determinado proyecto; por lo que a continuación se presenta una recopilación completa del tema cableado estructurado, donde se expresa claramente la función que tiene, como se realiza y las normas que se deben respetar tanto a la hora de la instalación como en el funcionamiento del mismo.

3.1 Función de un cableado estructurado

El cableado estructurado es un conjunto de cables, conectores y accesorios en el cual tanto las características de los componentes como el diseño modular y la instalación cumplen una norma.

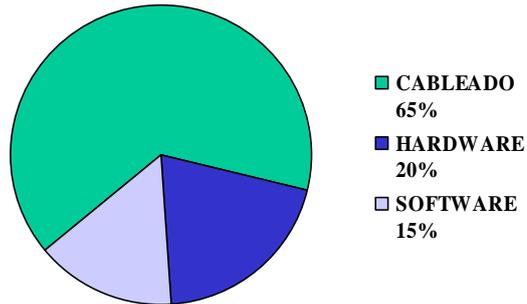
Permite dar servicio a cualquier tipo de red local de datos, voz y otros servicios de comunicación sin estar comprometido con un proveedor de equipo o programas.

a. Ventajas:

- Facilita el mantenimiento continuo, la administración y los movimientos, adiciones o cambios.
- Debe aceptar equipos futuros y cambios en las aplicaciones.
- Evita los recableados.
- Permite proporcionar diversos servicios como: voz, datos, vídeo etc.

b. Problemas en las redes:

Figura 2. Gráfica de problemas existentes en las redes

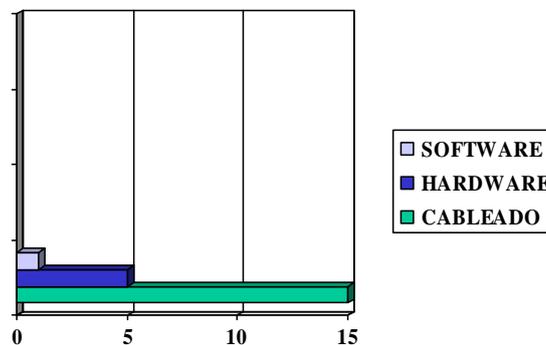


Fuente: Universidad Galileo

El 65 % de todos los problemas de redes están en el tendido físico y conectorización del cable.

El cableado rara vez es considerado parte fundamental en el presupuesto de una compañía en el cual es necesario tomar en cuenta su duración, lo que se esquematiza en la siguiente gráfica:

Figura 3. Gráfica de duración de los elementos



Fuente: Universidad Galileo

3.1.1. Reglamentos y disposiciones

El proceso de instalar una red requiere un conocimiento constante de los procedimientos de seguridad. Se puede considerar al proceso de desarrollo de una red como una combinación de actividades realizadas por un electricista y un obrero de la construcción. En ambos casos, la seguridad es el factor más importante como se muestra en los siguientes incisos.

a. Eléctrica

La siguiente lista describe algunas de las precauciones que debe tomar al trabajar con materiales eléctricos:

- Nunca trabajar en un dispositivo (por ej., hub, switch, router, o PC) con el gabinete abierto y el voltaje de línea (cable de alimentación) enchufado.
- Probar los tomacorrientes con un medidor de voltaje o un multímetro apropiado.
- Ubicar todos los conductos eléctricos y los cables de alimentación eléctrica antes de tratar de instalar cualquier cable de *networking*.
- Conectar a tierra apropiadamente todos los equipos de *networking*.
- Nunca se debe cortar ni deteriorar una línea de 120 VCA con corriente.

b. Construcción:

La siguiente lista describe algunas de las precauciones que debe tomar al trabajar con materiales de construcción:

- Usar anteojos de seguridad siempre que se perfore o corte y ser cuidadoso cuando se maneje brocas y cuchillas.
- Medir cuidadosamente antes de cortar, perforar o modificar los materiales de construcción de forma permanente. "Medir dos veces; cortar una sola vez."
- Estudiar el material que se va a perforar o cortar, antes de hacerlo. No es aconsejable que las herramientas eléctricas hagan contacto con cables u otros dispositivos, dentro de la pared.

3.1.2 Planificación de proyecto

El rendimiento de una red se relaciona estrechamente con la calidad de las conexiones. Por lo tanto el proyecto se enfoca en los estándares de los medios de red. Estos estándares son desarrollados y publicados por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE), el laboratorio *Underwriters Laboratories* (UL), la Asociación de la Industrias de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA). Las dos últimas organizaciones emiten una lista de estándares de forma conjunta que frecuentemente aparecen listados bajo la denominación de estándares TIA/EIA. Además de estos grupos y organizaciones, las entidades locales, estatales, de distrito y del gobierno nacional emiten especificaciones y requisitos que pueden afectar el tipo de cable que se utiliza en una LAN.

Para la realización de proyectos de cableado estructurado debe tenerse conocimiento del uso de ataduras para cables, barras de soporte, paneles de administración de cables y cintas de velcro removibles. Debe aprenderse que cuando se usan jacks RJ-45 en la toma de telecomunicaciones en un esquema de cableado horizontal, la secuencia de cableado es esencial para el

rendimiento óptimo de la red. Un centro de cableado sirve como el punto central de una topología en estrella para el cableado y para el equipamiento de cableado que se emplea para conectar los dispositivos de los que se compone una red. Con esto en mente, se aprenderá cómo debe diseñarse un centro de cableado para una red de datos o de voz. Por último, se aprenderá que el equipo que se utiliza en el centro de cableado puede incluir paneles de conexión, hubs de cableado, puentes, switches y routers.

3.1.3. Documentos sobre redes

Un proyecto de cableado estructurado se hace a pedido de un cliente que desea que se realice el cableado de una habitación (o de una escuela). La responsabilidad como diseñador también incluye documentación escrita, incluyendo evaluaciones de los hechos e informes sobre el trabajo en curso, así como informes finales y resultados de pruebas. La primera responsabilidad entonces, como diseñador de red, será la de pedir al cliente especificaciones por escrito acerca del resultado esperado del proyecto.

La siguiente lista incluye parte de la documentación que deberá elaborar durante el proceso de planificación/diseño de la red:

- Diario de ingeniería
- Topología lógica
- Topología física
- Plan de distribución
- Matrices de solución de problemas
- Tomas rotuladas
- Tendidos de cable rotulados

- Resumen del tendido de cables y tomas
- Resumen de dispositivos, direcciones MAC y direcciones IP

3.1.4. Flujo de Trabajo

Para asegurarse de que el proyecto se lleve a cabo en forma completa y a tiempo, se debe crear un diagrama de flujo. Este diagrama debe incluir cada una de las tareas que debe completarse y el orden en que estas deben iniciarse. También debe incluir un cronograma para cada una de las tareas.

El diagrama de flujo deberá incluir las siguientes tareas:

- a. Instalación de tomas
- b. Instalación de jacks
- c. Tendido de cables
- d. Inserción a presión de cables en los paneles de conexión
- e. Prueba de cables
- f. Documentación de los cables
- g. Instalación de las NIC
- h. Instalación de hubs, switches, puentes y routers
- i. Configuración de routers
- j. Instalación y configuración de los PC

Es posible que no se ejecuten todas estas tareas como parte del proyecto de cableado estructurado pero probablemente alguna persona (el administrador local de la red) debe completarlas.

3.1.5. Instalación de toma y Jack RJ-45

La instalación de un Jack Rj-45 es de suma importancia a la hora de realizar un cableado debido a que gran parte de los problemas de redes se produce en su toma de señal, por lo que a continuación se presenta una serie de normas a seguir para su instalación.

3.1.5.1. Estándares TIA/EIA-568-A

Los elementos que conforman el sistema de cableado de acuerdo al *standard 568 A*, son los siguientes:

- a. Cableado horizontal
- b. Cableado vertical (*backbone*)
- c. Area de trabajo
- d. Closet de telecomunicaciones
- e. Cuarto de equipos
- f. Entrada de servicios
- g. Administración

a. Cableado horizontal

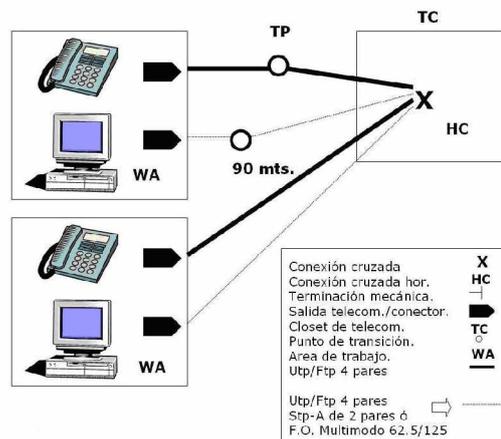
Es la parte del sistema de cableado de telecomunicaciones, que se extiende desde la salida de centro de telecomunicación, a la conexión cruzada horizontal. Entre sus características tenemos:

- El cableado horizontal debe tener topología de estrella.
- Por ningún motivo debe haber empalmes en el cableado horizontal de cobre.

- La distancia horizontal máxima es de 90 metros.
- Independiente del tipo de cable a usar.
- Debe haber por lo menos dos salidas de telecomunicaciones en el área de trabajo.

En la siguiente figura se aprecia la topología recomendada, así como los cables permitidos.

Figura 4. Topología de cableado horizontal recomendada



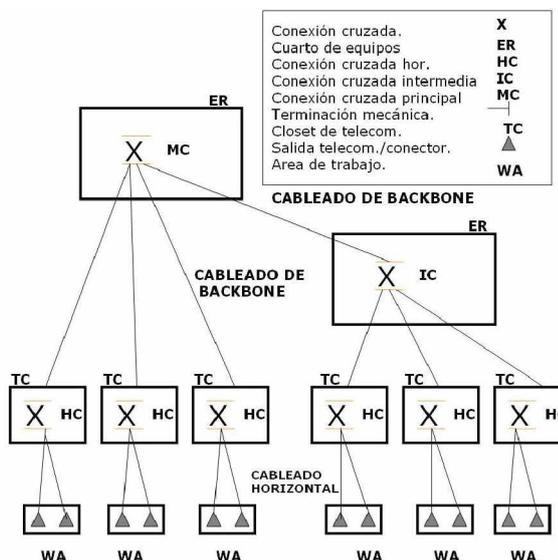
Fuente: Presentación Universidad San Carlos

b. Vertical (*backbone*)

La función del cableado de *backbone*, es proveer interconexiones, entre clóset de telecomunicaciones, cuartos de equipo, entrada de instalaciones en el sistema de cableado estructurado de telecomunicaciones.

El *backbone* debe utilizar a topología en estrella, de jerarquía convencional. Como se muestra en el esquema siguiente.

Figura 5. Topología de cableado vertical recomendada

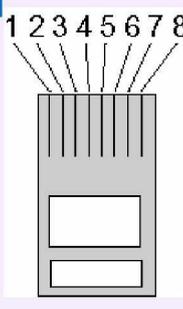
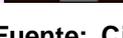


Fuente: Presentación universidad San Carlos

3.1.5.2. Jack RJ-45

TIA/EIA-568-A especifica que, en un esquema de cableado horizontal, se debe utilizar un jack RJ-45 para realizar la conexión con un cable UTP CAT 5, en la toma de telecomunicaciones. Uno de los extremos del jack RJ-45 contiene ocho ranuras codificadas por color. Los hilos Cat 5 individuales se colocan por presión en las ranuras según el color. Es necesario que la colocación por presión sea firme, de modo que se produzca una buena conexión eléctrica. El otro extremo del jack es un conector hembra, que es similar al jack telefónico estándar, con la diferencia de que el jack RJ-45 es más grande y tiene ocho pins.

Figura 6. Código de colores según norma T568A

T568A TWISTED PAIR			
PAR	T568A PIN	COLORES DEL CABLE	1 2 3 4 5 6 7 8
T3	1	 BLANCO-verde	
R3	2	 VERDE-blanco	
T2	3	 BLANCO-naranja	
R1	4	 AZUL-blanco	
T1	5	 BLANCO-azul	
R2	6	 NARANJA-blanco	
T4	7	 BLANCO-café	
R4	8	 CAFÉ-blanco	

Fuente: Cisco CCNA

3.1.5.3. Ventajas del montaje de superficie de un jack RJ-45

Muchos instaladores prefieren usar jacks RJ-45 montados en superficie, ya que son más fáciles de instalar. No es necesario perforar la pared, simplemente debe montar los jacks en la superficie de la pared. Esto significa también que su instalación es más rápida. Cuando el costo de mano de obra es un factor a tener en cuenta para la instalación de una LAN, se debe tener en consideración este factor. Los jacks montados en superficie también pueden ser la única elección posible en algunos casos.

3.2. Principios básicos de la instalación de cables

El cableado es parte fundamental de una red, el cual para su óptimo rendimiento debe ser instalado y manipulado según sus características y tipos de cables, por lo que se deben seguir ciertos principios básicos, los cuales son expuestos a continuación.

3.2.1 Principios básicos de la instalación de un cable UTP

Para conectar los cables a los jacks, se deben seguir los siguientes pasos:

- Retirar la cantidad de revestimiento de cable que se necesita para terminar los alambres. Cuanto más expuestos queden los hilos, peor será la conexión y mayor será la pérdida de señal.
- Asegurarse de mantener el trenzado en cada par de hilos, en la medida que sea posible, hasta el punto de terminación. Es el trenzado de los hilos lo que produce la cancelación necesaria para evitar la interferencia radial y electromagnética. Para UTP CAT 4, la cantidad máxima de alambre no trenzado que se permite es 25 mm. Para UTP CAT 5, la cantidad máxima de alambre no trenzado que se permite es 13 mm.
- Si es necesario doblar el cable para poder dirigirlo, asegúrese de mantener un radio de curvatura que es igual a cuatro veces el diámetro del cable. El cable jamás se debe doblar hasta un punto que exceda un ángulo de 90°.
- Evitar estirar el cable mientras lo manipula. Si el estiramiento es superior a los 11,3 kg. de tracción, los hilos ubicados dentro del cable se pueden destrenzar y, esto puede provocar interferencias y diafonía.
- Si se deben tender múltiples cables en una misma vía, usar ataduras para cable a fin de mantenerlos unidos. Nunca se deben ajustar demasiado las ataduras ya que esto puede dañar los cables.
- Reducir al mínimo el trenzado de los revestimientos de los cables. Si se trenzan demasiado, los revestimientos pueden romperse. Nunca se debe permitir que los cables queden aplastados o enredados. Si esto ocurre, el

rendimiento de los datos se reduce y la LAN operará a un nivel inferior al de su capacidad óptima.

- Nunca se debe escatimar la cantidad de cable necesaria para el tendido de cable. Es importante que quede mucho cable sobrante. Recuerde que agregar unos pocos metros más de cable es un pequeño precio si se compara con tener que volver a realizar el tendido de un cable porque quedó tirante. La mayoría de los instaladores de cable evitan ese problema dejando suficiente cable sobrante para que llegue al piso y agregan otros 60-90 cm. en ambos extremos. La mayoría de los instaladores siguen la práctica de dejar lo que se conoce como espirales de servicio, que son simplemente unos metros adicionales de cable colocado en forma de espiral dentro del techo o en alguna otra ubicación donde no moleste.
- Al asegurarse el cable, use las técnicas adecuadas y recomendadas para el uso de ataduras de cables, barras de soporte, paneles de administración de cables y cintas de Velcro removibles. Nunca use una pistola de grapas para fijar los cables. Las grapas puede perforar el revestimiento, provocando una pérdida de conexión.

En la siguiente figura esquematiza la manera de agrupar el conjunto de cables de la red:

Figura 7. Instalación de cableado



Fuente: Cisco CCNA

3.2.2 Tipos de cables

Los tres tipos de cable reconocidos por ANSI/TIA/EIA-568-A para distribución horizontal son:

- Par trenzado, cuatro pares, sin blindaje (UTP) de 100 ohmios, 22/24 AWG
- Par trenzado, dos pares, con blindaje (STP) de 150 ohmios, 22 AWG
- Fibra óptica, dos fibras, multimodo 62.5/125 mm

El cable a utilizar por excelencia es el par trenzado sin blindaje UTP de cuatro pares categoría 5. El cable coaxial de 50 ohmios se acepta pero no se recomienda en instalaciones nuevas.

3.2.2.1 Características y propiedades de los cables

Es el soporte físico más utilizado en las redes LAN, es barato y su instalación es barata y sencilla. Consiste en un conjunto de conductores de cobre (protegido cada conductor por un dieléctrico), que están trenzados de dos en dos para evitar al máximo la diafonía (interferencia respecto a los pares más cercanos). Un cable de par trenzado puede tener pocos o muchos pares; en aplicaciones de datos lo normal es que tengan 4 pares. Uno de sus inconvenientes es la alta sensibilidad que presenta ante interferencias electromagnéticas.

El cable UTP se clasifica según su categoría. Este cable UTP permite la transmisión de grandes volúmenes de información. Estas propiedades están dadas por varios factores: el cobre con que está fabricado el conductor, el material de recubrimiento, tanto de cada conductor como del cable total y finalmente en trenzado de cada par. Estas características hacen que el cable no requiera de blindaje para mantener la señal limpia y estable.

3.2.2.2 Categorías del cable UTP

Una categoría de cableado es un conjunto de parámetros de transmisión que garantizan un ancho de banda determinado en un canal de comunicaciones de cable de par trenzado. Las categorías de cableado definen el *standart* que debe cumplirse en la construcción *end to end* del cableado estructurado.

A continuación se explican las categorías de cableado estructurado las cuales se encuentran referidas al cable de par trenzado utilizado en cada una de estas, estas son:

- **Categoría 1**

La primera categoría responde al cable UTP Categoría 1, especialmente diseñado para redes telefónicas, el clásico cable empleado en teléfonos y dentro de las compañías telefónicas.

- **Categoría 2**

El cable UTP Categoría 2 es también empleado para transmisión de voz y datos hasta 4Mbps

- **Categoría 3**

La categoría 3 define los parámetros de transmisión hasta 16 MHz. Entre las principales aplicaciones de los cables de categoría 3 encontramos: voz, Ethernet 10Base-T y *Token Ring*. El largo máximo que puede alcanzar un tramo sin considerar los *patch cord* (chicotes) según el norma dictada por el EIA/TIA es de 90 metros, o sea, 90 metros desde el punto de la pared a el *patch* panel.

- **Categoría 4**

El cable UTP Categoría 4 tiene la capacidad de soportar comunicaciones en redes de computadoras a velocidades de 20Mbps. El largo máximo al igual y bajo la misma premisa que la categoría 3 es de 90 metros.

- **Categoría 5**

El cable UTP categoría 5, es el más usado hoy en día en redes LAN, con la capacidad de sostener comunicaciones a 100Mbps, será en este en el que se hará mayor hincapié por ser el que se utilizará en el laboratorio. La categoría 5 define los parámetros de transmisión hasta 100 MHz. Inicialmente, la categoría 5 sólo definía atenuación y NEXT como parámetros importantes en la medición de las características del canal. A raíz de los trabajos en Gigabit Ethernet se agregaron nuevos parámetros a la definición de esta categoría puesto que había que garantizar una transmisión por los cuatro pares de manera simultánea en ambas direcciones (*fullduplex*).

- **Categoría 5 mejorada(5E)**

La categoría 5 *enhance* define los parámetros de transmisión hasta 100 MHz. La diferencia fundamental con la categoría 5 normal es el agregar nuevas pruebas de certificación de manera de asegurar el soporte directo de la tecnología Gigabit Ethernet. Estas nuevas pruebas son *PowerSum NEXT (PSNEXT)*, *PowerSum ELFEXT*, *PowerSum ACR*, *Return Loss*, *Delay* y *Delay Skew*.

- **Categoría 6**

La categoría 6 ha sido liberada el mes de junio del 2002 y define como pruebas de certificación las mismas que la categoría 5E pero siendo más estricta en sus valor limites, además por una petición de la IEEE las pruebas de aumentaron de 200Mhz que era la tasa de transmisión original a 250Mhz. La categoría es tan estricta en sus pruebas que aun no hay soluciones para la

construcción personal de *patch cord* los cuales solos pueden ser fabricados en laboratorios (fabricas) especializadas.

- **Categoría 7**

La categoría 7 utiliza en su instalación cable par trenzado blindado, o sea, blindado esta categoría no es utilizada en sur y norte América si no más bien en Europa por lo cual no haremos mayor hincapié en ella.

3.2.2.3 Características del cable no blindado

Las características de este cable se describen de la siguiente manera:

- Tamaño:** El menor diámetro de los cables de par trenzado no blindado permite aprovechar más eficientemente las canalizaciones y los armarios de distribución.
- Peso:** El poco peso de este tipo de cable con respecto a los otros tipos de cable facilita el tendido.
- Flexibilidad:** La facilidad para curvar y doblar este tipo de cables permite un tendido más rápido así como el conexionado de las rosetas y las regletas. El radio de doblado del cable no debe ser menor a cuatro veces el diámetro del cable. Para par trenzado de cuatro pares categoría 5 el radio mínimo de doblado es de 2.5 cm.

- d. **Impedancia característica:** La impedancia característica es igual 100 ohms + 15 % desde 1 Mhz hasta la frecuencia más elevada referida (16, 20 ó 100 Mhz). De una categoría particular.
- e. **Instalación:** Debido a la amplia difusión de este tipo de cables, existen una gran variedad de suministradores, instaladores y herramientas que abaratan la instalación y puesta en marcha.
- f. **Integración:** Los servicios soportados por este tipo de cable incluyen:
- Red de Área Local ISO 8802.3 (Ethernet) y ISO 8802.5 (*Token Ring*).
 - Telefonía analógica
 - Telefonía digital
 - Terminales síncronos
 - Terminales asíncronos
 - Líneas de control y alarmas
- g. **Facilidad de Uso:** Este cable viene marcado con números que representan la distancia en pies de cada tramo en forma correlativa con lo que se puede saber la longitud utilizada y la distancia que aun queda disponible en la caja con solo registrar estos números y realizar una simple resta.
- h. **Manejo del cable:** El destrenzado de pares individuales en los conectores y paneles de empate debe ser menor a 1.25 cm. para cables UTP categoría 5.

Para la construcción de *patch cord* se establece en la norma una distancia máxima de 3 metros en el cable UTP incluidos los conectores.

3.2.3 Documentación del tendido de cables

Siempre que se instalen cables, es importante que se documente lo que se hace. Puede hacerse preparando un plan de distribución a medida que se instala el cable. Un plan de distribución es un diagrama simple que muestra las ubicaciones de los tendidos de cable, también indica los números de las aulas, oficinas y otras habitaciones en las que se ha realizado el tendido de cables. Posteriormente puede consultarse este plan de distribución para ubicar los números correspondientes en todos los tomas de telecomunicaciones y en el panel de conexión del centro de cableado. Puede usarse una página de su diario técnico para documentar el tendido de los cables. Al hacer esto, se tendrá una capa adicional de documentación para cualquier instalación de cable.

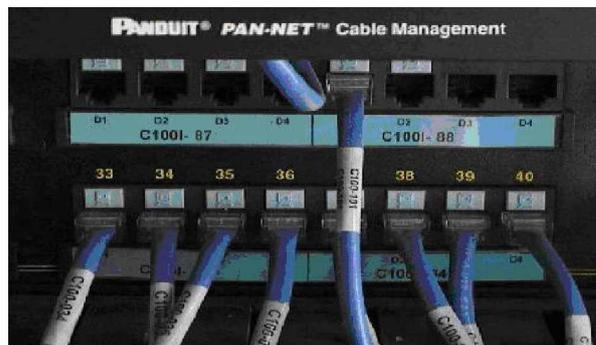
3.2.4 Identificación del cableado

El estándar TIA/EIA-606 especifica que cada unidad de terminación de hardware debe tener algún tipo de identificador exclusivo. Este identificador debe estar marcado en cada unidad de terminación de hardware o en su rótulo. Cuando se utilizan identificadores en áreas de trabajo, las terminaciones de estaciones deben tener un rótulo en la placa, el bastidor o el conector mismo. Todos los rótulos, ya sean adhesivos o insertables, deben cumplir con los requisitos de legibilidad, protección contra el deterioro y adhesión especificados en el estándar UL969.

3.2.4.1 Etiquetas

La mayoría de los administradores de red incorporan números de habitaciones a la información rotulada. Asignan letras a cada cable que llega hasta una habitación. Algunos sistemas de rotulado, especialmente en redes muy grandes, también incorporan una codificación con color. Por ejemplo, un rótulo azul puede identificar el cableado horizontal solamente del centro de cableado, mientras que un rótulo verde puede identificar el cableado del área de trabajo. En la figura 8 se muestra un ejemplo de identificación.

Figura 8. Etiquetado de equipo de red



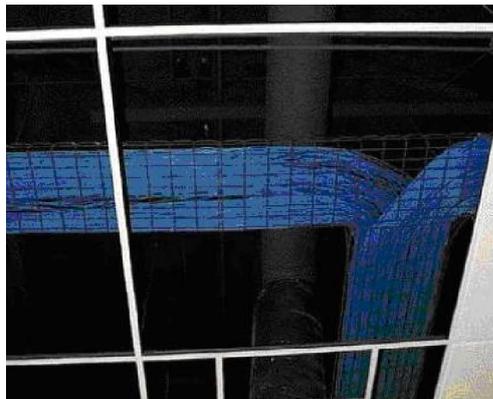
Fuente: Cisco CCNA

3.3. Instalación del tendido de cables estructurados

La forma más fácil de enrutar un cable, es tenderlo a la vista sobre una pared. Sin embargo, este método se debe usar únicamente en situaciones en las que se está seguro de que el cable no se va a golpear ni se tirará de él. Para montar un cable sobre la pared se necesita seleccionar un dispositivo que lo pueda fijar a la pared. Uno de estos dispositivos es la atadura para cables. Si

es poco probable que la atadura para cables se deba quitar alguna vez, se puede usar una atadura para cables adhesiva. Aunque es fácil de usar, hay que recordar que estas ataduras no se pueden cambiar de lugar ni quitar. Si se piensa que es posible que el cable tenga que cambiarse de lugar en el futuro, una atadura para cables con agujeros perforados es la mejor opción. Para usar este tipo de atadura para cables, se necesita colocar tornillos en la pared, ver ejemplo en la figura 9.

Figura 9. Tendido de cable sobre techo falso



Fuente: Cisco CCNA

3.4 Conceptos básicos acerca de los centros de cableado y los paneles de conexión

Los centros de cableado son conmutadores o nodos de distribución de señales, los cuales según su función pueden ser principales o intermedios, aquí es donde el equipo de distribución entra en juego, y donde se debe tener en cuenta una forma de distribución lógica, que permita a la red funcionar

correctamente y de manera óptima; por lo que se realiza un apartado para documentar su función.

3.4.1 Centro de cableado

El centro de cableado sirve como el punto de unión central para el cableado y el equipo de cableado que se usa para conectar dispositivos en una red de área local (LAN). Es el punto central de una topología en estrella. El centro de cableado puede ser una habitación o un gabinete diseñado especialmente (ver figura 10). Por lo general, el equipo de un centro de cableado incluye:

- Paneles De Conexión
- Hubs De Cableado
- Puentes
- Switches
- Routers

Figura 10. Armario para cableado estructurado

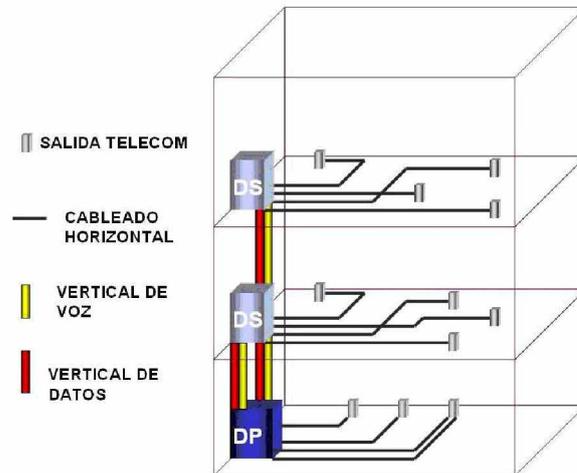


Fuente: Cisco CCNA

3.4.2 Razón de ser de los MDF e IDF

Es común que las redes de gran tamaño tengan más de un centro de cableado. Normalmente, cuando esto sucede, uno de los centros de cableado se designa como el servicio de distribución principal (MDF). Todos los demás, denominados servicios de distribución intermedia (IDF), dependen del servicio de distribución principal. Una topología de este tipo se describe como una topología en estrella extendida. Un ejemplo de ello se muestra en la figura 11.

Figura 11. Distribución esquemática de un tendido de red



Fuente: Cisco CCNA

3.4.3 Panel de conexión

En una topología en estrella de LAN Ethernet, los tendidos de cableado horizontal, que provienen de las áreas de trabajo, generalmente terminan en un panel de conexión. Un panel de conexión es un dispositivo de interconexión a través del cual los tendidos de cableado horizontal se pueden conectar con otros dispositivos de *networking* como, por ejemplo, hubs y repetidores. Más específicamente, un panel de conexión es una agrupación de pins y puertos. El panel de conexión actúa como un conmutador, donde los cables horizontales que provienen de las estaciones de trabajo se pueden conectar a otras estaciones de trabajo para formar una LAN.

En algunos casos, el panel de conexión también puede suministrar ubicaciones para que los dispositivos se conecten a una WAN o a Internet. TIA/EIA-568-A describe a esta conexión como una interconexión cruzada

(*cross-connect*) horizontal (HCC), a continuación se presenta un ejemplo de la instalación de un panel de conexión.

Figura 12. Panel de conexión



Fuente: Cisco CCNA

3.4.4 Estructura de un panel de conexión

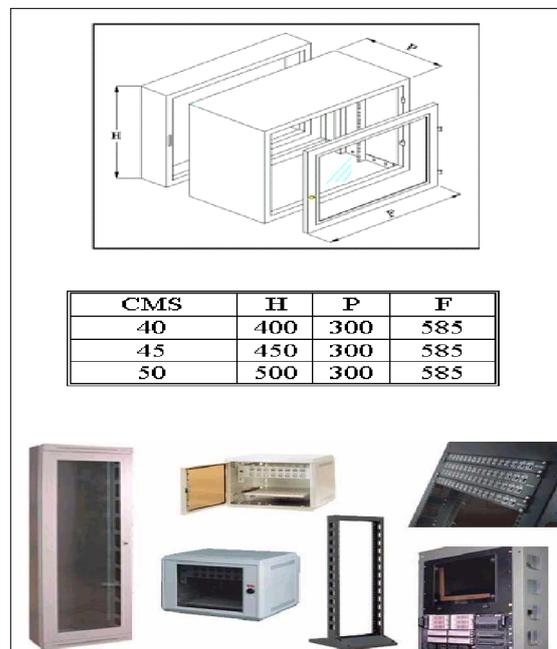
Para entender de qué forma el panel de conexión se encarga de la interconexión de tendidos de cableado horizontal con otros dispositivos de *networking*, se debe examinar su estructura. Las filas de pins, muy similares a las de un jack RJ-45, se ubican en uno de los lados del panel de conexión y, tal como sucede con los conectores, los pins están codificados por color.

Para realizar las conexiones eléctricas con los pins, se debe usar una herramienta de punción para colocar los hilos por presión, es necesario recordar que la secuencia de hilos correcta es de vital importancia para el rendimiento óptimo de la red. Por lo tanto, cuando se coloquen los hilos en el

panel de conexión, debe asegurarse de que los colores de éstos corresponden exactamente con los colores que se indican en los pins. Los colores de los hilos y de los pins no se pueden intercambiar.

En la parte opuesta del panel de conexión están los puertos. Estos puertos son similares a los puertos en las placas de los tomas de telecomunicaciones del área de trabajo. Al igual que los puertos RJ-45, los puertos de los paneles de conexión usan el mismo tamaño de conectores. Los cables de conexión que se conectan a estos puertos permiten la interconexión de computadores y otros dispositivos de red (por ej., hubs, repetidores y routers) que también están conectados al panel de conexión. Para conocer algunos tipos de armarios se puede observar la figura 13.

Figura 13. Tipos de armarios para paneles de conexión



Fuente: Cisco CCNA

3.4.5 Colocación de cables en un panel de conexión

En cualquier sistema de LAN, los conectores son el eslabón más débil de la cadena. Si no están debidamente instalados, los conectores pueden producir ruido eléctrico y pueden provocar un contacto eléctrico intermitente entre los hilos y los pins. Cuando esto ocurre, la transmisión de datos a través de la red se puede distorsionar o se puede producir a una velocidad reducida; por lo tanto, es importante instalarlos correctamente.

Para asegurarse de que el cable está instalado correctamente, debe hacer lo que indican los estándares TIA/EIA:

- Cuando se conectan varios tendidos de cable CAT 5 al panel de conexión, debe colocarse los cables en orden ascendente, según el número de cable. Hay que usarse el plan de distribución preparado anteriormente para colocar los cables.
- A medida que se realiza el trabajo, es importante que se mantenga los extremos de los cables centrados por encima de las ubicaciones de los pins. Si no se tiene cuidado, los cables se pueden torcer, lo que dará como resultado una reducción en el rendimiento de los datos una vez que la LAN esté totalmente conectada.
- Asegurarse de mantener el revestimiento a una distancia de 6,4 mm de las ubicaciones de los pins en las que está trabajando para evitar que quede demasiado cable expuesto. Una buena forma de hacer esto es tomar la medida antes de eliminar el revestimiento, - 38-50 mm debería

ser suficiente. Si se deja demasiado cable a la vista, la consecuencia será una reducción en el rendimiento de los datos en la red.

- No se deben destrenzar los pares de cables más de lo necesario. Los cables no trenzados disminuyen el rendimiento de los datos y pueden provocar diafonía.

3.4.6 Herramientas de punción

El tipo de panel de conexión determina si debe usar una herramienta de punción 110 o Krone. Una herramienta de punción es activada por resorte. Esto permite ejecutar dos funciones al mismo tiempo. A medida que se introduce un cable entre dos pins de metal y se pela el revestimiento del cable (de modo que pueda realizar una conexión eléctrica con los pins) la cuchilla de la herramienta de punción también recorta cualquier exceso de cable.

De vez en cuando la herramienta de punción puede fallar y realizar un corte que no sea parejo. Si esto sucede, hay que doblar con cuidado los extremos de los hilos que se han cortado y retirarlos una vez que se hayan colocado por presión. Cuando se use la herramienta de punción, hay que asegurarse de ubicarla de modo tal que la cuchilla apunte en dirección contraria hacia el lugar donde entra el cable en cada ubicación de pin, si no se toma esta precaución, es posible que se corte el cable demasiado corto y no llegará hasta el punto de conexión eléctrico. En la figura 14 se muestra la herramienta de punción.

Figura 14. Herramienta de punción



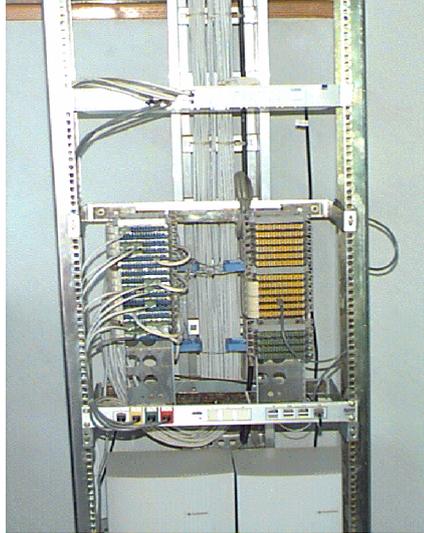
Fuente: Cisco CCNA

3.4.7 Montaje de un panel de conexión

Pueden montarse los paneles de conexión en las paredes (con la ayuda de soportes), hay que colocarlos parados en bastidores o colocarlos en gabinetes (equipados con bastidores interiores y puertas). Una de las piezas de equipamiento que se usa más comúnmente es el bastidor de distribución. Un bastidor de distribución es un marco de esqueleto simple que contiene equipo como, por ejemplo, paneles de conexión, repetidores, hubs y routers que se usan en el centro de cableado. Su altura se encuentra entre 1-1,9 m.

La ventaja del bastidor de distribución es que permite acceder fácilmente tanto a la parte delantera como a la parte trasera del equipo. Para asegurar la estabilidad, el bastidor de distribución se apoya en el piso mediante una placa de piso. Aunque algunas empresas actualmente comercializan un bastidor de 0,5 m de ancho, el estándar desde la década del cuarenta, ha sido el bastidor de 0,48 m.

Figura 15. Bastidor



Fuente: Cisco CCNA

3.5 Clases de equipos para analizar los proyectos de cableado estructurado

El funcionamiento de la red depende directamente de su mantenimiento constante, por lo que hay equipo de análisis de red como de detección de errores, detección de funcionamiento y detección de configuración los cuales serán descritos de manera breve.

3.5.1 Procedimiento para probar un cable que ya está instalado

Los medios de *networking* son la base del modelo OSI y que cada una de las otras capas de ese modelo dependen de, y se basan en, los medios de *networking*. Una red es tan confiable como lo es su cableado. De hecho, muchos expertos consideran que es el componente más importante de

cualquier red. Por lo tanto, es importante que una vez que ha instalado los medios de *networking*, se determine la calidad de la instalación.

Aunque se haya desarrollado con cables, conectores, paneles de conexión y otro equipamiento de la mejor calidad, las prácticas de instalación deficientes pueden impedir que una red opere al mejor nivel. Una vez que está terminada, se debe probar la totalidad de la instalación. Para probar la red, se debe seguir estos pasos:

- Dividir la red en grupos o elementos lógicos más pequeños.
- Probar cada grupo o elemento, de una sección a la vez.
- Hacer una lista de los problemas que se detecten.
- Usar la lista de problema(s) para ayudar a ubicar cualquier elemento(s) de la red que no funcione(n).
- Cambiar el (los) elemento(s) defectuoso(s) o usar pruebas adicionales para determinar si el elemento en cuestión en realidad no funciona de forma adecuada.
- Si el primer elemento sobre el que se tienen dudas no es el que causa el problema, continuar con el siguiente elemento que puede estar causando el problema.
- Reparar el elemento defectuoso o que no funciona tan pronto como sea detectado.
- Si no puede ser reparado, reemplazar el elemento que no funciona.

3.5.2 Prueba de operación de la red

IEEE y TIA/EIA han establecido estándares que le permiten comprobar si la red está operando a un nivel aceptable. Si la red pasa esta prueba y se

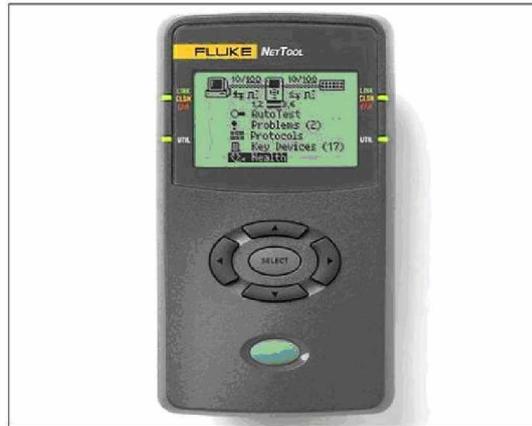
certifica que cumple con los estándares, puede usar esta medición como un nivel básico establecido. El nivel básico es un registro del punto de inicio de la red o las capacidades de rendimiento instaladas recientemente.

El hecho de conocer el nivel básico es importante. Las pruebas no terminan simplemente porque se certifica que la instalación de red cumple con los estándares. Debe continuar probando la red periódicamente para asegurarse de que opera al máximo nivel. Esto se puede hacer comparando las mediciones registradas, que se tomaron cuando se sabía que el sistema funcionaba correctamente con las mediciones actuales. Si existe un cambio significativo en la medición del nivel básico, esto indica que hay algo en la red que no está funcionando de forma adecuada. Las pruebas reiteradas de la red y las comparaciones con el nivel básico lo ayudarán a detectar problemas de red específicos que pueden ser provocados por la antigüedad de los dispositivos, las prácticas de mal mantenimiento, el clima u otros factores.

Resumen de las capacidades de *NetTool* (o equivalente):

- **Identificación de servicio:** Identifica un jack como Ethernet, *Token-Ring*, compañía de teléfonos o inactivo.
- **Informe de enlace:** Descubre e informa sobre una negociación entre hub PC y enlace de switch que no se había detectado anteriormente.
- **Modo en línea:** muestra de forma concisa la dirección IP del computador y los recursos de red utilizados: router por defecto, servidor de correo electrónico, DNS y servidores web a los que se ha tenido acceso.
- **Prueba básica del cableado:** Realiza pruebas básicas del cableado para mostrar circuitos abiertos, pares divididos, longitud y mapa de alambres pin a pin.

Figura 16. Verificador de red



Fuente: Cisco CCNA

3.5.3 Equipamiento de análisis del cable

Se puede pensar que el análisis de los cables es simplemente una cuestión de reemplazar un cable por otro. Sin embargo, esto no representa prueba cierta de nada, ya que un problema común puede afectar a todos los cables de una LAN. Por este motivo, se recomienda que se use un analizador de cables para medir el rendimiento de la red.

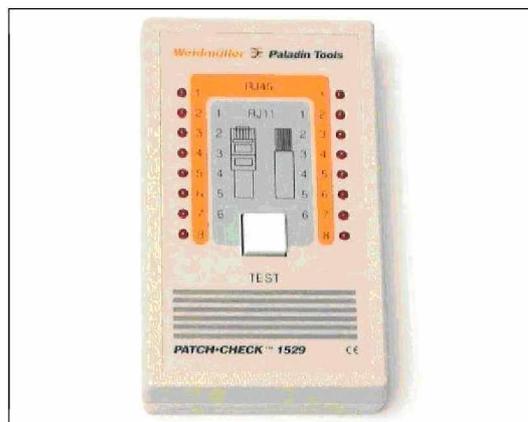
Un analizador de cables es un dispositivo manual que puede certificar que el cable cumple con los estándares IEEE y TIA/EIA aplicables. Los analizadores de cables varían de acuerdo con los tipos de verificación que suministran. Algunos pueden suministrar informes impresos, otros se pueden conectar a un PC para crear un archivo de datos. No es necesario tener una capacitación especial para usar los analizadores de cables que están disponibles en el mercado en la actualidad. La mayoría de los administradores de red o instaladores competentes consideran que los manuales de operación, suministrados por los fabricantes, ofrecen las instrucciones necesarias.

3.5.4 Pruebas realizadas por analizadores de cable

Los analizadores de cables tienen una amplia gama de funciones y capacidades. La siguiente lista está pensada para suministrar una descripción general de las funciones disponibles y se debe determinar cuáles de estas funciones se adecuan mejor a las necesidades y debe hacerse su elección en consecuencia. Los analizadores de cables pueden ejecutar pruebas que miden la capacidad general de un tendido de cable. Entre los ejemplos se incluyen:

- Determinar la distancia de los cables
- Ubicar las conexiones defectuosas
- Suministrar mapas de los cables para detectar pares cruzados
- Medir la atenuación de señal
- Medir la paradiafonía
- Detectar pares divididos
- Ejecutar verificaciones de nivel de ruido
- Rastrear el cable detrás de las paredes

Figura 17. Analizadores de cable



Fuente: Cisco CCNA

3.5.5 Mapas del cableado

Los analizadores de cables usan una función denominada mapa de cables para indicar qué pares de hilos del cable deben conectarse a qué pins, en conectores macho y hembra. La prueba indica si el instalador conectó los hilos de un conector o jack de forma adecuada o si los conectó en orden inverso.

Cuando los hilos se conectan en orden inverso se denominan pares cruzados. Este es un problema común, exclusivo de las instalaciones de cable UTP. Si se detectan pares cruzados en sistemas de cableado de LAN UTP, las conexiones no están bien realizadas y se deben hacer de nuevo.

3.6 Equipo de red

El equipo de red es el conjunto de elementos que conforman la red, los cuales trabajan conjuntamente para que la red funcione de la mejor manera posible, por tanto estos elementos se describen brevemente a continuación.

3.6.1 Cableado

Es el medio físico a través del cual se interconectan dispositivos de tecnologías de información para formar una red, y si el cableado es estructurado el concepto estructurado lo definen los siguientes puntos:

- a. **Solución Segura:** El cableado se encuentra instalado de tal manera que los usuarios del mismo, tienen acceso a lo que deben de tener y el resto del cableado se encuentra perfectamente protegido.

- b. **Solución Longeva:** Cuando se instala un cableado estructurado se convierte en parte del edificio, así como lo es la instalación eléctrica, por tanto este tiene que ser igual de funcional que los demás servicios del edificio.

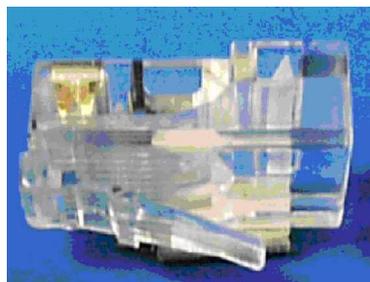
3.6.2 Accesorios de red

Entre los accesorios más comunes en la red tenemos:

a. Conectores

La terminación estándar de 10BASE-T (punto de terminación) es el conector "*Registered Jack-45*" (RJ-45). Este conector reduce el ruido, la reflexión y los problemas de estabilidad mecánica y se asemeja al conector telefónico, con la diferencia de que tiene ocho conductores en lugar de cuatro. Se considera como un componente de *networking* pasivo ya que sólo sirve como un camino conductor entre los cuatro pares del cable trenzado de Categoría 5 y las patas de la toma RJ-45. . Se considera como un componente de Capa 1 lo que significa que es un accesorio, más que un dispositivo, dado que sirve sólo como camino conductor para bits.

Figura 18. Rj 45



Fuente: Cisco CCNA

b. Jack

Los conectores RJ-45 se insertan en jacks o receptáculos RJ-45. Los jacks RJ-45 tienen 8 conductores, que se ajustan a los del conector RJ-45. En el otro lado del jack RJ-45 hay un bloque de inserción donde los hilos individuales se separan y se introducen en ranuras mediante una herramienta similar a un tenedor denominada herramienta de punción. Esto suministra un camino conductor de cobre para los bits. El jack RJ-45 es un componente de Capa 1 o accesorio.

Figura 19. Jack Rj 45



Fuente: Cisco CCNA

c. Panel de conexión

Los paneles de conexión son jacks RJ-45 agrupados de forma conveniente. Vienen provistos de 12, 24 ó 48 puertos y normalmente están montados en un bastidor. Las partes delanteras son jacks RJ-45, y las partes traseras son bloques de punción que proporcionan conectividad o caminos conductores.

Figura 20. Panel de conmutación



Fuente: Cisco CCNA

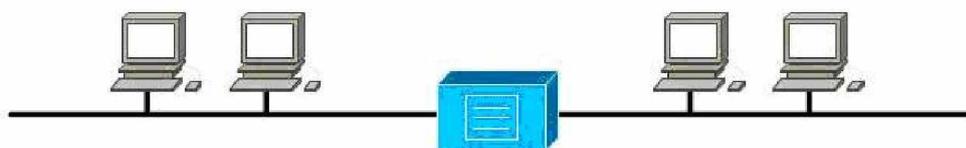
d. Repetidores

Los repetidores regeneran y retemporizan las señales, lo que permite entonces que los cables se extiendan a mayor distancia. Solamente se encargan de los paquetes a nivel de los bits, por lo tanto, son dispositivos de Capa 1.

Los repetidores son dispositivos de *internetworking* que existen en la capa física (la Capa 1) del modelo OSI. Pueden aumentar la cantidad de nodos que se pueden conectar a una red y, como consecuencia, la distancia a la cual se puede extender una red. Los repetidores modifican la forma, regeneran y retemporizan las señales antes de enviarlas por la red.

La desventaja del uso de repetidores es que no pueden filtrar el tráfico de red. Los datos (bits) que llegan a uno de los puertos del repetidor se envían a todos los demás puertos. Los datos se transfieren a todos los demás segmentos de la LAN sin considerar si deben dirigirse hacia allí o no.

Figura 21. Repetidor



Fuente: Cisco CCNA

3.6.3 Hubs

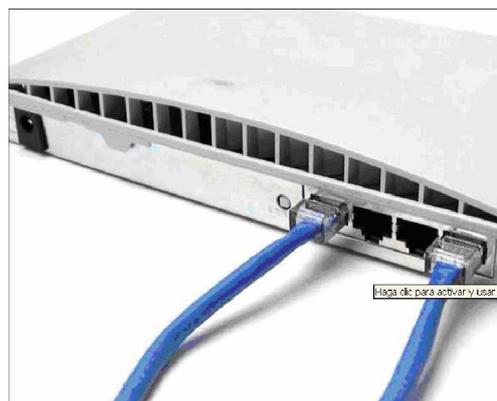
El propósito de un hub es regenerar y retemporizar las señales de red. Esto se realiza a nivel de los bits para un gran número de hosts (por ej., 4, 8 o incluso 24) utilizando un proceso denominado concentración. Esta definición es muy similar a la del repetidor, es por ello que el hub también se denomina repetidor multipuerto. La diferencia es la cantidad de cables que se conectan al dispositivo. Los hubs se utilizan por dos razones: para crear un punto de conexión central para los medios de cableado y para aumentar la confiabilidad de la red. La confiabilidad de la red se ve aumentada al permitir que cualquier cable falle sin provocar una interrupción en toda la red. Esta es la diferencia con la topología de bus, en la que, si un cable falla, se interrumpe el funcionamiento de toda la red. Los hubs se consideran dispositivos de Capa 1 dado que sólo regeneran la señal y la envían por medio de un *broadcast* a todos los puertos (conexiones de red).

En *networking*, hay distintas clasificaciones de los hubs. La primera clasificación corresponde a los hubs activos o pasivos. La mayoría de los hubs

modernos son activos; toman energía desde un suministro de alimentación para regenerar las señales de red. Algunos hubs se denominan dispositivos pasivos dado que simplemente dividen la señal entre múltiples usuarios, lo que es similar a utilizar un cable "Y" en un reproductor de CD para usar más de un conjunto de auriculares. Los hubs pasivos no regeneran los bits, de modo que no extienden la longitud del cable, sino que simplemente permiten que uno o más hosts se conecten al mismo segmento de cable.

Otra clasificación de los hubs corresponde a hubs inteligentes y hubs no inteligentes. Los hubs inteligentes tienen puertos de consola, lo que significa que se pueden programar para administrar el tráfico de red. Los hubs no inteligentes simplemente toman una señal de *networking* entrante y la repiten hacia cada uno de los puertos sin la capacidad de realizar ninguna administración.

Figura 22. Hub



Fuente: Cisco CCNA

3.6.4 Switches

Un switch, al igual que un puente, es un dispositivo de capa 2. De hecho, el switch se denomina puente multipuerto, así como el hub se denomina repetidor multipuerto. La diferencia entre el hub y el switch es que los switches toman decisiones basándose en las direcciones MAC y los hubs no toman ninguna decisión. Como los switches son capaces de tomar decisiones, hacen que la LAN sea mucho más eficiente. Los switches hacen esto conmutando los datos sólo hacia el puerto al que está conectado el host destino apropiado. Por el contrario, el hub envía datos desde todos los puertos, de modo que todos los hosts deban ver y procesar (aceptar o rechazar) todos los datos.

A primera vista los switches parecen a menudo similares a los hubs. Tanto los hubs como los switches tienen varios puertos de conexión, dado que una de sus funciones es la concentración de conectividad (permitir que varios dispositivos se conecten a un punto de la red). La diferencia entre un hub y un switch está dada por lo que sucede dentro del dispositivo.

El propósito del switch es concentrar la conectividad, haciendo que la transmisión de datos sea más eficiente. El switch conmuta paquetes desde los puertos (interfaces) entrantes a los puertos salientes, suministrando a cada puerto el ancho de banda total (la velocidad de transmisión de datos en el *backbone* de la red). Ver figura 23.

Figura 23. Switch



Fuente: Cisco CCNA

3.6.5 Routers

Pertenece a la capa de red del modelo OSI, o sea la Capa 3. Al trabajar en la Capa 3 el router puede tomar decisiones basadas en grupos de direcciones de red (Clases) en contraposición con las direcciones MAC de Capa 2 individuales. Los routers también pueden conectar distintas tecnologías de Capa 2, como por ejemplo Ethernet, *Token-ring* y FDDI. Sin embargo, dada su aptitud para enrutar paquetes basándose en la información de Capa 3, los routers se han transformado en el *backbone* de Internet, ejecutando el protocolo IP.

El propósito de un router es examinar los paquetes entrantes (datos de capa 3), elegir cuál es la mejor ruta para ellos a través de la red y luego conmutarlos hacia el puerto de salida adecuado. Los routers son los dispositivos de regulación de tráfico más importantes en las redes de gran envergadura. Permiten que prácticamente cualquier tipo de computador se pueda comunicar con otro computador en cualquier parte del mundo. Los routers también pueden ejecutar muchas otras tareas mientras ejecutan estas funciones básicas.

El símbolo correspondiente al router (observar las flechas que apuntan hacia adentro y hacia fuera) sugiere cuáles son sus dos propósitos principales: la selección de ruta y la conmutación de paquetes hacia la mejor ruta. Un router puede tener distintos tipos de puertos de interfaz. Este router en particular tiene un conector 10BASE-T y un conector AUI para la conexión Ethernet. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de router.

Figura 24. Router



Fuente: Cisco CCNA

3.6.6 Firewall

Un cortafuegos (o *firewall* en inglés), es un elemento de hardware o software utilizado en una red de computadoras para prevenir algunos tipos de comunicaciones prohibidos según las políticas de red que se hayan definido en función de las necesidades de la organización responsable de la red. Su modo de funcionar es definido por la recomendación RFC 2979, la cual define las características de comportamiento y requerimientos de interoperabilidad.

3.6.6.1 Firewall de capa de red o de filtrado de paquetes

Funciona a nivel de red (nivel 3) de la pila de protocolos (TCP/IP) como filtro de paquetes IP. A este nivel se pueden realizar filtros según los distintos campos de los paquetes IP: dirección IP origen, dirección IP destino. A menudo en este tipo de cortafuegos se permiten filtrados según campos de nivel de transporte (nivel 4) como el puerto origen y destino, o a nivel de enlace de datos (nivel 2) como la dirección MAC.

3.6.6.2 Firewall de capa de aplicación

Trabaja en el nivel de aplicación (nivel 7) de manera que los filtrados se pueden adaptar a características propias de los protocolos de este nivel. Por ejemplo, si se trata de tráfico HTTP se pueden realizar filtrados según la URL a la que se está intentando acceder. Un *firewall* a nivel 7 de tráfico HTTP es normalmente denominado Proxy y permite el acceso de los computadores de una organización a Internet de una forma controlada.

3.6.6.3 Ventajas de un Firewall

Las ventajas de un *Firewall* son la siguientes:

- Protege de intrusiones. El acceso a los servidores en la red sólo se hace desde máquinas autorizadas.
- Protección de información privada. Permite definir distintos niveles de acceso a la información de manera que en una organización cada grupo de usuarios definido tendrá acceso sólo a los servicios y la información que le son estrictamente necesarios.

3.7 Topología

La topología define la estructura de una red. La definición de topología puede dividirse en dos partes: la topología física, que es la disposición real de los cables (los medios) y la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios. Las topologías físicas que se utilizan comúnmente

son de bus, de anillo, en estrella, en estrella extendida, jerárquica y en malla. Estas topologías se ilustran en el gráfico de la figura 25.

- La topología de bus utiliza un único segmento *backbone* (longitud del cable) al que todos los hosts se conectan de forma directa.
- La topología de anillo conecta un host con el siguiente y al último host con el primero. Esto crea un anillo físico de cable.
- La topología en estrella conecta todos los cables con un punto central de concentración.
- La topología en estrella extendida se desarrolla a partir de la topología en estrella. Esta topología conecta estrellas individuales conectando los hubs/switches.
- La topología jerárquica se desarrolla de forma similar a la topología en estrella extendida pero, en lugar de conectar los hubs/switches entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.
- La topología en malla se utiliza cuando no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones, por ejemplo, en los sistemas de control de una central nuclear. De modo que, como puede observar en el gráfico, cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts. Esto también se refleja en el diseño de la Internet, que tiene múltiples rutas hacia cualquier ubicación.

La topología lógica de una red es la forma en que los hosts se comunican a través del medio. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son *broadcast* y transmisión de *tokens*.

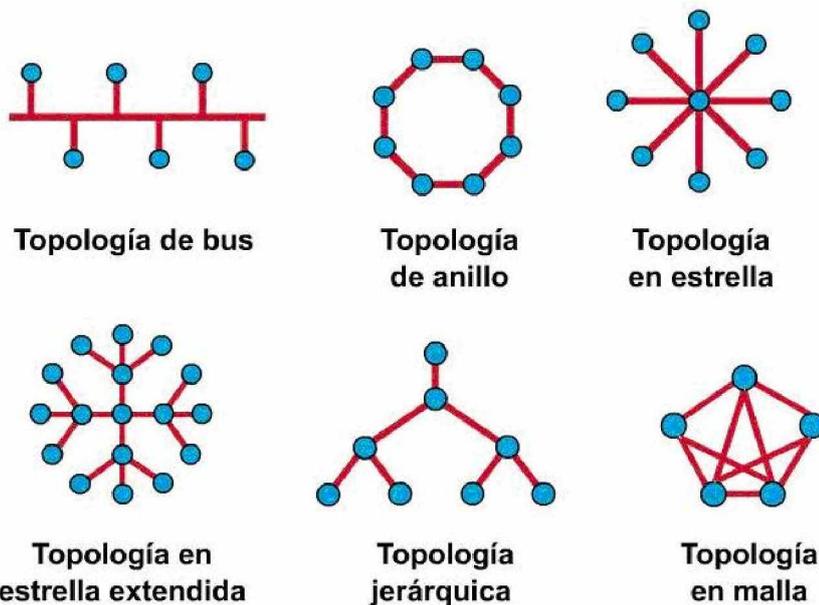
La topología *broadcast* simplemente significa que cada host envía sus datos hacia todos los demás hosts del medio de red. Las estaciones no siguen

ningún orden para utilizar la red, el orden es el primero que entra, el primero que se sirve.

El segundo tipo es transmisión de *tokens*. La transmisión de *tokens* controla el acceso a la red mediante la transmisión de un *token* electrónico a cada host de forma secuencial. Cuando un host recibe el *token*, eso significa que el host puede enviar datos a través de la red. Si el host no tiene ningún dato para enviar, transmite el *token* al siguiente host y el proceso se vuelve a repetir.

En el diagrama de la figura 25 se pueden observar varias topologías. Este diagrama muestra una LAN de complejidad moderada que es típica de una escuela o de una pequeña empresa.

Figura 25. Topologías físicas



Fuente: Cisco CCNA

4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE MEM

El Ministerio de Energía y Minas esta compuesto principalmente por cuatro direcciones las cuales se subdividen a su vez en departamentos, entre los que figura el Departamento de Informática, que es la dependencia encargada de dar soporte técnico con el sistema de computo y la red de datos y voz del Ministerio.

La red de datos y voz del Ministerio se distribuye en dos grandes ramas, la principal que se encuentra en la zona 11 y la secundaria encontrada en la zona 12; las cuales están formados por paneles de distribución, racks, switches, routers, *firewall*, cableado y otro grupo de elementos necesarios que conforman la red.

La red por su constante crecimiento y cambio tienen una distribución no controlada, por lo que se hace necesario un conteo y análisis del equipo y de la red cada determinado tiempo, para poder corregir errores y problemas con mayor rapidez y mejor calidad. El MEM cuenta con una red estructurada en forma estrella extendida, lo que dice que cuenta con panel de distribución primario y paneles de distribución secundaria, además de contar con equipo necesario para el análisis de el cableado.

También cuenta con un sistema de comunicación de microondas entre la zona 11 y la zona 12, servicio prestado por otra empresa ajena al MEM. El enlace presta el servicio de red de datos y voz entre dos dependencias que están aproximadamente 2.5 Km. Línea vista.

4.1 Conteo de equipo

El conteo de equipo de cómputo del MEM se realizó con el objetivo de tener un estimado del equipo que conforma la red y así saber cuántos puntos de red están en uso aproximadamente. Además de darnos un dato necesario para la organización y planificación de la verificación de puntos de red.

El MEM está constituido por:

Tabla I. Inventario de equipo de cómputo

DIRECCION	NUMERO DE COMPUTADORAS
Despacho Superior	22
Hidrocarburos	80
Administrativo	34
Minería	46
Energía	44
TOTAL	226

Además del sistema de cómputo también se cuenta con otros equipos que están conectados a la red de datos.

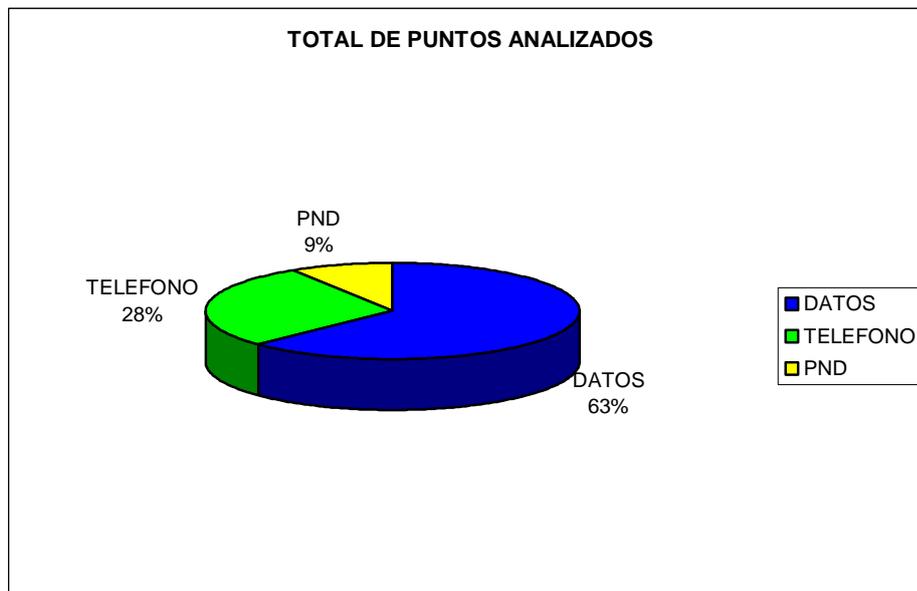
Luego de realizado el proyecto se pudo determinar el número de puntos de conexión red encontrados y éstos fueron los siguientes

Tabla. II. Número de puntos encontrados

NÚMERO DE PUNTOS ENCONTRADOS	
ESPECIFICACIÓN	TOTAL
DATOS	256
TELEFONO	116
PND	36
Total	408

A continuación se presenta la gráfica de los puntos encontrados con anterioridad.

Figura 26. Total de puntos analizados



Entre los puntos encontrados y analizados en el MEM, notamos que el 63 % de los puntos totales son de datos, el 28% esta constituido por puntos de la red de teléfono, y además se tiene 9% de puntos pendientes, entre los que se

encuentran puntos no encontrados defectuosos y puntos no encontrados por error humano.

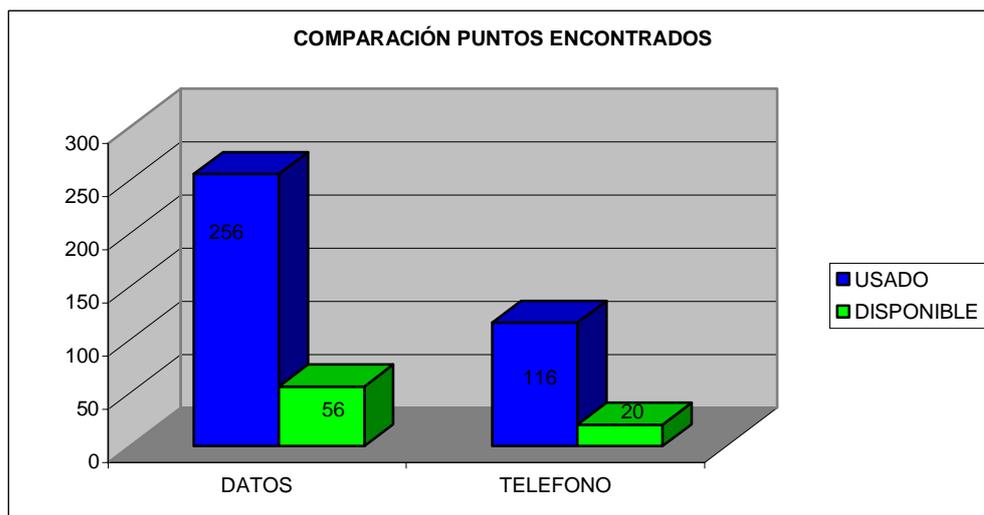
También se encontró que de la totalidad de los puntos de datos encontrados el 22% se encuentran disponibles en las distintas áreas, y que el 17 % de los puntos de telefonía también están disponibles.

Tabla III. Comparación puntos encontrados

ESTADO	DATOS	TELEFONO
USADO	256	116
DISPONIBLE	56	20

En la siguiente figura se muestra la comparación graficada.

Figura 27. Comparación de puntos encontrados



4.2 Análisis del equipo

En lo que respecta al análisis del equipo, se pudo verificar que el MEM cuenta principalmente con un centro de control y de servicios de la red del Ministerio. Además cuenta con otros centros de control secundarios ubicados en áreas estratégicas para la distribución de la red.

El centro de control principal esta ubicado en el departamento de Informática, el cual cuenta con servidores, equipo de protección como firewall, racks, panel de conexión, y demás elementos de red; desde aquí se distribuye la red de datos y voz a todo el MEM, también desde aquí se distribuye Internet.

El MEM esta distribuido en dos grandes ramas, una ubicada en la zona 11 y una en la zona 12; en la zona 11 se encuentra el centro de control principal y dos racks secundarios, y en la zona 12 se cuenta con otro centro de control secundario el cual tiene servicio de Internet prestado por el centro principal de la zona 11; donde es importante mencionar que este enlace es por medio de microondas.

El enlace entre la zona 11 y la zona 12 es un enlace de microondas con antenas que trabajan a frecuencia de 3.5 Ghz, estas prestan servicio de red de datos entre las dos dependencias.

4.3 Análisis y mapeo de la red de datos y voz

El motivo primordial de la realización de este proyecto es el análisis del cableado estructurado con que cuenta el MEM y la realización de un Mapeo de

la red de datos y voz, para llevarlo a cabo se realizaron dos actividades principales:

- **Análisis de la red**

El análisis de la red se realizó con la ayuda de equipo electrónico cuya función tenía medir continuidad del cableado, además de permitir la identificación de los puntos de red.

Dicha actividad permite corregir tendidos, conocer que equipo ó accesorio está dañado, qué puntos de red se encuentran obsoletos, eliminar puntos de red que no sirven, además de contar con la información de cuántos puntos de red cuenta el MEM, ya sea en uso o disponibles.

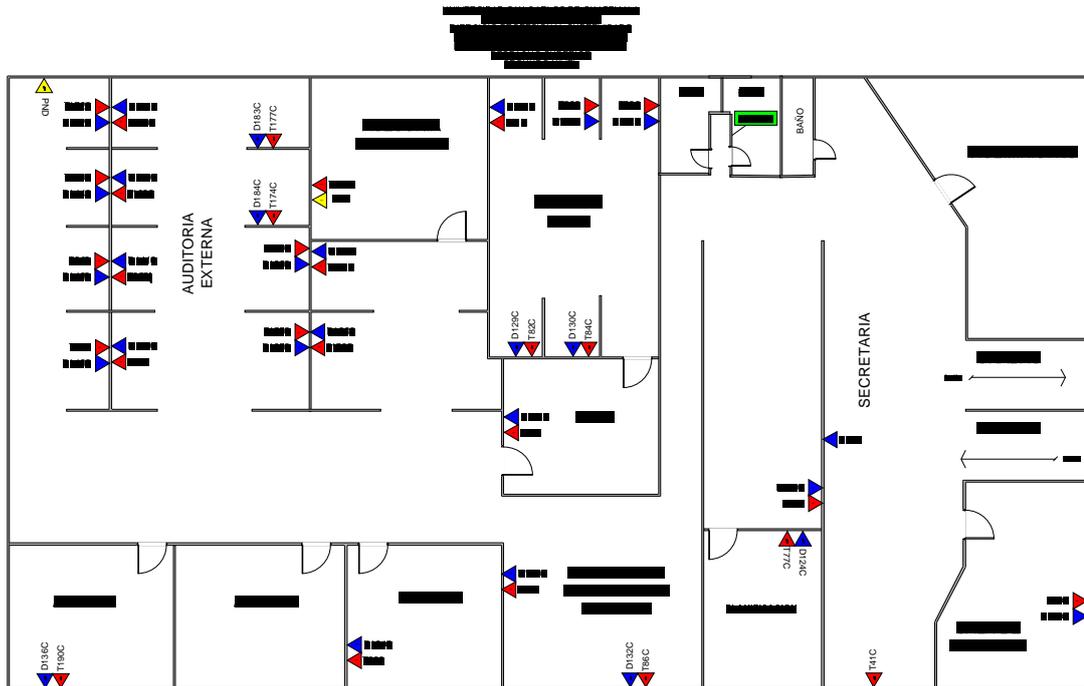
- **Mapeo de la red de datos y voz**

El mapeo de la red o del cableado estructurado permite algo más que crear diagramas de red; proporciona también un modo de administrar información y servicios de red. Con el diagrama del cableado se cuenta con la información necesaria para saber la ubicación de cada punto de red, se sabe que rack es el que le da señal, se conoce la densidad de puntos de red ubicados en determinada sección, se conoce la ubicación de los puntos disponibles, además de dar un soporte de información que permite al administrador resolver problemas con la red de una manera mucho más eficiente y rápida.

Para la realización del mapeo o diagramación de la red se utilizó una herramienta de Microsoft llamada Visio, la cual permite generar diagramas de

una manera amigable y muy útil debido a que se acopla fácilmente a las necesidades que se tengan. En el MEM se utilizó un tipo de diagrama para el mapeo de la red como el que se muestra a continuación:

Figura 28. Ejemplo de mapeo



El diagrama de muestra contiene unos símbolos en forma de triángulos, los cuales representan la ubicación de los puntos de red y de datos, también se puede notar que hay símbolos de distintos colores, los cuales representan de que tipo son:

- Azul = Datos.
- Rojo = Telefonía (Voz).
- Amarillo = Pendiente.

En la simbología color azul se muestra los puntos de red de datos, el rojo la red de voz y el amarillo representa puntos no encontrados o pendientes, entre los que están los puntos que tienen defecto. Además se cuenta con un tipo de nomenclatura que permite conocer la ubicación exacta de los puntos de red, por ejemplo:

D23C = El punto 23 del rack C y es de Datos.

D2SL = El punto 2 del Swich que esta en Licencias.

T23B = El punto 23 del Rack B y es de Teléfono.

PND = Pendiente.

5 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE RED Y DATOS

Identificar los puntos o conexiones de red trae muchos beneficios para la empresa ya que por medio de ello se logra tener un control preciso y eficaz del tendido de la red; inicialmente para la identificación de los mismos se debe verificar su localización, luego se deben analizar realizando una serie de pruebas que permitan indicar su estado, y por ultimo identificar según el estado en que se encuentra realizando a su vez un mapeo de su localización.

5.1. Verificación de puntos de red

Aunque el análisis de cableado no se limita en cambiar un cable con la verificación de los puntos de Red de voz y datos en el MEM; en la práctica se limitó a la utilización de un inductor de tonos, que no es más que un dispositivo compuesto por dos elementos: un generador de pulsos y un detector de pulsos.

Su utilización es realmente sencilla, se conecta el generador de tonos a un punto de red ya sea de datos o de voz, generando este una serie de pulsos que viajan por todo lo largo del cableado hasta el otro punto donde termina el cable, el cual esta conectado a un equipo llamado patch panel, en donde se puede detectar el origen del pulso producido por el generador de impulsos con el detector, acercándolo de modo que cuando lo encuentra produce un sonido característico.

Con la verificación de puntos se obtiene los siguientes beneficios:

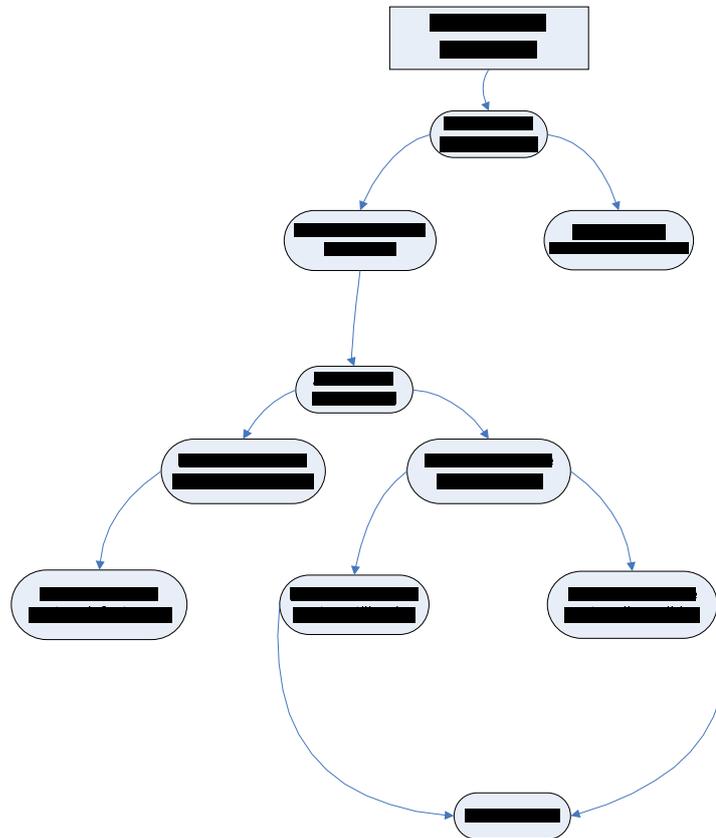
- Conocer los puntos en uso.
- Conocer los puntos que no se usan pero están disponibles en un momento determinado.
- Conocer y analizar los puntos que están libres y no se encuentra que tengan función; lo que da la pauta de que hay puntos que debido a el constate crecimiento o modificación de la misma quedaron obsoletos.

Detectado el origen de los pulsos se procede a la identificación de los mismos con una nomenclatura que permita al técnico encargado de la red conocer adonde están posicionados los puntos de red.

5.2. Análisis del estado del cableado.

El análisis del cableado tiene la función principal de que el administrador sepa la capacidad y el estado del mismo, por lo que para esta practica se siguió el siguiente diagrama de actividades:

Figura 29. Proceso de análisis del estado del cableado



Para analizar el cableado primero se localizó la ubicación de los puntos de red, luego de localizados se inspeccionó y determino el estado del mismo verificando y analizando la continuidad existente entre un punto de red y el punto de alimentación de la misma, este proceso fue realizado con la ayuda de una herramienta llamada inductor de tonos; esto permite determinar que puntos están defectuosos, y que puntos están hábiles.

Entre los puntos hábiles se tienen los puntos que se están utilizando y los que están disponibles para la expansión del uso de la red. Todos los puntos de red, ya sean defectuosos o hábiles son debidamente identificados.

5.3. Verificación de dirección IP

La dirección IP no es más que una dirección lógica por medio de la cual se pueden direccionar paquetes de un punto hacia otro, es una dirección como la utilizada para identificar donde se vive. Su verificación permite crear una tabla de rutas que en una red de área local ayuda al administrador acceder a los recursos de determinado host desde un servidor en diferentes lugares.

5.3.1. Dirección IP

Un componente fundamental en cualquier sistema de redes es el proceso que permite que la información localice sistemas informáticos específicos en una red. Se utilizan diversos esquemas de direccionamiento con este fin, según el conjunto de protocolos que se utilice. Por ejemplo, el direccionamiento *AppleTalk* es diferente del direccionamiento TCP/IP, que a su vez es diferente del direccionamiento IPX.

En un entorno TCP/IP, las estaciones finales se comunican con servidores u otras estaciones finales. Esto puede ocurrir porque cada nodo que utiliza el conjunto de protocolos TCP/IP tiene una dirección lógica distinta de 32 bits. Esta dirección se denomina dirección IP y se especifica en formato decimal separado por puntos de 32 bits. Las interfaces del router se deben configurar con una dirección IP si el protocolo IP se debe enrutar hacia o desde la interfaz. Se pueden utilizar los comandos ping y trace para verificar la configuración de dirección IP.

Cada empresa u organización conectada a Internet aparece como una sola red a la que se debe llegar antes de que se pueda contactar un host en

particular dentro de esa empresa. Cada red de una empresa tiene una dirección; los hosts que residen en esa red comparten la misma dirección de red, pero cada host se identifica por medio de la dirección única de host en la red.

Las direcciones de la capa de enlace de datos y de la capa de red son dos tipos de direcciones de gran importancia. Las direcciones de la capa de enlace de datos, también denominadas direcciones físicas de hardware o direcciones MAC, son normalmente únicas para cada conexión de red. De hecho, en la mayoría de las LAN las direcciones de la capa de datos se encuentran localizadas en la NIC (tarjeta de interfaz de red). Debido a que un computador típico tiene una conexión de red física, tiene sólo una dirección de capa de enlace de datos. Los routers y otros sistemas conectados a múltiples redes físicas pueden tener múltiples direcciones de capa de enlace de datos. Tal como lo dice su nombre, las direcciones de la capa de enlace de datos existen en la Capa 2 del modelo de referencia OSI.

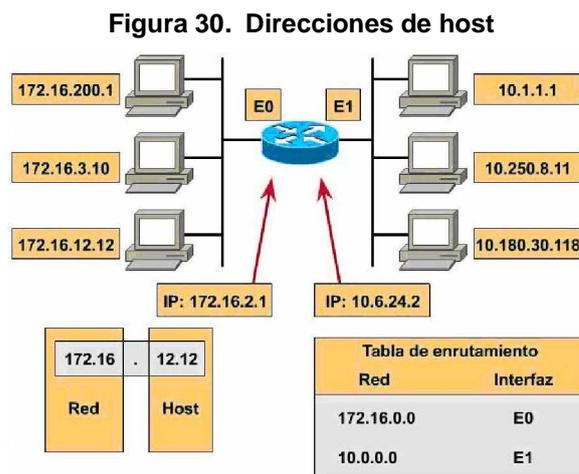
Las direcciones de capa de red (también denominadas direcciones lógicas o direcciones IP para el conjunto de protocolo Internet) existen en la Capa 3 del modelo de referencia OSI. Las direcciones de la capa de red normalmente son jerárquicas. En otras palabras, son como las direcciones postales, que describen la ubicación de una persona indicando el país, estado/provincia, código postal, ciudad, calle, número y nombre.

5.3.2 Verificación de dirección IP

La verificación de la dirección IP de la máquina se determina para conocer la identificación exacta que a los ojos de la red cada uno tiene, por

ejemplo si el administrador del servicio, en este caso el Departamento de Informática del MEM desea verificar datos de una maquina, desea compartir privilegios, o simplemente quiere interactuar de alguna manera con este computador, la manera más fácil o conveniente es por medio de su Dirección IP o también podría ser por su firma de red.

En el Ministerio de Energía y Minas cuando se configura la red, y se distribuyen las direcciones IP se maneja una herramienta llamada DHCP; que no es más que la asignación de IP aleatoria dentro del rango permitido a cada una de las máquinas.



Fuente: Cisco CCNA

5.3.2.1 DHCP

El MEM por el constante crecimiento para la asignación de IP a utilizado una herramienta llamada DHCP cuyo protocolo de configuración dinámica del host (DHCP) distribuye automáticamente direcciones IP a los dispositivos conectados a la red, cuando los clientes del servidor DHCP se conectan.

Cuando un cliente intenta conectarse a la red, se envía una petición al servidor DHCP solicitando los parámetros de configuración. Una vez que el servidor recibe el mensaje, el servidor DHCP envía una respuesta al cliente, que incluye los datos de configuración, y mantiene un registro de las direcciones que se han asignado. DHCP utiliza el protocolo BOOTP para comunicarse con los clientes.

Los clientes deben renovar sus direcciones IP al llegar al 50% de la duración del arrendamiento de la dirección y, nuevamente, al llegar al 87,5% de la duración del arrendamiento, enviando un mensaje DHCPREQUEST, aunque en el MEM las direcciones IP no tienen límite de tiempo por configuración. IPCONFIG y WINIPCFG son utilidades que se ejecutan desde la línea de comando, que permiten la verificación de la información de la dirección IP que se ha asignado al host cliente.

6 ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS

Luego de haber conocido el diseño de la red, se debe conocer también lo necesario para mantener la red y hacer que funcione a un nivel aceptable. Esto significa que debe saber diagnosticar los problemas a medida que surjan. Además, debe saber cuándo resulta necesario expandir o cambiar la configuración de la red para cumplir con las necesidades cambiantes de los usuarios de la red. Se deben conocer técnicas que permitan administrar la red a nivel de software, lo que permite dar privilegios, decir a que no y a que si se puede tener acceso, por tanto el administrador debe conocer equipos que presten este servicio.

Además el MEM, administra servicios de:

- Correo Electrónico
- Actualización de software
- Internet
- Verificación de licencias, etc.

Donde por seguridad se utilizó una herramienta llamada FIREWARE que como se dijo anteriormente, es un elemento de hardware o software utilizado en una red de computadoras para prevenir algunos tipos de comunicaciones prohibidos, según las políticas de red que se hayan definido en función de las necesidades de la organización responsable de la red.

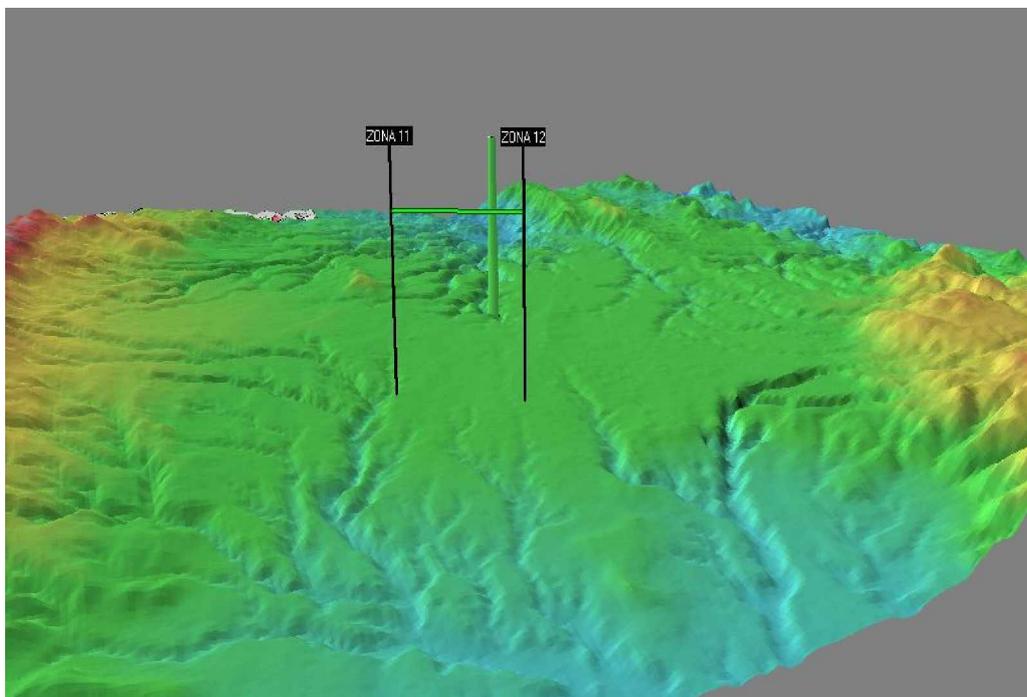
7 ANÁLISIS DEL ENLACE DE MICROONDAS

En el Ministerio se cuenta con un enlace de microondas para la comunicación y transferencia de datos entre diferentes dependencias como lo son la zona 11 como centro de control y la zona 12 como dependencia, para la cual se realizara un estudio de sus características y especificaciones técnicas, además de hacer un análisis de la ocupación del mismo, esto con el objetivo de conocer que tan utilizado es el servicio.

7.1. Estudio de las características del enlace de microondas entre la Zona 11 y 12 del MEM

El enlace utilizado en el Ministerio de Energía y Minas es una red tipo inalámbrico donde se utilizan la microondas como medio de transmisión. Con el término **microondas** se identifica a las ondas electromagnéticas en el espectro de frecuencias comprendido entre 300 MHz y 300 GHz.

Figura 31. Enlace del MEM en 3D



El espectro de frecuencias es el conjunto de ondas electromagnéticas, o más concretamente, a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión), o absorbe (espectro de absorción) una sustancia; el cual esta dividido esencialmente como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. Distribución de frecuencias

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
			Inferior a 3 Hz	> 100.000 km
Extra baja frecuencia Extremely low frequency	ELF	1	3-30 Hz	100.000 km – 10.000 km
Super baja frecuencia Super low frequency	SLF	2	30-300 Hz	10.000 km – 1000 km
Ultra baja frecuencia Ultra low frequency	ULF	3	300–3000 Hz	1000 km – 100 km
Muy baja frecuencia Very low frequency	VLF	4	3–30 kHz	100 km – 10 km
Baja frecuencia Low frequency	LF	5	30–300 kHz	10 km – 1 km
Media frecuencia Medium frequency	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia High frequency	HF	7	3–30 MHz	100 m – 10 m
Muy alta frecuencia Very high frequency	VHF	8	30–300 MHz	10 m – 1 m
Ultra alta frecuencia Ultra high frequency	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
Super alta frecuencia Super high frequency	SHF	10	3–30 GHz	100 mm – 10 mm
Extra alta frecuencia Extremely high frequency	EHF	11	30–300 GHz	10 mm – 1 mm
			Sobre 300 GHz	< 1 mm

El rango de frecuencias permitido a los radioaficionados varía según el país y la región del territorio de ese país. Las señaladas en la tabla V son las bandas más comunes, identificadas por su longitud de onda:

Tabla V. Bandas de frecuencia destacadas

C	Rango de frecuencia
Banda A	hasta 0.25 GHz
Banda B	0.25 a 0.5 GHz
Banda C	0.5 a 1.0 GHz
Banda D	1 a 2 GHz
Banda E	2 a 3 GHz
Banda F	3 a 4 GHz
Banda G	4 a 6 GHz
Banda H	6 a 8 GHz
Banda I	8 a 10 GHz
Banda J	10 a 20 GHz
Banda K	20 a 40 GHz
Banda L	40 a 60 GHz
Banda M	60 a 100 GHz

El enlace de microondas del MEM Se encuentra en SHF Súper Alta Frecuencia en la Banda F que está entre el rango de frecuencias de 3GHz a 4GHz, ya que este tiene una frecuencia base de 3.5 Ghz.

En el enlace se usa el tipo de modulación llamado 16QAM **modulación de amplitud en cuadratura**, en inglés *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM), y es una modulación lineal que consiste en modular en doble banda lateral dos portadoras de la misma frecuencia desfasadas 90°. Cada portadora

es modulada por una de las dos señales a transmitir. Finalmente las dos modulaciones se suman y la señal resultante es transmitida.

Este tipo de modulación tiene la ventaja de que ofrece la posibilidad de transmitir dos señales en la misma frecuencia, de forma que favorece el aprovechamiento del ancho de banda disponible.

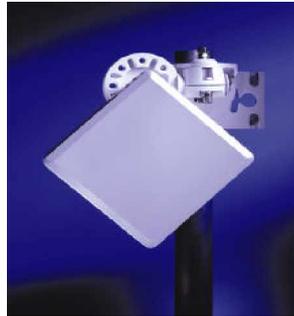
Además de las características generales de comunicación del enlace del Ministerio de Energía y Minas se puede mencionar sus especificaciones técnicas proporcionadas por el proveedor necesario para la realización del enlace, entre las que se tienen:

Tabla VI. Especificaciones técnicas de comunicación del enlace

PARAMETRO	VALOR	NOTA
Marca de Antena	Netro	
Ancho de Banda	3.41 a 3.6 GHz.	
Rango de sintonía	100 MHz	Cuatro bandas
Sensibilidad de recepción	-87 dBm	
Ganancia	18 dBi 17 dBi	Nominal Mínimo
Tamaño	30 cm x 30 cm	Ancho x Alto
Ancho del haz a 3 dB	16 grados 20 grados	Nominal Máximo
Potencia máxima de transmisión.	+20 dB +17 dB	4QAM 16QAM
Distancia entre antenas	2.4 Km	

En la siguiente figura se muestra el tipo de antena utilizada en el enlace del MEM.

Figura 32. Antena



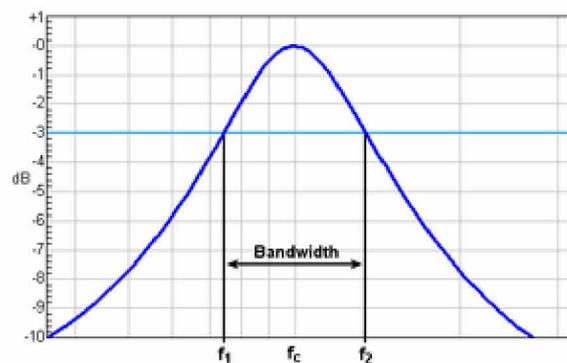
Fuente: Cisco CCNA

El ancho de banda es la anchura medida en hercios del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal, ver figura 33. También son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango. Esta definida por:

$$BW = f_2 - f_1$$

$$BW = 3.6\text{GHz} - 3.41\text{GHz} = 0.19 \text{ GHz} = 190 \text{ MHz.}$$

Figura 33. Ancho de Banda



La ganancia de la antena típicamente es medida en dBi y está definida como el incremento de la potencia que la antena agrega a la señal RF. La ganancia esta definida teóricamente por la formula:

$$G = 10. \log (4. \pi. A_o / \lambda^2)$$

Donde:

$$A_o = \eta. \pi. (d/2)^2$$

$$\lambda = c / f$$

$$\lambda = 300000 \text{ Km} / 3.5 \text{ GHz} = 0.085655 \text{ metros} = 8.5 \text{ Cm}$$

G = ganancia

A_o = Superficie efectiva proyectada de la abertura del reflector.

λ = longitud de onda en el espacio libre.

d = Diámetro de la antena.

η = Eficiencia de la apertura expresada en %, en la realidad oscila entre 50% y 75%.

f = frecuencia

c = Velocidad de la luz aproximadamente 300.000 km/s

$$A_o = 0.7 * \pi. (30/2)^2$$

$$A_o = 494.80 \text{ Cm}^2$$

$$G = 10. \log (4 * \pi * 494.8 / 8.5^2)$$

$$G = 19.34 \text{ dBi}$$

Lo que permite ver que la ganancia teórica de la antena esta muy cercana a la dada por el fabricante que es de 18 dBi.

El ancho del haz es aquel parámetro que describe el ángulo al cual tiene mayor directividad el enlace, en este caso es de 16 grados nominal y 20 grados máximo.

Área Eficaz es la capacidad de una antena de captar energía del espacio. El valor del área eficaz se manifiesta como una superficie plana paralela al frente de onda que absorbe completamente la energía que incide en ella.

$$A_e = \lambda^2 / (4 \pi) = (8.5)^2 / (4 \pi) = 5.83 \text{ cm}^2$$

La densidad de potencia emisora es la potencia emitida por unidad de área de la superficie de una esfera, y esta determinada por:

$$P_d = P_t / 4\pi \cdot d^2$$

Donde:

P_t = potencia de transmitida por la antena.

d = distancia entre las antenas y el punto bajo estudio.

$$P_d = 17 / 4 \pi 2.4^2 = 0.2348 \text{ Dbm/Km}^2$$

Un parámetro muy importante es la zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas.

El concepto de las zonas de Fresnel se puede también utilizar para analizar interferencia por obstáculos cerca de la trayectoria de una viga (antena) de radio. Esta zona se debe determinar primero, para mantenerla libre de obstrucciones.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de K (curvatura de la tierra) considerando que para un K=4/3 la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con K=2/3 se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF, que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. El radio de la sección transversal de la primera zona de Fresnel tiene su máximo en el centro del enlace. En este punto, el radio r se puede calcular como sigue:

$$r = 547.723 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

r = radio en metros (m).

d = distancia en kilómetros (km).

f = frecuencia transmitida en megahercios (MHz).

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$F_N = 550 \cdot \left\{ \frac{N \cdot d_1 \cdot d_2}{f \cdot (d_1 + d_2)} \right\}^{1/2}$$

Donde:

d_1 y d_2 = distancias desde las antenas en km

f = frecuencia en MHz

N = número del elipsoide.

F_N = radio en metros.

$$F_N = 550 \left(\frac{1 \cdot 1.2 \cdot 1.2}{3500 \cdot 2.4} \right)^{1/2}$$

$$F_N = 7.2 \text{ metros}$$

$$20\% \text{ de primera zona de fresnel} = 7.2 \cdot 0.20 = 1.44 \text{ metros}$$

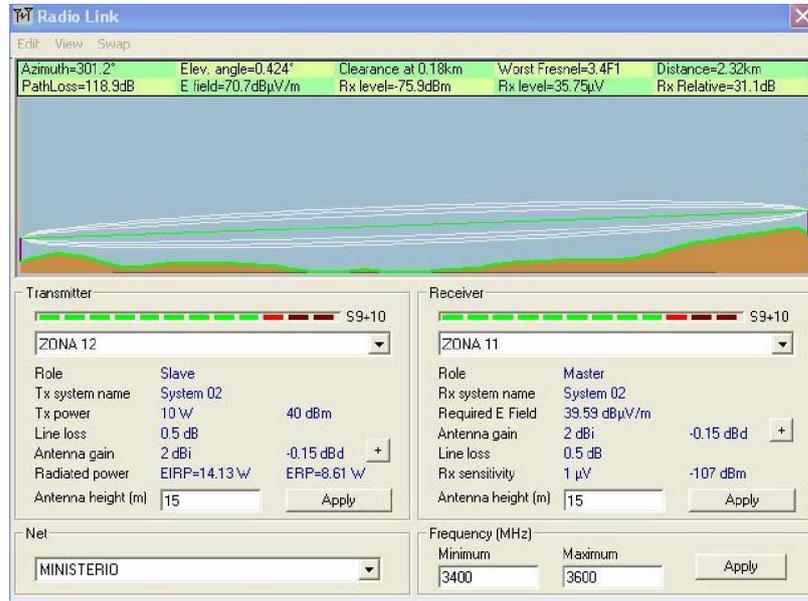
Altura aproximado del enlace 15 metros.

Entonces debemos restar a la altura aproximada del enlace el 80% radio de la primera zona de fresnel.

$$\text{Altura máxima del obstáculo} = 15 - 7.2 + 1.44 = 9.24 \text{ metros}$$

Lo que quiere decir que para que el enlace de altura 15 metros aproximadamente sea factible no debe haber un obstáculo a línea vista mayor a 9.24 metros. A continuación se esquematiza en la figura 34, las líneas ondulatorias que muestran las zonas de Fresnel.

Figura 34. Zonas de fresnel



Se puede determinar el valor de la curvatura (**protuberancia**) de la Tierra en un punto del enlace mediante:

$$C = \frac{4 \cdot (d1 \cdot d2)}{51 \cdot K}$$

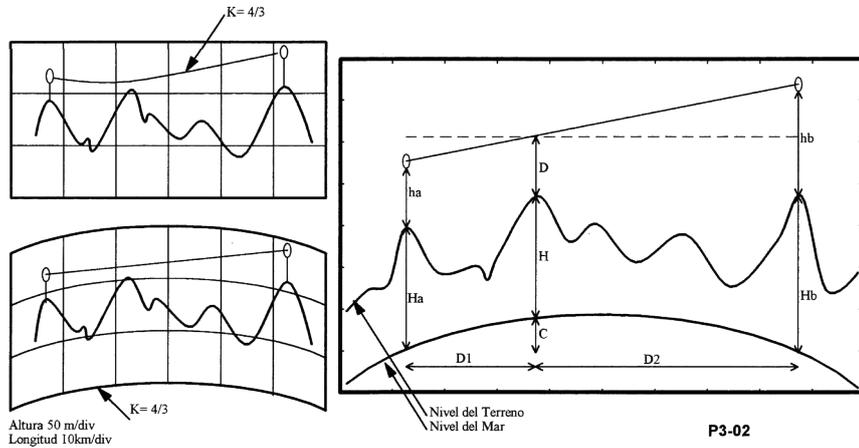
$$C = \frac{4 \cdot (1.2 \cdot 1.2)}{51 \cdot (4/3)}$$

$$C = 0.084 \text{ metros} = 8.47 \text{ centímetros}$$

Por lo que se concluye que por la distancia entre las antenas del enlace del MEM la protuberancia de la curvatura de la tierra es insignificante.

En la siguiente figura se muestra una relación de distancias la cual permite encontrar la ecuación del enlace, tomando como referencia un obstáculo.

Figura 35. Relación



Fuente: Biblia de las telecomunicaciones

La ecuación de un enlace esta definido por:

$$(H3-H1).d2 = (H2-H3).d1$$

H1= H_a+h_a altura del terreno sobre el nivel del mar más la altura de la antena en la estación A.

H2= H_b+h_b corresponde a la misma definición en la estación B.

H3= $C+H+D$ altura del rayo en el obstáculo constituido por la curvatura del terreno más la altura del obstáculo sobre el nivel del mar más un despejamiento adicional por difracción.

d1,d2 son las longitudes desde las estaciones A y B hasta el obstáculo.

Las incógnitas son las alturas de las antenas h_a y h_b . El valor de C es calculable en función de K y el valor D depende de la difracción.

En general podemos concluir que el enlace del MEM es altamente factible ya que esta a línea vista, no tiene obstáculos significativos que cubran la primera zona de fresnel, lo que permite la transmisión, además por el tipo de antenas utilizadas y debido a la ganancia necesaria por la poca distancia entre el enlace, éste es de muy buena calidad.

7.2. Análisis del enlace

El Ministerio de Energía cuenta con un enlace de microondas entre la zona 11 y la zona 12, dicho enlace tiene un ancho de banda de datos 256 Kb/s, del cual por medio de monitoreo se puede dar cuenta que el máximo de entrada de datos es de 247.4 Kb/s, mientras el máximo de salida es de 168.1 Kb/s; teniendo un promedio de entrada de 4.39 Kb/s y un promedio de salida de 16.6 Kb/s.

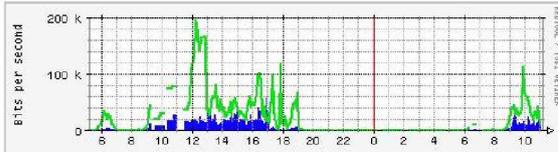
Lo que nos dice que ciertos momentos se ha alcanzado hasta un 96% de su capacidad total de entrada de datos a la zona 11 y se ha podido enviar a un máximo de 65%, por lo que se considera aceptable el servicio. En promedio la actividad de la red de datos entre la zona 11 y la zona 12 debido a la inactividad del sistema en horas de descanso baja considerablemente pero en términos del servicio en el momento es bueno ya que se puede llegar a tener hasta un 99.99% de accesibilidad. En las figuras 36 y 37 se muestra un monitoreo de la ocupación del enlace, tomando como referencia diferentes períodos.

Figura 36. Ocupación de la red

Trafico de Enlace Ministerio de Energía y Minas Z12 hacia Z11

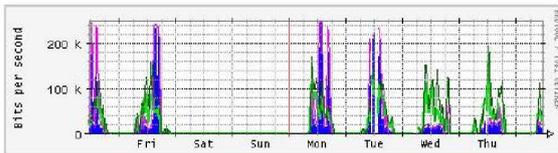
The statistics were last updated **Friday, 25 August, 11:09:36 CDT**

'Daily' Graph (5 Minute Average)



Max In: 58.4 kb/s (2.8%) Average In: 6963.2 b/s (0.3%) Current In: 7413.6 b/s (0.4%)
 Max Out: 194.8 kb/s (9.5%) Average Out: 22.5 kb/s (1.1%) Current Out: 12.0 kb/s (0.6%)

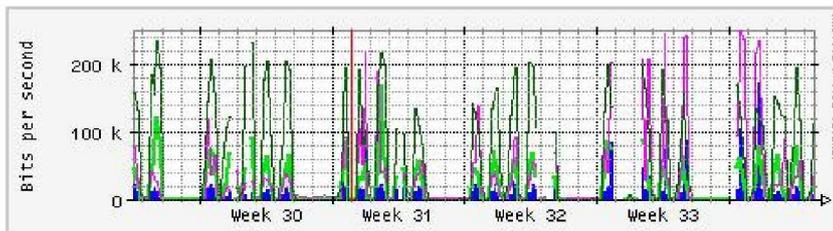
'Weekly' Graph (30 Minute Average)



Max In: 247.4 kb/s (12.1%) Average In: 147 kb/s (0.7%) Current In: 13.5 kb/s (0.7%)
 Max Out: 138.5 kb/s (7.7%) Average Out: 16.6 kb/s (0.8%) Current Out: 27.5 kb/s (1.3%)

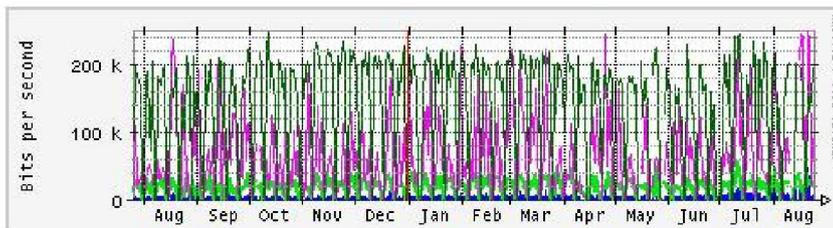
Figura 37. Ocupación de la red

'Monthly' Graph (2 Hour Average)



Max In: 173.2 kb/s (8.5%) Average In: 8955.2 b/s (0.4%) Current In: 7859.7 b/s (0.4%)
 Max Out: 168.1 kb/s (8.2%) Average Out: 17.9 kb/s (0.9%) Current Out: 21.1 kb/s (1.0%)

'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max In: 46.3 kb/s (2.3%) Average In: 4396.4 b/s (0.2%) Current In: 7129.8 b/s (0.3%)
 Max Out: 53.8 kb/s (2.6%) Average Out: 17.3 kb/s (0.8%) Current Out: 22.4 kb/s (1.1%)

CONCLUSIONES

1. En la instalación de un Cableado Estructurado se debe tomar en cuenta el Cableado horizontal y el hardware de conexión, ya que ellos proporcionan los medios para transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones, además de tomar en cuenta el cableado *backbone*, ya que su propósito es la interconexión entre cuartos de entrada de servicios, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. Incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos.
2. El mapeo del Cableado Estructurado de una red es de suma importancia, ya que con ello se obtiene la ubicación exacta de sus puntos de distribución, además, permite la identificación de los mismos.
3. En la identificación del cableado debe usarse un solo tipo de nomenclatura lo más entendible posible, asimismo debe tener una secuencia lógica. La identificación que se encuentra del lado del usuario, debe coincidir con el del panel de parcheo del cual proviene.
4. En realización del proyecto se verificó que del total de los puntos analizados el 63% del mismo son puntos datos, que el 28% son de teléfono y que el 9% son puntos no identificados ya sea por no haberlos encontrados o por defectuosos. De la totalidad de puntos de datos y de voz el 22% y 9% están disponibles; por lo que se concluye que la red no esta siendo utilizada al 100%, ya sea por haber puntos sin uso o por defectuosos.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que durante la instalación de nuevos tendidos de cableado se identifiquen adecuadamente con la misma nomenclatura utilizada actualmente.
2. Se sugiere reestructurar u ordenar nuevamente el cableado situado en el centro de distribución de la red.
3. Es importante analizar los puntos de red pendientes nuevamente, para determinar el daño y corregir la mayor cantidad posible, y los que no se pueden corregir eliminarlos de la estructura para evitar problemas posteriores.
4. Es importante recoger todo aquel equipo de red que no se este utilizando, ya que este puede ser utilizado de mejor manera, ya sea para trasladándolo a otro lugar de trabajo o bien que sirva para dar soporte técnico.
5. En la medida de las posibilidades el MEM debe de agenciarse de mayor equipo de análisis de red, ya que con este se podrá verificar de mejor manera sus características y se podrá corregir errores de manera óptima.
6. Reestructurar la instalación del cableado debido que en la actualidad esta mal diseñado y no se ha utilizado el equipo adecuado.

7. Capacitación constante al personal de soporte, sobre nuevas tecnologías y nuevas técnicas de administración de redes.
8. Monitoreo constante del tráfico del enlace de datos e Internet, para evitar congestión y optimizar los recursos al máximo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Ares Roberto Ángel, "Manual de Telecomunicaciones", 1999.
- 2 Chechu Elva, "Interconexión de Dispositivos de Red Cisco", 2001.
- 3 Rossi Louis R., Rossi Louis D., Rossi Thomas, "Cisco Catalyst LAN Switching", 2000.
- 4 Cardama Aznar Ángel, Roca LLuis, Ruis Juan Manuel, " Antenas", Universidad Politécnica de Cataluña, 2002.
- 5 "Curso de Redes y Telecomunicaciones", Telecomunicaciones, 2002.
- 6 Tabú Herbert, Schilling Donald, "Principles of communications Systems", 1986.
- 7 Colling R.E., "Antennas and Radiowave Propagation", 1985.

APÉNDICE

Tabla VII. Nomenclatura de identificación

NOMENCLATURA EN ZONA 11				
IDENTIFICACION	POSICION 1	POSICION 2	POSICION 3	POSICION 4
D#	D = DATOS	# = POSICIÓN	RACK 0	
T#	T = TELEFONO	# = POSICIÓN	RACK A	
D#A	D = DATOS	# = POSICIÓN	RACK A	
D#B	D = DATOS	# = POSICIÓN	RACK B	
D#C	D = DATOS	# = POSICIÓN	RACK C	
T#B	T = TELEFONO	# = POSICIÓN	RACK B	
T#C	T = TELEFONO	# = POSICIÓN	RACK C	
D#SB	D = DATOS	# = POSICIÓN	SWITCH 1	RACK B
D#S2B	D = DATOS	# = POSICIÓN	SWITCH 2	RACK B
D#SL	D = DATOS	# = POSICIÓN	SWITCH	EN LICENCIAS CUARTO NIVEL
D#SI	D = DATOS	# = POSICIÓN	PATCH PANEL	ING. DE OPERACIONES QUINTO NIVEL
LUGAR				
EL RACK 0 ES EL PRIMER RACK QUE ESTA EN EL DEPTO. DE INFORMATICA				
EL RACK A ES EL SEGUNDO RACK QUE ESTA EN INFORMATICA				
EL RACK B SE ENCUENTRA EN EL DATA ROOM CUARTO NIVEL				
EL RACK C ESTA EN EL SEGUNDO NIVEL DEL DESPACHO SUPERIOR EN LOS BAÑOS				
NOMENCLATURA EN ZONA 12				
IDENTIFICACION	POSICION 1	POSICION 2	POSICION 3	POSICION 4
D#A	D = DATOS	# = POSICIÓN	RACK A	
D#B	D = DATOS	# = POSICIÓN	RACK B	
D#C	D = DATOS	# = POSICIÓN	RACK C	
D#HB	D = DATOS	# = POSICIÓN	HUB	RACK B
D#SA2	D = DATOS	# = POSICIÓN	SWITCH 2	RACK A
LUGAR				
EL RACK A ESTA EN EL DEPARTAMENTO DE INFORMATICA EN EL SEGUNDO NIVEL				
EL RACK B ESTA EN EL SEGUNDO NIVEL EN ELECTRIFICACIÓN				
EL RACK C ESTA EN EL PRIMER NIVEL EN DESECHOS RADIOACTIVOS				

Tabla VIII. Identificación de puntos

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL MEM					
PUNTO 1	PUNTO 2	DIRECCION	DEPARTAMENTO	ESTADO	OBSERVACIÓN
D7S2B	T73B	HIDROCARBUROS	ARCHIVO	EN USO	D7S2B (datos 7 switch 2 rack B)
D16SB	PND	HIDROCARBUROS	ARCHIVO	EN USO	PND (punto de tel. da a otro lugar)
D2SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
	T214B	HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	
D168B		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	
D11SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D6SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D5SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D4SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D3SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D9SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D8SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D7SL		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Switch de Licencias
D204B		HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Jefe
	T107B	HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	Jefe
D71B	D208B	HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	
D62B	T61B	HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	
D15S2B	PND	HIDROCARBUROS	LICENCIAS	EN USO	D15S2B (datos 15 switch 2 rack B)
T57B	T99B	HIDROCARBUROS	DIRECCION GENERAL	EN USO	
D23SB		HIDROCARBUROS	DIRECCION GENERAL	DISPONIBLE	D23SB (datos 23 hub de atrás del rack B)
	T17SB	HIDROCARBUROS	DIRECCION GENERAL	EN USO	
D192B	PND	HIDROCARBUROS	DIRECCION GENERAL	DISPONIBLE	
	PND	HIDROCARBUROS	DIRECCION GENERAL	EN USO	uno de los Jefes
	T144B	HIDROCARBUROS	DIRECCION GENERAL	EN USO	
D211B	D19SB	HIDROCARBUROS	DIRECCION GENERAL	DISPONIBLE	D19SB (datos 19 hud de atrás del rack B)
D188B	T187B	HIDROCARBUROS	DATA ROOM	EN USO	
D189B		HIDROCARBUROS	DATA ROOM	EN USO	
D191B		HIDROCARBUROS	DATA ROOM	DISPONIBLE	
D2SB	T103	HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	
D4S2B		HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	D4S2B (datos 4 del switch 2 del rack B)
D45B	PND	HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	
D162B	T63B	HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	
D35B	T35B	HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	
D163B	T95B	HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	

Continuación

D44B	PND	HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	
D22B	T103B	HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	
D18B		HIDROCARBUROS	COMERCIALIZACION	EN USO	
D39B	D39B	HIDROCARBUROS	FINANCIERO	DISPONIBLE	Los dos puntos estan al mismo lugar
D47B	T159B	HIDROCARBUROS	FINANCIERO	EN USO	
D6B	T113B	HIDROCARBUROS	FINANCIERO	EN USO	
D7B	T115B	HIDROCARBUROS	FINANCIERO	EN USO	Teléfono disponible.
D8B	T17B	HIDROCARBUROS	FINANCIERO	EN USO	
D1B	T13B	HIDROCARBUROS	FINANCIERO	EN USO	
OBSERV.	T114B	HIDROCARBUROS	FINANCIERO	EN USO	Punto de datos esta conectado directo a PC
D20B	T118B	HIDROCARBUROS	GEOLOGIA	EN USO	
D10SB		HIDROCARBUROS	GEOLOGIA	EN USO	D10SB (datos 10 hub de atrás del rack B)
D20S2B		HIDROCARBUROS	GEOLOGIA	EN USO	D20S2B (datos 20 Switch 2 del rack B)
D41B		HIDROCARBUROS	GEOLOGIA	EN USO	
PND	T49B	HIDROCARBUROS	DESARROLLO PETROLERO	EN USO	
	T50B	HIDROCARBUROS	DESARROLLO PETROLERO	EN USO	
D142B		HIDROCARBUROS	DESARROLLO PETROLERO	EN USO	
D3S2B		HIDROCARBUROS	DESARROLLO PETROLERO	EN USO	D3S2B (datos 3 switch 2 del rack B)
PND	PND	HIDROCARBUROS	DESARROLLO PETROLERO	EN USO	
D20SB	T120B	HIDROCARBUROS	DESARROLLO PETROLERO	EN USO	D20SB (datos 20 hub de atrás del rack B)
D42B	T31B	HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D58B		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D10B	T54B	HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D28B		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D9B		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D27B		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
	T56B	HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D5SI		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	Patch Panel de Ing. De Operaciones
D6SI		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	Patch Panel de Ing. De Operaciones
D7SI		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	Patch Panel de Ing. De Operaciones
D8SI		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	Patch Panel de Ing. De Operaciones
D12SI		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	Patch Panel de Ing. De Operaciones
D1SI		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	Patch Panel de Ing. De Operaciones
D30B		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D25B	T51B	HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D11B	T52B	HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D29B		HIDROCARBUROS	INGENIERIA DE OPERACIONES	EN USO	
D205B		HIDROCARBUROS	AMBIENTAL	EN USO	
D66B		HIDROCARBUROS	AMBIENTAL	EN USO	
	T133	HIDROCARBUROS	AMBIENTAL	EN USO	TELEFONO DIRECTO (24870956)
D17SB		HIDROCARBUROS	AMBIENTAL	DISPONIBLE	D17SB (datos 17 hub de atrás del rack B)

Continuación

D67B		HIDROCARBUROS	AMBIENTAL	DISPONIBLE	
PND	T133	HIDROCARBUROS	AMBIENTAL	EN USO	
PND	T38B	HIDROCARBUROS	COMISION PETROLERA	EN USO	
	T37B	HIDROCARBUROS	COMISION PETROLERA	EN USO	
D9SB		HIDROCARBUROS	COMISION PETROLERA	EN USO	
PND	T153B	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D197B		HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D196B	D150B	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D203B	D152B	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D194B	D148B	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D195B	D149B	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D202B	T147B	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D198B	T145B	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D161B	ANULADO	HIDROCARBUROS	ADMINISTRATIVO	EN USO	
D55	T129	MINERIA	CAPACITACION	EN USO	
D58		MINERIA	CAPACITACION	DISPONIBLE	
D54	T128	MINERIA	CAPACITACION	DISPONIBLE	
PND		MINERIA	CAPACITACION	DISPONIBLE	
D98	T130	MINERIA	CAPACITACION	EN USO	Jefa (patch superior rack 1)
D94		MINERIA	CATASTRO	DISPONIBLE	
D93		MINERIA	CATASTRO	DISPONIBLE	
D41	T94	MINERIA	CATASTRO	EN USO	
D40	T69	MINERIA	CATASTRO	EN USO	
D19A	PND	MINERIA	CATASTRO	EN USO	
D39	PND	MINERIA	CATASTRO	EN USO	
PND		MINERIA	CATASTRO	EN USO	
D46	T145	MINERIA	SUB DIRECCION GENERAL	EN USO	
D43	T165	MINERIA	SUB DIRECCION GENERAL	EN USO	JEFE
PND	PND	MINERIA	SUB DIRECCION GENERAL	EN USO	SECRETARIA
D44	T166	MINERIA	SUB DIRECCION GENERAL	EN USO	SALA
D45	T95	MINERIA	SUB DIRECCION GENERAL	EN USO	DESPACHO
D47	T121	MINERIA	DEPARTAMENTO FINANCIERO	EN USO	SECRETARIA
D37	PND	MINERIA	DEPARTAMENTO FINANCIERO	EN USO	JEFE
D87		MINERIA	DEPARTAMENTO FINANCIERO	EN USO	
D95	PND	MINERIA	DEPARTAMENTO FINANCIERO	EN USO	
D48	T148	MINERIA	DEPARTAMENTO FINANCIERO	EN USO	
D84		MINERIA	DEPARTAMENTO FINANCIERO	EN USO	DATOS LIBRE
PND	T126	MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	
D50		MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	DISPONIBLE	
D35		MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	
D89	T126	MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	
D81	PND	MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	

Continuación

D16	PND	MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	
PND	PND	MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	DISPONIBLE	
PND	PND	MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	
D34	T92	MINERIA	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	JEFA
D80	T125	MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	SECRETARIA
D53	PND	MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	
D90	PND	MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	
D21A	D22A	MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	
D51		MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	
D92	T127	MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	
D91		MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	
	T124	MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	EL DE DATOS NO ESTA PARCHADO (23)
PND		MINERIA	CONTROL MINERO	EN USO	
D74	T158	MINERIA	DESARROLLO MINERO	EN USO	
D73	T157	MINERIA	DESARROLLO MINERO	EN USO	
PND		MINERIA	DESARROLLO MINERO	DISPONIBLE	
D62	T135	MINERIA	DESARROLLO MINERO	EN USO	
D77	T161	MINERIA	DESARROLLO MINERO	EN USO	
D79		MINERIA	JURIDICO	EN USO	
D33B		MINERIA	JURIDICO	EN USO	
D75	T159	MINERIA	JURIDICO	EN USO	
PND		MINERIA	JURIDICO	EN USO	
T34B		MINERIA	JURIDICO	EN USO	
T153		MINERIA	JURIDICO	EN USO	
	T141	ADMINISTRACION	INFORMATICA	DISPONIBLE	
D2	T98	ADMINISTRACION	INFORMATICA	EN USO	
D1	T73	ADMINISTRACION	INFORMATICA	EN USO	
D78A		ADMINISTRACION	CONTRALURIA	EN USO	
D9		ADMINISTRACION	CONTRALURIA	DISPONIBLE	no esta parchado el cable
D8	T77	ADMINISTRACION	CONTRALURIA	EN USO	
D24		ADMINISTRACION	BIBLIOTECA	EN USO	
D18	T81	ADMINISTRACION	RELACIONES PUBLICAS	EN USO	
D19	T131	ADMINISTRACION	RELACIONES PUBLICAS	EN USO	
D21	T83	ADMINISTRACION	RELACIONES PUBLICAS	DISPONIBLE	
D20	T82	ADMINISTRACION	RELACIONES PUBLICAS	EN USO	
D17		ADMINISTRACION	RELACIONES PUBLICAS	DISPONIBLE	
D27	T88	ADMINISTRACION	DIRECCION ADMINISTRATIVA	DISPONIBLE	
D26	T87	ADMINISTRACION	DIRECCION ADMINISTRATIVA	EN USO	
	T163	ADMINISTRACION	DIRECCION ADMINISTRATIVA	EN USO	FAX
D24	T85	ADMINISTRACION	DIRECCION ADMINISTRATIVA	EN USO	DIRECTOR
D29	T160	ADMINISTRACION	DIRECCION ADMINISTRATIVA	EN USO	
UDAF	T86	ADMINISTRACION	DIRECCION ADMINISTRATIVA	EN USO	

Continuación

PND		ADMINISTRACION	CLINICA	DISPONIBLE	
D10		ADMINISTRACION	FINANCIERO	DISPONIBLE	JEFE
PND		ADMINISTRACION	FINANCIERO	EN USO	
D12	T80	ADMINISTRACION	FINANCIERO	EN USO	
D190C		ADMINISTRACION	TRANSPORTE	EN USO	
D15A	T145	ADMINISTRACION	LABORATORIO	EN USO	
D16A	T138	ADMINISTRACION	LABORATORIO	EN USO	
D17A	D18A	ADMINISTRACION	LABORATORIO	EN USO	
T114	PND	ADMINISTRACION	LABORATORIO	EN USO	
T144		ADMINISTRACION	LABORATORIO/PETROGRAFIA	EN USO	
D138C	T92C	DESPACHO SUPERIOR	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	D138 libre
D105C	T92C	DESPACHO SUPERIOR	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	tel. libre
D30C	T102C	DESPACHO SUPERIOR	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	tel. libre
D101C	D101C	DESPACHO SUPERIOR	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	tel. libre
D100C	T28C	DESPACHO SUPERIOR	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	tel. libre
D99C	T27C	DESPACHO SUPERIOR	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	
D26C	T97C	DESPACHO SUPERIOR	ADMINISTRACION GENERAL	EN USO	
D158C	D160C	DESPACHO SUPERIOR	NOTIFICACIÓN	DISPONIBLE	uno de los puntos es de tel.
D157C		DESPACHO SUPERIOR	NOTIFICACIÓN	EN USO	
D159C		DESPACHO SUPERIOR	NOTIFICACIÓN	DISPONIBLE	
D108C		DESPACHO SUPERIOR	NOTIFICACIÓN	DISPONIBLE	
D36C		DESPACHO SUPERIOR	NOTIFICACIÓN	DISPONIBLE	
D156C		DESPACHO SUPERIOR	NOTIFICACIÓN	EN USO	
D155C	D154C	DESPACHO SUPERIOR	NOTIFICACIÓN	DISPONIBLE	uno de los puntos es de tel.
D191C		DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA INTERNA	EN USO	
D112C	T69C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA INTERNA	EN USO	
D113C		DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA INTERNA	EN USO	
D110C	T38C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA INTERNA	EN USO	
T172C	D182C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
T170C	D144C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
T96C	D142C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D140C	T94C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	EN USO	
D136C	T90C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D181C	T171C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D183C	T173C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D184C	T174C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D185C	T175C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D139C	T93C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	EN USO	tel. libre
D143C	T169C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	EN USO	tel. libre
D141C	T95C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	EN USO	tel. libre
D187C	T177C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	EN USO	

Continuación

D188C	T178C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D133C	T87C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	DISPONIBLE	
D132C	T86C	DESPACHO SUPERIOR	AUDITORIA EXTERNA	EN USO	
D186C	T176C	DESPACHO SUPERIOR	ASESORIA MINISTERIAL	EN USO	
PND	T189C	DESPACHO SUPERIOR	ASESORIA MINISTERIAL	EN USO	
D134C	T88C	DESPACHO SUPERIOR	ASESOR.	EN USO	
D131C	T85C	DESPACHO SUPERIOR	SALA	EN USO	datos disponible
D127C	T80C	DESPACHO SUPERIOR	LIBRE	DISPONIBLE	
D130C	T84C	DESPACHO SUPERIOR	LIBRE	DISPONIBLE	
D129C	T82C	DESPACHO SUPERIOR	LIBRE	DISPONIBLE	
D128C	T81C	DESPACHO SUPERIOR	LIBRE	DISPONIBLE	
D126C	T79C	DESPACHO SUPERIOR	LIBRE	DISPONIBLE	
D125C	T78C	DESPACHO SUPERIOR	LIBRE	DISPONIBLE	
D124C	T77C	DESPACHO SUPERIOR	PLANIFICACION	EN USO	
T41C		DESPACHO SUPERIOR	SECRETARIA 2do. NIVEL	EN USO	
D14C		DESPACHO SUPERIOR	SECRETARIA 2do. NIVEL	EN USO	
D117C	T44C	DESPACHO SUPERIOR	SALA DE SECCIONES	DISPONIBLE	
D106C	ANULADO	DESPACHO SUPERIOR	SALA 1er. NIVEL DESPACHO	DISPONIBLE	
D2B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D14B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D18B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D13B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D11B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D15B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D20B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D19B		ENERGIA	ELECTRIFICACIÓN RURAL	EN USO	
D9B		ENERGIA	ELECTRICIDAD	EN USO	
D12B		ENERGIA	ELECTRICIDAD	EN USO	
D16B		ENERGIA	ELECTRICIDAD	EN USO	
D22B		ENERGIA	ELECTRICIDAD	EN USO	
D10B		ENERGIA	ELECTRICIDAD	EN USO	
D17B		ENERGIA	ELECTRICIDAD	EN USO	
D9SA2		ENERGIA	AUDITORIO	DISPONIBLE	DATOS 9 SWITCH 2 DEL RACK A
D11SA2		ENERGIA	AUDITORIO	DISPONIBLE	DATOS 11 SWITCH 2 DEL RACK A
D10SA2		ENERGIA	AUDITORIO	DISPONIBLE	DATOS 10 SWITCH 2 DEL RACK A
D7A		ENERGIA	JEFATURA	EN USO	SEGUNDO NIVEL
D10A		ENERGIA	AFUERA 2DO NIVEL	EN USO	
D9A		ENERGIA	AFUERA 2DO NIVEL	EN USO	
D3A		ENERGIA	AFUERA 2DO NIVEL	EN USO	SECRETARIA
D1A		ENERGIA	DIRECTOR	EN USO	
D4A		ENERGIA	DIRECTOR	EN USO	
D10A	D11A	ENERGIA	SUBDIRECTOR	DISPONIBLE	

Continuación

D15A		ENERGIA	INFORMATICA	DISPONIBLE	
D33A		ENERGIA	RECURSOS HUMANOS	EN USO	
D27A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D31A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D25A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D32A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D30A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D26A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D28A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D29A		ENERGIA	ENERGIA RENOVABLE	EN USO	
D36A		ENERGIA	ADMINISTRATIVO LEGAL	EN USO	
D34A		ENERGIA	ADMINISTRATIVO LEGAL	EN USO	
D35A		ENERGIA	ADMINISTRATIVO LEGAL	EN USO	
D5B		ENERGIA	ADMINISTRATIVO LEGAL	EN USO	
D3B		ENERGIA	RADIACION NO IONIZANTE	EN USO	
D2HB		ENERGIA	A LA PAR DE RADIACION NO IONIZANTE	DISPONIBLE	DATOS 2 HUB B
D7B		ENERGIA	AREA DE INDUSTRIA	EN USO	
D1B		ENERGIA	AREA DE RADIOTERAPIA	EN USO	
D4HB		ENERGIA	JEFATURA PRIMER NIVEL	EN USO	DATOS 4 HUB B
D6B		ENERGIA	JEFATURA PRIMER NIVEL	EN USO	
D1HB		ENERGIA	LIBRE	EN USO	DATOS 1 HUB B
D6HB		ENERGIA	LIBRE	EN USO	DATOS 6 HUB B
D20C		ENERGIA	LAB. RADIOTRAZADORES	EN USO	
D12C		ENERGIA	LAB. RADIOTRAZADORES	EN USO	
D11C		ENERGIA	LAB. RADIOANALISIS	EN USO	
D10C		ENERGIA	CENTRO INVENTARIO, TESORERIA	EN USO	
D21C		ENERGIA	CENTRO INVENTARIO, TESORERIA	EN USO	
D7C		ENERGIA	FINANCIERO	DISPONIBLE	
D15C	D16C	ENERGIA	FINANCIERO	DISPONIBLE	
D6C		ENERGIA	FINANCIERO	DISPONIBLE	
D19C		ENERGIA	FINANCIERO	DISPONIBLE	
D5C		ENERGIA	ALMACEN FINANCIERO	DISPONIBLE	
D4C		ENERGIA	SECRE. JFATURA ANALITICO NUCLEAR	EN USO	
D2C		ENERGIA	JEFATURA ANALITICO NUCLEAR	EN USO	
D1C		ENERGIA	DESECHOS RADIOACTIVOS	EN USO	
D17C		ENERGIA	TRANPORTE	EN USO	

Figura 38. Mapa 1



Figura 39. Mapa 2



Figura 40. Mapa 3

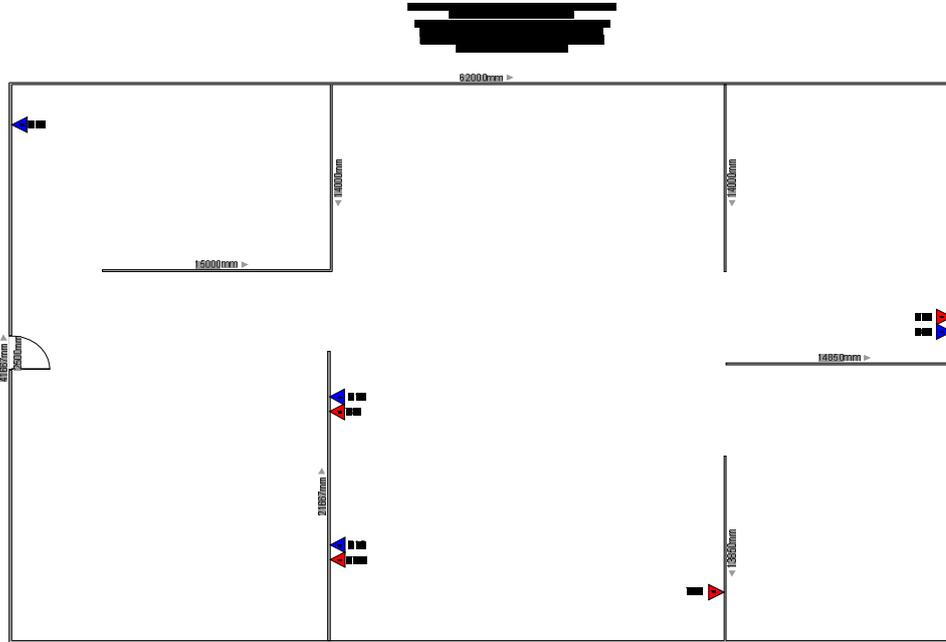


Figura 41. Mapa 4

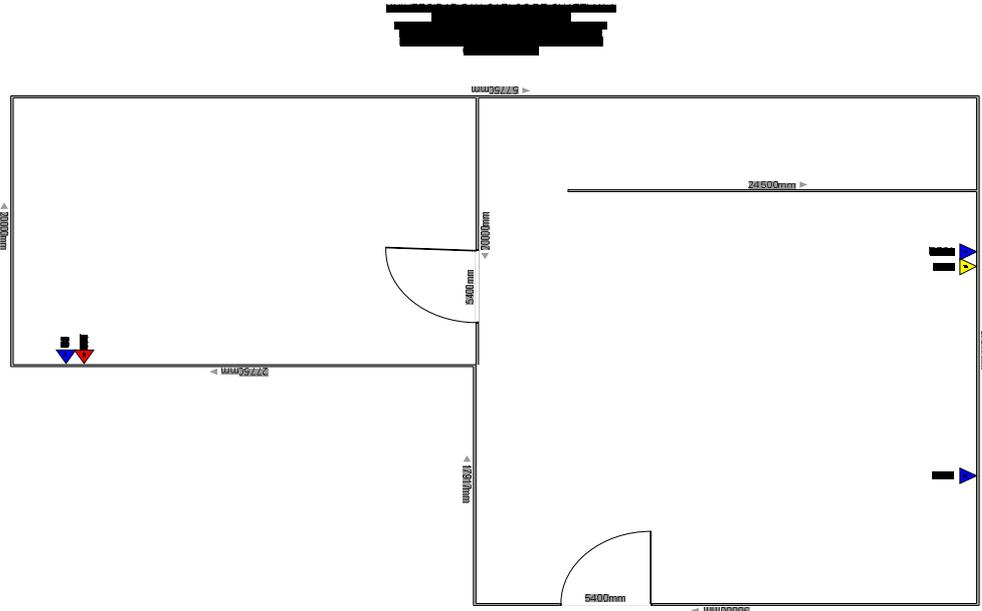


Figura 42. Mapa 5

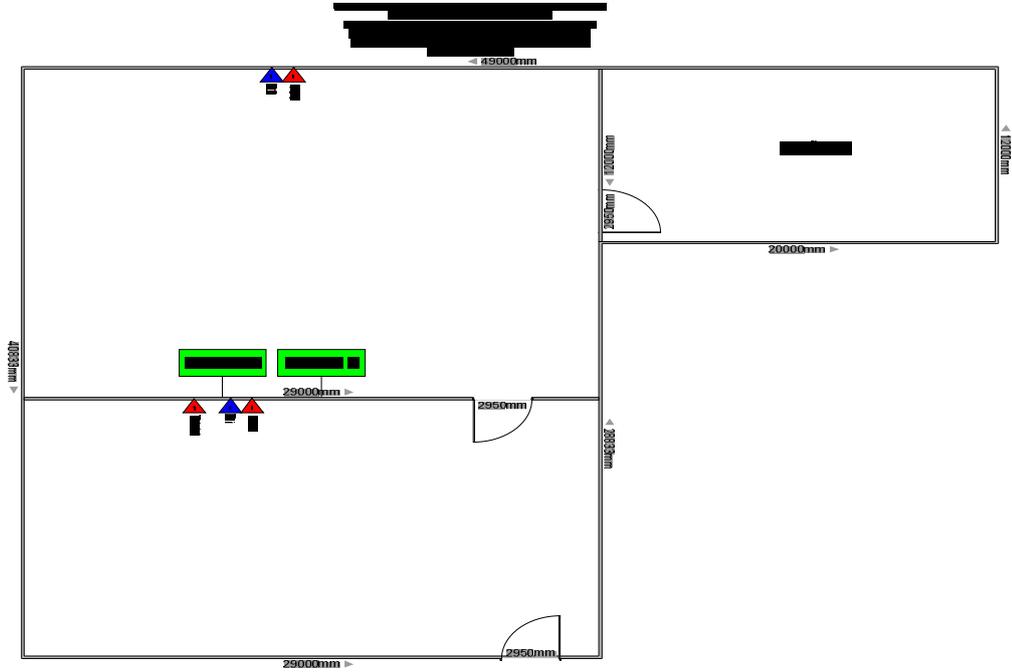


Figura 43. Mapa 6

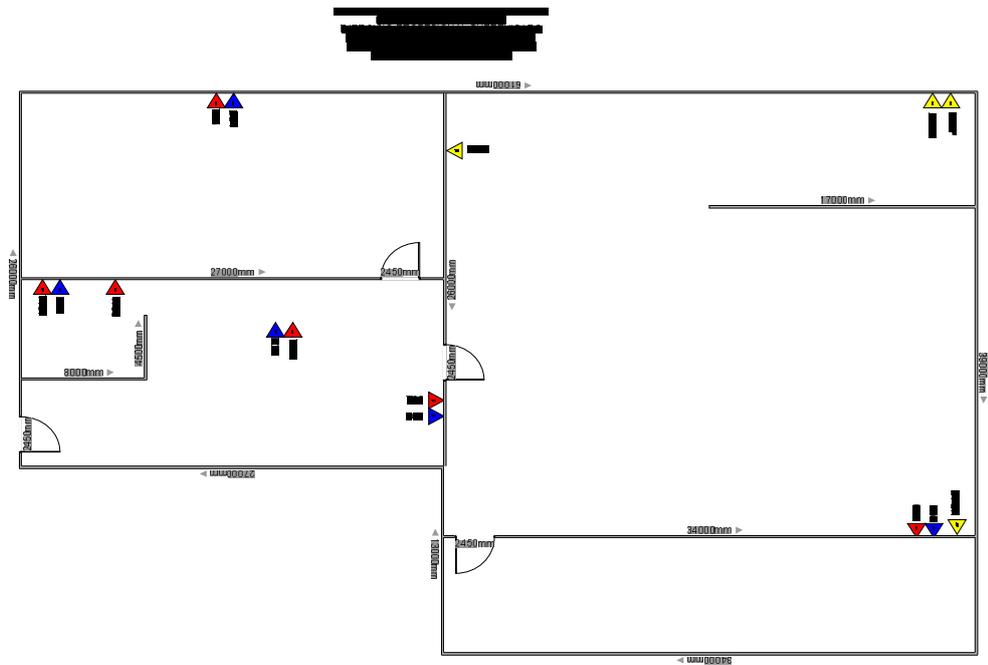


Figura 44. Mapa 7

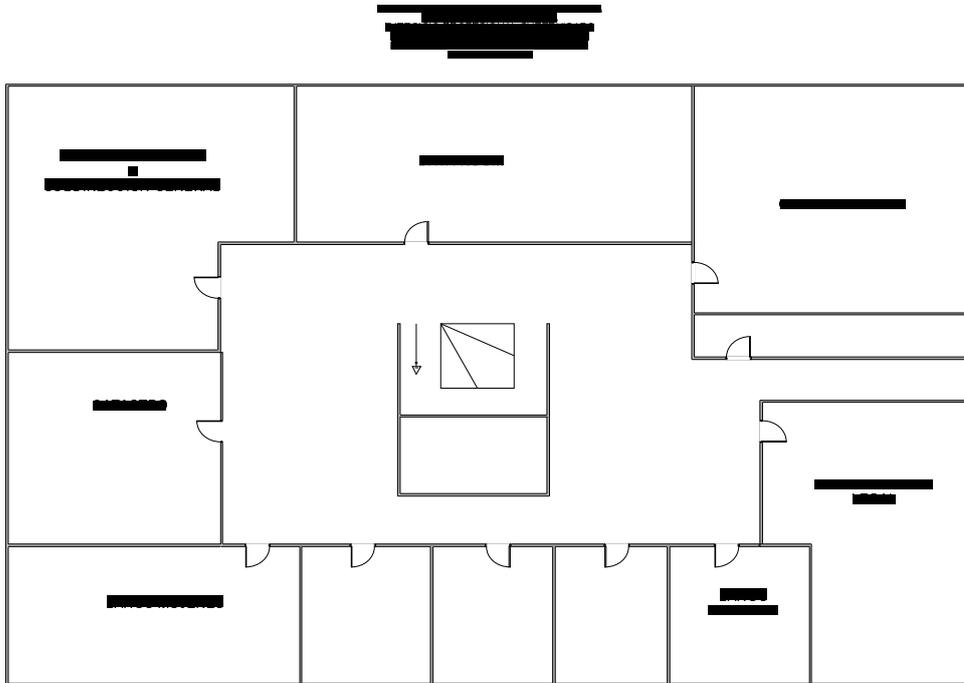


Figura 45. Mapa 8

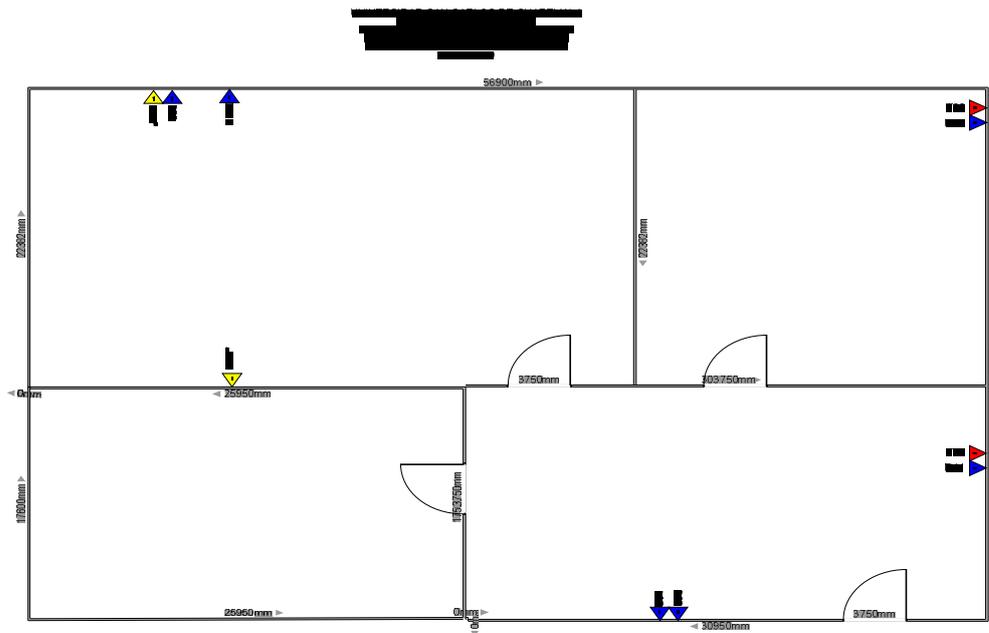


Figura 46. Mapa 9

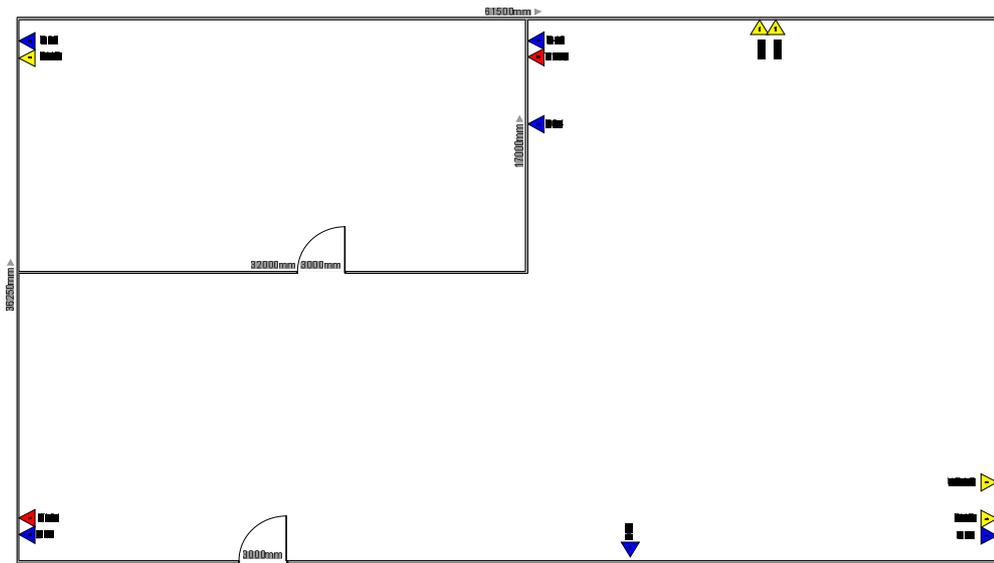


Figura 47. Mapa 10

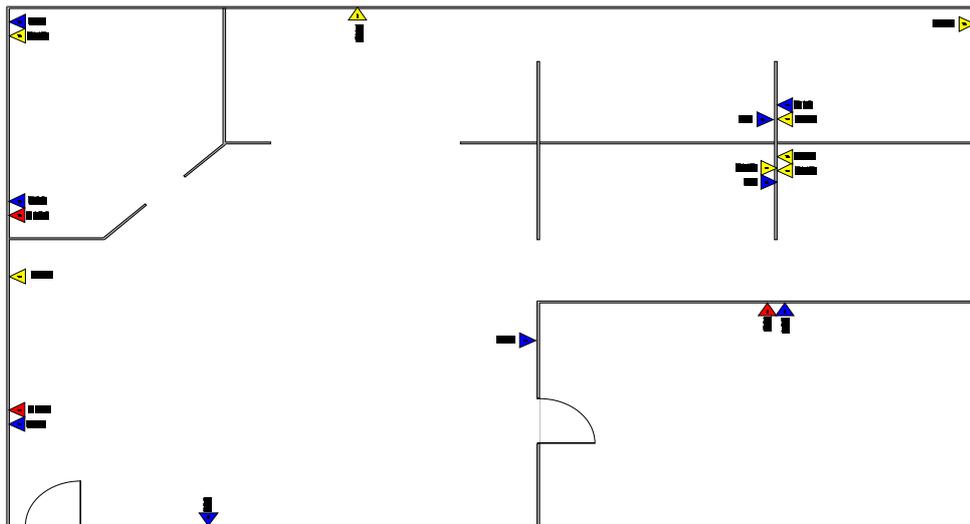


Figura 48. Mapa 11

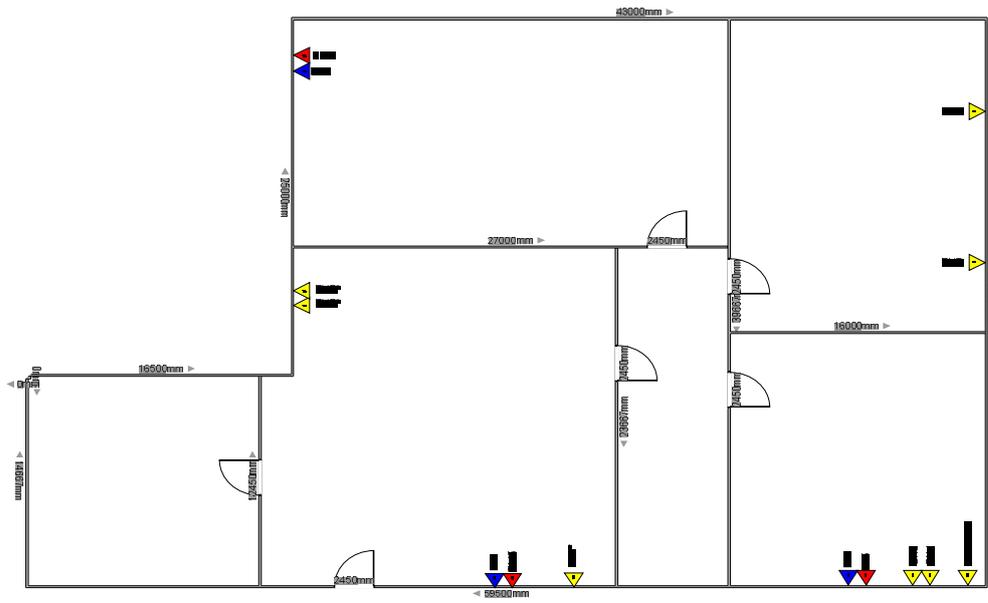


Figura 49. Mapa 12

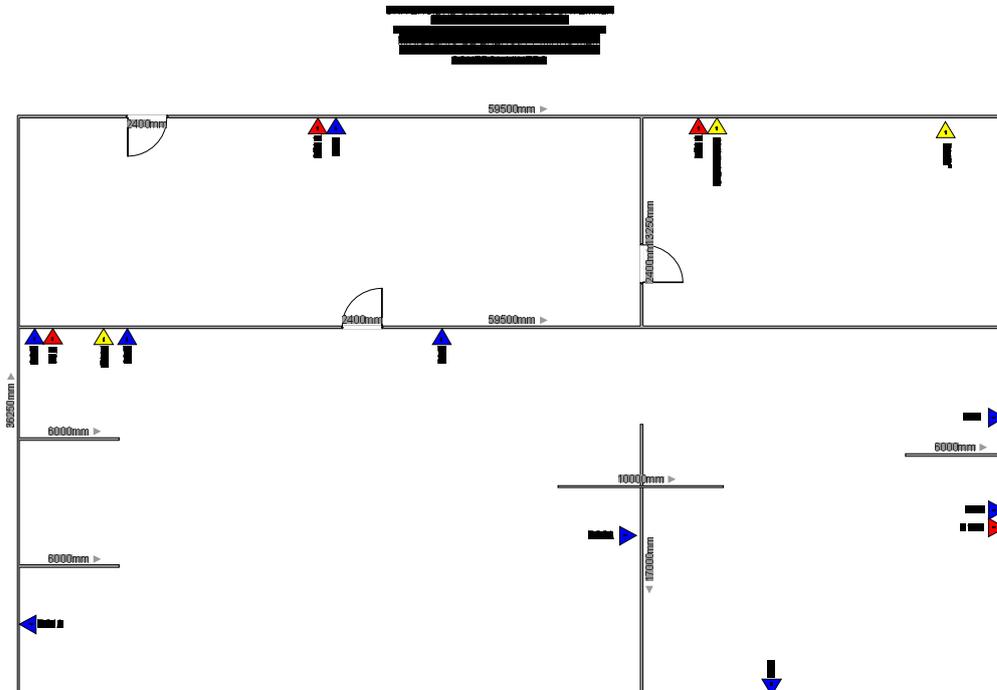


Figura 50. Mapa 13

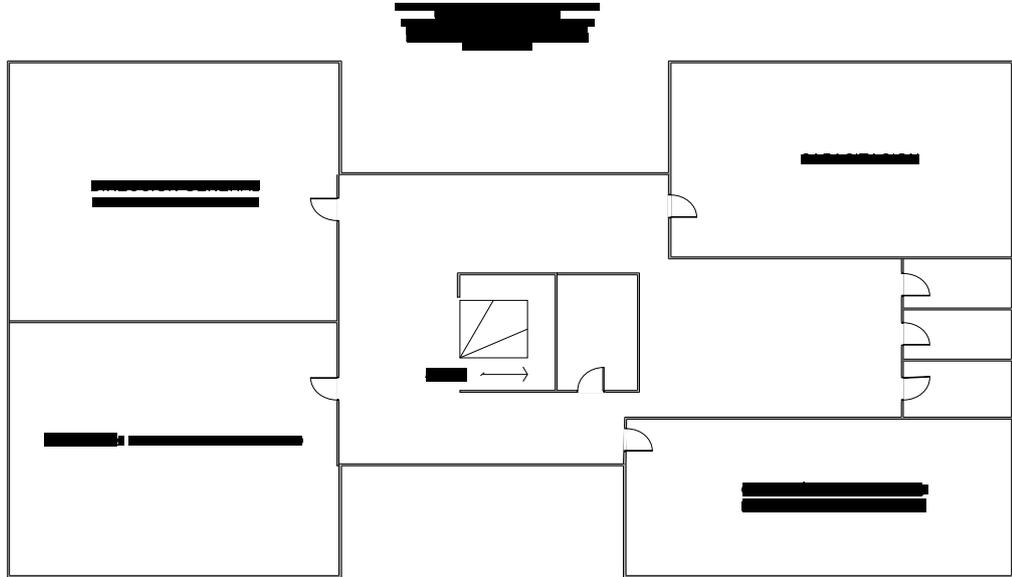


Figura 51. Mapa 14

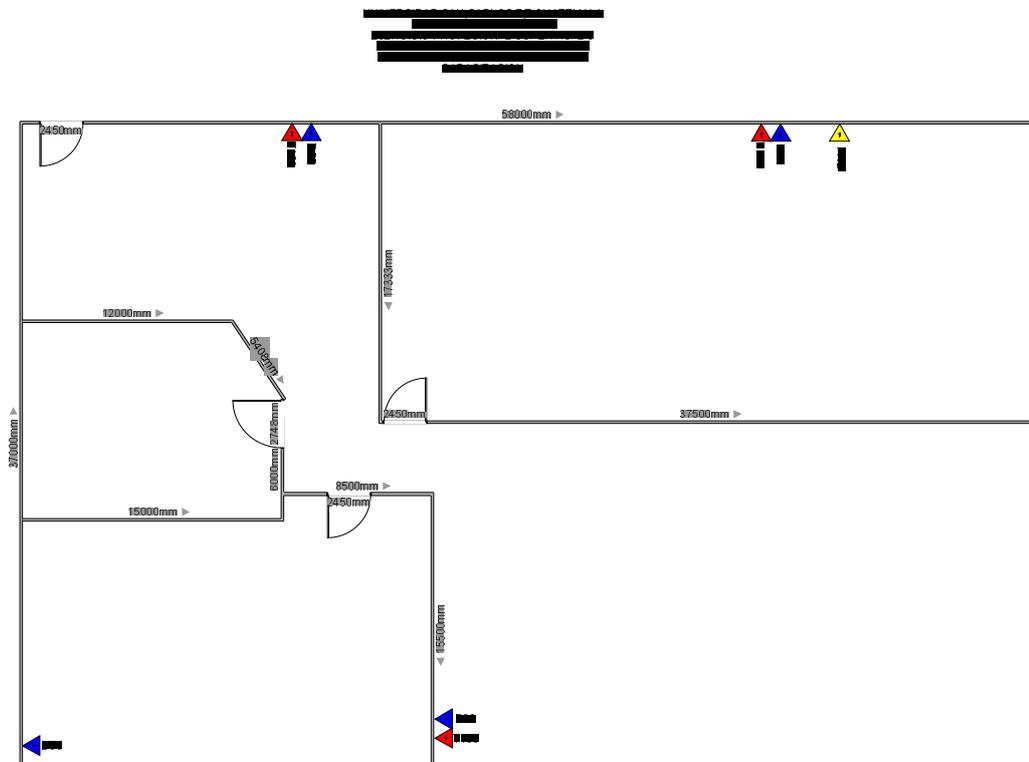


Figura 52. Mapa 15

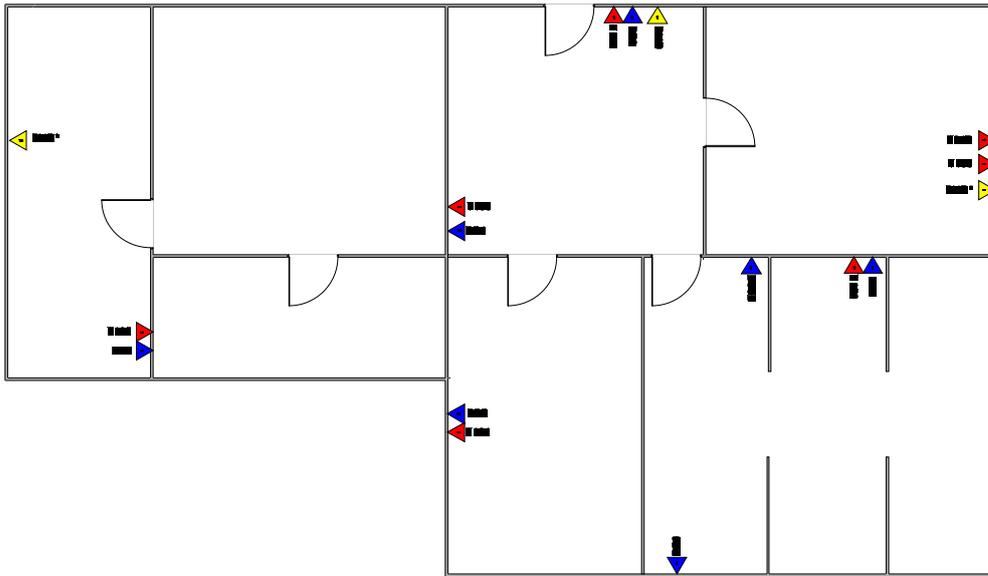


Figura 53. Mapa 16

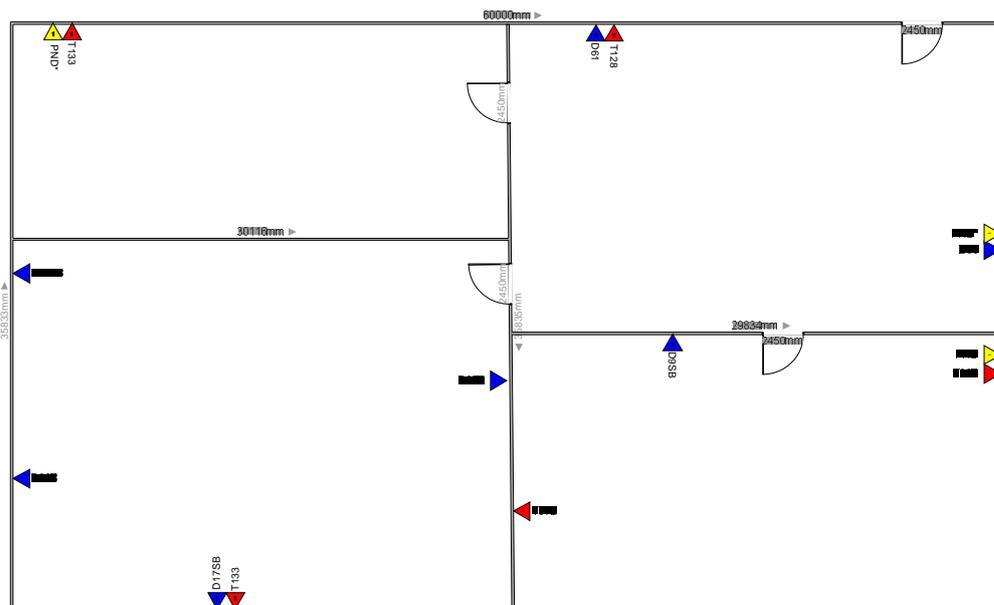


Figura 54. Mapa 17

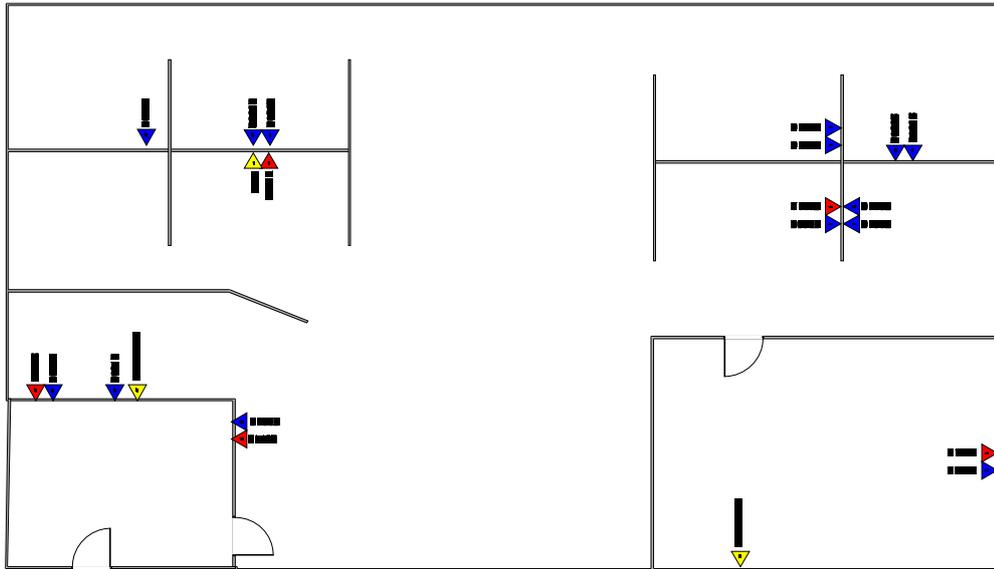


Figura 55. Mapa 18

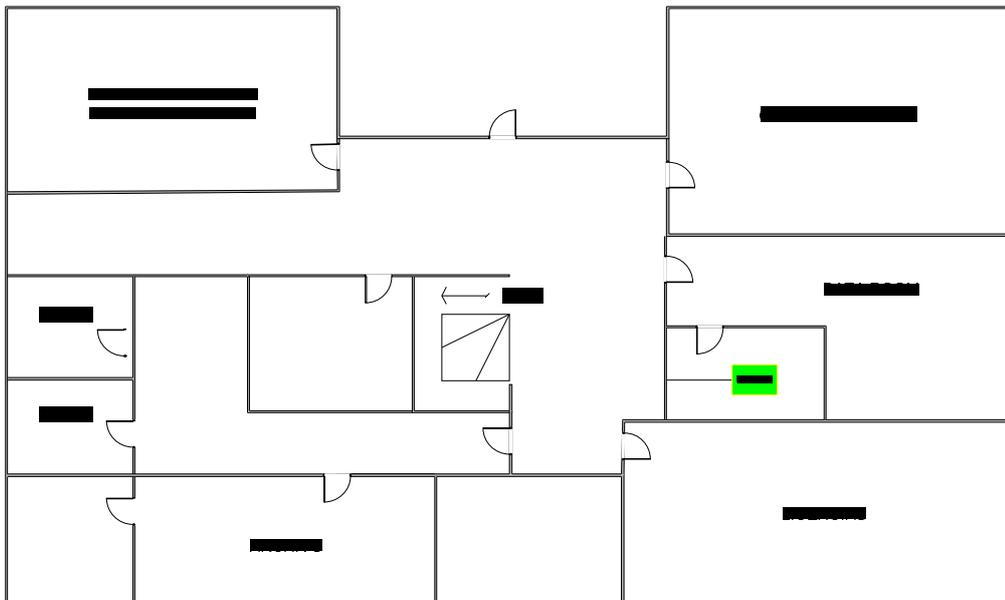


Figura 56. Mapa 19

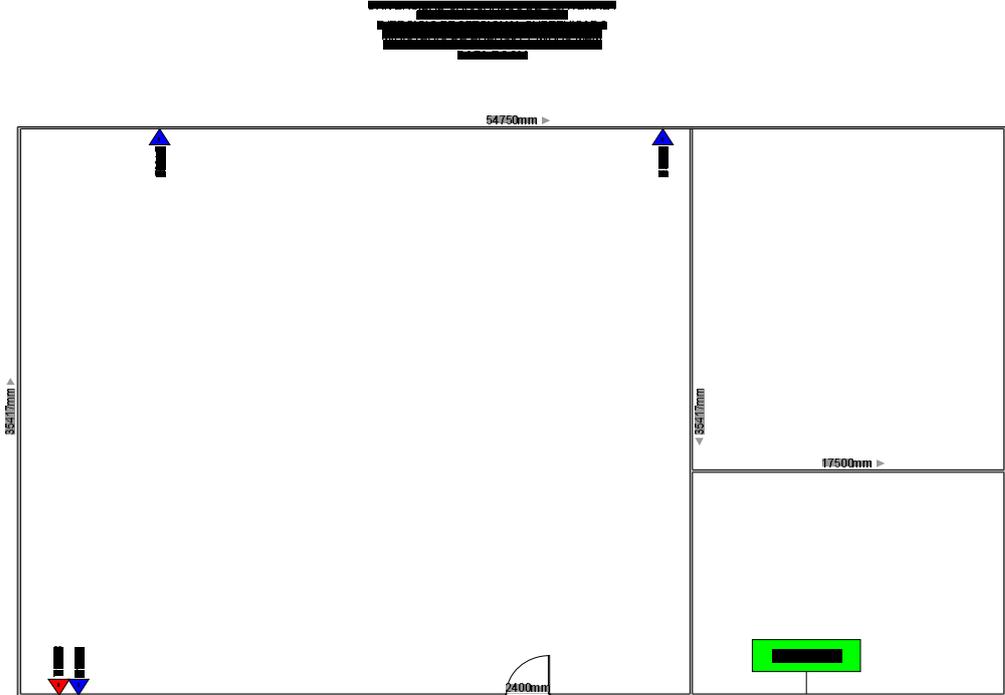


Figura 57. Mapa 20

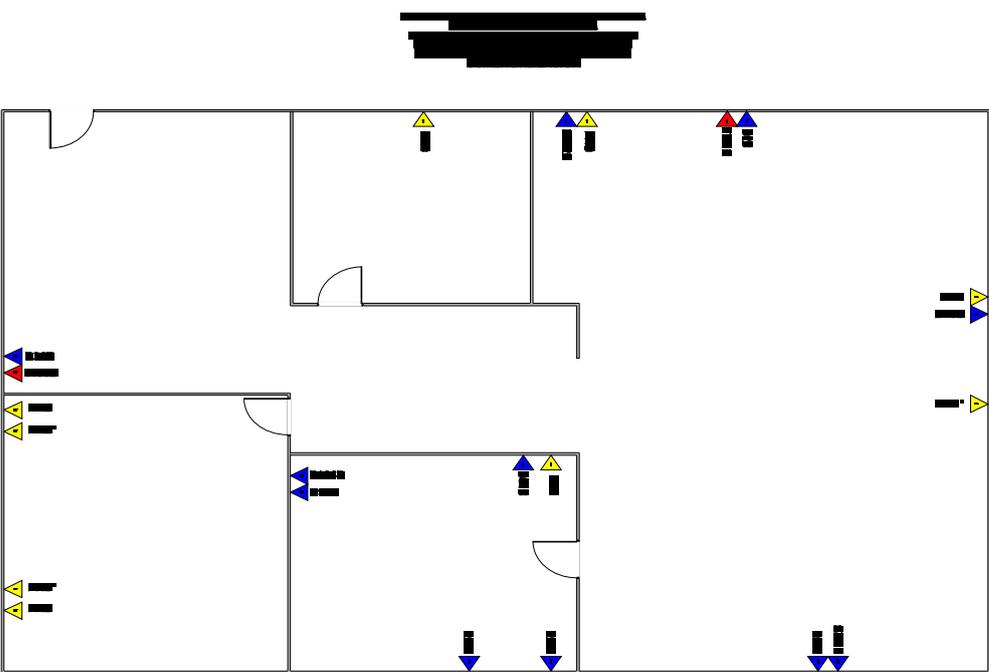


Figura 58. Mapa 21

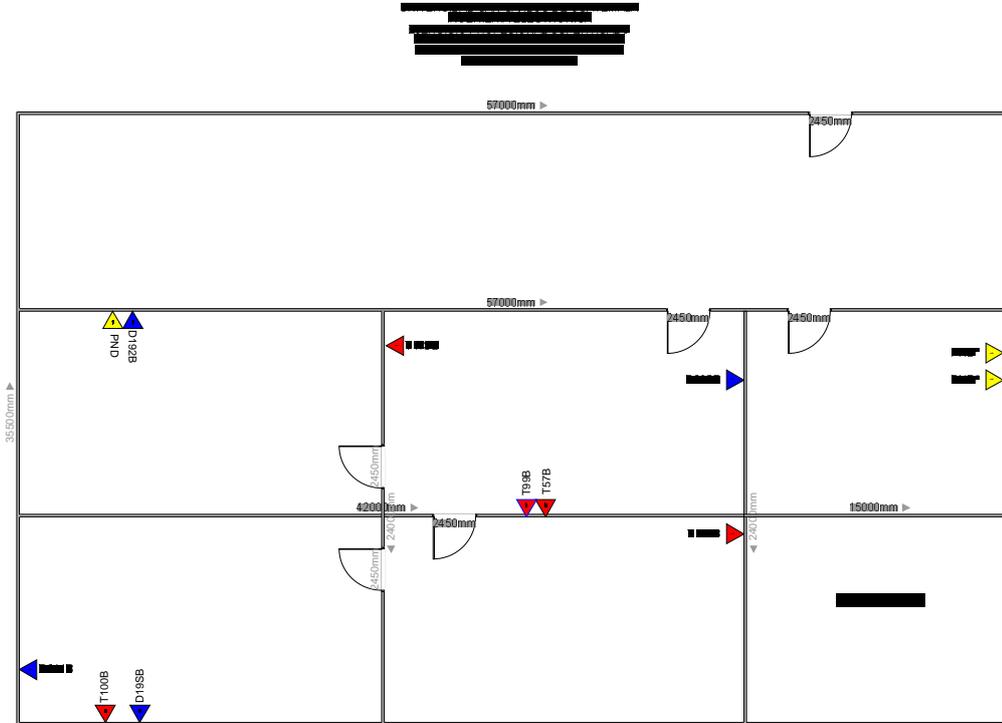


Figura 59. Mapa 22

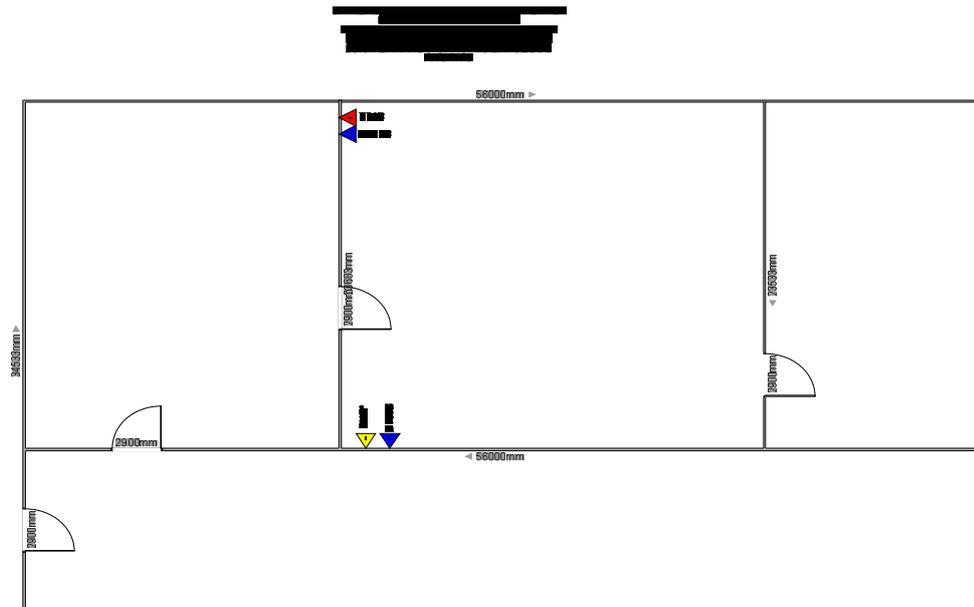


Figura 60. Mapa 23

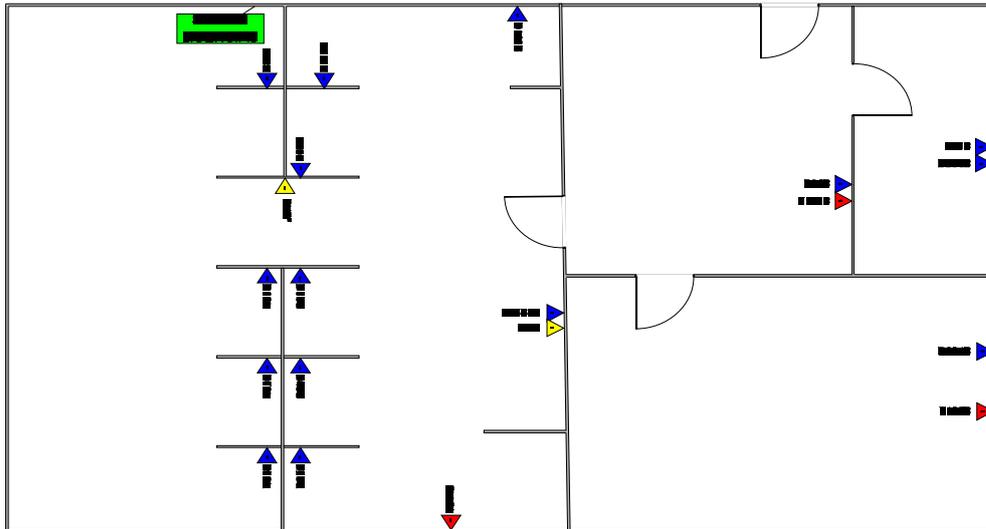


Figura 61. Mapa 24

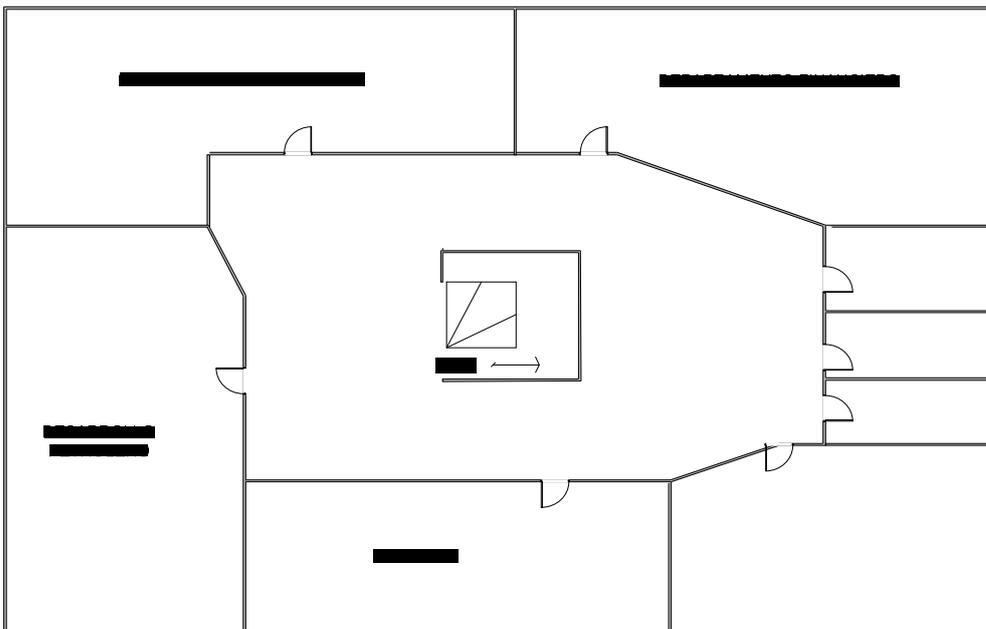


Figura 62. Mapa 25

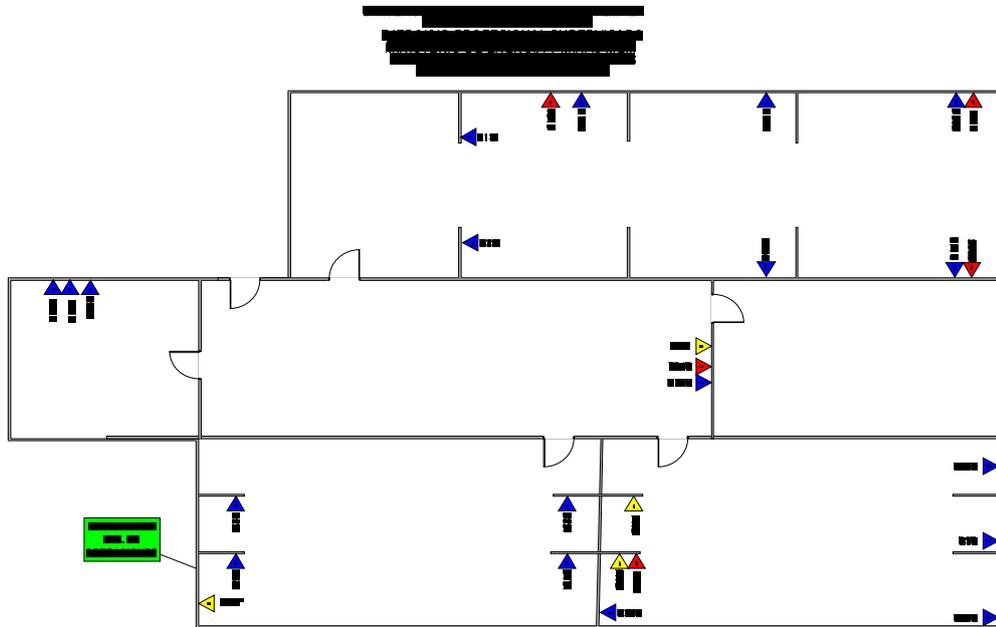


Figura 63. Mapa 26

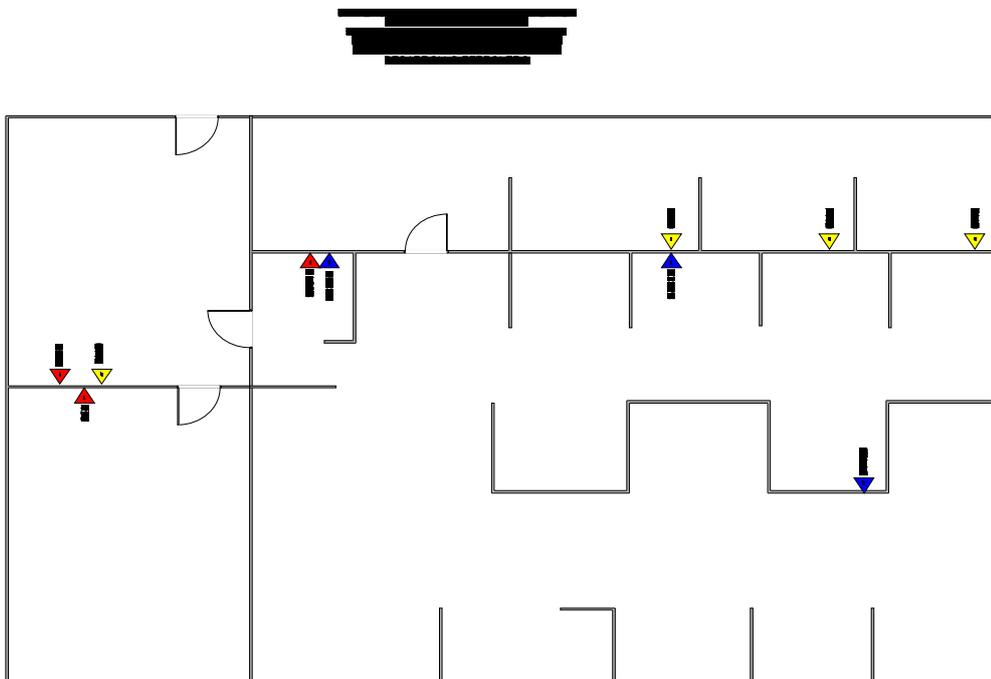


Figura 64. Mapa 27

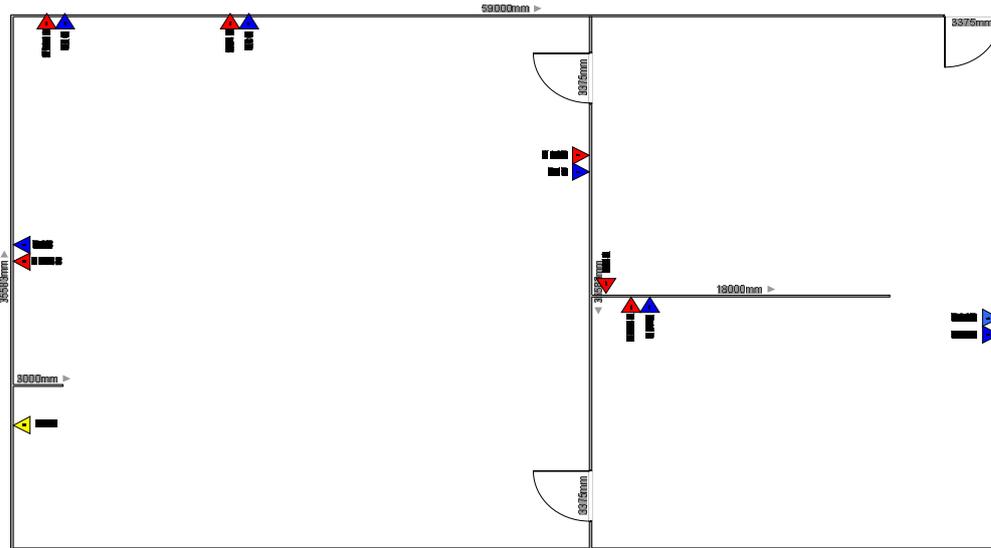


Figura 65. Mapa 28

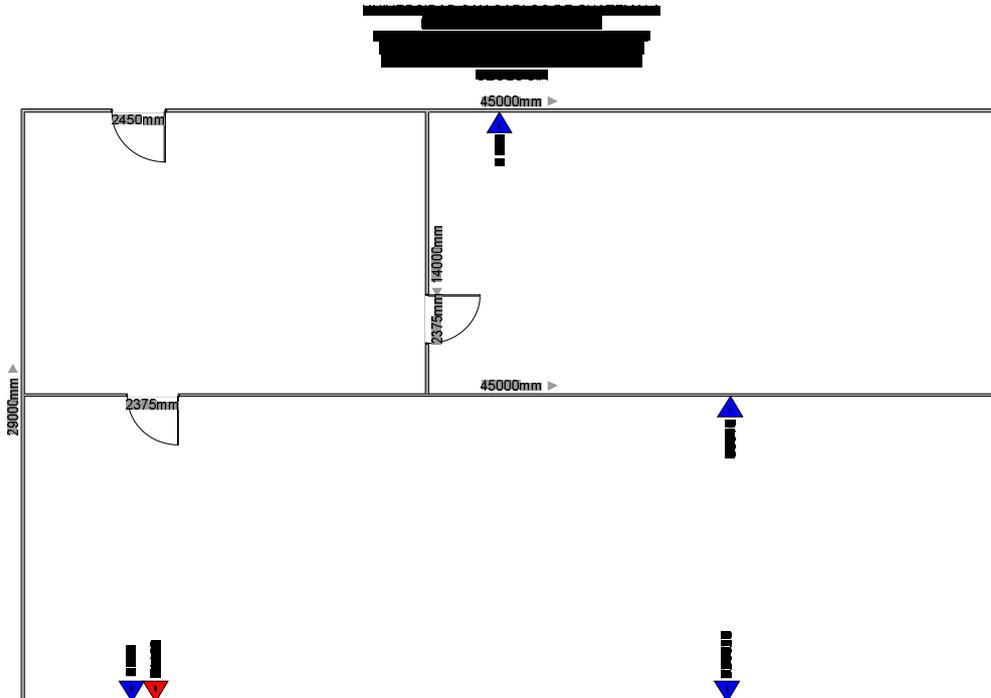


Figura 68. Mapa 31

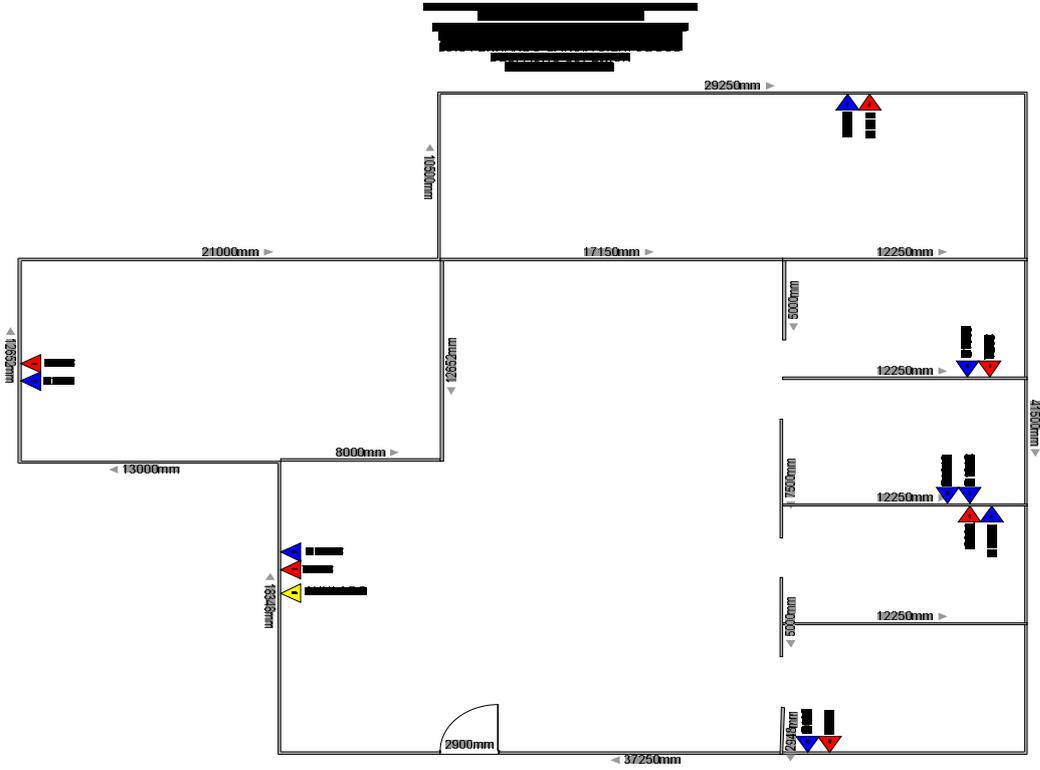


Figura 69. Mapa 32

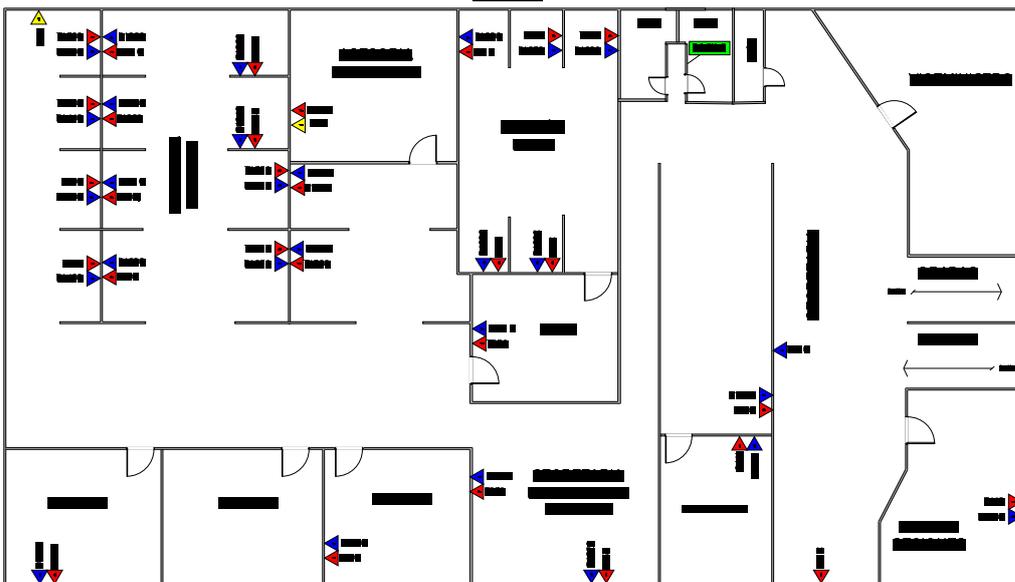


Figura 70. Mapa 33

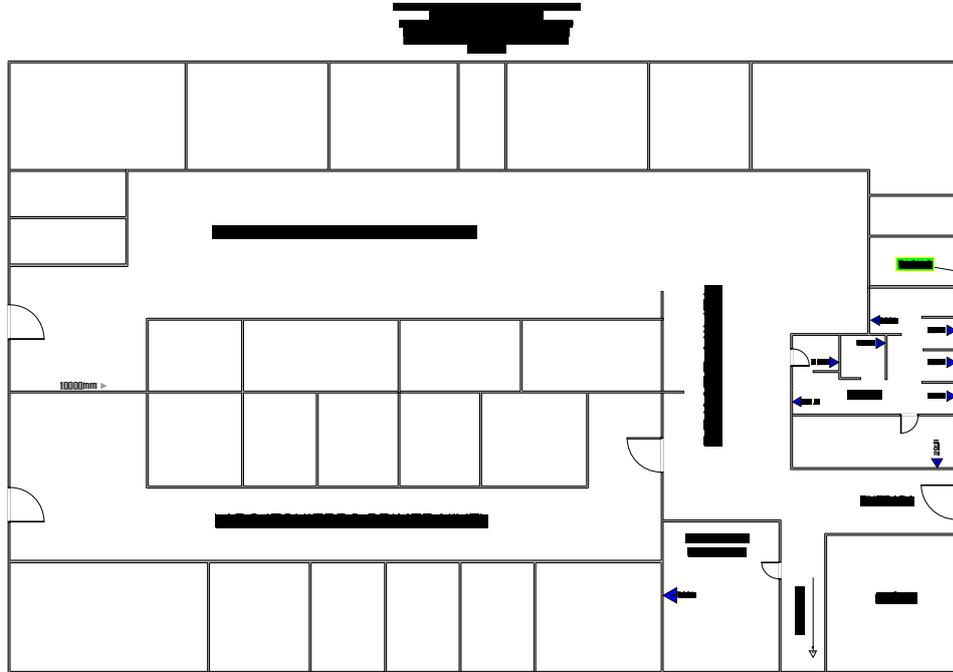


Figura 71. Mapa 34

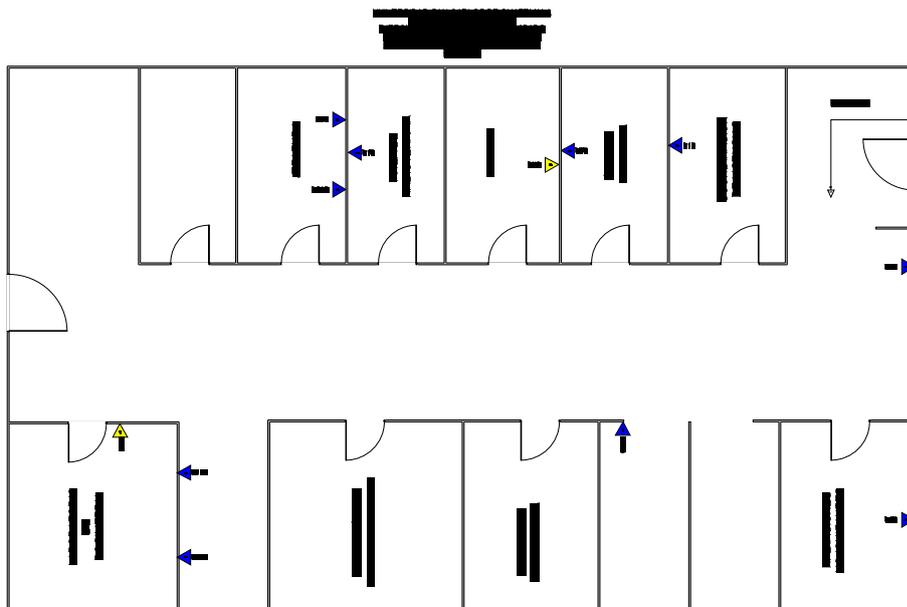


Figura 72. Mapa 35



Figura 73. Mapa 36



Figura 74. Mapa 37

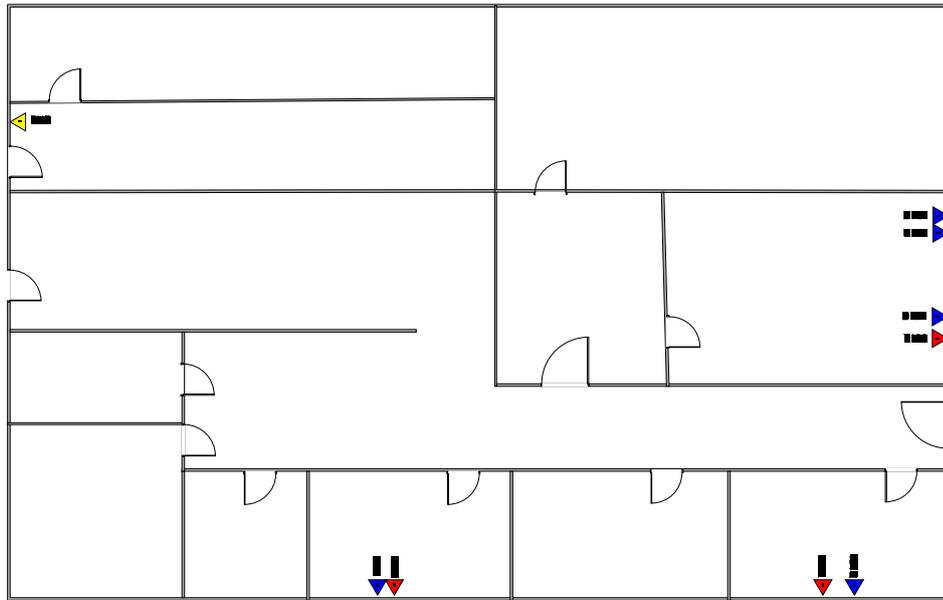


Figura 75. Mapa 38

