

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LINEAMIENTOS SOBRE LA TECNOLOGÍA IP APLICADA EN ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR LA ASIGNACIÓN Y REGISTRO DEL ANCHO DE BANDA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por El Br. García O. Adolfo G.
Para optar el título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LINEAMIENTOS SOBRE LA TECNOLOGÍA IP APLICADA EN ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR LA ASIGNACIÓN Y REGISTRO DEL ANCHO DE BANDA.

Prof. Guía: Ing. Carolina Regoli
Tutor Industrial: Ing. Víctor Carnevali

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por El Br. García O. Adolfo G.
Para optar el título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 14 de noviembre de 2008

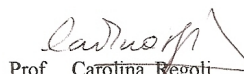
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Adolfo G. García O., titulado:

***“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LINEAMIENTOS SOBRE LA
TECNOLOGÍA IP APLICADA EN ESPECTRO RADIOELÉCTRICO,
NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR LA ASIGNACIÓN Y REGISTRO DEL
ANCHO DE BANDA”***

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Zeldivar Bruzual
Jurado


Prof. William Jota
Jurado


Prof. Carolina Regoli
Prof. Guía



Edificio Escuela de Ingeniería Eléctrica, piso 1, oficina 201, Ciudad Universitaria, Los
Chaguaramos, Caracas 1051, D.F.
TELÉFONOS. (VOZ) +58 212 6053300 (FAX) +58 212 6053105
Mail: eie-com@elecisc.ing.ucv.ve

DEDICATORIA

Le dedico este libro primeramente a Dios por ser mi guía a lo largo de todas las etapas de mi vida personal y profesional.

A mis padres Mercedes y Adolfo, por ser fuente de optimismo y apoyo incondicional en momentos donde las circunstancias eran adversas.

A mi abuela “Nana”, por todas las innumerables veces que rezaba por mis estudios y por confiar tanto en mí.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Al transitar por las diferentes etapas que me permitieron llegar a este punto, se cruzaron muchas personas en mi camino, todas ellas dejaron huella y aprendizaje en mi persona. En estos párrafos quiero agradecer a aquellas que influenciaron positivamente en mi conducta y continúan haciéndolo.

En primer lugar agradezco a toda mi familia, especialmente a mis padres, abuela y hermanos Eduardo, Mercy y Caro; Gracias por todo el apoyo a lo largo de esta fase de mi vida.

A todos los panas, que conocí en la universidad, con los cuales compartí momentos difíciles y unidos logramos salir de ellos: Francisco, Tomás, Rogelio, Cynthia, Domingo, Karina y Elio. A mis amigos Jorge y Ayarith, a los que considero totalmente incondicionales ya que sin esperar nada a cambio, conté en todo momento con su apoyo, amistad y consejo tanto en lo personal como en lo profesional, sin importar el tiempo y las circunstancias..... Muchas gracias!!.

A la Prof. Mercedes Arocha por su amistad y consejos..... Merci beaucoup!!.

A la Prof. María Eugenia, por su confianza, regaños y sugerencias para mejorar y a María Auxiliadora por su ayuda y eficiencia.

Reconocimiento aparte merece el personal de CANTV del piso 8, muy especialmente a Víctor, mi tutor industrial, y a los que considero mis tutores suplentes el Sr. Pedro Luis y la “Generala” Loyra.

Y por último, pero no menos importante, a la Prof. Carolina, que sin ella no hubiese sido posible la entrega y culminación de este libro en el tiempo previsto.

García O., Adolfo G.

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LINEAMIENTOS SOBRE LA
TECNOLOGÍA IP APLICADA EN ESPECTRO RADIOELÉCTRICO,
NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR LA ASIGNACIÓN Y
REGISTRO DEL ANCHO DE BANDA**

Prof. Guía: Ing. Carolina Regoli. Tutor Industrial: Ing. Víctor Carnevali. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: CANTV. 2008. 96+anexos.

Palabras Claves; Internet Protocol, Network Configuration Manager (NETCON), registro de radioenlaces, ancho de banda, levantamiento de planta.

Resumen. Se realizó un proyecto de documentación, donde se crearon los lineamientos que definen el registro de los equipos de radios, con tecnología IP en el manejador de redes (NETCON) adquirido por CANTV. Elaborados los estándares, se registraron en la aplicación los proyectos de modernización ejecutados por la empresa en los años 2006 y 2007, los cuales totalizaban 193 tramos en todo el territorio nacional. La creación y estandarización de tales lineamientos y luego su inclusión en la herramienta permite ahora a CANTV tener un registro y modelaje del levantamiento de planta de cada uno de los terminales instalados, ofreciendo facilidades para la asignación de servicios. Adicionalmente se diseñó un manual que funciona como guía para próximos registros, dicho documento fue validado y forma parte de la biblioteca de publicaciones de la compañía.

ÍNDICE

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE ACRÓNIMOS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5
1. Objetivo General.	5
2. Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO REFERENCIAL	6
2.1 Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela (CANTV)	6
2.1.1 Reseña Histórica.....	6
2.2 Estructura Operacional de la Empresa.	7
2.2.1 Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión (GMAI).....	7
2.3 Proyectos de Modernización de CANTV.	8
2.3.1 Proyecto de Modernización Red de Microondas.	9
2.4 TELCORDIA Technologies.	11
2.4.1 La Corporación.....	11
2.5 Network Configuration Manager (NETCON).	11
2.6 COMMON LANGUAGE TM	13

2.6.1 Familia de Códigos de COMMON LANGUAGE TM.	13
2.6.2 Common Language Location Identification (CLLI).	15
2.6.3 Formatos CLLI.	15
2.7 Modelos de radios utilizados en los proyectos de modernización ejecutados en CANTV.	19
2.7.1 ERICSSON Minilink HC	19
2.7.1.1 Descripción del Equipo.	19
2.7.1.2 Componentes del Sistema.	20
2.7.1.3 Indoor Units (IDU).	20
2.7.1.4 Outdoor Units (ODU).	21
2.7.1.5 Configuración de Terminal Protegido (1+1).	22
2.7.2 ERICSSON Minilink E	22
2.7.2.1 Descripción del Equipo.	22
2.7.2.2 Componentes del Sistema	23
2.7.2.3 Indoor Units (IDU).	24
2.7.2.4 Outdoor Units (ODU).	24
2.7.2.5 Configuración de Terminal Protegido (1+1).	24
2.7.3 ERICSSON MARCONI Long Haul (LH)	25
2.7.3.1 Componentes del Sistema.	25
2.7.4 Otros modelos de radios utilizados.	26
 CAPÍTULO III	 27
MARCO TEÓRICO	27
3.1 Estructura de las Redes de Telecomunicaciones.	27
3.1.1 Capa de Acceso.	27
3.1.2 Capa de Conmutación.	28
3.1.3 Capa de Control.	28
3.1.4 Red de Transporte.	29
3.1.5 Transmisión Analógica y Digital.	29
3.2 Técnicas de Multicanalización.	30
3.2.1 Frequency Division Multiplexing (FDM)	31
3.2.2 Time Division Multiplexing (TDM)	31
3.2.3 Wavelength Division Multiplexing (WDM)	31
3.3 Estructuras de Multicanalización.	33
3.3.1 La Infraestructura PDH.	33
3.3.2 La Infraestructura SONET/SDH.	35
3.4 Pila de Protocolos TCP/IP.	37
3.4.1 Arquitectura del Protocolo TCP/IP.	38
3.4.2 Capa de Acceso a Red.	39
3.4.3 Capa de Red: Internet.	40
3.4.4 Capa de Transporte	42
3.4.5 Capa de Aplicación.	43
3.5 IP: Internet Protocol (Protocolo de Internet).	44
3.5.1 Direcciones IP	45

3.5.2 Las Clases de Direcciones IP.	47
3.5.3 Enrutamiento IP.	48
3.5.4 Tablas de Enrutamiento.....	49
3.6 Encapsulado de Datos en el Modelo de Referencia OSI.	50
3.6.1 Point to Point Protocol (PPP).....	51
3.6.2 Packet Over SDH (POS)	52
3.7 Ethernet	53
CAPÍTULO IV	56
MARCO METODOLÓGICO	56
4.1 Tipo de Estudio	56
4.2 Etapas del Proyecto	57
CAPÍTULO V	62
DESARROLLO DEL PROYECTO	62
5.1 Diseño de los lineamientos que permitan la inclusión de radios con tecnología IP en el manejador de redes NETCON.....	62
5.1.1 Procesos previos a la Elaboración de la Propuesta.	62
5.1.2 Elaboración de la Propuesta.	67
5.1.3 Validación e Implementación de la Propuesta	70
5.2 Manual: “Metodología para el Registro de Equipos, Redes, Órdenes de Servicios y Asignaciones de Circuitos en el Manejador Network Configuration Manager v.7.0.3 (NETCON)”.	73
5.2.1 Elaboración del Manual.	73
5.2.2 Aprobación e Incorporación del Manual a la Biblioteca de CANTV.....	75
5.3 Instrumento de Evaluación para los Lineamientos Definidos en la Metodología del Manual Desarrollado.....	76
CAPÍTULO VI.....	79
ANÁLISIS DE RESULTADOS	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de la Gerencia General Tecnología y Operaciones	7
Figura 2: Familia de códigos COMMON LANGUAGE [8]	14
Figura 3: Modelo de capas de TCP/IP y OSI. [20]	39
Figura 4: Estructura de datagramas IP [20].....	41
Figura 5: Formato de mensaje UDP [20]	42
Figura 6: Formato de segmento TCP [20].....	43
Figura 7: Dirección IP [20]	46
Figura 8: Ubicación de Red y Host [20]	47
Figura 9: Encapsulado de datos [7]	51
Figura 10: Encapsulamiento PPP	52
Figura 11: Packet over SDH (POS) [24].....	52
Figura 12: Trama Ethernet [7].....	54
Figura 13: Ejemplo de enlaces en el Edo. Nueva Esparta [1].....	69
Figura 14: Gráfico de puntajes individuales de las encuestas.....	82
Figura 15: Tramos registrados por proyecto.	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Formato de los elementos de CLLI [8]	18
Tabla 2: Equivalencias en tasa de transmisión entre SONET y SDH [12]	36
Tabla 3: Estándar definido para el registro [18].....	64
Tabla 4: Ejemplos de la aplicación del estándar [18]	64
Tabla 5: Puntaje promedio obtenido por bloques de preguntas.	79
Tabla 6: Puntuación máxima, mínima y promedio obtenida.	80
Tabla 7: Porcentaje de aceptación, por bloques	81

LISTA DE ACRÓNIMOS

ADSL: Línea de abonado digital asimétrica (siglas derivadas del inglés, “Asymmetric Digital Subscriber Line”).

AMM: Módulo de acceso o sub-bastidor (siglas del inglés, “Access Module Magazine”).

CIC: Centro de Interacción Corporativa de la empresa CANTV.

CIRE: Centro de Información de la Red de la empresa CANTV.

CLLI: Código identificador de localidades (siglas del inglés, “Common Language Location Identification”).

CLR: Etiqueta de asignación de circuito (siglas del inglés, “Circuit Layout Record”).

ETU: Unidad de Ethernet (siglas del inglés, “Ethernet Unit”).

GMAI: Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión.

HC: Alta capacidad (siglas del inglés, “High Capacity”).

IDU: Unidad interna (siglas del inglés, “Indoor Unit”).

IP: Protocolo de Internet (siglas del inglés, “Internet Protocol”).

MMU: Unidad de módem (siglas del inglés, “Modem Unit”).

NETCON: Administrador de redes (siglas del inglés, “Network Configuration Manager”).

LH: Tramos largos (siglas del inglés, “Long Haul”).

ODU: Unidad externa (siglas del ingles, “Outdoor Unit”).

OSI: Modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (siglas derivadas del inglés, “Open System Interconnection”).

PAP: Pase a Producción en la empresa CANTV.

PDH: Jerarquía Digital Plesiócrona (siglas derivadas del inglés, “Plesiochronous Digital Hierarchy”).

PPP: Protocolo Punto a Punto (siglas derivadas del inglés, “Point to Point Protocol”).

POS: Transmisión de paquetes sobre SDH (siglas derivadas del inglés, “Packet Over SDH”).

Slot: Espacio dentro de la estructura del equipo destinado a la instalación de elementos de hardware (tarjetas).

SAU: Unidad de Acceso de Servicios (siglas derivadas del inglés, “Service Access Unit”).

SDH: Jerarquía Digital Sincrónica (siglas derivadas del inglés, “Synchronous Digital Hierarchy”).

SMU: Unidad multiplexora (siglas derivadas del ingles, “Switch Multiplexing Unit”).

SONET: Estándar para el transporte de telecomunicaciones en redes de fibra óptica (siglas derivadas del inglés, Synchronous Optical Network).

TRU: Unidad de Trafico (siglas derivadas del ingles, “Traffic Unit”).

INTRODUCCIÓN

La compañía CANTV actualmente satisface las necesidades de comunicación en poblaciones donde no existe la posibilidad de prestar el servicio a través de la plataforma de cableado, por este motivo son utilizadas redes de transmisión basadas en sistemas de radio de microondas terrestres. Muchos de esos sistemas de radio comenzaron siendo analógicos, y progresivamente se han realizado proyectos de modernización donde se busca reemplazarlos con equipos de tecnología digital. A la empresa CANTV le fue designada funcionalmente en el año 2005, por el Ejecutivo Nacional, la instalación de transmisores con tecnología IP, y partir de la nacionalización de la empresa en el año 2007 se planteó como meta instalar hasta 600 transmisores para lograr el desarrollo de las telecomunicaciones en el país.

El proceso de PAP o “Pase a Producción” es el momento en el cual la Gerencia General de Tecnología y Operación formaliza la recepción de la Operación, Mantenimiento, Administración, Soporte y Monitoreo de las plataformas o servicios requeridos por el cliente. Uno de los requisitos para el PAP de los transmisores corresponde a su registro en el manejador de redes *NETCON*, con la finalidad de poder conocer y controlar el estado del servicio de cada uno de los transmisores instalados.

Durante los tres últimos años se han desarrollado proyectos de expansión y modernización de las redes actuales. Proyectos como Neurona 2006, Neurona 2007, ADSL 2006 y Centinela 2008 han permitido instalar más de trescientos transmisores de esta novedosa tecnología pero hasta el momento no han podido ser registrados en el manejador *NETCON* para de esta manera asignar el uso del ancho de banda de cada uno de ellos, mantener un inventario y modelar los tramos nuevos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa CANTV al ser la empresa líder en las telecomunicaciones a nivel nacional, necesita tener el control de su infraestructura tecnológica para lograr asignaciones de ancho de banda confiables y asegurar además la calidad del servicio al cliente. Por esta razón se plantea la necesidad de diseñar los lineamientos tecnológicos que permitan incluir a los transmisores con tecnología IP en el manejador de redes actualmente utilizado (NETCON); de esta manera se tendrá control sobre los enlaces radioeléctricos y a su vez acceso a la información de los mismos de una manera rápida y confiable.

Basado en lo descrito en el párrafo anterior, la razón de este proyecto radica en crear, definir y estandarizar la metodología a utilizar para iniciar el registro y clasificación de todos aquellos equipos y enlaces, con tecnología IP, que han sido instalados en el país desde el año 2006. De esta manera se logrará cargar en el manejador de redes Network Configuration Manager (NETCON) tanto los equipos como los tramos, que debieron ser registrados mucho antes de la fecha de su puesta en funcionamiento.

Uno de los requisitos fundamentales para el “Pase a Producción” de los equipos y tramos instalados corresponde a la carga previa de ellos en el manejador de redes NETCON. Al no ser registrados dichos equipos y tramos, la gerencia correspondiente no puede tomar responsabilidades sobre los mismos y hacerse cargo de la operación, gestión y mantenimiento de todo lo instalado. Actualmente más de 150 enlaces se encuentran bajo la responsabilidad directa de la Gerencia de Ingeniería y Construcción de la Red, teniendo ésta que hacer funciones de gestión e inspección

en los sitios con fallas, ya que no se cuenta con uno de los tantos requisitos necesarios para delegar esas funciones a la unidad encargada de la operación y mantenimiento de los proyectos desarrollados.

Por tal motivo se elaborará un manual donde se presente de manera explicativa la forma adoptada para realizar la carga de equipos y enlaces en el manejador de redes (NETCON), igualmente se realizarán los trámites necesarios para que el manual resultante de este trabajo sea publicado por la empresa CANTV en el Centro de Información de la Red (CIRED) para que los diferentes entes involucrados tengan acceso al documento y quede estandarizado, de alguna manera, el proceso de registro.

JUSTIFICACIÓN

Los continuos avances tecnológicos hacen que sea necesaria una actualización constante de los procesos y equipos utilizados en la infraestructura de los países que esperan estar a la par del desarrollo mundial. Aunque por los momentos tecnologías como SDH y PDH funcionan sin contratiempos en las redes actuales, comienza a evidenciarse la salida al mercado de tecnologías que representarán el futuro de las comunicaciones a nivel mundial.

Actualmente CANTV busca una migración hacia las redes inteligentes, por ello es necesario introducir tecnologías como IP en el modelo de redes actual, de tal forma que pueda convivir sin ningún problema de compatibilidad con tecnologías como SDH y PDH las cuales progresivamente irán descontinuándose hasta desaparecer del esquema de la red de transporte nacional. Para esto es importante conocer y controlar la estructura técnica de las diferentes redes de transporte actuales, ya que mientras más información actualizada se posea de un enlace es más fácil el proceso de modernización y gestión del mismo.

El proyecto planteado consiste en establecer las bases metodológicas que permitan tener acceso a información técnica de manera rápida y confiable, lo que ofrecerá un incremento en la productividad de la empresa al momento de asignar servicios o comprobar el estado de un proyecto ya instalado.

De allí la importancia de este proyecto, ya que es una contribución a la construcción de un desarrollo en las telecomunicaciones en Venezuela para ubicar al país a la vanguardia con los avances tecnológicos internacionales.

OBJETIVOS

1. Objetivo General.

Elaborar los lineamientos que permitan incluir los enlaces radioeléctricos que operan en Tecnología IP, con la finalidad de garantizar su utilización en las redes actuales, requisito necesario para la optimización de la implementación de los diversos planes de instalación de equipos que adelanta la empresa CANTV.

2. Objetivos Específicos.

- Elaborar una propuesta de los lineamientos, recomendaciones, metodología y estándares, referentes a los procesos de registro y asignación de circuitos en transmisores radioeléctricos de la tecnología IP.
- Implementar dicha propuesta en los equipos y enlaces ya instalados, de tal manera que se realice el registro de los transmisores, para su inventario, asignación y control de usuarios.
- Determinar los lineamientos existentes con respecto al uso de transmisores de tecnología IP y la posibilidad de multiplexar su trama de datos y obtener E1s para aplicaciones PDH.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela (CANTV)

2.1.1 Reseña Histórica.

La Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, conocida como CANTV, fue fundada en 1930, y hoy en día es el proveedor líder de servicios de telefonía fija, móvil, Internet y servicios de información del país [1].

La CANTV del siglo XXI es la insignia de las telecomunicaciones en Venezuela. CANTV es mucho más que equipos, redes y sistemas; es una Corporación que aglutina diferentes públicos de interés y que gravita en torno a una actividad en constante expansión y renovación tecnológica [1].

Cuenta con una amplia cobertura de puertos ADSL para poder brindar el servicio de acceso a Internet de banda ancha en todo el país, siguiendo un plan de instalación de 130.000 puertos anuales en la red de IP (Internet Protocol) que ofrezca en promedio más velocidad, hasta 3.448 kbps por cliente, como mínimo [1].

El 22 de mayo de 2007, luego de un proceso de compra de acciones, el Estado venezolano concretó la nacionalización de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, CANTV. La Nueva CANTV declara como principio irrenunciable, que el acceso a las telecomunicaciones es un derecho humano fundamental. Por ese motivo llevará los servicios de telecomunicaciones a todos los rincones del territorio nacional, ofrecerá servicios de telefonía básica a todo centro

poblado con más de 500 personas y reinvertirá el 60% de las ganancias de la empresa en función de las necesidades de telecomunicaciones del pueblo venezolano [1].

2.2 Estructura Operacional de la Empresa.

Dentro de la estructura de la empresa se encuentra La Gerencia General de Tecnología y Operaciones, que a su vez tiene diez gerencias de primera línea asociadas. La Gerencia de Ingeniería y Construcción de Redes tiene bajo su mando a la Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión, a la cual pertenece el desarrollo del proyecto elaborado.

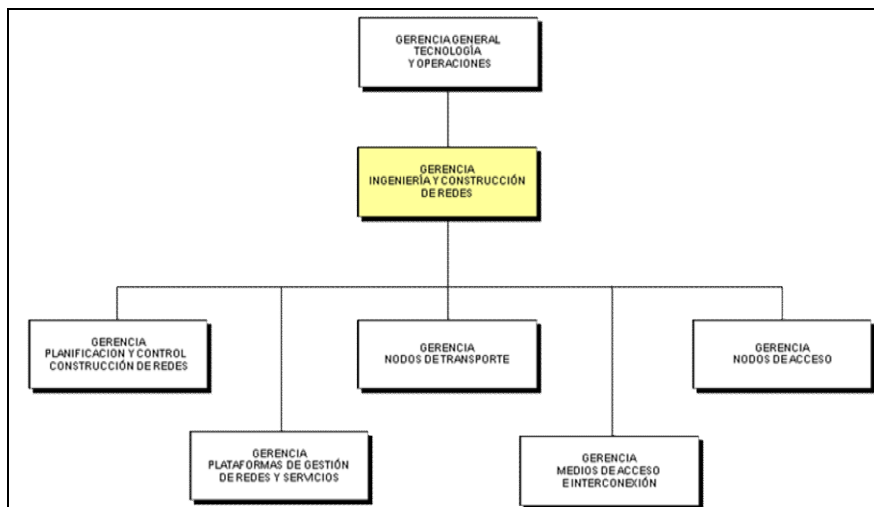


Figura 1: Estructura de la Gerencia General Tecnología y Operaciones

2.2.1 Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión (GMAI).

La GMAI (Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión) tiene asignadas las siguientes funciones dentro de la empresa: [5]

- Desarrollo de ingeniería de proyectos de expansión y ampliación de redes y soluciones integrales para medios inalámbricos de acceso e interconexión, medios alámbricos de última milla y enlaces interurbanos de fibra óptica.
- Construcción de proyectos de medios inalámbricos de acceso e interconexión, medios inalámbricos de última milla y enlaces interurbanos de fibra óptica.
- Planificación y control de contratación de obras alámbricas de acceso e interconexión.
- Conversiones y transferencias de números y redes.
- Inventario de activos de medios
- Gestión del espectro de frecuencias.
- Carga de seriales.
- Administración/soporte de catastro digitalizado de la red para medios de acceso e interconexión.
- Gestión centralizada de permisología de infraestructura a nivel nacional.
- Control y actualización permanente del inventario de las plataformas de medios inalámbricos de acceso e interconexión.
- Apoyo en la elaboración de solicitud de información (RFI), de cotización (RFG) y requisición de órdenes de compra (RFP) para medios inalámbricos
- Elaboración de ofertas técnico-económicas.
- Administración de presupuestos de inversión del área.
- Evaluación del desempeño de contratistas.

2.3 Proyectos de Modernización de CANTV.

La empresa CANTV tiene el deber de ofrecer servicios óptimos de comunicación a sus clientes a la par de los desarrollos tecnológicos mundiales. Es por ello que constantemente es necesario el diseño de proyectos de expansión y/o modernización de las redes existentes [1].

Diseños como NEURONA, ADSL plantean la migración de centrales analógicas a nodos multi-servicios con interconexión directamente en IP (Internet Protocol), lo que permitirá ofrecer una gama de servicios limitados en las centrales analógicas, dar valores agregados a los clientes, y poder contar con un control centralizado de todos los servicios de voz y datos.

2.3.1 Proyecto de Modernización Red de Microondas.

El Proyecto “Modernización Red De Microondas 2007”, fue concebido por la Unidad de Planificación e Ingeniería unificando los requerimientos de los Proyectos de NEURONA 2007 y ADSL 2007 con el fin de evitar solicitudes repetidas, esfuerzos y enlaces duplicados entre localidades que son requeridas por ambos proyectos [1].

Para facilitar el cálculo, planificación, procura, instalación y puesta en servicio se dividió el proyecto en dos partes. La primera fase fue desarrollada en el segundo semestre del año 2007, y se ejecutó la instalación de:

- 136 Tramos de enlaces de Microondas, marca Ericsson, modelo MiniLink High Capacity (HC), capacidad de 155 Mbps, configuración 1+1 distribuidos en los Estados: Apure, Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Distrito Capital, Falcón, Guarico, Lara, Miranda, Monagas, Portuguesa, Táchira, Yaracuy y Zulia
- 1 Tramo de enlaces de Microondas, marca Ericsson, modelo Long Haul (LH), capacidad de 2x155 Mbps, configuración 2+1 a ser instalados entre el Rep. Totumillos (Yaracuy) – Chivacoa (Yaracuy).
- 1 Tramo marca Ericsson, modelo Long Haul (LH), capacidad de 3x155 Mbps, configuración 3+1 a ser instalado en la localidad de Barquisimeto (Lara) - Rep. Totumillos (Yaracuy).

La segunda fase de dicho proyecto no ha sido aún desarrollada del todo, por ello pasó a formar parte del proyecto NEURONA 2008.

Así como existe el proyecto de “Modernización Red de Microondas 2007”, existe igualmente el correspondiente al año 2006, dicho proyecto fue culminado en el primer semestre del año 2007 y consistió en la instalación de:

- 6 Tramos de enlaces de Microondas, marca Airspan, modelo AS-3030, capacidad de 48 Mbps, configuración 1+0 a ser instalados en los estados Aragua, Táchira, Barinas y Carabobo.
- 9 Tramos de enlaces de Microondas, marca Alcatel-Lucent, modelo LSY9600, capacidad de 7x155 Mbps, configuración 7+1 a ser instalados en el Táchira y Apure.
- 7 Tramos de enlaces de Microondas, marca Nec, modelo Pasolink MX, capacidad de 80 Mbps, configuración 1+0 a ser instalados en los estados Falcón, Táchira, Lara, Yaracuy y Monagas.
- 36 Tramos marca Ericsson, modelo Minilink E, capacidad de 34x2 Mbps, configuración 1+1 a ser instalado en los estados Barinas, Vargas, Portuguesa, Trujillo. Sucre, Táchira, Falcón, Anzoátegui, Mérida, Zulia, Bolívar, Yaracuy y Lara.

En este proyecto los registros a realizar en el manejador de redes NETCON corresponden a los relacionados con los planes de modernización de los años 2006 y 2007, lo que hace un total de 196 tramos. De todas formas quedarán sentadas las bases para registros de años por venir y demás proyectos planificados.

A modo de información se puede comentar que los proyectos de modernización del año 2008 están en proceso de diseño y pruebas pertinentes antes del inicio de la instalación.

2.4 TELCORDIA Technologies.

2.4.1 La Corporación.

Telcordia es un proveedor de aplicaciones corporativas para redes de telecomunicaciones y de servicios para IP, líneas fijas, inalámbricas y cable. Las soluciones de Telcordia ayudan a que los operadores reduzcan sus costos y aumenten sus ingresos en forma notable. Telcordia es una compañía independiente con oficinas centrales en Piscataway, New Jersey (EUA) y oficinas de ventas y servicios en más de 15 países. [22]

Telcordia mantiene relaciones de negocios con importantes empresas en America del Sur y el Caribe, entre ellas CANTV, a las que suministra los servicios de inventario y administración de recursos, siendo el más importante el Network Configuration Manager (NETCON) [22].

2.5 Network Configuration Manager (NETCON).

El Network Configuración Manager (NETCON) es una aplicación que permite realizar de manera automatizada la administración de redes, circuitos, servicios y configuraciones de facilidades, simplificando así el complejo trabajo de asignaciones de circuitos en redes y la administración del inventario de la red de transporte. Con esta herramienta, ingenieros y planificadores pueden ver y administrar el estatus de equipos y facilidades relacionadas con redes y servicios NGN, TDM, SONET/SDH, circuitos de servicios especiales, sistemas de transporte y troncales de servicio.

NETCON minimiza los errores ocasionados por la administración manual de las redes, asegura el servicio y acelera el despliegue de nuevos equipos mediante el

mantenimiento de una base de datos detallada de los enlaces instalados. Esta herramienta también permite tener una base de datos compartida, mediante la integración de otras aplicaciones existentes en el mercado de ingeniería y gestión de la red.

Entre las características principales por las cuales las compañías buscan utilizar esta herramienta para la administración de las redes de transporte se tienen las siguientes:

- Creación y mantenimiento de un inventario asignable.
- Seguimiento de completación y entrada de órdenes de servicio.
- Asignación de puntos y nodos.
- Creación y mantenimiento de órdenes, circuitos y la base de datos detallada.
- Proporciona información detallada del enlace, generación de órdenes de servicio y envío de personal de mantenimiento.
- Soporta el estándar universal COMMON LANGUAGE TM.
- Modela el enlace mediante herramientas como descripción de equipos, enlaces, circuitos y seguimiento de reportes.
- Soporta el aprovisionamiento de servicios ofrecidos por el cliente tales como: POTS, VoIP, servicios xDSL, Frame Relay, ATM, PVC entre otros.

En un ambiente donde las redes de transporte se encuentran en constante expansión, tanto en tamaño como en complejidad, es necesaria una solución que permita de la manera más rápida y eficiente posible, convivir con los crecimientos tecnológicos actuales. La visión de la empresa Telcordia Technologies es lograr que la aplicación se posicione como el mayor administrador de redes paquetizadas (NGN) y redes centralizadas de transporte. Actualmente la aplicación cuenta con el reconocimiento de la International Engineering Consortium (IEC) como el producto mejor posicionado para las exigencias actuales en administración de redes.

2.6 COMMON LANGUAGE TM.

Common Language (Lenguaje Común) es un estándar para la identificación y localización de elementos en una red de telecomunicaciones a través del uso de códigos y registros. Es un producto desarrollado y administrado por la compañía Telcordia Technologies; está compuesto por familias de códigos que identifican rubros específicos de la red, su interacción en los sistemas de operación (OSS) potencializa su beneficio mediante una sencilla identificación de los elementos de la planta, manejo de inventarios, planes e inversión [8].

Los beneficios que brinda este estándar a la empresa son muchos, a continuación se encuentran algunos de ellos.

- Es un lenguaje universal dentro de la industria de las telecomunicaciones e información que favorece la comunicación entre personas y sistemas.
- Está diseñado para ser usado en la identificación de los equipos y lugares de una manera consistente.
- Identifica los elementos de una red de telecomunicaciones de manera única a través de un nombre.
- Mejora la administración de la red.
- Reduce errores de operación y mantenimiento.
- Facilita la interconexión con otras redes.

2.6.1 Familia de Códigos de COMMON LANGUAGE TM.

De toda la familia de códigos mostrada en la figura siguiente, en CANTV se implementan sólo cuatro (4) de éstas; a corto y mediano plazo se espera realizar una estandarización de los códigos, haciendo uso de alguna más.

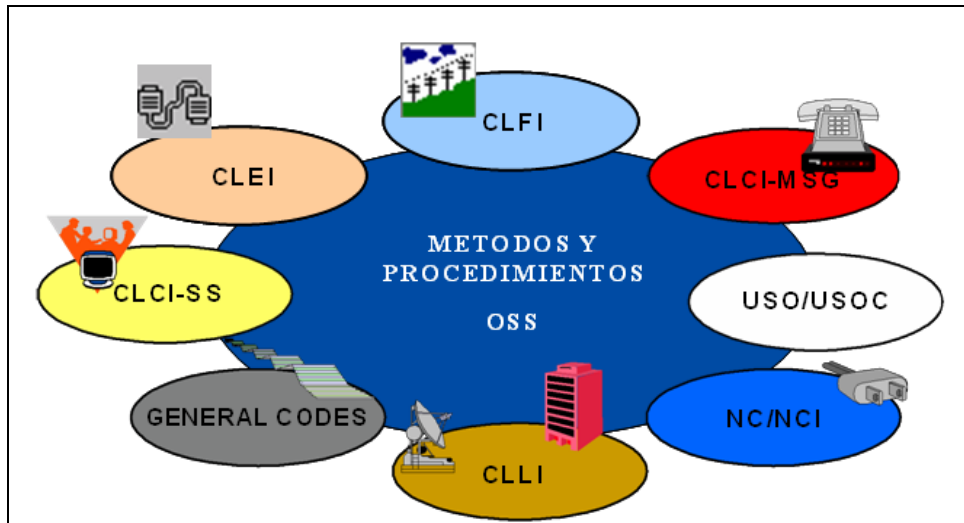


Figura 2: Familia de códigos COMMON LANGUAGE [8]

A continuación se presenta una breve descripción de los códigos usados en el país, donde el más importante para el desarrollo del proyecto es el CLLI (Location Id):

- **CLLI (Location Id):** Es un localizador geográfico de puntos de interés para una empresa de comunicaciones (localidades, edificios, clientes, entidades de conmutación dentro de edificios, elementos fuera de centrales como pozos, antenas, postes etc.).
- **CLFI (Facility Id):** Se encarga de identificar enlaces o facilidades de transmisión a nivel físico y lógico.
- **CLCI-SS (Special Services Id):** Se emplea para identificar circuitos de servicio especial (enlace de comunicación tarifado y utilizado exclusivamente por un cliente).
- **CLEI (Equipment Id):** Se emplea en la identificación del equipo usado en la empresa de comunicaciones y está orientado a la funcionalidad.

2.6.2 Common Language Location Identification (CLLI).

La familia de códigos CLLI (COMMON LANGUAGE LOCATION IDENTIFICATION) como su nombre lo indica, tiene por objetivo crear identificadores únicos y consistentes de ubicaciones a nivel mundial para los usuarios de este estándar. Los códigos CLLI son la base para comenzar a construir la identificación de los elementos de la red, ya que como puede entenderse, cada elemento deberá estar asociado a una localización en particular.

Un código CLLI debe ser desarrollado para cualquier sitio de interés para la red donde sea necesario identificar la localización de equipo, facilidades, troncales, servicios y/o puntos de interfaz con alguna otra red o cliente [8].

Para su construcción y administración, los licenciantes de esta familia de códigos cuentan con una herramienta de software llamada CLONES (COMMON LANGUAGE ON-LINE ENTRY SYSTEM). En ella deben ser creados y almacenados todos los códigos CLLI que empleará la empresa.

2.6.3 Formatos CLLI.

Esta familia se compone de 4 formatos básicos orientados a la identificación de ubicaciones de cierto tipo. Dichos formatos son: [8]

- Network Site: Identifica edificios.
- Network Entity: Identifica categorías funcionales dentro de los edificios.
- Network Support Site: Etiqueta ubicaciones de la red fuera de los edificios.
- Customer Site: Identifica ubicaciones de clientes.

Cada uno de los formatos CLLI se compone de lo que se denomina elementos de datos. El primero (Network Site), siempre deberá ser de una longitud igual a 8 caracteres, mientras que los restantes serán etiquetas de 11 posiciones todas.

Los elementos de dato de los códigos CLLI son los siguientes:

Geographical Code

Tipo de Caracteres y Formato: Alfabético.

Posición dentro del Código: 1 a 4.

Propósito y Reglas: Identificación del lugar a nivel de Ciudad, pueblo, villa o característica geográficas. Es desarrollado y administrado por Telcordia a fin de garantizar que a nivel mundial estos códigos en combinación con el elemento del Geopolitical Code sean únicos.

Ejemplo: CRCS significa Caracas y son únicas a nivel mundial cuando se les une el Código llamado Geopolitical Code.

Geopolitical Code

Tipo de Caracteres y Formato: Alfabético.

Posición dentro del Código: 5 a 6.

Propósito y Reglas: Identificación del País o Estado donde se encuentra la ubicación en cuestión. Es administrado por Telcordia.

Ejemplo: VE significa Venezuela.

Network Site

Tipo de Caracteres y Formato: Alfabéticos o Numéricos.

Posición dentro del Código: 7 a 8.

Propósito y Reglas: Identifican a la construcción (Edificio), siempre es único en combinación con los dos (2) elementos de datos anteriores.

Ejemplo: CRCSVEAD, AD en conjunto con CRSCVE significa Edificio Equipos I en la ciudad de Caracas - Venezuela. La información asociada a este edificio queda almacenada en la base de datos CLONES.

Network Entity

Tipo de Caracteres y Formato: Alfanuméricos.

Posición dentro del Código: 9 a 11.

Propósito y Reglas: Identifican categorías funcionales dentro de un edificio tales como: Switches analógicos, digitales, tándem, posiciones de operadora, grupos administrativos, posiciones de operadora etc.

Ejemplo: DS(x): significa Digital Switch. (x) representa un carácter alfanumérico que deberá ser asignado por cada licenciante al momento de construir su código empelando CLONES. Por lo tanto la responsabilidad de crear cada una de estas etiquetas se queda en manos de cada compañía licenciante de CLLI.

Network Support Site Code

Tipo de Caracteres y Formato: Alfanuméricos

Posición dentro del Código: 9 a 11

Propósito y Reglas: Este elemento de datos de 5 caracteres, obedece las siguientes reglas: la posición No. 7 siempre será un carácter alfabético designado por Telcordia para identificar cierto tipo de ubicación de la Red fuera de un Edificio (tanques, postes, repetidores, antenas etc.). Para una lista detallada de todos los elementos actualmente definidos por Telcordia se puede consultar el JOB AID 18 Tabla F. Las posiciones 8 a 11 siempre serán alfanuméricas, no poseen ninguna inteligencia y se recomienda emplearlas como un identificador consecutivo por tipo de ubicación en un lugar determinado (Geographical y Geopolitical Codes).

Ejemplo: CRCSVEP0001. La posición 7 que contiene la letra P significa Poste, los siguientes 4 caracteres 0001 significan que se trata del poste No. 1 ubicado en la Ciudad de Caracas en Venezuela. Los datos asociados a esta ubicación deberán ser almacenados en el Sistema CLONES.

Customer Site Code

Tipo de Caracteres y Formato: Alfanuméricos

Posición dentro del Código: 7 a 11

Propósito y Reglas: Este elemento de dato está orientado a identificar una ubicación de cliente, siguiendo las siguientes reglas: La posición 7 siempre será numérica, la posición 8 siempre será alfabética y las posiciones 9 a 11 siempre serán alfanuméricas. Estos caracteres no tienen ninguna inteligencia y se recomienda que sean usados para identificar consecutivamente la ubicación de un cliente dentro de una Lugar en particular.

Ejemplo: CRCSVE0A001 al ver que la posición 7 es numérica y que la posición 8 es alfabética puedo determinar que se trata de la identificación de ubicación de un cliente. 0A001 en su conjunto significan ubicación de cliente No. 1 en la ciudad de Caracas-Venezuela.

La Tabla 1 muestra las familias de códigos CLLI y sus respectivos componentes:

Tabla 1: Formato de los elementos de CLLI [8]

Formato/ Elemento	Network Site	Network Entity	Network Support Site	Customer Site
1	Geographical Code	Geographical Code	Geographical Code	Geographical Code
2	Geopolitical Code	Geopolitical Code	Geopolitical Code	Geopolitical Code
3	Network Site Code	Network Site Code	Network Site Code	Network Site Code
4		Network Entity Code		

2.7 Modelos de radios utilizados en los proyectos de modernización ejecutados en CANTV.

2.7.1 ERICSSON Minilink HC

2.7.1.1 Descripción del Equipo.

El equipo Minilink HC es una solución compacta de radio microondas para transmisión de voz y datos a una velocidad de 155Mbps, es decir SDH STM-1 o SONET OC-3, operando en la bandas de frecuencia entre 6-38 GHz. El equipo proporciona una gran cantidad de aplicaciones para implementaciones de radio síncronas punto a punto.

La utilidad típica es la transmisión en diversas aplicaciones. En redes móviles es utilizado para el nivel de acceso, así como también en otras partes donde se requiere alta capacidad de transmisión. Minilink HC también puede ser utilizado como complemento de sistemas de redes troncales tradicionales.

Las aplicaciones en sistemas troncales de transmisión son diseñadas para proporcionar hasta dos conexiones STM-1/OC-3. También es utilizado para la creación de nuevos nodos de acceso de banda ancha como xDSL y WLAN. El Minilink HC es usado frecuentemente como redundancia de los enlaces de fibra más importantes.

Los terminales Minilink HC pueden ser configurados para soportar una combinación de Ethernet y E1 sobre un enlace o una red, comúnmente son utilizados para conectar una red LAN y una PBX. La interfaz Ethernet integrada usa estándares de trazados sobre SDH y ofrece un escenario de múltiples opciones al cliente. La

solución agregada provee interfaces en 4 x 10/100BASE-T o 1 x 1000BASE-T y 4 x E1/DS1/J1.

2.7.1.2 Componentes del Sistema.

Un terminal es uno de los lados de un tramo de radio de microondas, entre dos localidades geográficas. Un terminal consiste en una parte interna (Indoor) y una parte externa (Outdoor). La parte interna comprende la unidad de tráfico (TRU, Traffic Unit), la unidad de módem (MMU, Modem Unit), la unidad de acceso (AMM, Access Module Magazine) y la unidad de ventilación ó enfriamiento. La parte externa está compuesta de la unidad de radio (RAU, Radio Unit) con su respectiva antena. Un cable coaxial conecta la RAU con la MMU, llevando así la señal (IF luego RF) del exterior a los equipos de tráfico ubicados en el interior de la sala [15].

Ambos componentes IDU y ODU requieren ser modelados en la herramienta administradora de redes, para tener características reales de dichas unidades.

2.7.1.3 Indoor Units (IDU)

- **Modem Unit (MMU):** Es la interfaz interna con la unidad de radio RAU, contiene también un modulador/demodulador. La función principal de la unidad MMU es modular la información digital STM-1/OC-3 en una señal de datos analógica conveniente para la transmisión de microondas, a su vez demodular la señal proveniente de la unidad de radio RAU. Una MMU por radio es requerida.
- **Traffic Unit (TRU):** La unidad de tráfico TRU genera y termina la señal de tráfico de datos STM-1/OC-3. También posee una función de protección utilizada para configuraciones de terminales protegidos. Al menos es necesaria una tarjeta TRU por equipo terminal.

- **Access Module Magazine (AMM):** La AMM contiene la MMU(s) y TRU(s) además de proveer conexión eléctrica a los dispositivos o tarjetas a través de su placa madre. El módulo de acceso AMM se fija en Racks y gabinetes de 19 pulgadas.
- **Fan Unit:** Esta unidad está siempre ubicada sobre la AMM para de esta forma poder garantizar suficiente enfriamiento. El aire frío entra por el frente de la unidad AMM y fluye a través de las tarjetas que componen el equipo, manteniendo éstas a temperaturas óptimas para el funcionamiento.
- **DC Distribution Unit (DDU) (opcional):** La unidad DDU puede ser utilizada para distribuir la energía primaria a las MMUs y unidades de enfriamiento. Se puede imaginar como una regleta que distribuye la energía eléctrica a las tarjetas alimentadas.
- **Ethernet and E1 Interfaces (ETU):** El terminal Minilink HC puede ser configurado para soportar una combinación de tráfico Ethernet o E1 sobre una red, típicamente utilizado para conexiones de alta velocidad entre redes LAN, o conexiones de éstas con una PBX.

2.7.1.4 Outdoor Units (ODU).

- **Radio Unit (RAU):** La función principal de la RAU es generar y recibir la señal RF y convertirla en un formato de señal IF que permita ser manipulada por la unidad MMU.
- **Antena:** Puede ser utilizada la antena integrada de la RAU, aunque lo más utilizado es la inclusión de una antena independiente al equipo de radio.
- **Radio Cable:** Es cable de radio que conecta la RAU con la MMU, es un cable coaxial simple que permite el tráfico full dúplex.
- **Power Splitter:** El divisor de potencia es utilizado en sistemas con protección 1+1 conectados dos (2) RAU a una sola antena. El divisor permite seleccionar

la unidad de radio que se encontrará trabajando en un momento determinado, utilizando la única antena disponible.

2.7.1.5 Configuración de Terminal Protegido (1+1).

Existen varias configuraciones de protección de la forma N+M, donde N indica la cantidad de información enviada y M la cantidad de esa protección que esta respaldada. Un terminal con protección 1+1 quiere decir que por cada unidad o tren de datos enviados existe protección de dicha unidad. Para la instalación de los terminales en configuración de protección 1+1 son necesarios los siguientes equipos:

- Dos (2) unidades RAU.
- Dos antenas, o una sola y un divisor de potencia (Power Splitter).
- Una (1) unidad AMM 2U-4.
- Dos (2) unidades MMU.
- Una (1) unidad de trafico TRU.
- Dos (2) cables de radio para interconexión.
- Dos (2) ETU o tarjetas de acceso a puertos Ethernet.

La configuración de terminal protegido es considerada para requerimientos de tráfico de alta disponibilidad, también en caso de reflexiones severas o condiciones atmosféricas difíciles. El terminal puede ser configurado en las modalidades de hot standby o working standby.

2.7.2 ERICSSON Minilink E

2.7.2.1 Descripción del Equipo.

MINI-LINK E es la solución de Ericsson para enlaces punto a punto en la banda de radio de microondas (7GHz a 38GHz) cada terminal provee un tráfico hasta de 17x2 (34+2) Mbps, que se aplica a cualquier requerimiento donde se necesite acceso y transmisión de banda ancha con características para redes totalmente flexibles, de alta confiabilidad y rápida instalación tanto en configuraciones simples, como de estrella o de anillo. También son posibles otras aplicaciones tales como conexión inalámbrica para accesos de banda ancha de primera y segunda milla como así también redes de comunicaciones privadas [16].

Para una óptima utilización de los recursos disponibles, los terminales de radio del Mini-Link E están disponibles con dos esquemas diferentes de modulación, C-QPSK y 16-QAM. Esta flexibilidad hace posible usar eficientemente el espectro y la energía a través de la red.

2.7.2.2 Componentes del Sistema

El sistema se compone de una unidad interior (IDU) y una otra exterior (ODU). Las unidades se conectan por un cable coaxial de 50 ohmios que transporta el tráfico y la alimentación de energía.

La IDU concentra las funciones de “*switching*”, servicios, módem y tráfico, mientras que la ODU se compone de una unidad de radio y una antena que transmite y recibe las señales de radio.

Cada terminal puede ser configurado sin protección (1+0) o protegido (1+1), empleando diversidad de frecuencia y espacio. Está disponible un divisor de potencia (Power Splitter) integrado para configuraciones protegidas que hace posible instalar dos unidades de radio directamente a una sola antena, sin necesidad de usar guías de ondas separadas.

2.7.2.3 Indoor Units (IDU)

La unidad interna consiste en la unidad de módem (MMU), la unidad de multiplexación (SMU, Switch Multiplexer Unit), la unidad de servicios de acceso (SAU, Service Access Unit) y el módulo de acceso común (AMM). Para tráfico Ethernet se utiliza la unidad opcional ya conocida (ETU).

En el modelo Minilink E se hacen presentes dos 2 unidades que no existen en el modelo Minilink HC, estas son:

- **Service Access Unit (SAU):** La unidad SAU IP se encuentra en el modulo de acceso AMM. La función principal es proveer protocolo IP en las redes que utilizan los terminales Minilink E. La unidad SAU implementa un router IP y utiliza canales de 64kbps para el transporte IP sobre los enlaces de radio.
- **Switch Multiplexer Unit (SMU):** La unidad SMU provee la conmutación que permite activar la protección 1+1. Esta unidad tiene tres (3) versiones (SMU Sw, SMU 8x2 y SMU 16x2) para diferentes capacidades de trafico.

2.7.2.4 Outdoor Units (ODU).

La unidad externa es independiente de la capacidad de tráfico y opera en varias bandas de frecuencia. Esta consiste en una antena, una unidad de radio RAU, además de los demás cables y accesorios para la instalación.

2.7.2.5 Configuración de Terminal Protegido (1+1)

Las equipaciones mínimas para un terminal con protección 1+1 Minilink E consisten en las siguientes:

- Dos (2) unidades RAU.
- Dos (2) antenas, o una sola con divisor de potencia.
- Un módulo AMM 2U-3 (o AMM 4U) con dos (2) MMU y una (1) SMU.
- Dos (2) cables de radio para interconexión.

En modo hot standby, un transmisor se encuentra operativo mientras el otro está a la espera de una falla en el primero para comenzar a transmitir, mientras que en el modo working standby ambos radios están activos en paralelo utilizando diversidad de frecuencia.

2.7.3 ERICSSON MARCONI Long Haul (LH)

El sistema de microondas Marconi LH es ideal para cualquier aplicación donde se requieran capacidades elevadas de transmisión y gestión de redes. La máxima capacidad de transmisión que ofrece el sistema LH es de diez (10) STM-1, por esta razón la protección mínima posible es la configuración 9+1. La configuración utilizada en CANTV corresponde a 2+1 ó 3+1 según sea el caso.

2.7.3.1 Componentes del Sistema.

El sistema está todo en la sala (Indoor), instalado en gabinetes de 19 pulgadas. Pueden ser acomodados hasta diez (10) módulos en un único Rack. El sistema completo abarca tres (3) subfusiones, que son las siguientes:

- **RF Branching:** Los filtros de canal que conectan las unidades del transmisor-receptor con el sistema de la antena, permiten la conexión de todos los canales del RF con una poca atenuación.
- **Transceiver Unit (TRXU):** La unidad del transmisor-receptor realiza la función principal de radio (transmisión de la señal del RF, modulación,

demodulación, corrección de error, igualación, XPIC) y también combina de manera digital la diversidad del terminal.

- **Baseband Unit (BBU):** La unidad de la banda base realiza el procesamiento SDH, la protección-conmutación de la radio, y proporciona interfaces ópticas o eléctricas en la banda base, así como las interfaces hasta para cinco unidades del transmisor-receptor de señales STM-1/OC-3.

2.7.4 Otros modelos de radios utilizados.

Los equipos marca Ericsson representan más del 90% del total de radios instalados en el país, no obstante no fueron los únicos utilizados en los proyectos de modernización correspondientes a los años 2006 y 2007. También fueron emplazados equipos de otras marcas y modelos, pero que por su poca relevancia cuantitativa, se nombrarán a continuación sin mucho detalle:

- **Airspan AS-3030:** El equipo AS3030 es un puente Ethernet inalámbrico de alto rendimiento y gran velocidad, que proporciona una plataforma del multi-servicio escalable. Los radios AS3030 pueden equiparse con una antena de haz estrecho para mantener una alta direccionalidad para operaciones de largo alcance sobre los 80 km. Fueron instalados sólo 6 tramos [13].
- **Alcatel- Lucent LSY 9600:** Es una solución para transporte en tramos largos y altas capacidades de tráfico. Puede utilizarse en enlaces de microondas de la forma SHD ó PDH, siendo lo máximo una configuración de 8+0. Solamente se instalaron 9 tramos [14].
- **Nec Pasolink MX:** Es un equipo de radio microondas de acceso digital y corto alcance, ofrece velocidades que oscilan entre 20/32/40x2 Mbps, además ocupa una sola unidad IDU lo que facilita su instalación. En el país se instalaron 7 tramos [5].

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Estructura de las Redes de Telecomunicaciones.

Dentro de una red de transporte, se encuentran tres componentes básicos y claramente diferenciados que la conforman: capa de acceso, capa de conmutación y capa de control. En las redes actuales, todas estas componentes conviven de manera simultánea a través de una estructura de gestión y administración que permite ofrecer servicios, además de proveer supervisión, mantenimiento y control al sistema entero. Los elementos del sistema, además, se encuentran interconectados a través de una estructura de transmisión que permite la comunicación entre ellos [10].

A continuación se explican detalladamente cada una de las capas que conforman un sistema de telecomunicaciones:

3.1.1 Capa de Acceso.

Representa el punto de conexión de la red directamente con el equipo terminal que va a ser empleado por el usuario.

Comprende el conjunto de conexiones físicas necesarias para tener acceso a la red. La dificultad de la capa de acceso, radica en el la cantidad de usuarios que se deben conectar a la capa de conmutación, y que por ende representa un gran desafío para el despliegue de esta parte de la red [3].

3.1.2 Capa de Conmutación.

Permite el establecimiento de un canal de comunicación entre el emisor y el receptor. Establece la ruta a través de la cual se transporta la información, desde el origen hasta el destino, a través de una infraestructura de comunicaciones común. Las unidades pertenecientes a la capa de conmutación cumplen además funciones de detección y corrección de errores y control de flujo [10].

Es importante resaltar que existen dos tipos principales de conmutación: de circuitos y de paquetes. En la conmutación de circuitos, el camino o circuito entre los extremos del proceso de comunicación se mantiene de forma permanente mientras dura la comunicación, de forma que es posible mantener un flujo continuo de información entre dichos extremos. En la conmutación de paquetes, no existe un circuito permanente entre los extremos y, la red, simplemente, se dedica a encaminar paquete a paquete la información entre los usuarios. Cada unidad de transmisión y/o recepción se encuentra identificada con una dirección de origen y una de destino y el sistema es el responsable del enrutamiento de la información. En este caso, el canal es común para todos los usuarios. Esto representa una ventaja respecto a la técnica de conmutación de circuitos puesto que permite un manejo más eficiente de los recursos del sistema al aprovechar de mejor manera el uso del canal. Hoy en día las dos clases de conmutación coexisten [6]-[3].

3.1.3 Capa de Control.

La capa de control del modelo de red se encarga de asegurar el interfuncionamiento entre las otras dos capas: conmutación y transporte. Debe interpretar la señalización de la capa de transporte y desencadenar los mecanismos oportunos para llevar a cabo la provisión de los servicios [21].

Otra de sus funciones principales es la de efectuar la traducción entre la señalización de diferentes redes de transporte. Esta tarea resulta imprescindible durante el periodo de tiempo en el que las futuras redes de paquetes sigan conviviendo con las actuales redes de circuitos, puesto que el proceso de sustitución de las mismas no va a ser inmediato, sino que pasará por una etapa previa de migración entre ambas.

3.1.4 Red de Transporte.

Comprende todos los sistemas de transmisión que se emplean para la interconexión de los diferentes elementos que conforman la red. Esta capa funciona de forma independiente al servicio prestado.

Las redes de transporte juegan un papel muy importante en las telecomunicaciones de la actualidad, son las encargadas del envío y multicanalización de diversos tipos de información en diferentes formatos tanto analógicos como digitales. Su evolución ha sido gradual, desde las primeras redes analógicas, las digitales, hasta las redes ópticas. Así tenemos las redes como E1/T1 y ISDN basadas en líneas de cobre, así como las redes de transporte basadas en fibras ópticas como ATM, B-ISDN o SONET/SDH, tecnologías que se describirán más adelante [9].

3.1.5 Transmisión Analógica y Digital.

Las redes de transporte se encuentran ligadas al modo o tipo de transmisión de los datos, ésta puede ser de dos tipos, transmisión analógica o transmisión digital.

La transmisión analógica se caracteriza por utilizar formas de onda que continuamente varían su amplitud o frecuencia. La frecuencia de las señales

analógicas es medida en Hertz (Hz) o ciclos por segundo. El rango de frecuencias es llamado ancho de banda y la calidad de la señal es medida en términos de la relación señal a ruido (SNR, Signal to Noise Ratio). Entre mayor sea el nivel de SNR (en decibeles o potencia en Watts), mayor será la calidad de la información; este parámetro es muy importante debido a que las señales de tipo analógico se degradan conforme los niveles de ruido aumentan.

Por otro lado la transmisión digital es mucho más simple que la analógica. Una señal analógica es representada por valores binarios discretos (0s y 1s), los cuales son generados por una combinación de voltajes altos y bajos o por pulsos de apagado y encendido. La calidad de la señal es medida en tasas de error de bit (BER, Bit Error Rate) o por la probabilidad de error (Pe). La transmisión digital tiene más ventajas que la analógica debido a que pueden manipularse más fácilmente (codificación, modulación, multicanalización, compresión, etc.), por tal motivo la tendencia de las redes de la actualidad es la digitalización gradual de sus sistemas.

3.2 Técnicas de Multicanalización.

La multicanalización es la técnica que se utiliza para transmitir varias fuentes de información, ya sea voz, datos o vídeo sobre un mismo canal de comunicación. El multicanalizador, frecuentemente llamado MUX, es un equipo de comunicación utilizado para este propósito. La principal ventaja de la multicanalización es la reducción los costos de la red al minimizar el número de enlaces de comunicación entre dos puntos.

Existen varias técnicas de multicanalización que incluyen FDM (Frequency Division Multiplexing, multicanalización por división de frecuencias), TDM (Time Division Multiplexing, multicanalización por división de tiempo), STDM (Statistical Time Division Multiplexing, multicanalización estadística por división de tiempo) y tantas otras más como multicanalización inteligente, multicanalización inversa,

WDM (Wavelength Division Multiplexing) y DWDM (WDM Denso). A continuación se describen las técnicas FDM, TDM y WDM, así como los beneficios de la multicanalización.

3.2.1 Frequency Division Multiplexing (FDM)

FDM es un ambiente en el cual toda la banda de frecuencias disponible en el enlace de comunicaciones es dividida en subbandas o canales individuales. Cada usuario tiene asignada una frecuencia diferente. Las señales viajan en paralelo sobre el mismo canal de comunicaciones, pero están divididos en frecuencia, es decir, cada señal se envía en una diferente porción del espectro. Como la frecuencia es un parámetro analógico, por lo regular el uso de esta técnica de multicanalización es para aplicaciones de televisión.

3.2.2 Time Division Multiplexing (TDM)

TDM es la segunda técnica de multicanalización que apareció en el mercado después de la aparición de FDM. Un multicanalizador basado en TDM empaqueta un conjunto de información (tramas de bits) de diferentes fuentes en un solo canal de comunicación en ranuras de tiempo diferentes. En el otro extremo estas tramas son otra vez reensambladas (demulticanalizadas) y llevadas a su respectivo canal. Debido a que los MUX TDM manejan tramas de bits, son capaces de comprimir la información al eliminar redundancias en los paquetes, muy útil en el caso de aplicaciones de voz. [23]

3.2.3 Wavelength Division Multiplexing (WDM)

Esta técnica conceptualmente es idéntica a FDM, excepto que la multicanalización y involucra haces de luz a través de fibras ópticas. La idea es la

misma, combinar diferentes señales de diferentes frecuencias, sin embargo aquí las frecuencias son muy altas (1×10^{14} Hz) y por lo tanto se manejan comúnmente en longitudes de onda (Wavelength). WDM, así como DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) son técnicas de multicanalización muy importantes en las redes de transporte basadas en fibras ópticas [23].

En resumen, los multicanalizadores optimizan el canal de comunicaciones, además son pieza importante en las redes de transporte y ofrecen las siguientes características:

- Permiten que varios dispositivos compartan un mismo canal de comunicaciones.
- Son muy útiles para rutas de comunicaciones paralelas entre dos o más localidades.
- Minimizan los costos de las comunicaciones, al rentar una sola línea privada para comunicación entre dos puntos.
- Normalmente los multicanalizadores se utilizan en pares, un MUX en cada extremo del circuito.
- Los datos de varios dispositivos pueden ser enviados en un mismo circuito ó canal por un Mux. El Mux receptor separa y envía los datos a los apropiados destinos.
- Su capacidad para compresión de datos que permite la eliminación de bits redundantes para optimizar el ancho de banda.
- Poseen capacidad para detectar y corregir errores entre dos puntos que están siendo conectados para asegurar que la integridad y precisión de los datos sea mantenida.
- Poseen capacidad para administrar los recursos dinámicamente mediante niveles de prioridad de tráfico.

3.3 Estructuras de Multicanalización.

El desarrollo de los sistemas de transmisión digital empezó a principios de los años 70s, y fueron basados principalmente en el método de modulación que ha predominado hasta nuestros tiempos, PCM (Pulse Code Modulation).

A principios de los 80s los sistemas digitales se hicieron cada vez más complejos, tratando de satisfacer las demandas de tráfico de esa época. La demanda fue tan alta que en Europa se tuvieron que aumentar las jerarquías de tasas de transmisión de 140 Mbps a 565 Mbps. El problema era el alto costo del ancho de banda y de los equipos digitales. La solución era crear una técnica de modulación que permitiera la combinación gradual de tasas no síncronas (referidas como plesiócronicas), lo cual derivó al término que se conoce hoy en día como PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy).

3.3.1 La Infraestructura PDH.

El término plesiócronicos se deriva del griego plesio, cercano y chronos, tiempo, y se refiere al hecho de que las redes PDH funcionan en un estado donde las diferentes partes de la red están casi, pero no completamente sincronizadas. La tecnología PDH, por ello, permite la transmisión de flujos de datos que, nominalmente, están funcionando a la misma velocidad (bit rate), pero permitiendo una cierta variación alrededor de la velocidad nominal gracias a la forma en la que se forman las tramas [24].

PDH se basa en la técnica TDM sobre los canales digitalizados de voz (canales PCM), para construir enlaces de alta velocidad. PDH define un conjunto de sistemas de transmisión que utiliza dos pares de alambres.

La infraestructura PDH es conocida ampliamente por los estándares de transmisión de banda amplia: europeo, estadounidense y japonés. [24]- [23].

- **T1**, el cual define el estándar PDH de Norteamérica que consiste de 24 canales de 64 kbps (canales DS-0) dando una capacidad total de 1.544 Mbps. También están disponibles T1s fraccionales.
- **E1**, el cual define el estándar PDH europeo definido por la ITU-T, pero que es utilizado en el resto del mundo, incluyendo México. E1 consiste de 30 canales de 64 kbps (canales E0) y 2 canales reservados para la señalización y sincronía, la capacidad total es de 2.048 Mbps. Pero también están disponibles E1s fraccionales.
- **J1**, el cual define el estándar PDH japonés para una velocidad de transmisión de 1.544 Mbps consistente de 24 canales de 64 kbps (canales DS-0), aunque también están disponibles J1 fraccionales. La longitud de la trama del estándar J1 es de 193 bits (24 x 8 bit, canales de voz/datos más un bit de sincronización), el cual es transmitido a una tasa de 8000 tramas por segundo. Así, $193 \text{ bits/trama} \times 8000 \text{ tramas/segundo} = 1544000 \text{ bps}$ o 1.544 Mbps.

La jerarquía crece con la agrupación de cuatro canales de entrada de nivel inferior, para formar un enlace de nivel superior. Así pues, se emplean cuatro enlaces E1 para formar un enlace E2, y así sucesivamente hasta llegar al nivel E4. Existe un nivel E5 pero no se encuentra estandarizado, por lo que existen problemas de compatibilidad entre fabricantes. Es evidente que al subir el nivel de Jerarquía, aumenta la velocidad de transmisión del enlace, puesto que se incrementa la cantidad de canales transmitidos.

PDH fue una innovación en los sistemas de transmisión, sin embargo tiene muchas debilidades, algunas de ellas son las siguientes:

- No existe un estándar mundial en el formato digital, existen tres estándares incompatibles entre sí, el europeo, el estadounidense y el japonés.
- No existe un estándar mundial para las interfaces ópticas. La interconexión es imposible a nivel óptico.
- La estructura asíncrona de multicanalización es muy rígida.
- Capacidad limitada de administración.

3.3.2 La Infraestructura SONET/SDH.

La necesidad de estandarización y unificación de las normas europea, japonesa y norteamericana, aunada a las desventajas que presentaba la jerarquía PDH, llevaron al desarrollo de la jerarquía SDH (Synchronous Digital Hierarchy) basada en la norma SONET (Synchronous Optical Network del inglés), que está soportado sobre fibra óptica a nivel de capa física. Esta tecnología proporciona compatibilidad con enlaces de la jerarquía PDH.

SDH se define como una jerarquía sincrónica, donde las transiciones entre las señales se realizan exactamente a la misma tasa. La principal característica de la Jerarquía Digital Sincrónica es que la red completa se encuentra sincronizada bajo una misma señal de reloj conocido como PRC (Primary Reference Clock) que se encarga de generar los tiempos para los intervalos en que los bits serán enviados. [12]

Los niveles de servicio de SDH/SONET incluyen: [12].

- **OC (Optical Carrier):** Define las velocidades de transmisión de SONET para señales ópticas en incrementos de 51.84 Mbps.
- **STS (Synchronous Transport Signal):** Define las velocidades de transmisión de SONET para señales eléctricas en incrementos de 51.84 Mbps.

- **STM (Synchronous Transport Mode):** Define las velocidades de transmisión de SONET para señales eléctricas y ópticas en incrementos de 155.52 Mbps.

Algunas de las ventajas de SDH son las siguientes:

- Primer estándar mundial en formato digital.
- Primera interfaz óptica.
- La compatibilidad transversal reduce el costo de la red.
- Estructura de multicanalización síncrona flexible.
- El número reducido de interfaces permite mejorar la confiabilidad y desempeño de la red.
- Compatibilidad hacia adelante y hacia atrás.

SDH y SONET le brindan a los PST (proveedores de servicios de telecomunicaciones) más ancho de banda para transportar tráfico de voz y datos que la tecnología PDH. La tasa de transmisión base para SONET es 51 Mbps. STS-n se refiere a la señal de SONET en el dominio del tiempo y OC-n se refiere a la señal en el dominio óptico. La tasa base para SDH es 155 Mbps. STM-n se refiere a la señal SDH en ambos dominios, tiempo y óptico (ver Tabla 2).

Tabla 2: Equivalencias en tasa de transmisión entre SONET y SDH [12]

SONET	SONET	SDH	Tasa (Mbps)
STS	OC	STM	
STS-1	OC-1	N/D	51.84
STS-3	OC-3	STM-1	155.52
STS-12	OC-12	STM-4	622.08
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32
STS-192	OC-192	STM-64	9953.28
STS-768	OC-768	STM-256	39813.12

En lo que respecta a la disponibilidad, los enlaces de las redes basadas en SONET/SDH son altamente seguros. Debido a que su topología es de anillo, existen enlaces redundantes que en caso de que una fibra se corte, la ruta de transmisión seguirá funcionando con el enlace de respaldo y la comunicación será restaurada nuevamente dentro de un margen de 50 milisegundos.

3.4 Pila de Protocolos TCP/IP.

Las siglas TCP/IP se refieren a un conjunto de protocolos para comunicaciones de datos. Este conjunto toma su nombre de dos de sus protocolos más importantes, el protocolo TCP (Transmission Control Protocol) y el protocolo IP (Internet Protocol).

La evolución del protocolo TCP/IP siempre ha estado muy ligada a la de Internet. En 1969 la agencia de proyectos de investigación avanzada, ARPA (Advanced Research Projects Agency) desarrolló un proyecto experimental de red conmutada de paquetes al que denominó ARPAnet. ARPAnet comenzó a ser operativa en 1975, pasando entonces a ser administrada por el ejército de los EEUU. En estas circunstancias se desarrolla el primer conjunto básico de protocolos TCP/IP [4].

Posteriormente, y ya entrados en la década de los ochenta, todos los equipos militares conectados a la red adoptan el protocolo TCP/IP y se comienza a implementar también en los sistemas Unix. Poco a poco ARPAnet deja de tener un uso exclusivamente militar, y se permite que centros de investigación, universidades y empresas se conecten a esta red. Se habla cada vez con más fuerza de Internet y en 1990 ARPAnet deja de existir oficialmente [19].

En los años sucesivos y hasta nuestros días las redes troncales y los nodos de interconexión han aumentado de forma imparable. La red Internet parece expandirse sin límite, aunque manteniendo siempre una constante: el protocolo TCP/IP. En efecto, el gran crecimiento de Internet ha logrado que el protocolo TCP/IP sea el estándar en todo tipo de aplicaciones telemáticas, incluidas las redes locales y corporativas. [25]

La popularidad del protocolo TCP/IP no se debe tanto a Internet como a una serie de características que responden a las necesidades actuales de transmisión de datos en todo el mundo, entre las cuales destacan las siguientes: [25].

- Los estándares del protocolo TCP/IP son abiertos y ampliamente soportados por todo tipo de sistemas, es decir, se puede disponer libremente de ellos y son desarrollados independientemente del hardware de los ordenadores o de los sistemas operativos.
- TCP/IP funciona prácticamente sobre cualquier tipo de medio, no importa si es una red Ethernet, una conexión ADSL o una fibra óptica.
- TCP/IP emplea un esquema de direccionamiento que asigna a cada equipo conectado una dirección única en toda la red, aunque la red sea tan extensa como Internet.

3.4.1 Arquitectura del Protocolo TCP/IP.

El protocolo TCP/IP fue creado antes que el modelo de capas OSI, así que los niveles del protocolo TCP/IP no coinciden exactamente con los siete que establece el OSI. Existen descripciones del protocolo TCP/IP que definen de tres a cinco niveles. La Figura 3 representa un modelo de cuatro capas TCP/IP y su correspondencia con el modelo de referencia OSI [20].

Los datos que son enviados a la red recorren la pila del protocolo TCP/IP desde la capa más alta de aplicación hasta la más baja de acceso a red. Cuando son recibidos, recorren la pila de protocolo en el sentido contrario. Durante estos recorridos, cada capa añade o sustrae cierta información de control a los datos para garantizar su correcta transmisión [20].

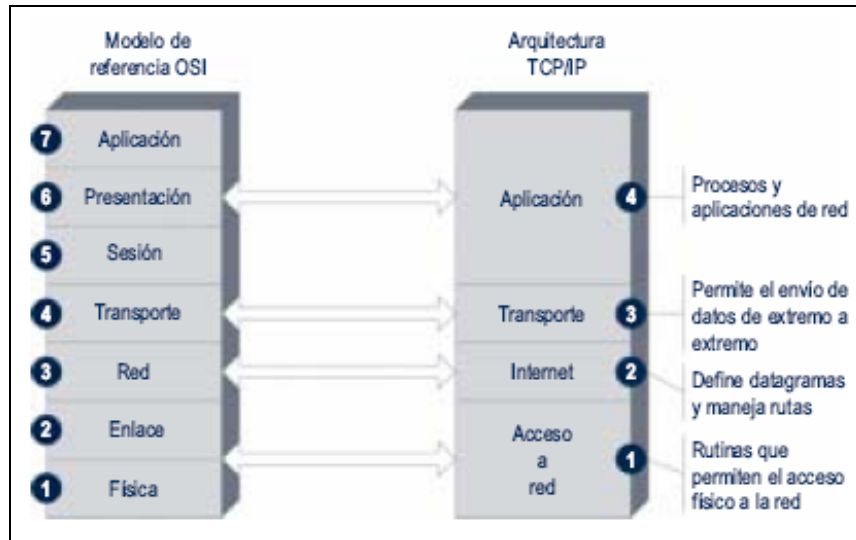


Figura 3: Modelo de capas de TCP/IP y OSI. [20]

En teoría cada capa maneja una estructura de datos propia, independiente de las demás, aunque en la práctica estas estructuras de datos se diseñan para que sean compatibles con las de las capas adyacentes. Se mejora así la eficiencia global en la transmisión de datos.

3.4.2 Capa de Acceso a Red.

Dentro de la jerarquía del protocolo TCP/IP la capa de acceso a red se encuentra en el nivel más bajo. Es en esta capa donde se define cómo encapsular un datagrama IP en una trama que pueda ser transmitida por la red, siendo en una inmensa mayoría de redes LAN una trama Ethernet [20].

Otra función importante de esta capa es la de asociar las direcciones lógicas IP a direcciones físicas de los dispositivos adaptadores de red (NIC).

Dentro de la capa de acceso a red opera el protocolo ARP (Address Resolution Protocol), que se encarga precisamente de asociar direcciones IP con direcciones físicas Ethernet. El estándar RFC 826 describe su funcionamiento.

3.4.3 Capa de Red: Internet.

La capa Internet se encuentra justo encima de la capa de acceso a red. En este nivel el protocolo IP es el gran protagonista. Existen varias versiones del protocolo IP: IPv4 es en la actualidad la más empleada, aunque el crecimiento exponencial en el tamaño de las redes compromete cada vez más su operatividad.

El protocolo IP se ha diseñado para redes de paquetes conmutados no orientadas a conexión, lo cual quiere decir que cuando dos equipos quieren conectarse entre sí no intercambian información para establecer la sesión. IP tampoco se encarga de comprobar si se han producido errores de transmisión, confía esta función a las capas superiores. Todo ello se traduce en que los paquetes de datos contienen información suficiente como para propagarse a través de la red sin que haga falta establecer conexiones permanentes [11].

Para el protocolo IP un datagrama es el formato que debe tener un paquete de datos en la capa de red. La Figura 4 representa la estructura de un datagrama: muestra las seis primeras palabras de la cabecera y el punto desde el que se comienzan a transmitir los datos. Las cinco (o seis) primeras palabras de 32 bits contienen la información necesaria para que el datagrama se propague por la red, y a continuación se adjuntan los datos [20].



Figura 4: Estructura de datagramas IP [20]

La lógica de funcionamiento del protocolo IP es simple: para cada datagrama consulta la dirección origen (palabra 4) y la compara con la dirección destino (palabra 5). Si resulta que origen y destino se corresponden con equipos (hosts) de la misma red, el datagrama se envía directamente de un equipo a otro. Si, por el contrario, los equipos pertenecen a redes distintas, se hace necesaria la intervención de una puerta de enlace o gateway que facilite el envío a redes diferentes [26].

El paso de datos de una red a otra a través de una puerta de enlace es conocido como salto (hop). Un datagrama puede realizar varios saltos a través de diversas redes hasta alcanzar su destino. La búsqueda del camino más adecuado a cada momento se denomina enrutamiento. De hecho, a las puertas de enlace se les denomina enrutadores (routers) [26].

En la misma capa de red en la que opera el protocolo IP tenemos también el importante protocolo ICMP (Internet Control Message Protocol), definido por la RFC 792. ICMP envía mensajes en forma de datagramas que permiten al conjunto del protocolo TCP/IP realizar entre otras las siguientes funciones:

- Control de flujo.
- Detección de destinos inalcanzables.

- Redireccionamiento de rutas.
- Pruebas de conectividad.

3.4.4 Capa de Transporte

En esta capa se encuentran definidos el protocolo TCP y el protocolo UDP (User Datagram Protocol). TCP permite enviar los datos de un extremo a otro de la conexión con la posibilidad de detectar errores y corregirlos. UDP, por el contrario, reduce al máximo la cantidad de información incluida en la cabecera de cada datagrama, ganando con ello rapidez a costa de sacrificar la fiabilidad en la transmisión de datos. La Figura 5 muestra el formato de un mensaje UDP [20].



Figura 5: Formato de mensaje UDP [20]

Ciertas aplicaciones prefieren utilizar en la capa de transporte el protocolo UDP aunque éste no haga corrección ni detección de errores. Como estas aplicaciones necesitan transmitir pequeñas cantidades de datos, resulta más eficaz reenviar los datagramas defectuosos y no sobrecargar cada uno con información de control en la cabecera.

Si se requiere más fiabilidad en los datos transmitidos las aplicaciones recurren en la capa de transporte al protocolo TCP, el cual está orientado a la conexión, y el formato de los datos que maneja es muy distinto al de los datagramas. Para TCP los datos son una secuencia o trama continua de bytes, cada comunicación

es seleccionada en la trama mediante segmentos. En la Figura 6 vemos el formato de un segmento TCP [7].



Figura 6: Formato de segmento TCP [20]

La capa de transporte es responsable de hacer llegar los datos a las aplicaciones que los requieren en las capas superiores.

3.4.5 Capa de Aplicación.

Ésta es la capa más alta dentro de la estructura jerárquica del protocolo TCP/IP, e incluye las aplicaciones y procesos con los que intercambia datos la capa de transporte. TCP/IP tiene en esta capa protocolos que soportan servicios de conexión remota, correo electrónico y transferencia de archivos. De todos los protocolos de aplicación los más conocidos son: [20].

- **Telnet (Network Terminal Protocol).** Es un protocolo que permite establecer conexiones con terminales remotos, de tal manera que se puedan ejecutar en ellos comandos de configuración y control.
- **FTP (File Transfer Protocol).** Protocolo orientado a conexión dedicado a la transferencia de archivos.

- **TFTP (Trivial File Transfer Protocol)** es una versión de FTP que funciona más rápido, pero es menos fiable porque se sirve de mensajes UDP en la capa de transporte.
- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)**. Posibilita el funcionamiento del correo electrónico en las redes de ordenadores. SMTP recurre al protocolo de oficina postal POP (Post Office Protocol) para almacenar mensajes en los servidores de correo electrónico.
- **HTTP (Hypertext Transfer Protocol)**. Es un estándar de Internet que permite la transmisión de gran variedad de archivos de texto, gráficos, sonidos e imágenes.
- **DNS (Domain Name Service)**. Esta aplicación convierte nombres de dispositivos y de nodos de red en direcciones IP.

Los servidores de red proporcionan servicios esenciales para las comunicaciones entre ordenadores. A diferencia de lo que ocurre con muchos programas de aplicación, estos servicios no facilitan el acceso al usuario final.

3.5 IP: Internet Protocol (Protocolo de Internet).

El protocolo de Internet (Internet Protocol, IP) es la plataforma fundamental de las comunicaciones de las redes de la actualidad no orientado a la conexión. Cada dispositivo de red (enrutador, hub, switch, computadora), necesita de una dirección IP para poder comunicarse con los demás. Cada vez que se quiere enviar datos a través de la red, se deben especificar a donde se enviarán los paquetes. Es aquí donde la dirección IP juega el papel primordial de comunicación y de identificación de quien envía y quien recibe dicha información [9].

El Protocolo de Internet provee un servicio de datagramas no fiable (también llamado del mejor esfuerzo (best effort); IP no provee ningún mecanismo para

determinar si un paquete alcanza o no su destino y únicamente proporciona seguridad (mediante sumas de comprobación) de sus cabeceras y no de los datos transmitidos. Por ejemplo, al no garantizar nada sobre la recepción del paquete, éste podría llegar dañado, en otro orden con respecto a otros paquetes, duplicado o simplemente no llegar. Si se necesita fiabilidad, ésta es proporcionada por los protocolos de la capa de transporte, como TCP [19].

Si la información a transmitir ("datagramas") supera el tamaño máximo "negociado" (MTU) en el tramo de red por el que va a circular, podrá ser dividida en paquetes más pequeños, y reensamblada luego cuando sea necesario. Estos fragmentos podrán ir cada uno por un camino diferente dependiendo de la congestión de las rutas en un momento determinado.

Las cabeceras del datagrama IP contienen las direcciones de las máquinas de origen y destino (direcciones IP), direcciones que serán usadas por los conmutadores de paquetes (switches) y los enrutadores (routers) para decidir el tramo de red por el que reenviarán los paquetes.

En la actualidad, se utiliza la versión 4 de IP, conocida más comúnmente como Ipv4 definida en el RFC 791 (Request For Comments) liberado en septiembre de 1981. También existe la versión 6 del protocolo IP, la cual está siendo implementada actualmente a nivel experimental, pero todavía no se sabe cuándo será la transición del Ipv4 al Ipv6.

3.5.1 Direcciones IP

Una dirección IP es una convención numérica para asignar identificadores que clasifican de manera lógica y jerárquica a la interfaz de un dispositivo, (habitualmente una computadora) dentro de una red, mejor conocido como host. Una definición de host, podría ser cualquier dispositivo que tiene una dirección IP

asignada para identificarlo de los demás nodos en la red. Hay varias formas de representar una dirección IP: el formato decimal, binario y la hexadecimal [11].

Usando como base un formato binario de ejemplo (11000000. 01000001. 01011110. 01110000), los cuatro números separados por puntos se les conoce como octetos, debido que pueden representar números de hasta 8 bits u 8 posiciones. Al primer grupo de 8 bits, se le conoce como primer octeto y así sucesivamente hasta llegar al cuarto octeto, como se representa en la Figura 7.

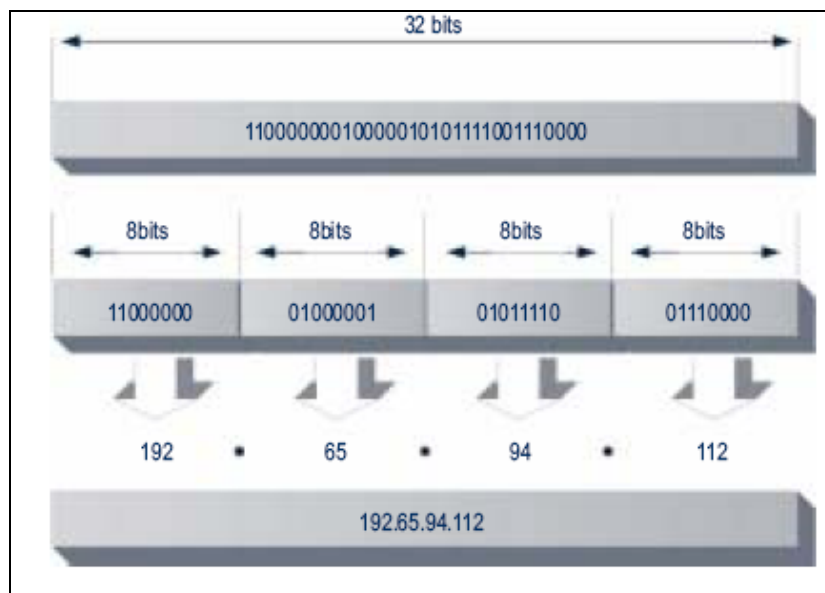


Figura 7: Dirección IP [20]

Los 4 octetos juntos representan 32 bits, por eso las direcciones IP de la versión 4 son consideradas como números de 32 bits. Cada una de las 8 posiciones de cada octeto puede representar 2 estados diferentes (0 o 1). El número más pequeño que se podría representar con 8 bits es 00000000 y el número más grande sería 11111111. Es decir, cada octeto contiene un valor entre 0 y 255. Combinado los cuatro octetos se obtendría 232 o 4294967296 direcciones IP diferentes [11].

3.5.2 Las Clases de Direcciones IP.

La separación de las direcciones IP en octetos tiene un propósito fundamental, crear clases de direcciones. Esta separación sirve para asignar direcciones IP a diferentes entidades (universidades, negocios, proveedores de servicios, particulares, etc.) basados en las dimensiones de su red y necesidades. Los octetos son divididos en 2 secciones: Red y Host, como se observa en la Figura 8.



Figura 8: Ubicación de Red y Host [20]

La sección de Red sirve para identificar la red a la que la computadora pertenece. La parte de Host identifica la computadora actual en la red. La sección de Red siempre contendrá el primer octeto, mientras que la sección de Host siempre contendrá el último octeto. Bajo esta premisa, el espacio de direcciones Ipv4 está dividido en 5 clases. Con algunas excepciones, los cuatro bits menos significativos del primer octeto (en la representación binaria), determinan la clase a la que pertenece. Las clases de direcciones se dividen de la siguiente manera: [25]

- **Dirección Clase A:** Utiliza sólo el primer octeto para identificar la red, dejando los 3 octetos (24 bits) restantes para identificar los Hosts. La clase A es utilizada por grandes corporaciones internacionales, ya que provee 224-2 direcciones IP para los hosts, pero está limitada a sólo 126 redes. Es decir, sólo existen 126 corporaciones en el mundo que tienen direcciones de clase A, cada una de estas corporaciones pueden manejar más de 16.7 millones de direcciones IP.

- **Dirección Clase B:** Utiliza los primeros dos octetos para identificar la red, dejando los 16 bits restantes (2 octetos) para los Hosts. La clase B es utilizada por grandes compañías, universidades y otras entidades que necesitan un gran número de nodos. Los 2 octetos le dan cabida a 16384 redes supliendo cada una de ellas un total de $2^{16}-2$ direcciones IP para los hosts.
- **Dirección Clase C:** Utiliza los primeros 3 octetos para el identificador de red, dejando los 8 bits restantes para los Hosts. La clase C es utilizada por pequeñas y medianas empresas, las cuales suman un total de 2097152 redes con un máximo de 2^8-2 hosts cada una.
- **Dirección Clase D:** Están reservadas para multicast. Multicast es un mecanismo para definir grupos de nodos y enviarles mensajes IP a ese grupo al mismo tiempo.
- **Dirección Clase E:** Hasta el momento su uso es reservado para uso futuro, y no se pueden utilizar sobre la red Internet actual.

3.5.3 Enrutamiento IP.

El enrutamiento es el proceso de reenviar paquetes entre dos redes conectadas. En cuanto a las redes basadas en TCP/IP, el enrutamiento forma parte del Protocolo Internet (IP) y se utiliza junto con otros servicios de protocolo de red para proporcionar capacidades de reenvío entre hosts que se encuentran en segmentos de red distintos dentro de una red basada en un TCP/IP más grande.

IP es el complemento del protocolo TCP/IP, en donde se ordenan y entregan los datos IP. Cada paquete entrante o saliente se denomina datagrama IP. Un datagrama IP contiene dos direcciones IP: la dirección de origen del host que realiza el envío y la dirección de destino del host receptor. A diferencia de las direcciones de hardware, las direcciones IP de un datagrama siguen siendo las mismas durante su transmisión a través de una red TCP/IP [26].

Por encima del nivel IP, los servicios de transporte del host de origen transmiten los datos en forma de segmentos TCP o mensajes UDP al nivel IP. El nivel IP ensambla los datagramas IP con la información de las direcciones de origen y destino, que se utiliza para enrutar los datos a través de la red. A continuación, el nivel IP transmite los datagramas al nivel de interfaz de red. En este nivel, los servicios de vínculos de datos convierten los datagramas IP en tramas para la transmisión en una red física a través de medios específicos de la red. Este proceso se produce en el orden inverso en el host de destino [25].

Con las direcciones de origen y destino. En cada host, los servicios del nivel IP examinan la dirección de destino de cada datagrama, comparan esta dirección con una tabla de enrutamiento mantenida localmente y, después, deciden la acción de reenvío que se debe realizar. Los enrutadores IP están conectados a dos o más segmentos de red IP habilitados para reenviar paquetes entre ellos.

3.5.4 Tablas de Enrutamiento

Los hosts TCP/IP utilizan una tabla de enrutamiento para mantener información acerca de otras redes IP y hosts IP. Las redes y los hosts se identifican mediante una dirección IP y una máscara de subred. Además, las tablas de enrutamiento son importantes ya que proporcionan la información necesaria a cada host local respecto a su comunicación con redes y hosts remotos [26].

En cada equipo de una red IP, puede mantener una tabla de enrutamiento con una entrada para cada equipo o red que se comunica con el equipo local. En general, esto no es práctico y se utiliza una puerta de enlace predeterminada (enrutador IP) en su lugar.

Cuando un equipo se prepara para enviar un datagrama IP, inserta su propia dirección IP de origen y la dirección IP de destino del destinatario en el encabezado IP para luego buscar en la tabla de enrutamiento la ruta que más se parezca a la dirección IP de destino.

3.6 Encapsulado de Datos en el Modelo de Referencia OSI.

Las aplicaciones que se desarrollan con TCP/IP, normalmente utilizan un conjunto de protocolos para llevar a cabo la comunicación. La suma de las capas de este conjunto de protocolos se conoce como stack de protocolo. De esta forma, cuando una aplicación envía datos usando el protocolo TCP, el dato es enviado hacia abajo del protocolo stack, a través de cada capa, hasta que éste se envíe como un flujo de bits a través de la red. Cada capa coloca información adicional al dato en su encabezado (y algunos añaden información para rastreo) para que el dato sea recibido. En la Figura 9 se muestra este proceso. Los números debajo de los encabezados y del CRC en la trama Ethernet representan los tamaños típicos en bytes. Una propiedad física de una trama Ethernet es que la MTU (Maximum Transmisión Unit) por definición es del tamaño de 1500 bytes, por lo cual los paquetes Ipv4 e Ipv6 no exceden este tamaño.

En dicha figura no se muestra el encabezado UDP, dado que se supone que se está transportando un segmento TCP, pero si fuese el caso, habrá que cambiar en la figura el encabezado TCP por el encabezado UDP, cuyo tamaño es de 8 bytes [7].

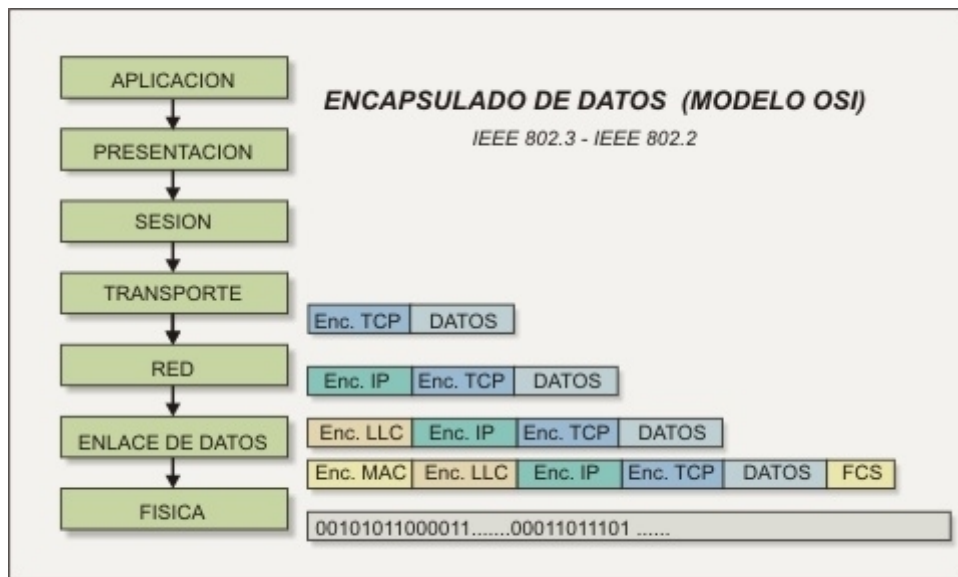


Figura 9: Encapsulado de datos [7]

3.6.1 Point to Point Protocol (PPP).

El Protocolo Punto a Punto (PPP) surgió como una regla de encapsulado para transportar el tráfico IP en enlaces punto a punto. PPP es un protocolo que permite el transporte de otros protocolos además de TCP/IP. El PPP permite utilizar el protocolo IP a través de líneas asíncronas serie y, mediante módems, a través de líneas telefónicas [7].

La principal ventaja del IP sobre línea serie (sobre todo si se utilizan transmisiones de alta velocidad), es que el usuario puede utilizar remotamente todas las herramientas de red a las que está acostumbrado exactamente como si estuviera conectado directamente a la red local. Además, la mayoría de herramientas más evolucionadas de red no pueden utilizarse remotamente, sino a través de un protocolo seguro como el IP. La Figura 10 muestra la forma de encapsulamiento del Protocolo Punto a Punto [24].

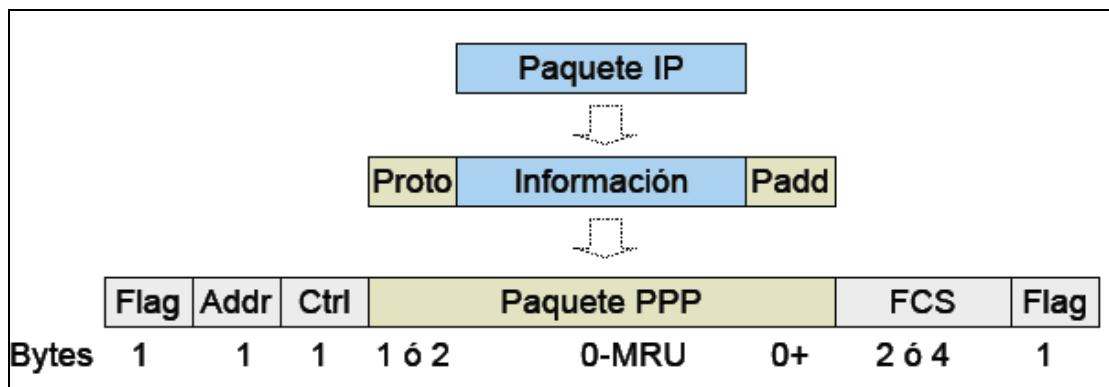


Figura 10: Encapsulamiento PPP

3.6.2 Packet Over SDH (POS)

POS, es un protocolo de comunicaciones para la transmisión de paquetes, bajo la forma del Protocolo Punto a Punto (PPP), sobre SDH o SONET. Desde que SONET/SDH utiliza circuitos dedicados punto a punto, PPP está habilitado para funcionar sobre estos enlaces, mediante la inclusión de paquetes PPP en la trama SDH estándar. La Figura 11 presenta la manera cómo actúa el POS, apoyado en el protocolo punto a punto (PPP) [24].

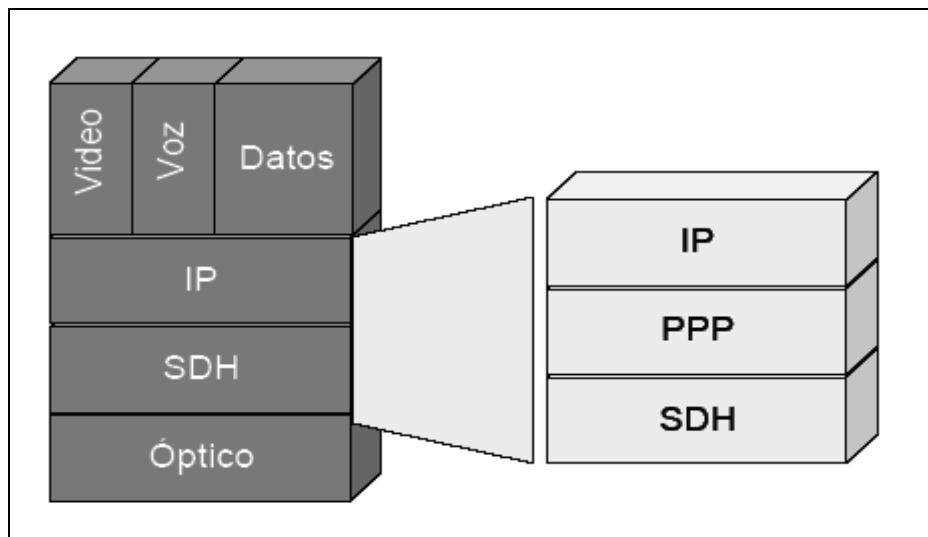


Figura 11: Packet over SDH (POS) [24]

3.7 Ethernet

Ethernet, al que también se conoce como IEEE 802.3, es el estándar más popular para las LAN, usa el método de transmisión de datos llamado Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD). Antes de que un nodo envíe algún dato a través de una red Ethernet, primero escucha y se da cuenta si algún otro nodo está transfiriendo información; de no ser así, el nodo transferirá la información a través de la red. Todos los otros nodos escucharán y el nodo seleccionado recibirá la información. En caso de que dos nodos traten de enviar datos por la red al mismo tiempo, cada nodo se dará cuenta de la colisión y esperará una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío. Cada paquete enviado contiene la dirección de la estación destino, la dirección de la estación de envío y una secuencia variable de bits que representa el mensaje transmitido. El dato transmitido es enviado a 10 millones de bits por segundo y el paquete varía en una longitud de 64 a 1518 bytes, así el tiempo de transmisión de un paquete en la Ethernet está en un rango de 50 a 1200 microsegundos dependiendo de su longitud. La dirección de la estación de destino normalmente es referida por una única interfaz de red. Cada estación recibe una copia de cada paquete, pero ignora los paquetes que son dirigidos a otras computadoras y procesa solamente los que son dirigidos a ella [7].

Las velocidades de envío de paquetes utilizando la tecnología Ethernet son de 10 Mbps (Ethernet estándar), 100 Mbps (Fast Ethernet – 100BASEX) y de 1000 Mbps utilizando el Gigabit Ethernet cuya especificación se encuentra respaldada por la IEEE con número 802.3z, el cual cumple los siguientes objetivos: [26]

- Realizar operaciones de envío y recepción de datos a una velocidad de 1000 Mbps.
- Usa el formato de frame Ethernet 802.3.
- Usa el método de acceso CSMA/CD con soporte para un repetidor por dominio de colisión.

- Las direcciones de retorno son compatibles con las tecnologías 10BASE-T y 100Base-T.

Las redes Ethernet tienen un esquema de direccionamiento de 48 bits. A cada computadora conectada a una red Ethernet se le asigna un número único de 48 bits conocido como dirección Ethernet (MAC). Para asignar una dirección, los fabricantes de hardware de Ethernet adquieren bloques de direcciones Ethernet y las asignan en secuencia conforme fabrican el hardware de interfaz Ethernet, de esta manera no existen dos unidades de hardware de interfaz que tengan la misma dirección Ethernet. Por lo general, las direcciones Ethernet se colocan en el hardware de interfaz anfitrión de las máquinas de tal forma que se puedan leer. Debido a que el direccionamiento Ethernet se da entre dispositivos de hardware, a estos se les llama direccionamientos o direcciones físicas [26].

La trama de Ethernet es de una longitud variable pero no es menor a 64 bytes ni rebasa los 1518 bytes (encabezado, datos y CRC), cada trama contiene un campo con la información de la dirección de destino. En la Figura 12 se muestra una trama Ethernet.

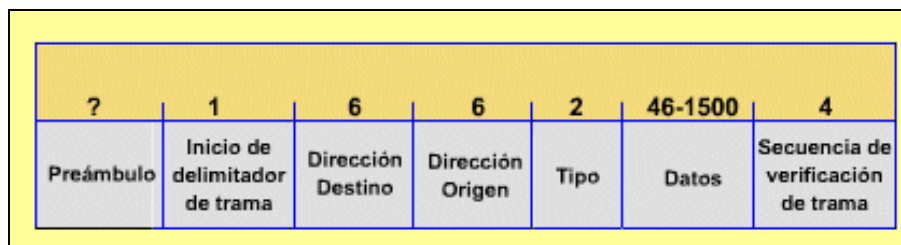


Figura 12: Trama Ethernet [7]

Además de la información que identifica la fuente y el destino, cada trama transmitida contiene un preámbulo, un campo tipo, un campo de datos y un campo para una secuencia de verificación por redundancia cíclica (CRC- Cyclic Redundancy Check). El preámbulo consiste en 64 bits que alternan ceros y unos para ayudar a la sincronización de los nodos de recepción. El CRC de 32 bits ayuda a la interfaz a

detectar los errores de transmisión: el emisor calcula el CRC como una función de los datos en la trama y el receptor calcula de nuevo el CRC para verificar que el paquete se reciba intacto. El campo de tipo de trama contiene un entero de 16 bits que identifica el tipo de dato que se está transfiriendo en la trama. Desde el punto de vista de Internet, este campo es esencial porque significa que las tramas se autoidentifican [4].

Cuando una trama llega a una máquina dada, el sistema operativo utiliza el tipo de trama para determinar el módulo de software de protocolos a utilizar para procesar la trama. La mayor ventaja de que las tramas se autoidentifiquen es que éstas permiten que múltiples protocolos se utilicen juntos en una sola máquina y sea posible entremezclar diferentes protocolos en una sola red física sin interferencia.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de este proyecto inicialmente se realizó en la recopilación de toda la información técnica de los equipos y enlaces pertenecientes a los proyectos de modernización, actualmente desarrollados por CANTV.

Esta recopilación incluía la cantidad, ubicación y características de los equipos y enlaces. A continuación se estudiaron las características y prestaciones de la aplicación encargada de la administración de redes (NETCON), comprobando la existencia de toda la información necesaria para el inicio de la carga y modelaje de los equipos y tramos. Como no se disponía de la totalidad de los requerimientos se realizaron las gestiones, solicitudes y establecieron las responsabilidades que permitieron la obtención de tal información en el menor lapso de tiempo posible.

Seguidamente se establecieron prioridades en cuanto a la carga en la herramienta NETCON y modelaje de los enlaces más importantes para poder luego iniciar el registro y simulación en la herramienta de los equipos y tramos que conforman los diferentes proyectos de modernización. Por último, se diseñó y elaboró un manual que funcione de guía y a su vez estandarice los diferentes procesos e instrucciones que permitan la carga de información en el administrador de redes NETCON para futuros proyectos.

4.1 Tipo de Estudio

El tipo de estudio se define como proyecto factible, debido a las características que presenta:

Contempla investigación, elaboración, desarrollo e implementación de la propuesta de un modelo operativo viable para la solución de problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones y empresas, incluyendo métodos, estándares y procesos. El proyecto tiene apoyo en una investigación de tipo documental. Comprende etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para la ejecución de la propuesta y la implementación de la misma.

4.2 Etapas del Proyecto

El proyecto se estructuró en seis fases, cada una de ellas tuvo una duración variable de semanas que dependían de la complejidad de la tarea a desarrollar, a cada una de estas semanas se le asignó una actividad específica para poder cumplir los objetivos planteados en el anteproyecto.

Las etapas suman un periodo total de 26 semanas. Para poder cumplir con el objetivo principal, fue necesario de interrelacionar un conjunto de actividades de investigación, documentación, solicitud de facilidades, diseño, análisis para así lograr la implementación de la propuesta final. A continuación se hace un recorrido por cada una de estas etapas detallando la actividad que se desarrolló en cada una de semanas que forman parte de las etapas.

FASE I: Estudio Previo del Sistema Actual.

En esta etapa se realizó un estudio de las estructuras del sistema y tecnología utilizadas actualmente en las redes de transporte de CANTV. Se contó con el apoyo de la Gerencia de Planificación y Arquitectura de la Red, la cual cuenta con la memoria e información necesaria para llevar a cabo el desarrollo de esta fase.

- Semana 1: Se realizó la discriminación de la información correspondiente al proyecto ADSL, para analizar, estudiar y extraer la información técnica del proyecto tal como localidades, tipos de enlaces, equipos instalados y características de la transmisión.
- Semana 2: El mismo estudio elaborado para el proyecto ADSL, se realizó para los enlaces instalados correspondientes al proyecto NEURONA.
- Semana 3: Una vez obtenida la información de ambos proyectos de modernización, se elaboró una tabla en donde se presentan todos los tramos, redes y terminales que son necesarios registrar en el manejador de redes NETCON.

FASE II: Familiarización con las Herramientas a Utilizar.

En esta fase se inició la familiarización con el sistema administrador de redes (NETCON), conociendo de esta manera la herramienta y las facilidades que ofrece.

- Semana 4: Se revisó la guía correspondiente al “Training Course” de la compañía Telcordia, sobre el manejador de redes. El curso no corresponde a la versión actual del sistema sino a una versión previa del año 1998.
- Semana 5: Se revisaron los manuales e instructivos de los requerimientos necesarios para realizar la carga en NETCON, tales como códigos CLLI y Common Language TM.

FASE III: Estudio de la Tecnología y Equipos Utilizados.

En esta etapa se realizó un estudio de la estructura del sistema y tecnología nueva a implementar (IP), además del análisis de los equipos terminales que soportan esta tecnología. Para llevar a cabo estas actividades, se contó con el apoyo de las siguientes compañías Ericsson, Alcatel-Lucent, Nec, Airspan y CANTV, empresas

que proporcionaron la información de los equipos y sus formas de operación en la transmisión de paquetes.

- Semana 6: Estudio de la tecnología IP, tipos de redes que utilizan la tecnología tales como IP/Ethernet e IP/SDH, ventajas y desventajas, utilidades y aplicaciones en el caso particular de los proyectos de modernización de CANTV.
- Semana 7: Mediante la lectura de manuales, catálogos y hojas de datos se realizó el análisis y estudios de los equipos de radio Ericsson Minilink HC, configuraciones instaladas en CANTV, capacidades y disponibilidad de puertos del equipo.
- Semana 8: Al igual que en la semana anterior se continuó el estudio de las características correspondientes a los otros modelos de Ericsson Minilink utilizados (Minilink E y Marconi Long Haul).
- Semana 9: Estudio de los equipos de radio con menor cantidad de enlaces instalados en el país, tales como Airspan AS-3030, Alcatel LSY-9600 y NEC Pasolink Mx.
- Semana 10: Revisión de la guía del curso de Ericsson “Ericsson Educational - Cartera de Cursos Minilink” donde se detalla la oferta de productos, ventajas, y descripción de los elementos IDU y ODU de cada uno de los modelos de radios.

FASE IV: Establecer los Lineamientos Tecnológicos para Registro.

Durante esta fase del proyecto se elaboró una propuesta de los lineamientos, recomendaciones y estándares en redes de transmisión de paquetes, adaptando dicha propuesta al manejador de redes actualmente utilizado para estos fines (NETCON) en la empresa. Para ello se contó con la información recopilada en la fase previa y la asistencia de la Coordinación Modelaje de Procesos de Aplicaciones Operativas.

- Semana 11: En esta semana se recopilaron y crearon los acrónimos correspondientes a las localidades donde fueron instalados los enlaces nuevos. Muchos acrónimos ya existían, pero muchos otros tuvieron que ser creados y validados ante la oficina de catastro de la compañía.
- Semana 12: Se discutieron, en varias reuniones, los estándares a definir para el registro de los equipos y enlaces en el manejador de redes NETCON, hasta que luego de algunas modificaciones quedó establecido, por consenso, el diseñado previamente por mi persona.
- Semana 13, 14 y 15: Se realizaron las solicitudes de los códigos CLLI necesarios para registrar los equipos y enlaces correspondientes al proyecto de modernización.
- Semana 16: Se realizaron las solicitudes de nuevas facilidades (opciones, botones, submenús, etc.) en la herramienta.
- Semana 17 y 18: Se modelaron en papel cada uno de los tipos de modelos de equipos utilizados en el proyecto de modernización, con la finalidad de poder luego simular la estructura del equipo de radio en el manejador de redes.

FASE V: Implementación y Validación de la Propuesta.

En esta fase se procuró la implementación de la propuesta realizada anteriormente mediante el registro de la totalidad de los enlaces instalados y que corresponden a los proyectos de modernización ejecutados por CANTV.

- Semana 19 y 20: Se registró la totalidad de los equipos terminales de cada uno de los enlaces de la tabla desarrollada en la primera fase del proyecto.
- Semana 21, 22 y 23: Se crearon y registraron los enlaces o tramos, además se elaboraron las órdenes de servicios y asignaciones de ancho de banda.

FASE VI: Elaboración del Instructivo y el Informe Final.

En esta última etapa se elaboró un manual que permita estandarizar futuros registros en el administrador de redes NETCON. También se realizaron las gestiones administrativas necesarias para la publicación electrónica de la propuesta o manual en la biblioteca del CIRED (Centro de Información de la Red - CANTV) para que cualquier trabajador de la empresa tenga acceso al documento.

Simultáneamente desde el comienzo del trabajo de grado se inició la redacción del trabajo especial de grado, cuya etapa de revisión culminó en las dos últimas semanas de esta fase.

- Semana 24 y 25: Se elaboró el manual que permite sentar las bases para futuros registros, además de describir el procedimiento empleado para la carga masiva correspondiente al proyecto de modernización.
- Semana 26 y 27: Se diseñó el modelo de encuesta a aplicar para evaluar la utilidad del manual. También se aplicó la encuesta a los encargados de la Gerencia de Ingeniería y Construcción para comprobar lo didáctico del ejemplar y realizar correcciones en el manual elaborado; además se realizaron los trámites administrativos necesarios para la publicación del manual en la red interna de publicaciones de CANTV (Cired).

CAPÍTULO V

DESARROLLO DEL PROYECTO

El siguiente capítulo explicará de manera más específica el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto. Para esto se subdividieron varias secciones donde se analizan cada una de las fases del desarrollo del trabajo.

5.1 Diseño de los lineamientos que permitan la inclusión de radios con tecnología IP en el manejador de redes NETCON.

Fueron creados los estándares que permitieron la inclusión de los proyectos de modernización correspondiente a los años 2006 y 2007 en el manejador de redes NETCON. Los lineamientos que se diseñaron se elaboraron en función de equipos de radio microondas, ya que la coordinación donde se asignó el desarrollo del proyecto diseña, instala y opera únicamente enlaces de radio.

5.1.1 Procesos previos a la Elaboración de la Propuesta.

El primer paso para poder iniciar el desarrollo de la metodología de registro de los equipos consistió en hacer un estudio de los proyectos de modernización iniciados por la empresa desde el año 2006.

Para la selección de los enlaces y tramos a registrar se recopiló la información correspondiente a los proyectos de modernización, en donde se incluían los diagramas de conexión de los mismos. Con ayuda del gestor, herramienta que permite monitorear las diferentes alarmas de un equipo de radio, se determinaron las características técnicas de cada uno de los tramos necesarios.

Una vez clasificados los proyectos y con la disponibilidad de la información de los mismos se realizó una selección de los tramos y enlaces que iban a ser registrados en la herramienta NETCON, y que representarán la muestra de este proyecto. Es necesario resaltar que los tramos instalados en el año 2006 tenían prioridad de carga respecto a los enlaces más recientes, es por ello que el proyecto abarca los proyectos de modernización de los años 2006 y 2007.

Se disponían de 127 enlaces que hacían un total de 193 tramos y 386 equipos o localidades diferentes. Para tener un control de esto se diseñó una tabla (Anexo 1) en donde se presenta el nombre del enlace, nombre del tramo, el tipo de equipo utilizado, proyecto al cual pertenece, ubicación del equipo dentro de la caseta y demás información que será explicada posteriormente.

Seguidamente se llevaron a cabo varias reuniones, con el personal de la Coordinación de Ingeniería y Construcción, con la finalidad de definir los estándares de creación y nombramiento de equipos y enlaces, para lo cual eran necesarios establecer ciertos parámetros. Se acordó un estándar donde las localidades y equipos iban a ser llamados según lo discutido en las reuniones previas, para el caso de los equipos terminales, se estableció previamente que iban a ser nombrados de la siguiente manera: **ACCR_Equipo_Rama1_Rama2_Modelo_Protección**. Para crear las redes o enlaces se decidió establecer un estándar definido de la siguiente manera: Si es un enlace punto a punto ó de un único tramo, debe nombrarse **TM_Velocidad_RAD_Origen_Destino**, por el contrario si es un enlace compuesto por varios tramos con puntos de repetición se nombrará de la siguiente manera: **BUS_Velocidad_RAD_Origen_Destino**.

En las tablas siguientes (Tabla 3 y Tabla 4) se presenta un resumen y ejemplo del estándar adoptado por la Coordinación [18].

Tabla 3: Estándar definido para el registro [18]

Significado	
ACCR	Acrónimo de Access Radio
Equipo	Acrónimo de la localidad del equipo (3 letras)
Rama#	Acrónimo de la localidad de equipo adyacente (3 letras)
Modelo	Modelo del equipo de radio utilizado (No hay límite de caracteres)
Protección	Tipo de protección usada de la forma $N+M$
TM	Enlace con un único tramo
RAD	Radio
BUS	Enlace de transporte con repetidoras (Bus de datos, varios tramos)
Velocidad	Tasa de transmisión del enlace
Origen	Acrónimo de la localidad origen del enlace (3 letras)
Destino	Acrónimo de la localidad destino del enlace (3 letras)

Tabla 4: Ejemplos de la aplicación del estándar [18]

Ejemplo	Descripción
ACCR_CUP_RCH_HC_1+1	Radio de acceso Minilink HC en CUP (Cúpira) con RCH (Río Chico) adyacente y protección 1+1
BUS_E3_RAD_MER_BAI	Enlace de radio de varios tramos, transporta un E3 y va de MER (Mérida) a BAI (Bailadores).

Una vez adoptado el estándar comenzó la creación de la totalidad de nombres de localidades y enlaces que previamente habían sido seleccionados (193 tramos); para poder crear dichos nombres es requisito fundamental el código geográfico del mismo, por lo que conjuntamente con la oficina de catastro de la corporación se crearon y validaron todos los códigos (de 3 letras) necesarios para completar la totalidad de las localidades. Es necesario resaltar que varios de los códigos geográficos ya existían, el problema se presentó con los códigos de las diferentes repetidoras, ya que es costumbre en la empresa asignar códigos y acrónimos sólo a las centrales pero no a las repetidoras, por tal motivo se crearon y validaron un total de 92 códigos geográficos de tres letras. Una vez nombrados todos los tramos y equipos, se registraron en la tabla general citada previamente (Anexo 1).

Luego de haber creado y asignado los nombres a todos los equipos, redes o enlaces y acrónimos de las localidades necesarias, el siguiente paso consistió en realizar las solicitudes ante la unidad correspondiente de los códigos COMMON

LANGUAGE a utilizar, en este caso los códigos CLLI (Código Identificador de Localidades) de cada una de los lugares donde se encuentran instalados los equipos.

Para la solicitud de códigos CLLI es necesaria la apertura de un ticket de proceso ante el CIC (Centro de Interacción Corporativa), el cual tiene como función principal iniciar el proceso administrativo solicitado ante la unidad respectiva. En la corporación CANTV la unidad encargada de la creación y asignación de códigos CLLI es la Coordinación de Modelaje de Procesos y Aplicaciones Operativas, ante esta coordinación se gestiona la inclusión en la base de datos CLONES de nuevos códigos identificadores de localidades.

Para realizar un trámite efectivo de los códigos CLLI, la coordinación anteriormente nombrada recibe una (1) solicitud por día, la cual tiene un formato preestablecido (Anexo 2), y debe contener un máximo de diez (10) requerimientos para la creación de códigos, es decir, solamente puede ser solicitada la creación de diez nuevos códigos CLLI por día. Los tiempos de respuesta, por el contrario, oscilan entre 24 y 48 horas.

De la manera anteriormente descrita y realizando solicitudes de diez en diez de los todos los códigos CLLI necesarios, se completó la totalidad de las localidades requeridas. En total se crearon y validaron 298 códigos CLLI nuevos que no existían en la base de datos de la empresa.

Es necesario resaltar que la herramienta NETCON no trae una base de datos inicial de fábrica, por lo que no posee precargados ningún tipo de equipo, bastidor, puerto, velocidad, tecnología, etc. Es por esta razón que parte del estudio previo consistió en analizar los diferentes casos a registrar, para luego poder solicitar la inclusión de las facilidades en la herramienta, que se necesitaban para el registro de todos los proyectos.

Al decir facilidades se refiere a la aparición en la herramienta NETCON de botones, opciones, menús, submenús y demás utilidades que permitan al usuario disponer de todo aquello que necesita para un proceso de carga satisfactoria.

La Coordinación de Modelaje de Procesos en Aplicaciones Operativas es la unidad encargada de tramitar las solicitudes e inclusiones de nuevas facilidades en cualquier herramienta o sistema utilizado en la empresa. El inicio del proceso es similar al de la solicitud de códigos CLLI, con la diferencia de que esta unidad no posee un límite de solicitudes diarias, así como tampoco posee un tiempo de respuesta definido.

Luego de analizar el sistema y definir las facilidades que iban a ser necesarias se realizaron las solicitudes correspondientes entre donde se destacan las siguientes incorporaciones en la aplicación:

- **Inclusión de las marcas, modelos y tipos de equipos utilizados en los proyectos de modernización:** Se incluyeron en la herramienta los modelos de radios citados en el Marco Referencial del presente libro.
- **Inclusión de rango de velocidades para puertos Ethernet:** Se incluyeron las velocidades de 0 a 100Mbps espaciadas de diez en diez, para casos puntuales de tráfico IP puro. También se solicitó incluir el caso específico de 48Mbps para el radio Airspan AS-3030.
- **Inclusión de otras velocidades de transmisión para PDH y SDH:** Inclusión de tramas jerárquicas propias de los tipos de encapsulamiento PDH y SDH.
- **Inclusión de topologías de la red:** Se incluyeron las diferentes topologías y tipos de redes de transmisión, tales como anillo, cadena, fibra, etc.
- **Inclusión de tipos de protección terminal de los enlaces:** Se solicitó la inclusión de los diferentes tipos de protección terminal (1+1, 1+0, 7+1, etc.) que son utilizados comúnmente en la empresa.

- **Inclusión de los estados del territorio nacional:** Inclusión de los estados que conforman el territorio nacional, para agregar información específica del enlace registrado.
- **Inclusión de CANTV como empresa cliente.**

Los tiempos de espera de asignación de códigos y creación de facilidades, se fueron desarrollando en paralelo con el estudio. Se procuró, en todo momento, realizar las solicitudes conforme se analizaban los requerimientos de la herramienta NETCON.

Con las facilidades disponibles e incorporadas a la herramienta, además de contar con los códigos CLLI, nombres de equipos, enlaces y demás información necesaria, el siguiente paso consistió en realizar las pruebas necesarias para poder iniciar el registro de los tramos en el manejador de redes.

La urgencia de la correcta carga de los proyectos de modernización en el manejador NETCON, tenía su origen en la desatención a los procesos de pase a producción y levantamiento de planta de los enlaces instalados desde el año 2006; Los cuales tenían más de dos años a la espera de su pase a producción (PAP).

5.1.2 Elaboración de la Propuesta.

Primero se planteó y llevó a cabo la inclusión en NETCON, de un pequeño grupo de enlaces de radio microondas, en específico de diez (10) tramos instalados con el modelo de radio Minilink HC que iban a permitir: verificar que el proceso de carga era satisfactorio, definir tiempos aproximados de registro de equipos y comprobar que cualquier persona en la empresa podía observar la información que se incluía en la herramienta accediendo a la red interna de la compañía. Una vez

examinada la primera carga, se inició el proceso de “carga masiva” (uno a uno) de los tramos correspondientes a los proyectos de modernización.

Debían entonces ser creados y modelados los equipos correspondientes a estos diez (10) tramos de prueba, a tal fin se modelaron todas las tarjetas de los equipos en prueba, con sus respectivos puertos de datos; Se asignaron velocidades y se habilitaron aquellos puertos que serían utilizados, en cada una de las localidades, para la asignación de servicios.

Luego de creados los 20 equipos, que correspondían a los 10 tramos, y asignadas mediante los códigos CLLI las ubicaciones geográficas universales de cada uno de dichos terminales. El siguiente paso consistió en la creación de redes o enlaces.

Fue entonces necesaria la creación de diez (10) redes de servicio en la herramienta NETCON, a cada red o enlace se le asociaron dos (2) localidades que correspondían a los terminales A y Z de cada tramo. En la información de la red se incluían detalles tales como: ubicación del enlace, tipo de red, velocidad de transmisión de la red, etc.

Hasta el momento sólo se habían asociado los equipos terminales ya creados a una red en específico. El próximo paso sería la apertura de “una orden de servicio” (asociada a cada enlace o red); Una orden de servicio en la aplicación NETCON, consiste en la asignación de una canal imaginario entre las localidades que conforman una red. Al crear una orden de servicio se reserva o habilita la conexión no física entre los equipos terminales, el canal no físico por donde se transmitirán las tramas y paquetes de datos.

Cada orden de servicio tiene asociada tantas asignaciones de circuitos o canales no físicos como tramos tenga el enlace total. En el caso de los tramos de

prueba, eran enlaces con un único tramo (definido como TM), cada orden de servicio tenía sólo un Ítem o circuito no físico asociado.

Para comprender el concepto de “orden de servicio” y su importancia se presenta el siguiente ejemplo: En la Figura 13 se muestra el diagrama de un enlace que va desde Juan Griego hasta Altagracia en el estado Nueva Esparta, al tener el enlace dos (2) terminales y un (1) tramo, es necesaria la creación de una (1) orden de servicio, para el tramo *Juan Griego - Altagracia*. Suponiendo que los equipos son Minilink HC con configuración terminal 1+1, y que tiempo después se quiera crear un segundo enlace Juan Griego – Santa Ana, es necesaria la creación de una nueva orden de servicio para dicho tramo, ya que la primera orden de servicio creada no posee unión alguna con Santa Ana. Como el equipo terminal de Juan Griego ya estaba asignado (reservado, ocupado) entonces es necesaria la inclusión de un nuevo equipo terminal en esa localidad, para de esta manera poder enlazar con Santa Ana mediante una orden de servicio diferente.

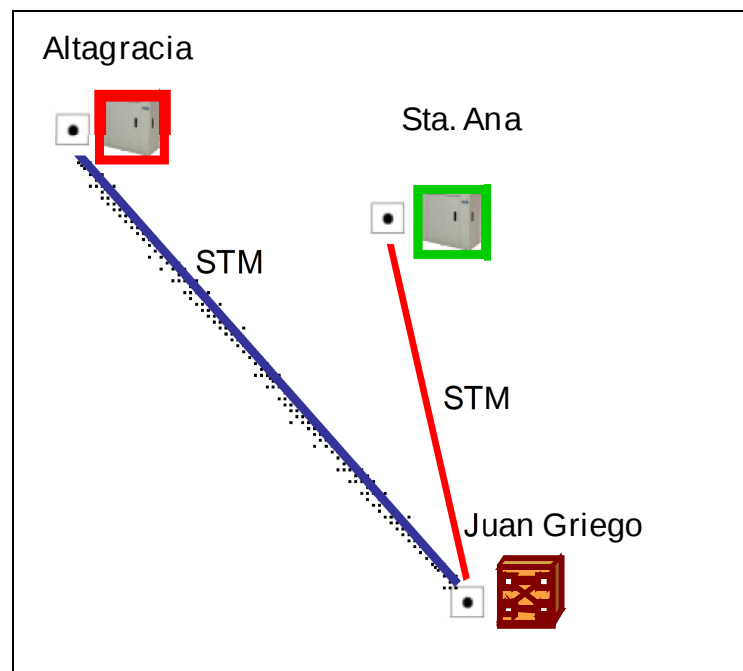


Figura 13: Ejemplo de enlaces en el Edo. Nueva Esparta [1].

Cada orden de servicio lleva asignado un circuito no físico, conocido en NETCON como CLR o Ítem, el próximo paso consistió en la creación de todas las órdenes de servicio y asignaciones de circuitos para cada uno de los enlaces o tramos. De esta forma estaría completado el proceso de carga de los diez (10) tramos de prueba.

5.1.3 Validación e Implementación de la Propuesta

Una vez incluidos en la herramienta los diez (10) tramos de prueba, se revisaron detalladamente los mismos con la finalidad de comprobar la correcta carga de equipos y enlaces. Si la carga es satisfactoria cada empleado de la empresa (con clave de acceso) podrá ubicar y revisar en la aplicación NETCON las características y el estatus de un tramo en particular. Para ello se instó al personal a revisar la información recientemente cargada, verificar si la misma era de fácil comprensión y comprobar que los modelajes elaborados correspondían a la realidad.

Efectivamente se verificó que los enlaces utilizados como modelo para validación del registro cumplieron con el aval del personal, ya que podían revisar y comprender las características de los equipos y enlaces sin ningún problema.

Con la autorización de la coordinación se inició el proceso de carga masiva de los equipos y tramos que forman parte de proyectos de modernización. Para esto fue necesaria la creación y modelaje, uno a uno, de los 386 equipos, que forman parte de los 127 enlaces, la creación de las redes que los asocian y sus respectivas órdenes de servicio y asignaciones CLR.

Cada red o enlace en particular presenta características propias que hacen que el proceso de registro no sea automático, si se hace una discriminación de los tipos de enlaces registrados se pueden desglosar de la siguiente manera:

- Enlace Minilink HC – Minilink HC, transportando 1 STM-1 y con protección terminal 1+1.
- Enlace Minilink HC – Minilink E, transportando 34x2Mbps con protección 1+0, ó 16x2Mbps con protección 1+0.
- Enlace Marconi Long Haul, transportando 3 STM-1 con protección 3+1.
- Enlace Marconi Long Haul, transportando 3 STM-1 con protección 3+2.
- Enlace Marconi Long Haul, transportando 2 STM-1 con protección 2+1.
- Enlace Alcatel LSY9600, transportando 7 STM-1 con protección 7+1.
- Enlace Airspan As3030, transportando 48Mbps de tráfico IP nativo.
- Enlace Nec Pasolink Mx, transportando 80Mbps de tráfico IP nativo.
- Enlace Minilink HC – Minilink E, y viceversa.
- Enlaces Minilink HC y Long Haul utilizando un multiplexor (Traffic Node) en el puerto de salida de datos para convertir las tramas SDH en jerarquías PDH.

Asimismo el modelaje correspondiente a cada uno de los equipos terminales era diferente del siguiente ya que cada equipo posee sus propios componentes, tarjetas, puertos que lo hacen diferente de otro. A modo de ejemplo se puede complementar la información detallando el proceso de carga y modelaje de un equipo terminal Minilink HC, donde se simuló cada una de las tarjetas que conforman el radio, se crearon los puertos disponibles en cada una de dichas tarjetas y se habilitaron aquellos que en la actualidad cursan tráfico, de la siguiente manera:

- **Tarjeta MMU A:** Módem sin puertos de transmisión. Slot 04.
- **Tarjeta MMU B:** Módem sin puertos de transmisión. Slot 02.
- **Tarjeta ETU-155:** Cuatro (4) puertos PDH de 2Mbps y cuatro (4) puertos Fast Ethernet. Habilitados 2 puertos PDH para alarmas de gestión y un puerto Ethernet. Slot 01.
- **Tarjeta TRU:** Un (1) puerto de salida SDH a velocidad de 155Mbps. Slot 03.

Para mayor información de los equipos registrados pueden consultarse en la sección de anexos el Anexo 4, que posee las características generales de los equipos de radio ó puede consultarse la sección de modelos de radios utilizados (Sección 2.7 del presente libro).

Los tiempos de carga individuales oscilaban entre 5 y 10 tramos por día, variando en relación al tipo equipo utilizado y cantidad de puertos de servicio que se debían habilitar según las especificaciones del proyecto.

Pasado el tiempo estipulado se completó la totalidad del registro de los equipos y enlaces en la herramienta adquirida para ello. Los coordinadores de la gerencia solicitaron que toda la información y aprendizaje recopilado en el transcurso del proceso de carga masiva debía ser distribuida al personal de la Coordinación de Ingeniería y Construcción de la Red.

La compañía tenía claramente definidas sus prioridades al momento de realizar la carga en NETCON: primero estandarizar el proceso de registro e instruir al personal, de tal forma que cada ingeniero pueda estar en la capacidad de registrar sus proyectos en el administrador, para luego realizar el registro de todos los equipos y enlaces que estaban instalados desde 2006, ya que de no hacerlo dichos enlaces permanecerían invisibles para la empresa y sus trabajadores, lo cual impedía asignaciones, seguimiento y caracterización del tráfico cursante por esas localidades. La CANTV considera que el perfil profesional del ingeniero de la empresa debe ser integral, es decir, que éste debe conocer y manejar todos los procesos internos de la compañía. La ingeniería de un proyecto no finaliza con su diseño e instalación, se necesita también que se completen los demás procesos que permiten el levantamiento de planta y PAP de los trabajos instalados.

Por tal motivo se planteó, sobre la marcha, la creación de un instructivo avalado por la compañía, que funcionara como guía metodológica o manual para futuros registros y modificaciones en la herramienta corporativa NETCON.

5.2 Manual: “Metodología para el Registro de Equipos, Redes, Órdenes de Servicios y Asignaciones de Circuitos en el Manejador Network Configuration Manager v.7.0.3 (NETCON)”.

El manual elaborado, se refiere a una serie de instrucciones y procesos, necesarios para el registro y modelaje de enlaces y equipos en el administrador de redes adquirido por CANTV (NETCON), desarrollado por mi persona bajo supervisión de la Coordinación de Ingeniería y Construcción de Medios Inalámbricos y aprobado por la Gerencia General de Tecnología y Operaciones de la empresa.

5.2.1 Elaboración del Manual.

Se inició bajo la supervisión y aval de la Gerencia de Tecnología y Operaciones el proceso de elaboración del manual o instructivo. Para esto se dividieron los tópicos más importantes de la herramienta que permiten el correcto modelaje de los equipos y redes en la herramienta NETCON, quedó estructurado de la siguiente manera:

- **Estándar definido para equipos y redes:** Se explica el estándar adoptado para nombrar equipos y enlaces.
- **Descripción de la herramienta y requisitos:** Se mencionan los requisitos mínimos del sistema para poder iniciar sesión en la aplicación y se hace una descripción general de la misma.
- **Menú Principal de la aplicación:** Se presenta el menú principal de la herramienta y las diferentes opciones que presenta.

- **Equipamiento:** Se explica todo lo relacionado con la creación, modelaje y modificación de equipos terminales.
- **Definición de Red:** Se hace referencia a todo lo que agrupa la creación y modificación de una red o enlace.
- **Solicitud de Órdenes de Servicio:** Define y explica todos los pasos necesarios para la creación de canales no físicos entre dos localidades, lo que permite establecer la conexión y simular el enlace.
- **Localidades:** Define el procedimiento para comprobar la existencia de códigos CLLI.

Se elaboró el manual de tal manera que resultara didáctico al lector, para ello se incluyeron las capturas de pantalla correspondiente a cada acción o proceso, se agregaron marcas y notas donde se resaltan utilidades importantes.

En el cuerpo del manual se encuentra información detallada y documentada de los procesos necesarios para llevar a cabo el cumplimiento de las tareas necesarias para hacer el registro en NETCON. Las secciones de apéndice y anexos, pretenden servir como guía rápida para el registro de un proyecto determinado, se explica de manera resumida todo lo que se debe realizar para comenzar desde cero el modelaje de un equipo, hasta el paso final de la carga o asignación de servicios. Estas secciones abarcan lo siguiente:

- **Solicitud de códigos CLLI:** En esta sección se explica el proceso o metodología necesaria para solicitar ante la unidad correspondiente la creación de los códigos CLLI para determinadas localidades.
- **Solicitud de facilidades para la herramienta:** En esta parte se explica el proceso para solicitar, ante la unidad correspondiente, la inclusión en la herramienta de facilidades que sean necesarias.
- **Ejemplo del registro de un enlace:** Muestra paso a paso el proceso de carga de un enlace en el administrador de redes NETCON.

- **Tabla modelo para solicitud de códigos CLLI:** Se presenta un formato de la tabla necesaria para solicitar códigos CLLI, ante la unidad correspondiente.
- **Diagrama del proceso de registro en NETCON:** Se muestra un diagrama de bloques de los procesos requeridos para culminar el modelaje de un enlace.

Seguidamente se determinó el modelo base de las publicaciones de este tipo en CANTV, con la finalidad de que el documento creado cumpla con todas las normas y estándares definidos por la empresa para su publicación en la biblioteca digital de la compañía (CIRED).

Una vez elaborado el manual pasó por un proceso de revisión para luego validar el mismo ante la unidad administrativa correspondiente. La revisión se llevó a cabo mediante una reunión donde el Ing. Víctor Carnevali y mi persona examinamos la información contenida en el documento, con la finalidad de buscar y corregir errores de redacción y/o contenido.

5.2.2 Aprobación e Incorporación del Manual a la Biblioteca de CANTV.

Para validar la efectividad y aceptación del manual en la empresa se coordinaron una serie de tres (3) presentaciones, donde se invitó al personal de la Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión y se le explicó la funcionalidad del manual al momento de realizar el registro en la herramienta NETCON.

Terminado el ciclo de presentaciones se entregó el manual a los asistentes junto a un instrumento de evaluación (encuesta), con la finalidad de que los involucrados en los proyectos de ingeniería y construcción pudiesen evaluar la aplicabilidad del manual y además ofrecer sugerencias y observaciones al mismo.

Aunque no estaba previsto al comienzo del proyecto utilizar un instrumento de evaluación, esto sirvió para tener un alcance mayor de la funcionalidad del documento, lo que permitió tener números que avalan la utilidad del mismo para los futuros procesos de carga en NETCON.

Una vez que el Coordinador del área aprobó el documento, se iniciaron los trámites ante la unidad de Control de Documentos adscrita a la Coordinación de Diseño y Optimización de Procesos Operativos. Esta unidad es la encargada de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos para la elaboración, aprobación y publicación de documentos en la biblioteca virtual de la corporación (<http://cired.cantv.com.ve/docs/>).

Cuando la unidad anteriormente nombrada aceptó la inclusión del manual en su base de datos, se asignó un código de publicación para registro y control de publicaciones. En este caso en particular se asignó el código MAN-0091, que indica que es el manual número 91 publicado por la empresa para su uso interno.

5.3 Instrumento de Evaluación para los Lineamientos Definidos en la Metodología del Manual Desarrollado.

La evaluación de la utilidad del manual para el registro de equipos y enlaces en el administrador de redes NETCON de nombre ***“Metodología para el Registro de Equipos, Redes, Órdenes de Servicios y Asignaciones de Circuitos en el Manejador Network Configuration Manager v.7.0.3 (NETCON)”***, se realizó mediante el diseño de un instrumento que cuantifica el grado de éxito en la carga de los terminales y tramos utilizando como apoyo el manual elaborado.

Con el fin de llevar a cabo la evaluación, se suministró el manual y la encuesta a un grupo de quince (15) personas, que corresponden al personal de ingeniería de la Coordinación Ingeniería y Construcción Medios Inalámbricos, y los

coordinadores generales de la Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión. El instrumento utilizado para realizar la evaluación, consiste en una encuesta realizada al grupo de ingenieros involucrados en los diferentes proyectos de modernización, con el objeto de verificar si mediante el empleo de la información contenida en el manual elaborado pueden ser cargados y modelados satisfactoriamente los tramos y enlaces.

El instrumento de medición diseñado sólo evalúa si la metodología desarrollada en el instructivo permite que cada ingeniero, una vez diseñado e instalado su proyecto, pueda registrar y simular, en el manejador de redes NETCON, la información requerida para el PAP (Pase a Producción) y levantamiento de planta de dichos trabajos.

Se diseñó un modelo de encuesta para el documento en el que se incluyeron preguntas relacionadas con el proceso de registro y modelaje del equipamiento y creación de enlaces. Con base en reuniones sostenidas con personal de la Gerencia de Medios de Acceso e Interconexión (GMAI), se discutió la importancia de cada uno de los aspectos incluidos en el instrumento de medición, con el fin de asignarle una puntuación a cada pregunta en la encuesta según su relevancia en tres aspectos: (a) Facilidad en la creación de equipos (b) Facilidad en el modelaje y registro de equipos y enlaces y (c) Facilidad en solicitudes necesarias en la aplicación. El grado de éxito del registro viene determinado por la puntuación total obtenida en la encuesta (siendo 90 la máxima puntuación). Finalmente, se promediaron las puntuaciones obtenidas de cada una de las encuestas realizadas para presentar los resultados.

La encuesta se dividió en los siguientes bloques de evaluación, donde se asigna un puntaje acorde a la importancia y dificultad del tópico consultado:

- **Estándar Definido para la Creación de Equipos y Redes:** (10 pts) Se evalúa la comprensión de los estándares diseñados para nombrar los equipos y redes.

- **Inicio del Sistema y Menú Principal:** (15 pts) Se evalúa si el manual ofrece las instrucciones necesarias para acceder a la aplicación.
- **Equipamiento:** (15 pts) Se valora la utilidad del manual para los procesos de creación, modelaje y modificación de equipos terminales.
- **Definición de Red:** (15 pts) Se valora la utilidad del manual para los procesos de creación, modelaje y modificación de redes o enlaces.
- **Orden de Servicio:** (20 pts) Se valora la utilidad del manual para asignación de circuitos y reserva de puertos en NETCON.
- **Localidades:** (5 pts) Se evalúa la funcionalidad del manual para ofrecer las instrucciones necesarias para comprobar la existencia de códigos CLLI.
- **Otros Procesos Necesarios:** (10 pts) Se valoran los apéndices y anexos del manual elaborado.

Aparte se agregó al modelo de encuesta un campo en blanco donde el encuestado puede realizar recomendaciones, críticas y/o mejoras al manual desarrollado, esto con la finalidad de realizar a corto plazo las presentaciones del manual en donde se aclaren dudas y se recopilen las sugerencias y recomendaciones para una segunda edición del mismo. Cualquier consulta requerida al modelo de encuesta realizada puede verificarse su estructura y preguntas en el Anexo 3.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se mencionó en la sección 5.3, el instrumento diseñado para la evaluación del modelo de documentación que se desarrolló durante la pasantía, asociado a la carga de equipos y enlaces en la herramienta de redes NETCON, consta de dieciocho (18) preguntas que evalúan la utilidad de la información y metodología contenida en el documento instructivo creado como guía para el proceso de registro. Se sumaron los valores obtenidos en cada pregunta asignando un valor máximo de noventa (90) puntos a la encuesta.

En la estructura del instrumento de medición se dividieron las preguntas en bloques, donde cada uno de ellos corresponde a una sección del manual y tiene un puntaje específico del total de la evaluación. En este caso el bloque de preguntas de menor valor tiene cinco (05) puntos del total, mientras que el de mayor valor tiene veinte (20). Cualquier consulta a la encuesta se puede revisar en la sección anexos, en el Anexo 3 que corresponde al instrumento de medición aplicado.

A continuación, en la Tabla 5, se presenta una tabla resumen de las puntuaciones promedio, en cada una de las secciones que conforman la encuesta obtenidas al aplicar el instrumento de medición a una muestra de 15 ingenieros que se encargarán, de la carga de equipos y tramos en la herramienta NETCON.

Tabla 5: Puntaje promedio obtenido por bloques de preguntas.

Personas Encuestadas	Bloque # 1 sobre 10 pts	Bloque #2 sobre 15 pts	Bloque #3 sobre 15 pts	Bloque #4 sobre 15 pts	Bloque #5 sobre 20 pts	Bloque #6 sobre 05 pts	Bloque #7 sobre 10 pts
15	9.866	14.4	14.333	14.2	18.466	4.8	9.6

Seguidamente se muestra la Tabla 6 donde se presenta la puntuación mínima y máxima obtenida luego de aplicar el instrumento de evaluación, además del puntaje promedio general de la encuesta, calculado luego de contabilizar la totalidad de la muestra.

Tabla 6: Puntuación máxima, mínima y promedio obtenida.

Personas Encuestadas	Puntaje Mínimo Obtenido	Puntaje Máximo Obtenido	Promedio General de la Evaluación
15	77	90	85.667

Al examinar los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta al manual elaborado, se puede observar que la puntuación promedio general es de 85.667 lo que equivale a un 95.6% del total (90 puntos); Esto permite inferir que, según las personas encuestadas, el manual tiene una funcionalidad superior al 95% lo que se traduce en que es considerado útil y aplicable al momento de trabajar con la herramienta NETCON.

Como se desarrolló en la sección 5.3 cada bloque es una evaluación individual a cada uno de los tópicos más relevantes del proceso de registro en la herramienta NETCON. La cantidad de puntos asociados a cada bloque de preguntas está relacionada con el grado de complejidad que presenta dicha etapa en el proceso de carga.

La sección con menor puntaje (5 ptos) corresponde a la verificación de la existencia de códigos CLLI en la base de datos general, por otra parte la asignación de órdenes de servicio, canales o circuitos de transmisión, asignación y reserva de puertos de datos corresponde a la parte más compleja de proceso de registro, ya que agrupa las etapas del modelaje técnico de la red; Por tal razón tiene asignado 20 puntos del total.

Los demás bloques oscilan entre diez (10) o quince (15) puntos ya que a juicio personal los otros procesos poseen relativamente el mismo grado de dificultad; Además cada una de las etapas depende de la anterior por lo que llevar la secuencia del registro es menos complicada que la asignación y modelaje del enlace.

Si se analizan los resultados bloque a bloque se observa que aunque en ninguno de ellos obtuvo puntuación completa, se aprecia que cada uno de dichos bloques se encuentra por encima del 90% de aprobación individual, tal y como se aprecia en la Tabla 7. Es necesario resaltar que el bloque con menor porcentaje de aceptación (Bloque 5) corresponde al que tenía un puntaje mayor en la encuesta y un grado de comprensión mucho más complejo que los demás, pero de todas maneras el grado de aceptación es muy satisfactorio ya que si se considera la dificultad de la etapa y que tiene un porcentaje aprobatorio superior al 92% no puede ser calificada como negativa la evaluación individual.

Tabla 7: Porcentaje de aceptación, por bloques.

Porcentaje del Bloque # 1	Porcentaje del Bloque #2	Porcentaje del Bloque #3	Porcentaje del Bloque #4	Porcentaje del Bloque #5	Porcentaje del Bloque #6	Porcentaje del Bloque #7
98.66%	96.44%	95.55%	94.22%	92.66%	96%	95.33%

En la figura siguiente (Figura 14) se presenta la puntuación general recibida por cada una de las personas que tomó la encuesta, luego de estudiar y analizar el manual presentado. Se observa que del total, apenas cinco (5) encuestados evaluaron la utilidad del manual por debajo del promedio general, mientras que los otros diez (10) se encuentran por sobre la media obtenida. Para cualquier consulta individual de las evaluaciones por preguntas o por bloques de cada uno de los encuestados, puede consultarse la sección de anexos donde se muestra una tabla con toda la información vaciada en las tablas y graficas presentadas en este capítulo.

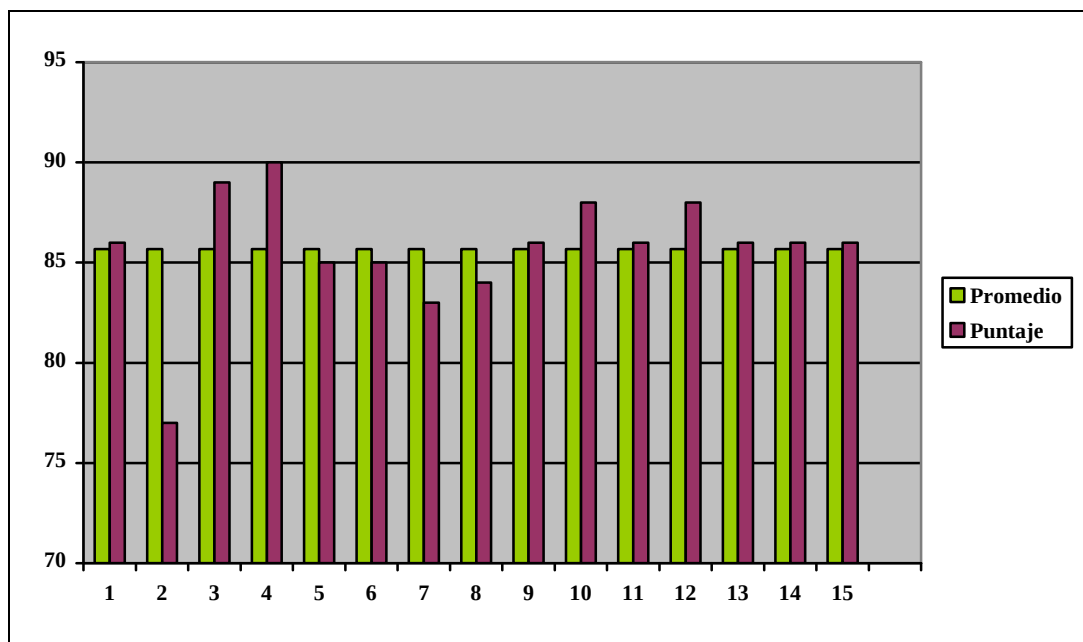


Figura 14: Gráfico de puntajes individuales de las encuestas.

Luego de realizado el análisis respectivo se puede concluir que el documento técnico elaborado cuenta con la confirmación de uso y funcionalidad del manual por parte de las personas que utilizarán dicho instrumento. Los bloques de preguntas que obtuvieron una puntuación cercana a la media (95,55 puntos), vienen acompañados de sugerencias escritas que permitirán ajustar los detalles para incrementar la aplicabilidad y comprensión del instructivo.

Por otra parte la Coordinación de Ingeniería y Construcción de Medios Inalámbricos, planificó un ciclo de tres (3) presentaciones para finales del mes de Noviembre de 2008 donde se aclararán las dudas referentes al manual elaborado y se recopilarán las sugerencias en directo.

Con respecto al proceso de registro masivo y creación de lineamientos que permitieron llevar a cabo la correcta inclusión de todos los tramos que pertenecen a los proyectos de modernización adelantados en años anteriores, se puede resumir dicho proceso como un avance significativo en la estructura organizativa de la empresa; Se buscó la manera de poder tener al día trabajos y proyectos instalados

desde hace dos años como mínimo, lo que originó una actualización del levantamiento de planta y asignación de servicios de más de 193 tramos a nivel nacional y que antes del inicio de este proyecto eran invisibles para los empleados de la corporación.

Hablar de números y de porcentajes de completación de los registros sería redundante ya que como se explicó anteriormente no se encontraba cargado en la aplicación NETCON ningún tramo y que la idea principal era establecer los estándares para iniciar un proceso de carga masiva que actualizara el volumen de trabajo atrasado. En el mismo orden de ideas se puede complementar la información anteriormente citada con la Figura 15, que muestra la cantidad total de registros efectuados seccionados por proyectos.

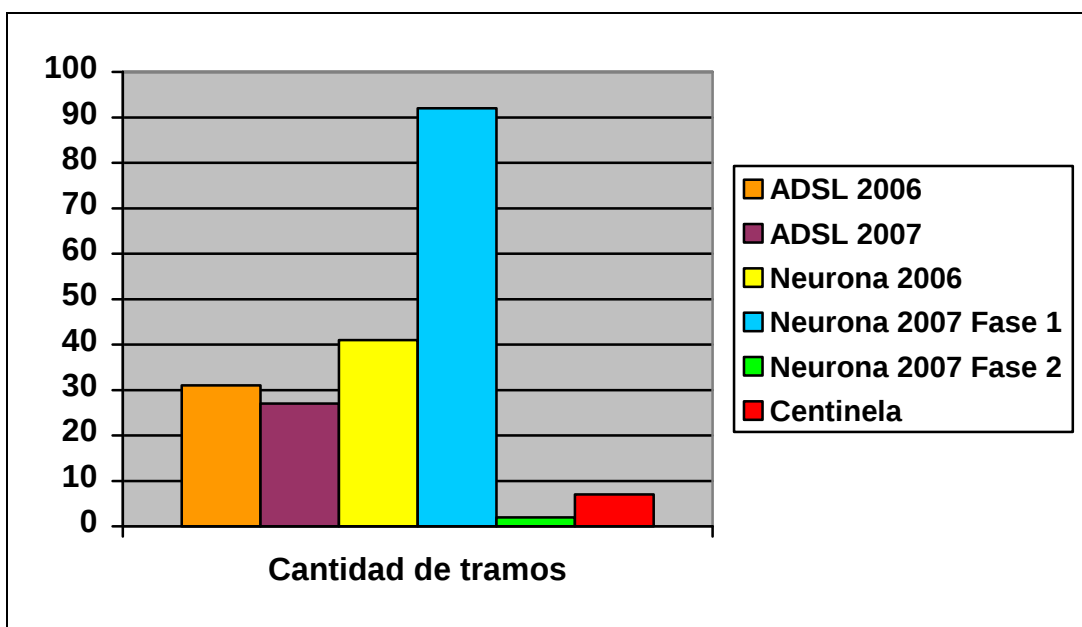


Figura 15: Tramos registrados por proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de la culminación de este trabajo se puede establecer que los objetivos planteados al inicio de esta pasantía fueron alcanzados con éxito, no sólo por la elaboración de los lineamientos que iban a permitir la estandarización de los procesos de registro en la herramienta NETCON, sino porque actualmente es la metodología definida y aceptada en la empresa CANTV para realizar la asignación de servicios y carga de equipos y tramos en el manejador de redes estudiado.

Se logró satisfactoriamente el registro masivo de la totalidad de tramos que hacen parte de los proyectos de modernización de la empresa en los años 2006 y 2007.

Se consiguió la estandarización de los procesos para el registro de equipos de radio y tramos en la red. A su vez, este modelo servirá de base para otros proyectos que requieran el mismo estudio en las redes de transmisión de la compañía, proyectos que ya están en fase de diseño.

La utilización de la metodología de trabajo planteada, fue clave para realizar la pasantía en el periodo de tiempo propuesto obteniendo un producto óptimo, tanto así que se planificó la realización de un manual y se consultó la aplicabilidad del mismo, cuando no estaba previsto realizar tal trabajo al inicio del proyecto.

La aplicación de una metodología estándar a los pasos de registro de los diferentes proyectos de la empresa, permite la unificación de tales procesos. Se pretende evitar que cada líder de proyecto registre un trabajo sin contar con un procedimiento que asegure unicidad en los procesos de registro, lo que ocasionaría tardanzas al momento de revisión de cada uno de los levantamientos de planta en las diferentes localidades.

Se reafirmó la validez del modelo de estandarización planteado con la elaboración del instrumento de evaluación aplicado al personal del departamento de Ingeniería y Construcción, logrando el aval del personal relacionado con esta actividad en CANTV.

Se recomienda la utilización de la metodología de registro definida antes de la recepción del “Acta de Aceptación” del enlace instalado, sin importar que luego tengan que hacerse modificaciones, ya que esto contribuirá a que el PAP se realice al poco tiempo de puesto en funcionamiento el enlace.

Como complemento al trabajo realizado durante el proceso de la pasantía, se propone la estandarización de criterios entre los diferentes departamentos que forman parte de la Gerencia (GMAI). La metodología creada es aplicable para equipos de radio que operan en tecnología IP, pero se conoce que tales equipos no son los únicos que componen la infraestructura de un enlace, existen otros equipos tales como DDF, DSLAM, Routers, Switches, entre otros, que no poseen un estándar para su nombramiento y registro en la herramienta en cuestión. El unificar tales criterios, en cuanto a los equipos utilizados por la empresa, permitirán hacer más robusto el manual de NETCON, además de ofrecer una mayor gama de posibilidades para registro y asignación de servicios en el manejador de redes.

Se recomienda también, a la Gerencia General, no dejar a un lado los procesos de renovación de licencias de todas aquellas herramientas que sean necesarias para efectuar los procesos de pase a producción (PAP) y levantamiento de planta de los proyectos en desarrollo, ya que eso ocasiona retrasos innecesarios en los procesos.

También es necesario que cada trabajador de la empresa tenga su propia clave de acceso al sistema NETCON, de esta manera se verificará la información

incluida o modificada por cada persona y será mas fácil la asignación de responsabilidades.

Se recomienda que sean habilitados varios computadores personales en el sitio de trabajo con la finalidad de ser utilizados únicamente para los procesos de carga y registro en la aplicación, ya que la herramienta funciona bajo una versión específica de Java, que por su antigüedad no es fácil de conseguir.

Para finalizar se puede sugerir ante la Gerencia General la compra o adquisición de la licencia correspondiente a la última versión de la herramienta NETCON, ya que la utilizada tiene 4 años de antigüedad y gracias a la apatía hacia la utilización de la aplicación no se consideró prioritario, en su momento, la actualización de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela. <<http://www.cantv.com.ve/>>.
- [2] Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela, Centro de Información de la Red (en línea). < <http://cired>>.
- [3] Comunidad de Investigadores, Tecnologías de Acceso. <<http://www.imaginar.org>>.
- [4] División de Estudios de Posgrado de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Ethernet y Protocolos TCP/IPv4. México: Curso 2005-1.
- [5] Entrevista realizada a los Ingenieros Pedro Luis López y Loyramar Rojas en las instalaciones CANTV, agosto 2008.
- [6] Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación (ETSI). <<http://www.teleco.upct.es>>.
- [7] Ingeniero Guzmán. Notas sobre encapsulado TCP/IP. <<http://www.ingenieroguzman.com.ar>>.
- [8] Instructivo de referencia. Metodología para la Configuración de Localidades CLLI. Documento Permanente CANTV. 2da edición. 2004.__15p.
- [9] International Engineering Consortium. The Evolution of the Network beyond IP. <<http://www.iec.org>>.

- [10] International Engineering Consortium. Fundamentals of Telecommunications. <<http://www.iec.org>>.
- [11] International Engineering Consortium. Internet Protocol. <<http://www.iec.org>>.
- [12] International Engineering Consortium. Sincronous Digital Hierarchy. <<http://www.iec.org>>.
- [13] Manual de referencia técnica. Airspan. Equipo de Acceso AS-3030. Disponible en: <<http://escritorioidigital>> (Uso exclusivo y confidencial de CANTV).
- [14] Manual de referencia técnica. Alcatel. Equipo Indro LSY9600. Disponible en: <<http://escritorioidigital>> (Uso exclusivo y confidencial de CANTV).
- [15] Manual de referencia técnica. Ericsson C.A. Minilink HC. Disponible en: <<http://escritorioidigital>> (Uso exclusivo y confidencial de CANTV).
- [16] Manual de referencia técnica. Ericsson C.A. Minilink E. Disponible en: <<http://escritorioidigital>> (Uso exclusivo y confidencial de CANTV).
- [17] Manual de referencia técnica. Ericsson C.A. Marconi Long Haul. Disponible en: <<http://escritorioidigital>> (Uso exclusivo y confidencial de CANTV).
- [18] Manual de referencia técnica. Metodología para el Registro de Equipos, Redes, órdenes de Servicios y Asignaciones de Circuitos en el Manejador Network Configuration Manager v.7.0.3 (NETCON). Disponible en: <<http://escritorioidigital>> (Uso exclusivo y confidencial de CANTV).
- [19] Martínez, Luis Miguel. Introducción a TCP/IP, Alicante: Publicaciones docentes de la Universidad de Alicante, 1998.

[20] McGraw Hill Interamericana de España. Enseñanzas medias, libros online: TCP/IP. Cap.5. Disponible en: <<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide>>.

[21] Telefónica. Tutoría sobre la Capa de Control. <<http://www.telefonica.es>>.

[22] Telcordia Technologies. <<http://www.telcordia.com>>.

[23] Universidad de Sevilla. Ingeniería de requisitos en aplicaciones para la Web. Sevilla 2002. Disponible en: <<http://www.lsi.us.es/docs/informes/LSI-2002-4.pdf>>.

[24] Universidad Politécnica de Navarra. Transporte sobre SDH. <<http://www.tlm.unavarra.es>>.

[25] Universidad Politécnica de Valencia. TCP/IP. <<http://personales.upv.es>>.

[26] W&T interfaces. Tutorial of TCP/IP-Ethernet for beginners. <<http://www.wut.de>>.