

**ANÁLISIS DE LA RED WAN DE  
LA AERONÁUTICA CIVIL**

**BASTO RUIZ LEVIS MAURICIO  
GIL VARGAS ANGELA MARCELA**

**BOGOTA D.C  
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC  
2006-06-29**

**ANÁLISIS DE LA RED WAN DE  
LA AERONÁUTICA CIVIL**

**BASTO RUIZ LEVIS MAURICIO  
GIL VARGAS ANGELA MARCELA  
CPG**

**Proyecto de investigación del  
Ciclo preparatorio para el grado**

**Presentado al Ingeniero  
Alejandro Guerrero**

**BOGOTA D.C  
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC  
2006-06-29**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestras familias por acompañarnos y apoyarnos en esta etapa de nuestra vida, además a la entidad Aeronáutica civil que nos abrió sus puertas para aprender y poner nuestros conocimientos al servicio de la misma junto a nuestro director de proyecto

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	
JUSTIFICACIÓN	
OBJETIVOS	
<b>1. RESEÑA HISTÓRICA</b>	
1.1 HISTORIA DE LAS TELECOMUNICACIONES	11
<b>2. AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA</b>	
2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA AERONÁUTICA CIVIL	26
2.2. MISIÓN	28
2.3. VISIÓN	29
2.4. RAZÓN DE SER	29
2.5. OBJETIVO	30
<b>3. ESTADO DEL ARTE</b>	
3.1. CONCEPTOS	31
3.2. SITUACIÓN ACTUAL	
3.2.1. RED LAN EN BOGOTÁ	39
3.2.1.1. DIAGRAMA DE ENLACES BACKBONE DE LA RED DE DATOS DE BOGOTÁ	39
3.2.1.2. INFRAESTRUCTURA	40
3.2.1.3. TIPO DE CABLEADO	42
3.2.1.4. TIPOS DE CABLE	43
3.2.1.5. TOPOLOGÍA UTILIZADA	43
3.2.1.6. MAPA DE TOPOLOGÍA DE CAPA OSI	44
3.2.1.7. PUNTOS DE RED	45
3.2.1.8. SERVIDORES	49
3.2.2. RED WAN AERONÁUTICA CIVIL	51
3.2.2.1. FUNCIONES DE LA RED WAN DE LA AERONÁUTICA CIVIL	51
3.2.2.2. RED MULTIPLEXORES PROMINA	52
3.2.2.3. SISTEMAS PROMINA	54
3.2.2.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PROMINA	57
3.2.2.5. TOPOLOGÍA DE LA RED PROMINA	60
3.2.2.5.1. LOCALIDAD SUR	51
3.2.2.5.2. LOCALIDAD DEL NORTE	64
3.2.2.6. SERVICIOS DE LA RED DE MULTIPLEXORES PARA LA UAEAC	67
3.2.2.7. INTERFAZ DE ACCESO A LA RED DE MULTIPLEXORES	70
3.2.2.8. INTERFASE FÍSICA WAN	74
3.2.2.9. CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA FRONTAL	74
3.2.2.10. TARJETAS TRASERAS OPCIONALES	75

## FIGURAS

1. Diagrama de enlaces backbone de la red de datos de Bogotá	39
2. Red LAN Bogotá	44
3. Topología Red LAN Bogotá	46
4. Topología de la red WAN	51
5. Módulos Promina	53
6. Red Promina en Colombia	60
7. Red Promina UAEAC – Regional Cundinamarca	61
8. Red Promina UAEAC – Regional Valle	62
9. Red Promina UAEAC – Regional Meta	63
10. Red Promina UAEAC – Regional Costa Atlántica	64
11. Red Promina UAEAC – Regional Antioquia	65
12. Red Promina UAEAC – Regional Norte de Santander	66
13. Menú de inicio	71
14. Interfaz gráfica de diagnóstico	72
15. Vista Frontal e interfase de la tarjeta PX3	76
16. Tarjeta Frontal PX3	77
17. Descripción de alarmas	78
18. Descripción de cada LED	78
19. Topología de la red WAN	79
20. Fibra monomodo	83
21. Topología recomendada	84
22. Direccionamiento Punto a Punto con PVC	85

## TABLAS

1. Estándares De cableado	42
2. Puntos de red en LAN Bogotá	45
3. Switches instalados en cada sitio	48
4. Servidores Windows	49
5. Servidores Unix	50
6. Tarjetas de servicio	59
7. Nodos de la Regional Cundinamarca	61
8. Nodos de la Regional Valle	62
9. Nodos de la Regional Meta	63
10. Nodos de la Regional Costa Atlántica	64
11. Nodos de la Regional Antioquia	65
12. Nodos de la Regional Norte de Santander	66
13. Servicios De la red de multiplexores Promina	67

## INTRODUCCIÓN

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (AERONÁUTICA CIVIL) como ente encargado de la gestión y administración del espacio Aéreo Nacional en todo lo relacionado a la Aviación Civil, debe contar con las herramientas automatizadas para poder brindar altos índices de confiabilidad de la información suministrada, esto hace que la Aerocivil constantemente este realizando fuertes inversiones tecnológicas en pro de mejorar la calidad de los servicios prestados.

Como los sistemas automatizados usados por la entidad son transportados por medio de una extensa red de comunicaciones a nivel nacional, el presente proyecto esta basado en el análisis técnico y mejoramiento de dicha red, con el fin de mejorar la calidad de los servicios cursados, incrementando así la seguridad e integridad de los vuelos comerciales cursados por el espacio aéreo nacional. En ese orden, este trabajo busca realizar un estudio detallado de la red de comunicación de la AERONÁUTICA CIVIL, describiendo cada uno de los aspectos relevantes que se puedan encontrar en esta y profundizando en la administración, con el objeto de encontrar puntos de falla y buscar diferentes alternativas para poder solventarlas.

Teniendo en cuenta los elementos que posee la red en estos momentos da el punto de partida para fundamentar los cambios que se van a realizar para mejorar los servicios entre las diferentes regionales tomando como referencia los procesos y procedimientos que se llevan a cabo para el funcionamiento de la Aeronáutica Civil y que a la vez pueda tener acceso a la información actualizada en el momento oportuno.

Con este proyecto se expondrá un caso real de la administración de una red de comunicaciones en una empresa que cuenta con múltiples tecnologías, topologías, aplicaciones, etc. Además se podrán plantear las diferentes opciones de mejoramiento para un funcionamiento óptimo y con calidad, obteniendo así que la comunicación entre los usuarios sea transparente y fiable.

## JUSTIFICACIÓN

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, es la empresa estatal encargada de la administración, control y vigilancia del espacio Aéreo Nacional, por tal motivo cuenta con una serie de herramientas técnicas de comunicaciones que demandan un alto índice de disponibilidad y calidad.

Debido al rápido desarrollo de los servicios y aplicaciones bajo el protocolo de comunicaciones IP, a nivel global se puede apreciar una demarcada convergencia a implementación de redes en este protocolo. En la actualidad este protocolo ofrece la plataforma más generalizada para crear nuevos servicios definiendo factores de calidad, es por ello que ahora se habla del rápido crecimiento de redes multiservicio que soportan voz, datos y video sobre IP.

Los servicios aeronáuticos no son ajenos a esta tendencia mundial y por ende aplicaciones como AFTN, RADAR y servicios de coordinación de voz, se desarrollan sobre la plataforma de comunicaciones IP, en pro de mejorar su calidad y versatilidad.

Adicional a las aplicaciones aeronáuticas, las cuales se relacionan directamente con la gestión del tráfico aéreo civil, la entidad cuenta con una serie de aplicaciones administrativas tipo cliente-servidor bajo el protocolo IP (PAF, SIGMA, ALDIA, entre otras), las cuales debido a su fácil implementación, sus constantes mejoras y sus prestaciones en diversas aéreas, se están masificando dentro de la entidad e incluso podrían extenderse a usuarios fuera de la misma.

Por tal motivo, se requiere hacer un análisis completo de la red de comunicaciones, con el fin de optimizar los recursos existentes y plantear en alternativas en pro de mejorar la calidad, disponibilidad y confiabilidad de las aplicaciones soportadas bajo el protocolo de comunicaciones IP.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Brindar a la Aeronáutica Civil la oportunidad de hacerle un análisis detallado de la red WAN en busca de detectar puntos que sean vulnerables a fallas y de esta forma encontrar las soluciones que más se acondicionen a esta empresa para que pueda mantener siempre activos sus servicios y aplicaciones, para que los servicios de telecomunicaciones sean excelentes.

### **Específicos**

- Analizar la configuración que hay entre cada uno de los enlaces.
- Revisar el tipo de enrutamiento, direccionamiento y encapsulamiento que se utiliza entre cada uno de los enlaces, para de esta forma encontrar posibles causas de falla.
- Analizar las diferentes problemáticas que existen en la red.
- Buscar soluciones a fallas encontradas en la red, para su mejor funcionamiento.
- Proponer las posibles soluciones al ingeniero encargado, para que puedan ser evaluadas y en su defecto implementadas.

## 1. RESEÑA HISTÓRICA

### 1.1. HISTORIA DE LAS TELECOMUNICACIONES

#### Primeros pasos en las Telecomunicaciones

En los años 3500 AC solo había comunicación a partir de signos abstractos dibujados en papel hecho de hojas de árboles; hacia 1184 AC ya se podían transmitir mensajes a distancia con SEÑALES DE FUEGO, el antiguo imperio Romano y Griego poseían muy buenos sistemas de este tipo, hacia los años 500 AC dos ingenieros de Alejandría (Kleoxenos y Demokleitos) usaban un sistema de recepción y transmisión de información solo en la noche, el sistema constaba de dos caminos separados por una colina, dependiendo de cuantas antorchas y como fueran acomodadas en la colina el mensaje podía ser leído (para el mensaje "One hundred Cretans have deserted" fueron utilizadas 173 antorchas y la transmisión duró alrededor de 1 hora y media). Pero quizás uno de los primeros intentos de telecomunicaciones o transmisión de información a largas distancias fue la MARATON que consistía en que una persona llevaba un mensaje de un sitio a otro corriendo a través de kilómetros de distancia (En los años 490 AC la victoria de Atenas sobre Grecia fue dada por un hombre con las frases "Be glad! We are the winners!" .y luego de decirlo murió ya que era muy extenuante el correr a través de tantos kilómetros). Luego nacieron otras formas de comunicación donde las personas se situaban en sitios altos y transmitían la información a otros a través de gestos hechos por el movimiento de sus brazos, hasta que la información llegaba a su destino.

En áreas selváticas donde se dificultaba obtener línea de vista para transmisión de información, desde sitios altos, fueron desarrollados los TELÉGRAFOS DE TAMBOR, la idea era transmitir la información a través de sonidos que emanaban de un tambor hecho con madera de los árboles para los nativos de África, Nueva Guinea y América, mientras que en China usaban el conocido *Tamtam* que era un gran plato metálico creado para transmitir información audible con algunos toque de un martillo sobre el.

Hacia los años 360 AC fueron creados los TELÉGRAFOS DE AGUA que almacenaban información detallada y luego se transmitía por señales de humo o fuego. La idea era poder almacenar las señales de los telégrafos de antorcha para que pudieran ser leídas posteriormente, esto se llamo telégrafo hidro-óptico y constaba de una serie de barriles llenos de agua hasta determinado nivel y se tapaban o destapaban de acuerdo a la señal de fuego que correspondiera. En los años 150 AC había acerca de 3000 redes de telégrafos de agua alrededor del imperio Romano.

No solo los Indígenas usaban señales de humo para intercambiar información, pero también en los años 150 AC los romanos trabajaron en este tipo de transmisión y tenían TELÉGRAFOS DE HUMO por una longitud total de 4500 kilómetros, estos se usaban ampliamente para señalización militar, la red de estos telégrafos constaba de torres localizadas dentro de un rango visible desde donde se enviaban combinadas señales ópticas y señales de humo para transmitir información.

En el año 500 DC El astrónomo Arya-Bhatta de India, desarrollo el sistema de NUMERACIÓN DECIMAL con el cual logró encontrar la facilidad de representar números largos con la adición de ceros decimales.

En el año 1794, cuando la revolución Francesa fue necesario inventar un nuevo sistema de comunicación fue entonces cuando *Claude Chape* desarrollo el TELÉGRAFO ÓPTICO con su propio alfabeto, este dispositivo consistía de una columna con un 2 brazos movibles y un rayo de luz atravesada la estructura, con las combinaciones de os rayos de luz era posible mostrar diferentes cuadros que incluían como 196 caracteres (letras en mayúscula y minúscula, signos de puntuación, marcas etc...) La red de telégrafos constaba de 22 estaciones que unían a la población de Lille con la capital (Paris) separadas una distancia de 240 km y tomaba solo de 2 a 6 minutos transmitir un mensaje, leerlo e interpretar los símbolos podía tomar alrededor de 30 horas

Principios de las telecomunicaciones eléctricas

1729 Stephan Gray descubre que la electricidad puede ser transmitida

1801 En la Academia de Ciencias de París ALEJANDRO VOLTA, físico italiano, presenta su invento llamado "pila de Volta"

1809 El Alemán Samuel Thomas Soemmerring (1755-1830) inventó el telégrafo electro-químico cuyo principio se basaba en convertir agua en hidrógeno y oxígeno con electricidad.

1820 Hans Christian Orated Interacción, electromagnetismo, desafío transmisión a larga distancia. de voz humana

1831 Los físicos HUMPHRY DAVY y MIGUEL FARADAY logran describir, en su parte técnica, las leyes del electromagnetismo.

1833-1837 Carl Friedrich Gaub (1777-1835) y Wilhelm Weber (1804-1891) inventan varios telégrafos electromagnéticos. Weber realiza una conexión entre Göttinger Sternwarte y la Universidad con dos alambres.

1835 Karl August Steinheil tratan de usar rieles para la transmisión de señales. El gran problema fue el aislamiento.

1844 Samuel Findley Breese Morse, nacido en 1791 en Charlestown (EE.UU.), perfeccionó en este año su código Morse para telegrafía, después de su presentación al mundo en 1835. Gracias a este avance se realiza la primera transmisión telegráfica entre Washintong y Baltimore el 14 de mayo de este año, el mensaje fue un pasaje bíblico que decía "What hath God wrought".

1849 Fue construida la primera línea de larga distancia para transmisión telegráfica entre Berlín y Frankfurt. Parte del cableado se hizo bajo tierra y el resto aéreo.

1850 A través del cable marino se logra enlazar Inglaterra y Francia

1851 Se instalaron las primeras alarmas de incendio por cable en Berlín y Munich por la firma Siemens & Halske

1853 Se inventa el Telégrafo por cable para transmisión simultánea en ambas direcciones (modo dúplex), se usa el método de compensación, propuesto por el físico austriaco Julius Wilhelm Gintl

1858 Hay comunicación eléctrica entre Norteamérica y Europa.

1861 Philip Reis demostró a varios profesores Alemanes su invento, el primer teléfono con posibilidad de transmisión de 90 metros, el uso una membrana animal excitada por un contacto eléctrico para producir sonidos, la recepción se lograba con un inductor galvánico oscilando de la misma forma que la membrana.

1865 El matemático escocés JAKES CLERCK MAXWELL da a conocer su "Teoría dinámica del campo electromagnético", sobre la que al cabo de los años se asentarían los fundamentos de la radioelectricidad.

1866 Se instala el telégrafo trasatlántico gracias al cable submarino existente entre EEUU- Francia

1870 MAXWELL presenta su teoría electromagnética de la luz.

1874 Se inventa el Código de Emil Baudot utilizado en las primeras transmisiones telegráficas y radioeléctricas

1876 El 14 de febrero Alexander Graham Bell patenta el primer teléfono, este sistema estaba compuesto de micrófono y parlante, casi al mismo tiempo Elisa Gray patenta el micrófono .

1877 Se instala la primera Línea telefónica en Boston Somerville

1878 Se instala la primera central Telefónica en New Haven, EEUU, constaba de un cuadro controlador manual de 21 abonados.

1880 TOMAS ALVA EDISON descubre, en una lámpara de incandescencia, el fenómeno de emisión en un filamento caliente.

1882 Nikola Tesla construye un sistema de potencia alterna AC para reemplazar los generadores y motores de corriente directa (DC) que se encontraban en uso.

1883 EDISON descubre el llamado "efecto Edison" sobre el que se basa la electrónica moderna.

1884 El investigador Italiano TEMISTOCLES CALZECCHI ONESTI establece los fundamentos científicos del cohesor.

1886 Los datos para procesamiento del censo de EEUU son almacenados en tarjetas perforadas

1887 El joven sabio alemán HEINRICH HERTZ, profesor de la universidad de Karlsruhe, da expresión matemática a la teoría de Maxwell y con excitador y su resonadora crea el primer detector radioeléctrico.

1888 Friedrich Hertz demuestra la existencia de ondas electromagnéticas producidas por una corriente eléctrica oscilante de gran frecuencia.

1890 El médico francés EDUARDO BRANLY, profesor del Instituto Católico de París, inventa el primer detector de ondas radioeléctricas al que se llamó cohesor, logro fundamental para las radiocomunicaciones.

1892 Se logra el primer intercambio telefónico automático usando marcación sin operadora.

1894 El Italiano Marconi efectúa la transmisión de señales inalámbricas a través de una distancia de 2 millas. El sabio inglés LODGE, en el Real Instituto de Londres, utilizando un excitador HERTZ y un cohesor Branly, establece la primera comunicación en morse a 36 metros de distancia.

1895 El profesor ruso de matemáticas de la Universidad de Kazán, ALEJANDRO POPOFF, inventa la antena que asoció al tubo de limaduras de Branly para detectar tormentas lejanas. El ingeniero italiano GUILLERMO MARCONI realiza su primer experimento de transmisión de señales radioeléctricas a poca distancia. MARCONI transmite señales Morse, sin ayuda de alambre de unión, a una distancia de milla y media.

1896 MARCONI patenta un dispositivo de perfeccionamiento en las transmisiones de impulsos y señales eléctricas, con lo que se evoluciona a la radiotelegrafía

1897 Se instala la primera estación Marconi en la isla Wight.

1898 El 3 de junio MARCONI inaugura el primer servicio radiotelegráfico regular entre Wight y Bournemouth, de 23 km. de distancia. Se constituye en Londres la primera sociedad telegráfica, The Wireless Telegraph & Signal Co., siendo nombrado Marconi su director para explotar la telegrafía sin hilos.

1899 El día 28 de marzo MARCONI asombra con la primera comunicación por radio entre Inglaterra y Francia a través del Canal de la Mancha. Las primeras palabras fueron para Branly, descubridor del cohesor.

Fin del siglo XIX primera central automática en Princtown EEUU

Primeros días del siglo XX Primera central de tráfico local.

1901 En diciembre MARCONI asombra con la primera comunicación inalámbrica a través del Atlántico, desde Inglaterra a EE.UU. y viceversa.

1902 POUSULEN inventa su generador de arco que durante muchos años se utilizó en las emisoras de telegrafía sin hilos. Comunicaciones radioeléctricas para embarcaciones que navegaban alrededor del mundo usando código Morse

1903 Se produce la primera comunicación con un buque de pasajeros, el "LUCIANA", desde las bases de Poldhu y Grace Bay.

1906 Se construye en América el primer sistema para transmisión de voz a través de ondas electromagnéticas. Comienzo de la era Electrónica: rectificadores, triodos, válvulas termoiónicas, amplificadores, etc.

1907 FLEMING perfecciona su diodo termoiónico detector de radio.

1908 LEE DE FOREST, premio Nóbel de Física, construye el triodo.

1909 Intercambio telefónico automático entre Berlín y Munich (Alemania)

1910 Se inventa el tubo de Vacuum, dispositivo que permite transmitir voz a través de largas distancias y más de una conversación sobre el mismo cable.

1913 Meissner fabrica el primer oscilador.

1914 En Estados Unidos se funda la A.R.R.L. (American Radio Relay League), primera organización de Radioaficionados de este País.

1915 La Compañía De Telégrafos Del Oeste (EE.UU.) transmite la palabra por radiotelefonía desde Vermont a San Francisco, Hawai y París.

1917 Nace la transmisión AM, usando una frecuencia portadora modulada por una señal de voz.

1918 Armstrong proyectó el circuito superheterodino, básico para receptores AM (moduladores de amplitud).

1919 Se descubre la memoria binaria (conmutador) construido con dos triodos. El técnico investigador DAVID SARNOFF, de la RCA, presenta a la dirección comercial y a los técnicos de esta compañía su proyecto del primer receptor de radio para uso público, siendo rechazado por unanimidad por no considerarlo rentable.

1920 La emisora MARCONI WIRELESS de Chelsford (Inglaterra) transmite, en plan de ensayo el primer concierto de música clásica. La primera transmisión pública de radio toma lugar el 22 de diciembre en Koenigs-Wursterhausen – Alemania. Aparece la venta al público la revista "QST", órgano oficial de la A.R.R.L. de los EE.UU. En Pittsburgh (EE.UU.) se inaugura la emisora KDLA, que es la primera que emite programas regulares de radio. Armstrong desarrolla el circuito superheterodino

1921 La T.S.F. inicia en París los primeros ensayos de programas de radio para el público utilizando la Torre Eiffel como antena.

1922 El 14 de Noviembre se constituye en Londres la BBC concediéndole la administración inglesa el monopolio de la radiodifusión.

1923 Se instala la primera central telefónica de larga distancia (Bavaria, Alemania). Vladimir Zworykin patenta su invento el tubo de rayos catódicos usado mas adelante como el principal elemento para la televisión. Los radioaficionados FRED SCHENELL (1MO), en América, y LEON DELOY (8AB), en Francia, establece una comunicación en la banda de 110 metros. Zworykin inventa el tubo para transmisión de señales de televisión.

1924 Radioaficionados realizan los primeros QSO entre Francia y Australia. El día 23 de Marzo a las 10 de la noche comienzan las primeras emisiones experimentales españolas de radio en Onda Media desde el madrileño Prado del Rey n.18-22 a través de RADIO IBERICA, EAJ-6, que se inauguraría el día 12 de mayo a las diez de la noche.

1926 En París se funda la I.A.R.U. (International Amateur Radio Union).  
Se descubre la Modulación en frecuencia (FM) con lo que se logra alta calidad del sonido para la radiodifusión.

1927 Primer enlace continental mediante radio de onda corta

1928 El físico alemán Paul Nipkow, inventor de la televisión realiza la primera transmisión inalámbrica de imágenes

1930 Walter Schottky y otros físicos descubrieron el mecanismo de los semiconductores, se invento el LED, rectificadores y celdas fotovoltaicas. El físico alemán Fritz Schoter patento un sistema que mejoraba la calidad de video. BLAIR hace demostraciones del primer sistema de radar.

1931 Primera transmisión electrónica de imágenes de televisión en Berlín. ALLEN DUMONT inventa el osciloscopio.

1932 De los laboratorios de la A.R.R.L., en EE.UU., sale el prototipo del receptor superheterodino de JAMES LAMB. El día 26 de Septiembre comienzan las emisiones experimentales de EAQ-MADRI, la primera emisora de radiodifusión en Onda Corta de España.

1935 Se construyen los primeros cables coaxiales y multipar para propósitos de comunicación

1936 El ingeniero norteamericano ARMSTRONG desarrolla los estudios técnicos para la puesta en práctica de la FM. Fue desarrollado el primer modelo de calculadora programable "ZUSE Z1" por el ingeniero alemán Konrad Zuse, esta calculadora solo trabajaba con elementos mecánicos.

1937 Es desarrollado el tubo Klyston Reflex para generación de señales de microondas.

1938 El alemán Werner Flehsig (1900-1981) tiene la idea de construir los tubos de rayos catódicos a color.

1939 La NBC comienza la difusión de señales de televisión comercial.

1940 Es instalado el primer servicio de radio teléfonos por "Deutsche Reichspost entre Berlín y New York .

1941 Se desarrolla la calculadora SUZE Z3 que incluía alrededor de 600 relés para cálculos y 2000 relés para memoria, trabajaba con el código binario "Leibnizsche. Son probados en USA los primeros programas de TV a color

1942 Inventado el casete para grabación magnética de audio.

1944 En Estados Unidos Howard H. Aiken's diseñó el primer computador programable llamado MARK1

1946 Eckert y Mauchly desarrollaron la primera computadora totalmente electrónica conocida como ENAC, la cual contenía 1500 relés y acerca de 18000 tubos. El consumo de energía era de 150 kW, su peso de 30 toneladas aproximadamente y cubría un área de 140 metros cuadrados además era 1000 veces mas rápida que MARK 1.

1948 Los investigadores estadounidenses John Bardeen y Walter H. Brattain patentaron el transistor y B. Shockley los efectos del transistor como amplificador. El 1 de Julio la

firma de los EE.UU. Bell Telephone Laboratories, anuncia por todos los medios de difusión norteamericanos el sensacional descubrimiento del transistor. Se definen regulaciones telefónicas para uso de los teléfonos de marcación directa antes de la 2da guerra mundial, nace el conteo de duración de llamada por impulsos.

1949 Se inventan las primeras tarjetas de circuitos impresos con el fin facilitar la localización de los componentes y abaratar los costos de los equipos electrónicos.

1951 Howard H. Aiken desarrolla el gran computador electromagnético

1954 Se crea el primer radio-telescopio de 76 metros en Inglaterra.

1955 Se instala el primer sistema de marcación telefónica a larga distancia en Basel Suiza. Se descubre el diodo varactor.

1956 Bell y Howel desarrollan la cámara de video electrónica.

1957 Fue lanzado al espacio el primer satélite por la URSS, era una esfera con un diámetro de 58 centímetros y un peso de 84 kilogramos, su nombre Sputnik 1

1958 Desarrollo del circuito integrado. Primeras transmisiones de radio estereofónicas.

1960 La NASA de EEUU puso en orbita a "Echo 1 A", el primer satélite de comunicaciones era una gran esfera metálica localizada a una altitud de 1600 Km que reflejaba las señales radioeléctricas que recibía.

1961 IBM Alemania introduce el concepto de Tele-Procesamiento. Los datos transmitidos serial o paralelamente a través de una línea telefónica pueden ser reprocesados directamente en un computador. En el mes de Diciembre es puesto en orbita el primer satélite artificial "OSCAR I" para el uso de los radioaficionados.

1962 el 20 de mayo el satélite "TELSTAR 1" puesto en órbita por 10 días, permite la primera transmisión de imágenes de televisión entre USA y Francia. Desarrollado el Diodo Emisor de luz (LED)

1963 Primer mini-computador comercial

1964 En USA el hospital de la Universidad de Nebraska, el Instituto Psiquiátrico de Omaha y el Hospital de Norfolk fueron enlazados por un canal de radio satelital empezando así la Telemedicina

1965 Se logran las primeras fotografías del planeta Marte transmitidas desde el satélite Mariner 4

1966 El científico Charles Kao de USA fue el primero en usar la luz a través de un conductor de fibra de vidrio para transmitir llamadas telefónicas

1968 La firma electrónica alemana Grundig introduce el concepto de Foto-telegrafía al permitir la transmisión de imágenes a través de líneas telefónicas.

1969 Nacimiento de Internet, gracias al desarrollo de la red de computadores ARPANET por VP Algor

1970 Se uso oficialmente el método de Múltiplex acción por división de tiempo (TDM) para intercambio telefónico

1971 Rank Xerox colocan la primera telecopiadora en el mercado. Desarrollo del micro-procesador

1972 primeras 2839 conexiones de TV cable construidas en EEUU.

1974 Primera calculadora programable de bolsillo lanzada por Hewlett-Packard

1975 La compañía IBM desarrolla la primera impresora láser tipo IBM 3800, SONY saca al mercado el "Betamax", se inaugura en Toronto/Canada el TV mas grande del momento (553.33 m).

1976 SIEMENS desarrolla el teletipo, Motorola introduce la tecnología TTL para desarrollos de nuevos microprocesadores.

1977 Fue el año con la mas alta rata de lanzamientos de satélites de comunicación (SIRIO I , CS , INTELSAT4), Siemens empezó la producción en masa de las centrales telefónicas EWS.

1978 Se logro tener información acerca de la atmósfera de Venus. Primera fibra óptica puesta en operación en Berlín.

1979 Se introduce el servicio de Telefax en Frankfurt. SONY desarrolla el primer radio cassette. El 16 de julio se funda INMARSAT. Japanese Matsushita Inc. patenta la pantalla de televisión de cristal líquido.

1980 Varias firmas japonesas lanzan al mercado los primeros receptores de radio sin condensador variable de sintonía, que es sustituido por un sintetizador PLL y un teclado numérico para marcar las frecuencias. Se incrementan las capacidades de almacenamiento en los microchips 64megas. Se posiciona en el mercado el primer computador portátil. Se introduce la tecnología de banda ancha para transmisión usando Mhz de BW. Se pueden realizar videoconferencias.

1981 Se introduce la tecnología de sonido multicanal. Los primeros CD player y discos compactos se posicionan en el mercado.

1982 El nuevo sistema de teletipo llamado Telefax se introduce en Alemania, Suiza y Gran Bretaña, tiene capacidad de procesamiento digital y velocidad de transmisión 1200 bit/s.

1983 Es el año de los computadores personales, discos flexibles y dispositivos de almacenamiento de información.

1984 Por primera vez, imágenes de un cometa son transmitidas a la tierra por un satélite

1985 Se lanzan satélites para aplicaciones militares, aviones, misiles etc...

1986 La sonda Giotto se aproxima a 500 km del centro del cometa Haley y transmite datos físicos a la tierra

1987 Se empieza a utilizar el Nuevo formato de audio digital (DAT) donde la portadora de sonido excede en velocidad de grabación.

1989 Sistemas de radiodifusión satelital digital en Alemania. Hay entonces TV de alta definición. Con el Voyager 2 se capturan datos de 4.4 billones de kilómetros más allá del planeta Neptuno. Se establece el primer sistema de comunicaciones RDSI en el área de Rotterdam

1990 La comisión europea Rocket Ariane "localiza uno de los mas grandes satélites de comunicación en el Eutelsat IIF1 con un peso de 1.8 tons y 16 canales que pueden soportar 17000 llamadas telefónicas o 16 canales de TV a color en el trafico de datos.

1991 Docket 91-228 introduce los identificadores de llamada.

1992 Nace Internet comercialmente

1994 Después de 25 años desde Arpanet, EEUU privatiza el manejo de Internet

1996 Terry Wynne da la idea del más grande proyecto en cuanto a redes a nivel mundial el WWW; Se desarrolla el software para transmitir voz telefónica y música de alta calidad a través de Internet; Es privatizada parcialmente Telefónica de España, lo que ha resultado de los mayores éxitos en la privatización de operadores públicos de telecomunicaciones.

1998: Sistemas de redes Ópticas pueden transmitir 3.2 Terabits por Segundo (equivale a 90.000 volúmenes de una enciclopedia). Crean el Chip DSL (Suscriptor de Línea Digital) que puede bajar datos a 1.5 megabits por segundo, 30 veces más rápido que los módems análogos.

1999 Se declara en quiebra IRIDIUM el Primer sistema de comunicaciones Móviles de Tercera Generación, que iba a implantarse en el mundo.

2001 La compañía DoCoMo lanza comercialmente la telefonía UMTS o de tercera generación en Europa

## 2. AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

### 2.1. RESEÑA HISTÓRICA

Al fundarse en 1919 la primera Empresa Comercial de Aviación en el País, el Estado vio la necesidad de crear un organismo a cuyo cargo estuviera el control de la Aviación en todos los aspectos. Por medio de la ley 126 de 1919 se autorizó por primera vez al poder Ejecutivo para que reglamentara todo lo relacionado con la Aeronavegación.

En un comienzo se creó la Comisión Técnica de Aviación para asesorar al Ministerio de Industria. Despacho al cual estaba adscrita la Aviación Civil; al trasladar el conocimiento de los problemas de Aviación al Ministerio de Guerra, se estableció una Dirección de Aviación.

La Ley 89 de 1938 centralizó el control de la aviación en un organismo especial denominado Dirección General de la Aeronáutica Civil, encargado especialmente de lo relacionado con los servicios de Aeródromos, rutas aéreas, radiocomunicaciones aeronáuticas, meteorología, vigilancia de personas, materiales e instalaciones destinados a la navegación aérea.

La Dirección General de la Aeronáutica Civil funcionó como Dependencia del Ministerio de Guerra de la Dirección General de la Aviación Militar.

Desde el año 1919 nuestro País es Miembro active de los convenios Internacionales relacionados con la Aviación Civil. Es así como en la Convención realizada en Chicago en el año de 1944, se creó la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI); este Convenio fue ratificado por el Congreso con la ley 12 de 1947; por el Decreto 969 de 1947, por el cual se reglamenta la estructura de la Aeronáutica Civil, adscribiéndola de nuevo al Ministerio de Guerra hasta el año de 1951, fecha en la cual se trasladó al Ministerio de Obras Públicas.

El rápido avance tecnológico hizo pensar en la necesidad de crear un organismo Nacional, encargado del control y prestación de servicios de Aeródromos y Aeronavegación para ejercer un control directo del espacio aéreo en razón de la seguridad que demanda la defensa de la Soberanía Nacional.

Para tal fin, la Nación optó por comprar los Aeródromos ya existentes, la mayoría de éstos de propiedad de Avianca, con todas las instalaciones de radio-ayudas de navegación y comunicación, además de la construcción y mantenimiento de nuevos aeropuertos y la adquisición de equipos de radio-ayudas y servicios aeroportuarios, para su normal funcionamiento.

Es así como el Gobierno Nacional en 1954, mediante Decreto 3269 del 10 de noviembre, creó el Instituto descentralizado denominado Empresa Colombiana de Aeródromos (ECA), encargado de la construcción, mejora y mantenimiento de los aeropuertos públicos, dotado de personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio.

En 1956 se adscribieron las funciones al Ministerio de Guerra. Posteriormente, con el fin de dotar a la autoridad aeronáutica de una autonomía administrativa y financiera se creó el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil (DAAC), mediante Decreto 1721 del 18 de julio de 1960, con unas funciones técnicas y administrativas específicas, para dirigir la política aeronáutica.

El Decreto 3140 de 1968 suprimió la E.C.A. y se creó en defecto el Fondo Aeronáutica Nacional "F.A.N.", establecimiento público adscrito al Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil "DAAC". Mediante la Ley 3a. y Decreto 2332 de 1977 se reorganizó el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil

El Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil y el Fondo Aeronáutica Nacional, en el año de 1984, determinaron un convenio con la Fuerza Aérea Americana, cuyo objetivo es establecer los términos y condiciones bajo los cuales la FAA proveerá ayuda al DAAC/FAN, para el desarrollo y modernización de la infraestructura de la Aviación Civil de la República de Colombia, en las áreas Gerencial, Operativa y Técnica.

Con la Ley 105 del 30 de diciembre de 1993, por la cual se organiza el Sector y Sistema Nacional de transporte adscribiendo nuestra institución al Ministerio de Transporte, como órgano rector de la política y ejecución de las funciones relativas al transporte aéreo; se diseñó un organigrama institucional que atiende a la naturaleza de las dos grandes tareas a la Entidad: la Aeronavegación y el servicio aeroportuario; en consecuencia se crean la Secretaria Técnico Aeronáutico y la Secretaria Aeroportuaria.

Esta Aerocivil es el resultado de la fusión del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil y el Fondo Aeronáutico Nacional, ordenado por el Art.- 67 del Decreto 2171 de 1992.

## **2.2. MISIÓN**

Regular, administrar, planear y controlar el uso del espacio aéreo Colombiano por parte de la aviación civil, y coordinar las relaciones de ésta con la aviación de estado, además, formular y desarrollar los planes, estrategias, políticas, normas y procedimientos sobre la materia.

Garantizar el desarrollo ordenado de la aviación civil, la utilización segura y adecuada del espacio aéreo y contribuir al mantenimiento de la seguridad y Soberanía Nacional.

Prestar los servicios de apoyo a la navegación aérea, aprovechando las ventajas competitivas del País y facilitando el transporte intermodal, garantizando seguridad y oportunidad.

### **2.3. VISIÓN**

Lograr un mejoramiento en el sistema de transporte aéreo del país, proyectando una positiva imagen en el mundo aeronáutico.

La Aerocivil será una institución de gran calidad humana y amplia capacidad de trabajo; con una infraestructura potente y flexible, de tecnología moderna y con una organización eficiente y efectiva, integrada y coordinada bajo los parámetros nacionales e internacionales.

### **2.4. RAZÓN DE SER**

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil -AEROCIVIL- es una entidad especializada, de carácter técnico adscrita al Ministerio de Transporte, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente. Esta entidad es el resultado de la fusión del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil y el Fondo Aeronáutico Nacional, ordenada por el artículo 67 del decreto 2171 de 1.992.

La Aerocivil cuenta con regímenes especiales en materia de administración de personal, nomenclatura, clasificación, carrera administrativa, salarios, prestaciones y régimen disciplinario conforme a lo previsto en la ley 105 de 1.993 y las normas expedidas en desarrollo de la ley 4a, de 1.992.

El régimen presupuestal y de contratación es el previsto para los establecimientos Públicos y en la ley 105 de 1.993.

## 2.5. OBJETIVO

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil tiene como objetivo garantizar el desarrollo de la aviación civil y de la Administración del espacio aéreo en condiciones de seguridad y eficiencia, en concordancia con las políticas, planes y programas gubernamentales en materia económico-social y de relaciones internacionales.

### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1. Conceptos

- **BACKBONE:** La parte de la red que actúa como la ruta primaria para el tráfico que se origina o tiene como destino otras redes
- **CABLE:** Medio de transmisión de hilo de cobre o fibra óptica envuelto en una cubierta protectora.
- **COLISIÓN:** En Ethernet, el resultado de dos nodos que transmiten de forma simultánea. Las tramas de cada uno de los dispositivos chocan y resultan dañadas cuando se encuentran en el medio físico.
- **DATOS:** Datos del protocolo de capa superior.
- **DHCP:** Protocolo de configuración dinámica de un host, (Dynamic Host Configuration). Protocolo que proporciona un mecanismo para asignar direcciones IP dinámicamente para que esas direcciones se puedan volver a utilizar automáticamente cuando los hosts ya no la necesiten.
- **DIRECCIÓN IP:** dirección de 32 bits asignada a los hosts que usan TCP/IP. Una dirección IP pertenece a una de las cinco clases (A, B, C, D o E) y se escribe como 4 octetos separados por puntos (formato decimal separado por puntos). Cada dirección está compuesta por un número de red, un número de subred opcional y un número de host. Los números de red y subred de forma conjunta se usan para el enrutamiento, mientras que el número de host se usa para direccionar a un host individual dentro de la red o subred. La máscara de subred se usa para extraer información de red y subred de la dirección IP. También denominada dirección Internet.

- **DIRECCIÓN MAC:** Dirección de capa de enlace de datos estandarizada que se requiere para cada puerto o dispositivo que se conecta a una LAN. Otros dispositivos de la red usan estas direcciones para localizar puertos específicos en la red y para crear y actualizar tablas de enrutamiento y estructuras de datos. Las direcciones MAC tienen 6 bytes de largo y se controlan a través de la IEEE. También denominada dirección de hardware, dirección de capa MAC o dirección física.
- **EIGRP:** Versión mejorada de IGRP.
- **ENCAPSULAMIENTO:** El proceso por el cual se envuelven datos en un encabezado de protocolo en particular. Por ejemplo, los datos Ethernet se envuelven en un encabezado Ethernet específico antes de que se unan al tránsito de la red. También, cuando se puentean redes que no son similares, toda la trama de una red simplemente se coloca en el encabezado que utiliza el protocolo de la capa de enlace de datos de la otra red.
- **ENLACE:** Canal de comunicaciones de red compuesto por un circuito o ruta de transmisión y todo el equipo relacionado entre un emisor y un receptor. Se utiliza con mucha frecuencia para referirse a una conexión WAN.
- **ENLACE TRONCAL:** Conexión física y lógica entre dos switches ATM a través de la cual se transmite el tráfico en una red ATM. El backbone ATM está compuesto por una cantidad de enlaces troncales.
- **ENRUTAMIENTO:** Proceso para encontrar una ruta hacia un host destino. El enrutamiento en redes de gran tamaño es muy complejo dada la gran cantidad de destinos intermedios potenciales que debe atravesar un paquete antes de llegar al host destino.

- **ETHERNET:** Especificación de LAN de banda base inventada por Xerox Corporation y desarrollada de forma conjunta por Xerox, Intel y Digital Equipment Corporation. Las redes Ethernet usan CSMA/CD y se ejecutan a través de varios tipos de cable a 10 Mbps. Ethernet es similar al conjunto de estándares IEEE 802.3.
- **FTP:** Protocolo de transferencia de archivos. Protocolo de aplicación, parte de la pila de protocolo TCP/IP, que se usa para transferir archivos entre nodos de la red. El FTP se define en la RFC 959.
- **GATEWAY:** En la comunidad IP, un término antiguo que se refiere a un dispositivo de enrutamiento. En la actualidad, el término router se usa para describir nodos que ejecutan esta función, y gateway se refiere a un dispositivo con fines especiales que ejecuta conversión de capa de aplicación de la información de una pila de protocolo a otra.
- **HOST:** Sistema computacional ubicado en una red. Es similar al término nodo, salvo que el host generalmente implica un sistema computacional, mientras que el nodo generalmente se aplica a cualquier sistema conectado a la red, incluyendo servidores de acceso y routers.
- **IEEE:** Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos. Organización profesional cuyas actividades incluyen el desarrollo de estándares de comunicaciones y de redes. Los estándares LAN del IEEE son los estándares de LAN predominantes en el mundo actual.
- **IDF:** Instalación de distribución intermedia. Recinto de comunicación secundaria para un edificio que usa una topología de red en estrella. El IDF depende del MDF.
- **IGRP:** Protocolo de enrutamiento de gateway interior. El IGP desarrollado por Cisco para tratar los problemas asociados con el enrutamiento en redes grandes, heterogéneas.

- **INTERNET:** Conjunto de redes interconectadas por routers y otros dispositivos que funcionan (generalmente) como una sola red. A veces denominada Internet.
- **INTERFAZ:** Límite compartido definido por características de interconexión física comunes, características de señal y significados de las señales intercambiadas.
- **LATENCIA:** Retardo entre el momento en que un dispositivo recibe una trama y el momento en que la trama sale desde el puerto destino.
- **LAN:** Red de área local o LAN, conjunto de ordenadores o computadoras que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos.
- **MAC:** Control de acceso al medio. La más baja de las dos subcapas de la capa de enlace de datos definida por el IEEE. La subcapa MAC administra acceso al medio compartido como, por ejemplo, si se debe usar transmisión de tokens o contención.
- **MDF:** Instalación principal de distribución principal. Recinto de comunicación primaria de un edificio. El Punto central de una topología de networking en estrella donde están ubicados los paneles de conexión, el hub y el router.
- **MEDIOS FÍSICOS:** Plural de medium (medio). Los diversos entornos físicos a través de los cuales pasan las señales de transmisión. Los medios de red comunes incluyen par trenzado, cable coaxial, fibra óptica y la atmósfera (a través de la cuál se produce la transmisión por microondas, láser e infrarrojos).
- **MICROSEGMENTACION:** División de una red en segmentos más pequeños, generalmente con la intención de aumentar el ancho de banda agregado en los dispositivos de red.

- **MODELO OSI:** Modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos. Modelo de arquitectura de red desarrollado por la ISO y la UIT-T. El modelo está compuesto por siete capas, cada una de las cuales especifica funciones de red particulares como, por ejemplo, direccionamiento, control de flujo, control de error, encapsulamiento y transferencia confiable de mensajes. La capa superior (la capa de aplicación) es la más cercana al usuario; la capa inferior (la capa física) es la más cercana a la tecnología de medios. La capa que le sigue a la capa inferior se implementa en el hardware y software, mientras que las cinco capas superiores se implementan sólo en el software. El modelo de referencia OSI se usa de forma universal como método para la enseñanza y la comprensión de la funcionalidad de la red. Es similar en algunos aspectos a SNA.
- **MODEM:** Modulador-demodulador. Dispositivo que convierte señales digitales y analógicas. En el origen, el módem convierte las señales digitales a una forma adecuada para su transmisión a través de las instalaciones de comunicación analógica. En el destino, las señales analógicas se devuelven a su forma digital. Los módems permiten que los datos se transmitan a través de líneas telefónicas de grado de voz.
- **MULTIPLEXION:** Esquema que permite que múltiples señales lógicas se transmitan simultáneamente a través de un solo canal físico.
- **NAT:** conversión de direcciones de red, (Network Address Translation). Mecanismo para reducir la necesidad de direcciones IP globalmente únicas, permite que las empresas cuyas direcciones no son globalmente conocidas se conecten a Internet transformando esas direcciones en espacio de direccionamiento enrutable globalmente.

- **NIC:** Tarjeta de interfaz de red. Placa que suministra capacidades de comunicación de red hacia y desde un sistema computacional. También denominado adaptador.
- **NODO:** Extremo final de una conexión de red o unión común a dos o más líneas de una red. Los nodos pueden ser procesadores, controladores o estaciones de trabajo. Los nodos, que varían en cuanto al enrutamiento y otras capacidades funcionales, se pueden interconectar a través de enlaces y actuar como puntos de control en la red. Nodo a veces se usa de forma genérica para referirse a cualquier entidad que puede acceder a una red y se usa frecuentemente de modo intercambiable con la palabra 'dispositivo'.
- **OSPF:** Versión abierta del algoritmo "Primero la ruta libre más corta". Algoritmo de enrutamiento IGP jerárquico, de estado de enlace, propuesto como sucesor de RIP en la comunidad Internet. Las características de OSPF incluyen enrutamiento por menor costo, enrutamiento de múltiples rutas y balanceo de carga. El OSPF deriva de una versión inicial del protocolo ISIS.
- **PAQUETE:** Agrupación lógica de información que incluye un encabezado que contiene información de control y (generalmente) datos del usuario. Los paquetes a menudo se usan para referirse a las unidades de datos de la capa de red. Los términos datagrama, trama, mensaje y segmento también se usan para describir las agrupaciones de información lógica en las diversas capas del modelo de referencia OSI y en los diversos círculos tecnológicos.
- **PROTOCOLO:** Tarjeta de interfaz de red. Placa que suministra capacidades de comunicación de red hacia y desde un sistema computacional. También denominado adaptador. Esta dirección es asignada por el fabricante.
- **PUERTO:** Interfaz de un dispositivo de internetworking (como, por ejemplo, un router).

- **RED:** Conjunto de computadores, impresoras, routers, switches y otros dispositivos que se pueden comunicar entre sí a través de algún medio de transmisión.
- **RIP:** Protocolo de información de enrutamiento. IGP que se suministra con los sistemas UNIX BSD. El IGP más común de Internet. El RIP usa el número de saltos como métrica de enrutamiento.
- **RIP V2:** Versión mejorada de RIP. Acepta VLSM.
- **ROUTER:** Dispositivo de capa de red que usa una o más métricas para determinar la ruta óptima a través de la cual se debe enviar el tráfico de red. Los routers envían paquetes desde una red a otra basándose en la información de la capa de red. Ocasionalmente se denomina gateway.
- **SERVIDOR:** Nodo o programa de software que brinda servicios a los clientes.
- **SNIFFER:** programa y dispositivo que monitoriza los datos que viajan por la red.
- **SWITCH:** Término general que se aplica a un dispositivo electrónico o mecánico que permite que se establezca una conexión según sea necesario y que se termine cuando ya no hay ninguna sesión que se deba mantener.
- **TCP/IP:** Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet. Nombre común para el conjunto de protocolos desarrollado por el DoD de EE.UU. en la década de los años 70 para permitir la creación de redes interconectadas a nivel mundial. El TCP y el IP son los dos protocolos más conocidos del conjunto.
- **TOPOLOGÍA:** Disposición física de los nodos y medios de red dentro de una estructura de networking empresarial.

- **TRAMA:** Agrupación lógica de información que se envía como una unidad de capa de enlace de datos a través de un medio de transmisión. A menudo, se refiere al encabezado y a la información final, que se usan para la sincronización y el control de errores, que rodean a los datos del usuario contenidos en la unidad. Los términos datagrama, mensaje, paquete y segmento también se usan para describir las agrupaciones de información lógica en las diversas capas del modelo de referencia OSI y en los diversos círculos tecnológicos.
- **TRUNKING:** Una conexión física y lógica entre dos switches por la que viaja el tráfico de la red. Un backbone está compuesto por varios enlaces troncales.
- **VLAN: (LAN virtual).** Un grupo de dispositivos de una o más LAN que están configurados (utilizando software de mantenimiento) de modo que puedan comunicarse como si estuvieran conectadas al mismo cable, cuando, de hecho, están situadas en diferentes segmentos de LAN.
- **VLSM:** Máscara de subred de longitud variable. Capacidad de especificar una máscara de subred distinta para el mismo número de red en distintas subredes. Las VLSM pueden ayudar a optimizar el espacio de dirección disponible.

## 3.2. SITUACIÓN ACTUAL

### 3.2.1. RED LAN EN BOGOTÁ.

#### 3.2.1.1. Diagrama de enlaces Backbone de la red de datos de Bogotá.

Actualmente la red LAN en Bogotá se encuentra interconectada por medio de fibra monomodo y multimodo. El backbone de la red se encuentra en el Centro Nacional Aeronáutico (CNA). En este punto se encuentra el MDF de donde se derivan las diferentes aplicaciones a cada una de los edificios que se interconectan a este. La topología utilizada es estrella extendida. El enrutamiento que se utiliza es estático por lo cual no se aplican protocolos de enrutamiento. El direccionamiento que se utiliza en Bogotá es clase B privado (176.16.0.0). (Ver Figura 1)

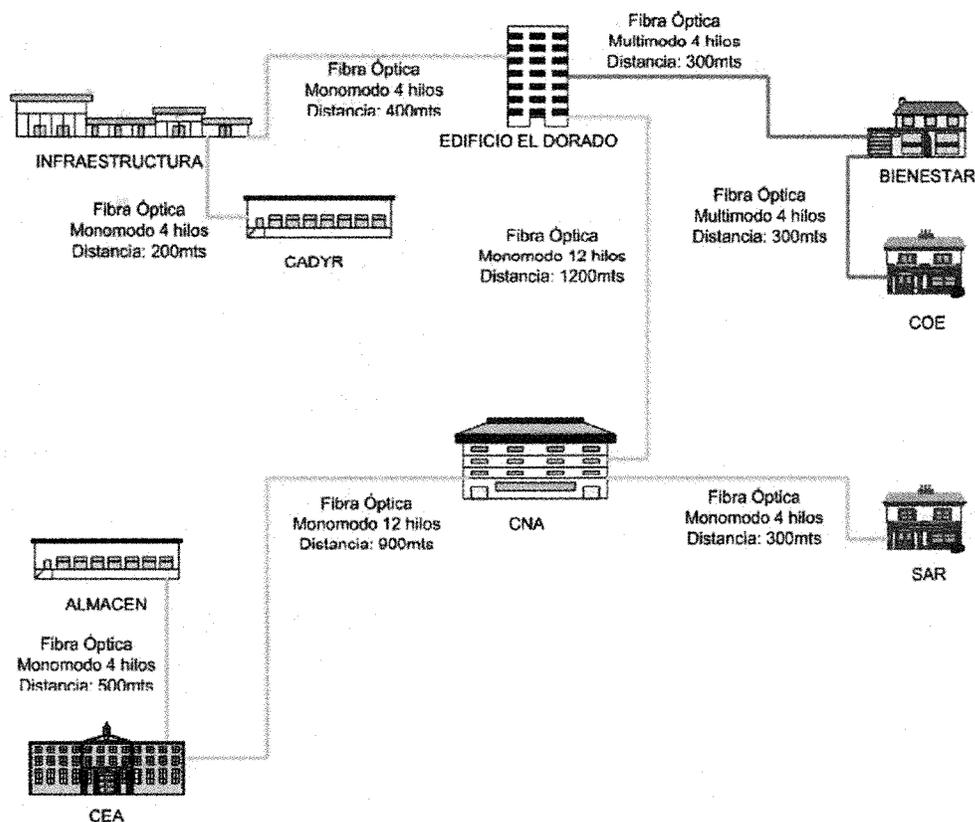


Figura 1. Diagrama de enlaces backbone de la red de datos de Bogotá

### 3.2.1.2. INFRAESTRUCTURA

- **UAEAC:** Unidad administrativa especial Aeronáutica Civil
  
- **Almacén:** departamento encargado de alienar y repartir elementos de oficina y llevar inventarios de elementos activos fijos, de consumo y no consumo.
  
- **Bienestar:** Se encarga de del bienestar de los empleados y sus familias ofreciendo actividades deportivas, convenios con los grupos de recreación, eventos culturales y sociales.
  
- **CADYR (Centro de Acopio y reproducción de asistencia):** se encarga de recibir y repartir la correspondencia interna, externa, internacional, y nacional.
  
- **CEA (Centro de Estudios Aeronáuticos):** Escuela de capacitación para empleados, pasantes y otros.
  
- **CNA (Centro Nacional de Aeronavegación):** Departamento de asistencia técnica y gestión del área de telecomunicaciones.
  
- **COE centro operativo**
  
- **Edificio el Dorado:** Parte Departamento administrativo y Aeroportuario de la Aeronáutica civil.
  
- **Infraestructura:** Departamento de mantenimiento y diseños de edificios , aeropuertos, pistas, etc.

- **SAR: (Grupo de Búsqueda y Rescate)** Departamento encargado de atender las necesidades ante desastres naturales, incidentes y/o accidentes dentro del perímetro del Aeropuerto.

### 3.2.1.3. TIPO DE CABLEADO

Los cuatro estándares utilizados en la Aeronáutica Civil de ANSI / TIA/EIA que gobiernan el cableado de telecomunicaciones en edificios son:

NORMA	CARACTERÍSTICA
ANSI / TIA/EIA 568A ANSI / TIA/EIA 568B	Estándar de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales
ANSI TIA/EIA 569B	Estándar para ductos y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales
ANSI TIA/EIA 606A	Estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales. Incluye las siguientes áreas de administración: terminaciones, medios, canaletas, espacios y enlaces y conexión a tierra.
ANSI TIA/EIA 607	Requerimientos para telecomunicaciones de puesta a tierra y punteado de edificios comerciales.

**Tabla 1.** Estándares De cableado

#### 3.2.1.4. TIPOS DE CABLE

Los cuatro tipos de cables reconocidos por el ANSI / TIA//EIA 568A Y 568B para distribución horizontal son:

1. Par Trenzado, cuatro pares sin blindaje (UTP) de 100 ohmios, 22/24 AWG, 100 mts.
2. par trenzado dos pares con blindaje (STP) de 150 ohmios, 22 AWG, 100 mts.
3. Fibra óptica dos fibras, multimodo 62.5/125 mm, 400mts.
4. Fibra óptica dos fibras monomodo 9/125 mm, 3000 mts.

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

#### 3.2.1.5. TOPOLOGÍA UTILIZADA

La Aeronáutica civil tiene implementada la topología de estrella extendida ya que conecta los demás departamentos que están en un sitio diferente e individual entre sí mediante la conexión de switches. Esta topología puede extender el alcance y la cobertura de la red. (*Ver figura2*).

### 3.2.1.6. MAPA DE TOPOLOGÍA DE CAPA OSI

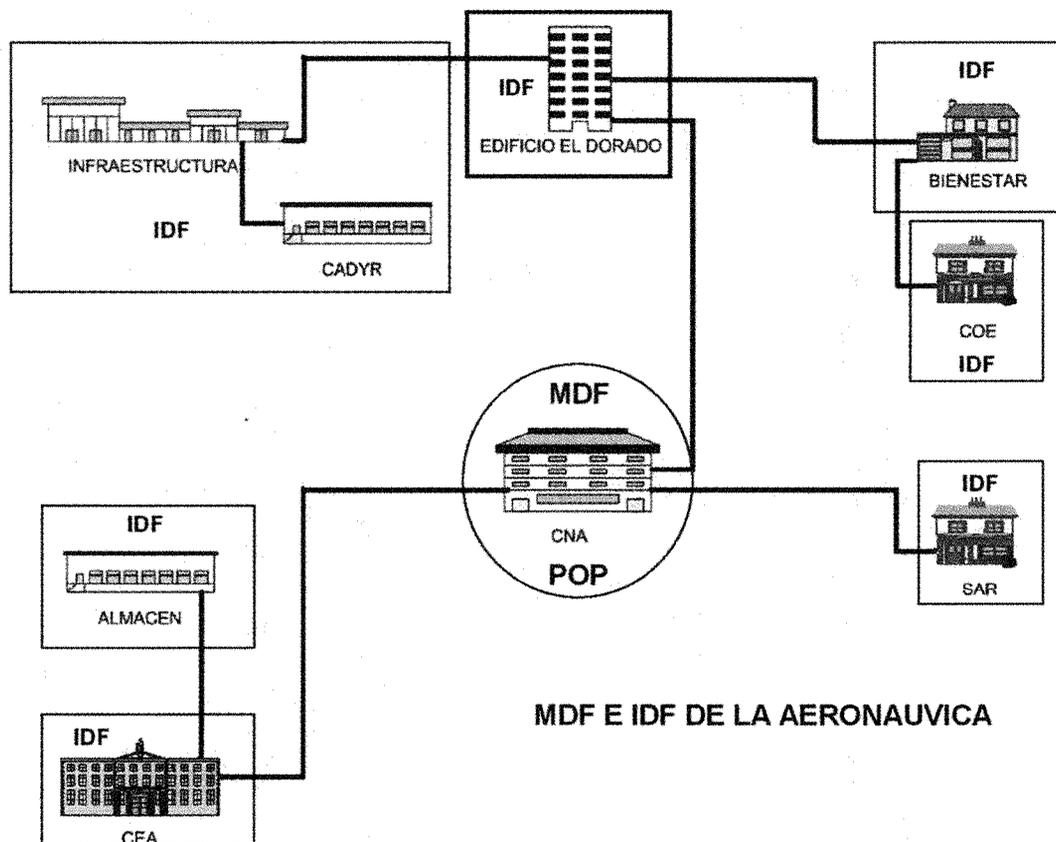


Figura 2. Red LAN Bogotá

**MDF:** Instalación principal de distribución. Recinto de comunicación primaria del edificio del CNA. El Punto central de la topología de red en estrella extendida donde están ubicados los paneles de conexión y demás.

**POP:** Es donde hay la interconexión entre las instalaciones de comunicación suministradas por la empresa telefónica (TELECOM) y el servicio de distribución principal del edificio.

**IDF:** Instalación de distribución intermedia. Recinto ubicado en cada edificio, donde cada grupo de trabajo se conecta. Este se interconecta al MDF que se encuentra en el CNA.

### 3.2.1.7. PUNTOS DE RED

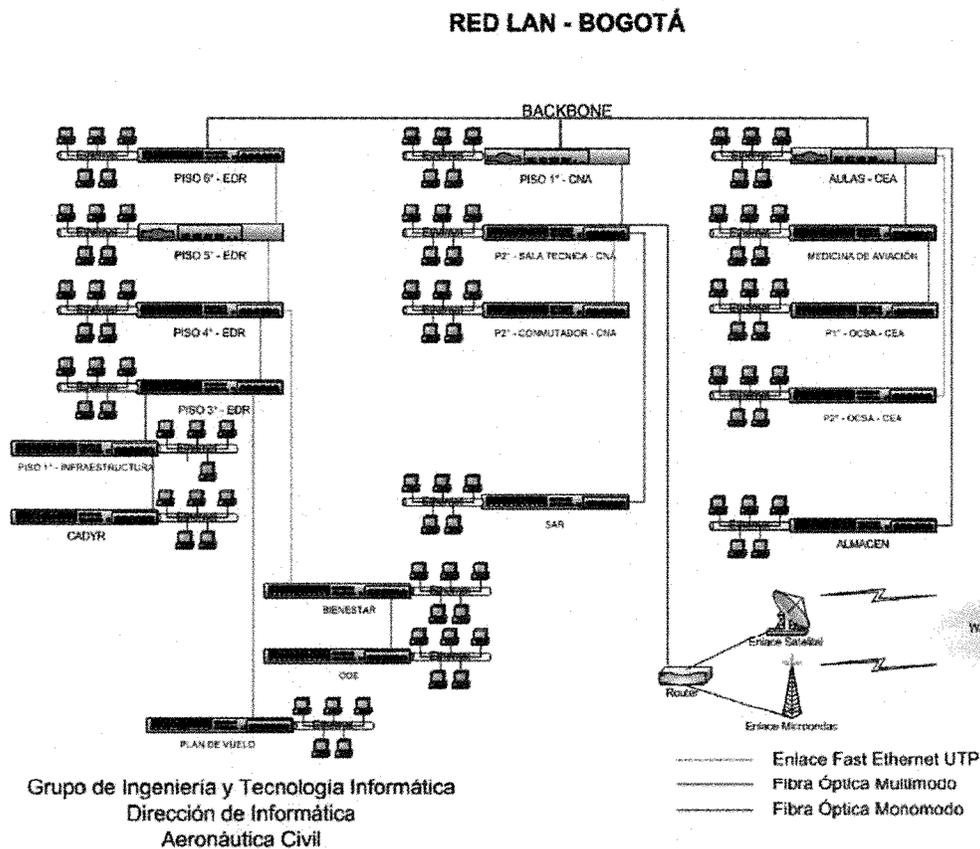
Un punto de red es la ubicación en donde cada usuario de una empresa se conecta a la red. Estos puntos de red están conectados a un Switch para que puedan compartir archivos, utilizar las aplicaciones y navegar por Internet.

La siguiente tabla muestra la cantidad de puntos de red ubicados en cada uno de los edificios de la red LAN en Bogota.

<b>CIUDAD – EDIFICIO</b>	<b>CANTIDAD DE PUNTOS DE RED</b>
BOGOTA – CNA	402
BOGOTA - Edificio El Dorado	864
BOGOTA – CEA	232
BOGOTA -Edificio Infraestructura	126
BOGOTA - Edificio Bienestar Social	92
BOGOTA - Edificio CADYR	96
BOGOTA - Edificio Control y Seguridad Aérea	223
BOGOTA - Edificio Almacén General	60
BOGOTA - Edificio COE	22
BOGOTA - Edificio SAR	26
Subtotal Puntos Cable UTP BOGOTA	2143

**Tabla 2.** Puntos de red en LAN Bogotá

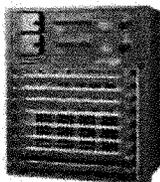
Por seguridad la Aeronáutica Civil se abstiene de mostrar los planos de ubicación de cada uno de los edificios.



**Figura 3.** Topología Red LAN Bogotá.

La especificación de los switches instalados en cada piso de cada edificio se da a continuación:

- EXTREME ALPINE 3808



- EXTREME SUMMIT 24



- EXTREME SUMMIT 48



- AVAYA CAJUN P334T



- AVAYA CAJUN P333T



- AVAYA CAJUN P333R



- AVAYA CAJUN P133G2



- 3COM SUPERSTACK3



01010101

- ALCATEL OMNISWITCH



LUGAR	REFERENCIA DEL SWITCH
CNA piso 2 sala técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXTREME ALPINE 3808</li> <li>• AVAYA CAJUN P334T</li> </ul>
CNA piso 2 conmutador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXTREME SUMMIT 48</li> </ul>
EDR piso 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P333T</li> </ul>
EDR piso 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXTREME SUMMIT 48</li> <li>• AVAYA CAJUN P334T</li> </ul>
EDR piso 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXTREME SUMMIT 48</li> <li>• AVAYA CAJUN P334T</li> </ul>
EDR piso 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P333T</li> <li>• EXTREME SUMMIT 48</li> </ul>
INFRAESTRUCTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXTREME SUMMIT 48</li> <li>• AVAYA CAJUN P334T</li> </ul>
CADYR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P333R</li> <li>• AVAYA CAJUN P333T</li> </ul>
BIENESTAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EXTREME SUMMIT 24</li> </ul>
COE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3COM SUPERSTACK3</li> </ul>
PLAN DE VUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN 120</li> </ul>
SAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P133G2</li> </ul>
CEA aulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P333R</li> <li>• AVAYA CAJUN P333T</li> </ul>
AVIACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P334T</li> </ul>
OCSA piso 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P334T</li> </ul>
OCSA piso 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALCATEL OMNISWITCH</li> </ul>
ALMACEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVAYA CAJUN P333T</li> </ul>

**Tabla 3.** Switches instalados en cada sitio

### 3.2.1.8. SERVIDORES

En la actualidad la Aeronáutica Civil implementa servidores HP, Compaq, SUN y DELL siendo HP la tecnología mas usada por la empresa.

Estos servidores se gestionan con dos plataformas las cuales son Windows 2003 y UNIX

#### Servidores Windows

SERVIDOR	APLICACIÓN
Exchange Enterprise Bogota	Gestion
Terminal server	Windows 2003
Exchange estandar Regionales	DHCP DNS WINS Impresoras
Servidor de archivos	Windows 2003
Servidor de antivirus	Antivirus
Servidor de Proxy	Habilitación de Navegación para usuarios
Isa Server	Prueba
Servidor de Intranet	

Tabla 4. Servidores Windows

**Servidores UNIX**

Servidor	Aplicación
Hp RP 3410	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="810 451 954 482">• PAF</li><li data-bbox="810 509 954 540">• ATS</li></ul>
SUN	SIGMA
GNNS	GPS

**Tabla 5. Servidores Unix**

### 3.2.2. RED WAN AERONÁUTICA CIVIL

La función de de la red WAN de la Aeronáutica Civil es brindar a los usuarios a nivel nacional comunicación en tiempo real en servicios como voz, datos, video, transferencia de archivos entre otros, que son indispensables para el funcionamiento de la empresa.

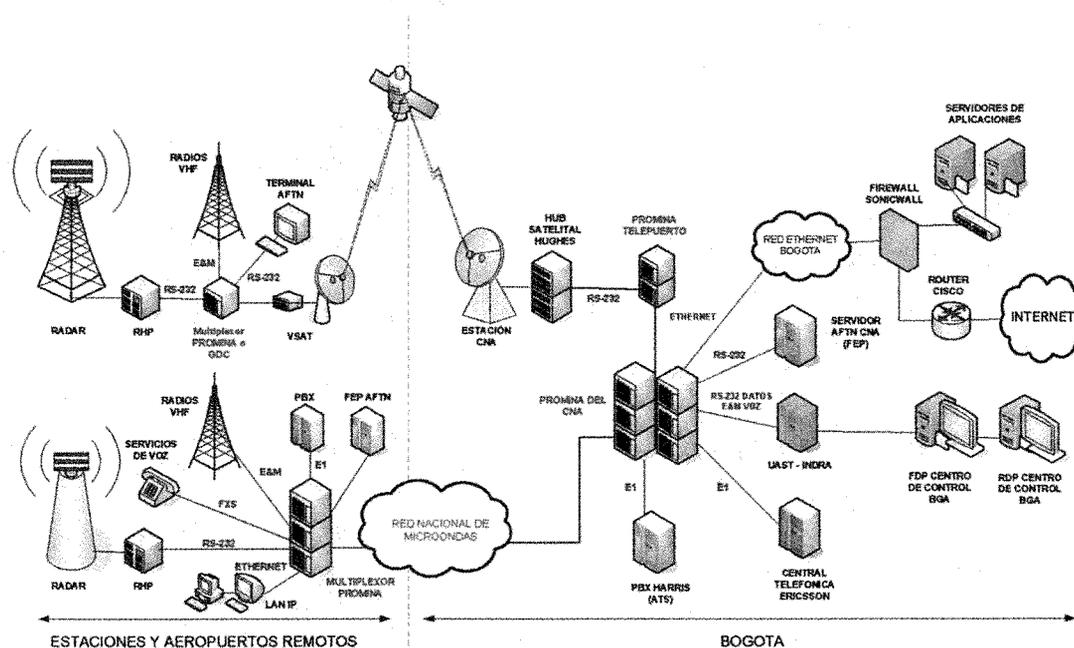


Figura 4. Topología de la red WAN

#### 3.2.2.1. FUNCIONES DE LA RED WAN DE LA AERONÁUTICA CIVIL

- Comunicar entre si todos los nodos de la Aeronáutica Civil a nivel nacional.
- Permitir que todos los usuarios usen todos los servicios como correo electrónico, aplicaciones, transferencia de archivos, acceso a Internet, y demás recursos que sean necesarios en las diferentes áreas de la Aeronáutica Civil.

Algunas de las tecnologías usadas en la red WAN

- Red Digita de Servicios Integrados RDSI.
- Línea de suscripción digital (DSL – Digital Subscriber Line)
- Canales dedicados de microondas PDH y enlaces satelitales VSAT, ofreciendo las diferentes interfaces por medio de multiplexores PCM digitales.

### 3.2.2.2. RED MULTIPLEXORES PROMINA

La red de multiplexores de la Aeronáutica Civil emplea la serie Promina de Network Equipment Technologies Inc. La serie Promina posee los modelos Promina 800, Promina 400, Promina 200 y Promina 100. Un esquema general de una red Promina Figura 2.0

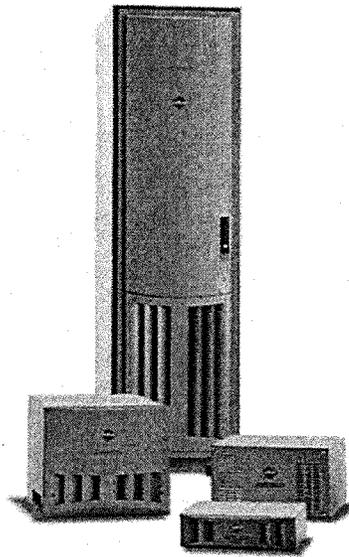


Figura 5. Módulos Promina

#### PROMINA 800

- Configuración mínima es de 2 shelves y la máxima de 8 shelves.
- Cada shelf tiene 16 slots físicos y lógicos.
- Redundancia en procesamiento y en fuentes de alimentación.
- Posee un modulo da alta velocidad (HSS-2).

**PROMINA 400**

- Compuesto por un shelf de 12 slots con posibilidad de expansión.
- Redundancia en procesamiento y en fuentes de alimentación.
- Tiene 16 slots físicos y lógicos.

**PROMINA 200**

- Compuesto por un shelf de 8 slots.
- Redundancia en procesamiento y en fuentes de alimentación.

**PROMINA 100**

- No es redundante ni en procesamiento ni en Fuentes de alimentación.
- Tiene capacidad de 4 slots físicos y lógicos.
- Esta disponible en dos modelos:
- Modelo 1: Permite la comunicación Ethernet interna y externa.
- Modelo 2: No posee puerto Ethernet.

**3.2.2.3. SISTEMAS PROMINA**

Los sistemas Promina se caracterizan por su habilidad para soportar un amplio rango de interfaces de usuarios y servicios de red. Una sola plataforma Promina puede suministrar múltiples interfaces análogas y digitales para PBX localizados, redes de área local (LAN), enrutadores, FEPs y fuentes de video. El tráfico emergente puede ser

pasado a través de una gran parte de la red o servicios de transporte privados que incluyen RDSI, Frame Relay, ATM e IP.

La red de multiplexores brinda una interfaz entre el servicio de comunicación y usando como medio la transmisión vía microondas o enlaces satelitales. La comunicación entre dos puntos a través de la red de multiplexores es transparente para el usuario, es decir, la información viaja por la red sin importar el tipo de medio de transmisión ni de los protocolos utilizados en el mismo.

La red de multiplexores de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica de Civil se basa en la plataforma Promina la cual presenta software de sistema operativo inteligente para evitar cualquier punto de falla, mejorando la confiabilidad de la red y simplificando la administración de la red a través de todos los nodos del sistema Promina, además, permite operación del sistema y cambios de la capacidad del servicio sin interrupción por medio de módulos escalables.

La plataforma Promina empleada en la UAEAC tiene las siguientes características:

- Totalmente integrada a la plataforma de operación HP Open View, SNMP.
- Reportes del estado de todos los componentes de la Red PROMINA, indicando eventos y alarmas locales y remotas.
- Alarmas en tiempo real, con descripción del problema y Procedimientos sugeridos para soluciones inmediatas.
- Interfaz totalmente grafica, que permite configurar los servicios con un solo click.
- Presentación grafica de toda la red, incluyendo rutas y enlaces.
- Niveles de acceso totalmente configurables, con registros históricos de acceso de usuarios y tareas ejecutadas.
- Acceso remoto y local por medio de un Navegador estándar para Internet.

La topología de la red Promina se basa en nodos y troncales de datos, cada uno de los nodos está conformado por un equipo Promina (modelo 800,400/200 ó 100) en donde se gestiona el direccionamiento y procesamiento de los datos los cuáles se envían en paquetes de bits por la red. La troncal se refiere al enlace entre dos nodos Promina que como se menciona anteriormente puede ser por vía microonda o satelital.

Las aplicaciones IP soportadas por la red Promina se resumen a continuación:

- SNMP (Simple Network Management Protocol).
- FTP (File Transfer Protocol) para transferencia de archivos.
- NFS (Network File System).
- Telnet/rlogin.

### 3.2.2.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PROMINA.

La variedad de servicios aeronáuticos y administrativos que maneja la UAEAC, tanto de voz como de datos, implica una serie de interfaces análogas y digitales para adaptar los equipos de presentación (servidores, teléfonos, radar, etc.). La red de multiplexores Promina permite interconectar estos dispositivos proporcionando las diferentes interfaces que maneja determinada aplicación. Este equipo es modular, lo cual quiere decir que tiene slots o ranuras en donde se colocan las tarjetas dependiendo de la necesidad.

Existen tres tipos de módulos que pueden colocarse dentro de estos "slots":

- Los módulos de procesamiento.
- Los módulos de aplicación.
- Los módulos de servicio.

Los primeros como su nombre indica son los encargados de realizar las tareas de administración del equipo, como lo son el correr y/o almacenar el sistema operativo, la base de datos, el reconocimiento de otros módulos, generación de alarmas, etc.

El segundo tipo de módulos, son las tarjetas que sirven para implementar directamente una aplicación. Los módulos de aplicación que usa la UAEAC pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Tarjetas troncales.
- Tarjetas de voz análoga.
- Tarjetas de voz digitales.
- Tarjetas de datos de baja velocidad (<64Kbps).

- Tarjetas de datos de alta velocidad (>64kbps).
- Tarjetas enrutadoras.
- Tarjetas ISDN.

El tercer tipo de módulos se refiere a aquellas tarjetas que prestan servicios a los otros dos tipos de módulos, por ejemplo compresión de los canales, cancelación de eco, almacenamiento, etc.

## OPERACIÓN

Básicamente, la red esta compuesta por la unión de nodos o equipos que se dimensionan dependiendo del número de aplicaciones que cursa. Estos equipos se comunican por medio de unos módulos denominados troncales. Cada tarjeta troncal puede adaptar su interfaz dependiendo del medio por el cual se comunica con el equipo remoto. La UAEAC usa dos tipos de enlaces, microondas y satelitales, el primero son enlaces PDH cuya trama básica es un E1 (2048 Kbps distribuido en 30 canales de 64 Kbps), el segundo tipo son enlaces punto a punto de velocidades múltiplos de 64 Kbps.

Cuando dos tarjetas troncales se comunican establecen entre los nodos un canal de gestión denominado SCLP (Signal Channel Link Protocol), este canal permite la comunicación entre los dos equipos y el transporte de tareas administrativas. Cuando el SCLP se establece un nodo puede enviarle información de donde, a que velocidad, hacia donde y demás requerimientos para cursar un servicio. Este canal de gestión y coordinación entre los equipos (nodos) permite que puedan tomar el ancho de banda disponible en el medio (2M o Nx64) y lo usen de forma dinámica y transparente para el usuario, permitiendo conectar canales desde 1200 bps.

Los nodos se interconectan entre sí constituyendo la red final. Un nodo puede conectar con otro por medio de una o varias troncales y a su vez puede conectarse con más de un nodo. La red de la UAEAC tiene en la actualidad 52 nodos alrededor del país y permite

conectar dinámicamente un canal de voz o datos, desde Barranquilla hasta Cali con solo asignar el origen y el destino.

Dependiendo de la aplicación los nodos tienen diversas tarjetas, un modulo se compone de una tarjeta frontal que maneja la parte lógica y una interfaz trasera que determina la interfaz, es decir que una misma tarjeta frontal puede manejar diferentes interfaces dependiendo de la necesidad del usuario final.

Por ejemplo el modulo de voz análogo PVA (o PVAC que si permite compresión) puede instalársele tres tipos diferentes de interfaces traseras: E&M, FXS y FXO, la primera como el nombre lo indica se usa para aplicaciones E&M (en el caso de la UAEAC VHF, ATIS, etc.) y los siguientes sirven para instalar extensiones análogas. Una extensión telefónica que requiere llevarse desde Bogotá hasta Cerro Maco (Atlántico) es desagregada desde la planta telefónica de Bogotá, entregada al Promina del CNA por medio de una tarjeta digital, trasportada por los diversos nodos de la red y entregada en Cerro Maco en una interfaz análoga FXS.

TARJETA FRONTAL	TARJETA TRASERA	SERVICIO	VELOCIDAD
PVA/C	FXS	ATS, Extensiones lado abonado	4 - 64 Kbps
PVA/C	FXO	ATS, Extensiones lado planta	4 - 64 Kbps
PVA/C	E&M	ATIS, VHF, MODEM	4 - 64 Kbps
QASD	DCE -232	Radar, AFTN , Datos Marc	1.2 - 64 Kbps
HSD - 2	DCE - V35	Enrutadores externos, aplicaciones de datos	64 Kbps - 8 Mbps
TMCP	DAMI	Conexión planta telefónicas (Harris, MD-110)	2 E1
PX - 3 LWX	ETH PLUS	Enrutador - PAF, Sigma, Internet, etc. (cliente-servidor)	32 Kbps - 2 Mbps
PX - 3 ISDN	QBRI	Conexiones ISDN	> 64 Kbps

**Tabla 6.** Tarjetas de servicio

### 3.2.2.5. TOPOLOGÍA DE LA RED PROMINA

La red de multiplexores de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil está conformada por 52 Nodos, distribuidos en seis regionales como se aprecia en la figura X y los cuales se especifican a continuación:

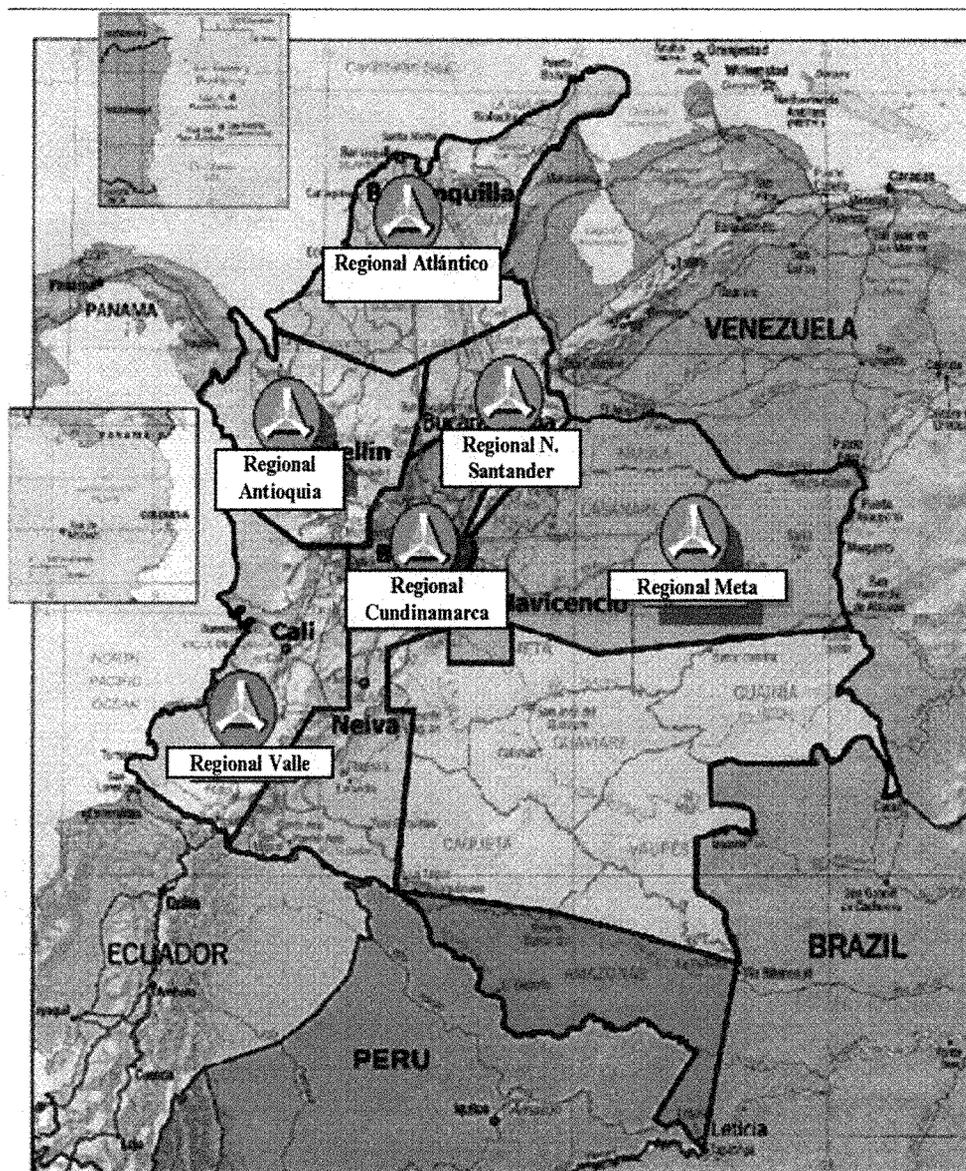


Figura 6. Red Promina en Colombia

### 3.2.2.5.1. LOCALIDAD SUR

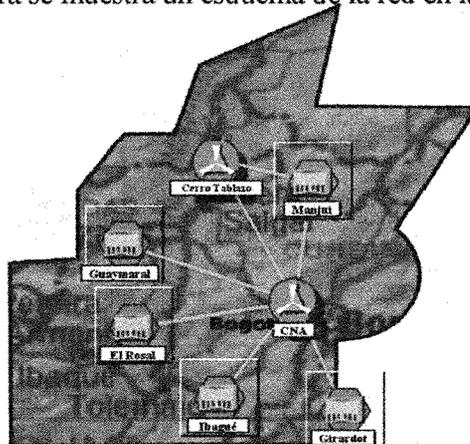
#### REGIONAL CUNDINAMARCA

La regional de Cundinamarca está conformada por 11 nodos; PBA es un nodo de pruebas que se utiliza para realizar pruebas en el hardware de los equipos cuando éstos se encuentran averiados y hacerles los respectivos ajustes para ponerlos en funcionamiento nuevamente. El ID de esta regional es 2.

Descripción del lugar	Alias de locación	No. De nodo	Tipo Promina	Dirección IP
C.N.A (El Dorado)	C.N.A (El Dorado)	1	800	10.35.176.17
Sala Técnica – CNA2	CNA2	2	800	10.35.176.33
Girardot	GDT	3	200	10.35.176.49
Guaymaral	GYM	4	400	10.35.176.65
Cerro el Tablazo	TBZ	5	400	10.35.176.81
Tablazo2	TBZ2	6	400	10.35.176.97
Cerro Manjui	MJI	7	400	10.35.176.113
Cerro el Rosal	RSL	8	400	10.35.176.129
Ibagué	IBG	9	200	10.35.176.145
nodo prueba	PBA	10	400	10.35.176.161
Telepuerto	CNATP	41	200	10.35.178.145

**Tabla 7.** Nodos de la Regional Cundinamarca.

En la siguiente figura se muestra un esquema de la red en la regional Cundinamarca



**Figura 7.** Red Promina UAEAC – Regional Cundinamarca

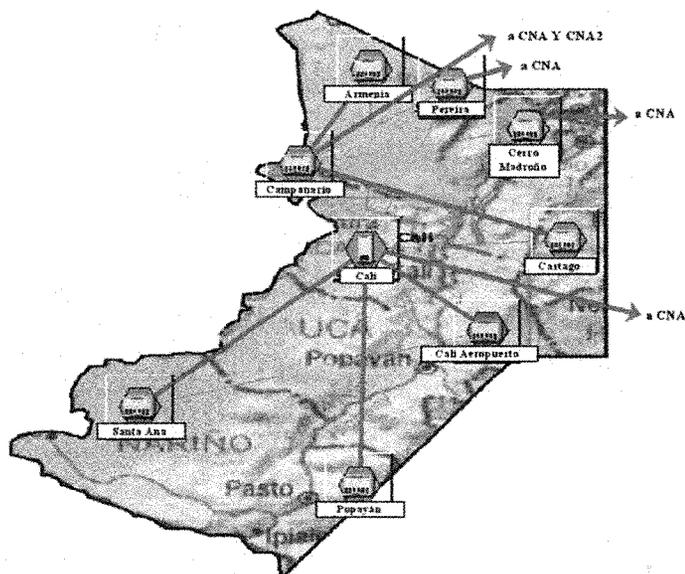
## REGIONAL VALLE

La regional del Valle la conforman nueve nodos los cuales se especifican en la tabla 4; Esta regional se conecta con la regional de Cundinamarca por medio de los nodos CLO-CNA, CMP-CNA, PEI-CNA, CMD-CNA y CMP-CNA2. El ID de esta regional es 5.

Descripción del lugar	Alias de locación	No. De nodo	Tipo Promina	Dirección IP
Cali	CLO	60	800	10.35.179.193
Cali airport	CPT	62	400	10.35.179.225
Pereira	PEI	63	400	10.35.179.241
Armenia	AXM	64	400	10.35.180.1
Popayán	PPY	65	400	10.35.180.81
Cerro Santa Ana	ANA	66	400	10.35.180.33
Cerro Campanario	CMP	69	400	10.35.180.17
Cartago	CTO	70	400	10.35.180.97
Cerro Madroño	CMD	71	400	10.35.180.113

**Tabla 8.** Nodos de la Regional Valle.

En la siguiente figura se muestra un esquema de la red en la regional del Valle



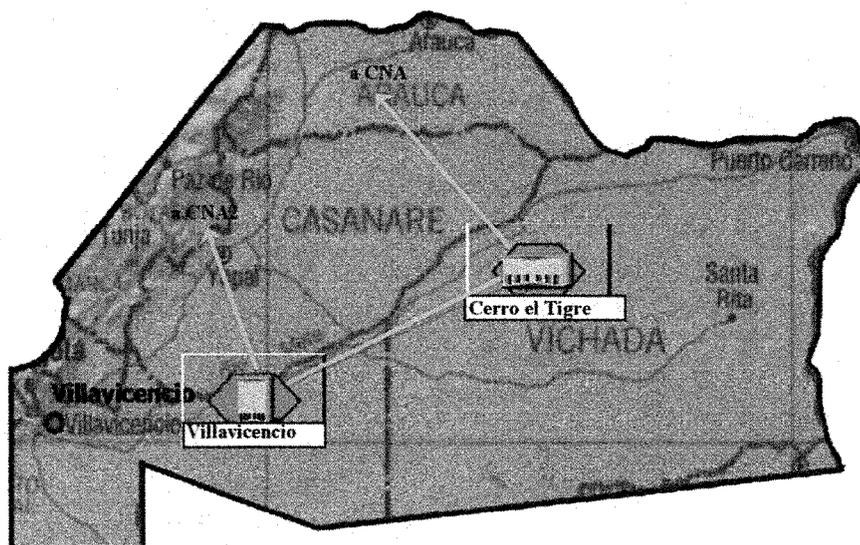
**Figura 8.** Red Promina UAEAC – Regional Valle

## REGIONAL META

Descripción del lugar	Alias de locación	No. De nodo	Tipo Promina	Dirección IP
Villavicencio airport	VVC	100	800	10.35.182.65
Cerro el Tigre	CTG	102	400	10.35.182.97

**Tabla 9.** Nodos de la Regional Meta.

En la siguiente figura se muestra un esquema de la red en la regional del Valle



**Figura 9.** Red Promina UAEAC – Regional Meta

### 3.2.2.5.2. LOCALIDAD DEL NORTE

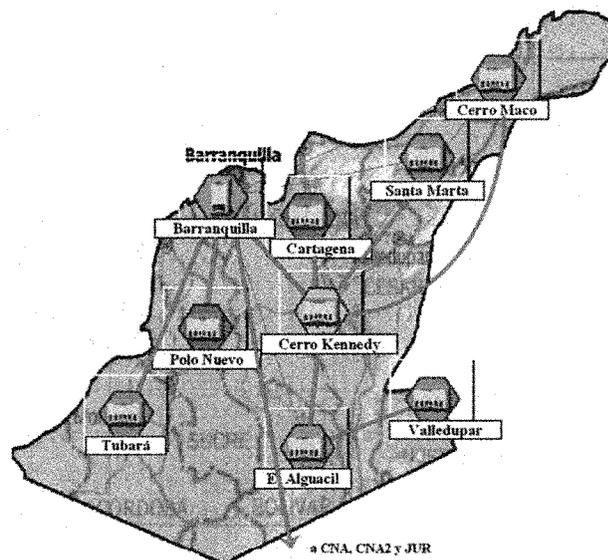
#### REGIONAL COSTA ATLÁNTICA

La regional de la Costa Atlántica está constituida por nueve nodos los cuales se listan en la tabla 2. Esta regional se comunica con la regional de Cundinamarca a través de los nodos BAQ-CNA y BAQ-CNA2; y con la regional de Norte de Santander a través de los nodos BAQ - JUR. El ID de esta regional es 3.

Descripción del lugar	Alias de locación	No. De nodo	Tipo Promina	Dirección IP
Barranquilla Airport	BAQ	40	800	1 0.35.178.129
Cerro Kennedy	CKY	42	400	
Cerro Maco	MCO	43	400	10.35.178.177
Cartagena	CTG	44	400	10.35.178.193
Santa Marta	SMR	45	400	10.35.178.209
Valledupar	VDP	46	200	10.35.178.225
Tubará	Tubara	47	400	10.35.178.241
Pueblo Nuevo	PLO	48	100M2	10.35.179.1
Cerro Alguacil	ALG	49	400	10.35.179.17

**Tabla 10.** Nodos de la Regional Costa Atlántica

En la siguiente figura se muestra un esquema de la red en la regional Costa Atlántica



**Figura 10.** Red Promina UAEAC – Regional Costa Atlántica

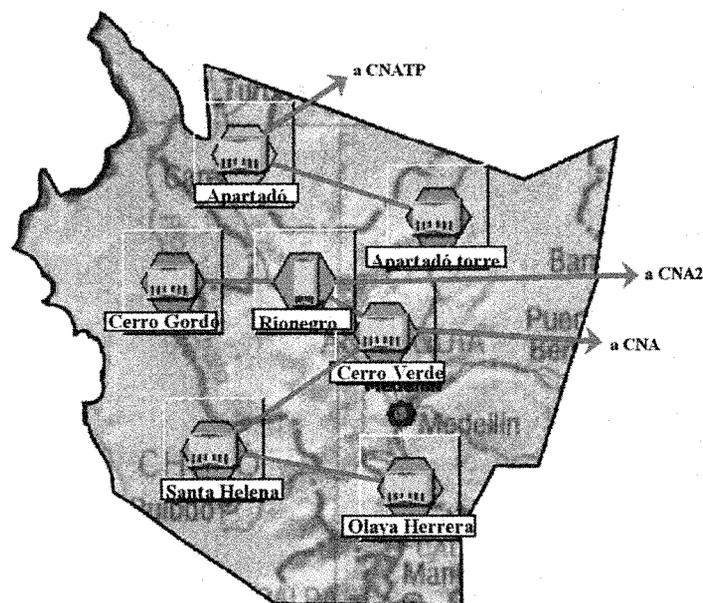
### REGIONAL ANTIOQUIA

Los siete nodos que conforman la regional de Antioquia se especifican en la tabla 3. Esta regional se comunica con la regional de Cundinamarca a través de los nodos CVD–CNA, RNG–CNA2 y APD–CNATP. El ID de esta regional es 4.

Descripción del lugar	Alias de locación	No. De nodo	Tipo Promina	Dirección IP
Río Negro	RNG	20	800	10.35.177.65
Cerro Verde	CVD	21	400	10.35.177.81
Olaya Herrera	OLY	22	400	10.35.177.97
Cerro Santa Helena	STH	23	400	10.35.177.113
Cerro Gordo	CGD	24	100M2	10.35.177.129
Apartado	APD	25	200	10.35.177.145
Apartado torre	APT-T	26	200	10.35.177.161

**Tabla 11.** Nodos de la Regional Antioquia

En la siguiente figura se muestra un esquema de la red en la regional Antioquia



**Figura 11.** Red Promina UAEAC – Regional Antioquia

## REGIONAL NORTE DE SANTANDER

Descripción del lugar	Alias de locación	No. De nodo	Tipo Promina	Dirección IP
Cucuta Airport	CUC	80	800	10.35.181.1
Cucuta Tower	CUC-TWR	81	200	10.35.181.17
Bucaramanga Airport	BGA-TWR	82	800	10.35.181.33
Bucaramanga Tower	BGA-TWR	83	400	10.35.181.49
Cerro Jurisdicciones	JUR	84	800	10.35.181.65
Arauca	AUC	85	400	10.35.181.81
Arauca Tower	AUC-T	86	200	10.35.181.97
Tame	TME	87	400	10.35.181.113
Saravena	SVA	88	400	10.35.181.129
Ocaña	OCN	89	400	10.35.181.145
Barrancabermeja	EJA	90	400	10.35.181.161
Cerro Oriente	ORT	91	100M2	10.35.181.177
Cerro la Virgen	VRG	92	400	10.35.181.193
Picacho	PCH	93	400	10.35.181.209

Tabla 12. Nodos de la Regional Norte de Santander.

Esta regional está constituida por catorce nodos especificados en la tabla 5; La regional Norte de Santander se conecta con la regional Costa Atlántica por medio de los nodos CNA-JUR y con la regional de Cundinamarca por medio de los nodos JUR-CNA y JUR-CNA2. El ID de esta regional es 6.

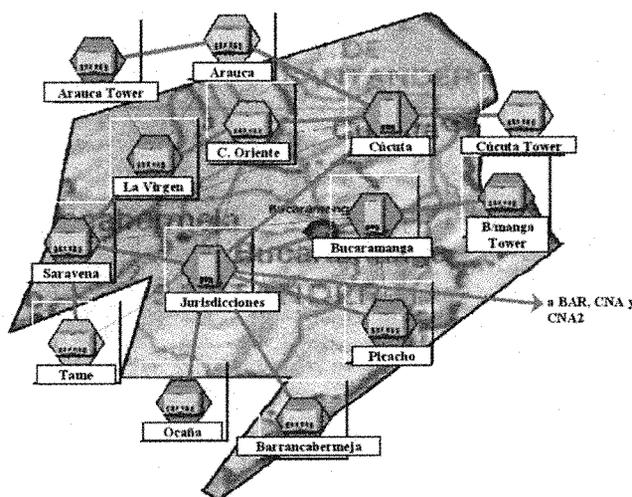


Figura 12. Red Promina UAEAC – Regional Norte de Santander

### 3.2.2.6. SERVICIOS DE LA RED DE MULTIPLEXORES PARA LA UAEAC

En la tabla 1 se muestra la tasa de transmisión para cada uno de los servicios de la UAEAC y el tipo de interfaz usada. De la tabla se nota que todos los servicios de voz se transmiten a 8 Kbps y en los servicios de datos la tasa de transmisión varía de 1.2 Kbps a 256 Kbps. Estos datos de tasas de transmisión se emplean en la programación de las tarjetas de voz y datos del equipo Promina.

SERVICIO	INTERFAZ	TASA DE TX
PBX (voz)	FXO-FXS,4wE&M,E1	8 k
ATS (voz)	FXO-FXS,4wE&M,E1	8 k
HOT LINE (voz)	FXS-FXS	8 k
AFIN (datos)	RS 232	1.2 k y 9.6 k
PAF/PISTA (datos)	10Base T	256 k,64 k,128 k
ISDN (datos)	BRI	144 k
RADAR (datos)	RS 232 (DB 25)	19.2 k
VHF-ER (voz y datos)	4wE&M, RS 232	8 k y 4.8 k
SIGMA (datos)	10Base T	32 k

**Tabla 13.** Servicios De la red de multiplexores Promina

A continuación se describirán brevemente cada uno de los servicios:

**PBX:** Central de conmutación de llamadas telefónicas de voz para coordinación técnica y administrativa entre los diferentes aeropuertos y estaciones aeronáuticas a nivel nacional. Usan los equipos marca Ericsson modelo MD-110.

**ATS:** Es el sistema de conmutación para la prestación de los servicios de tránsito aéreo a nivel nacional e internacional entre los diferentes aeropuertos y centros de control. La red de comunicaciones ATS es definida como un sistema conmutado que asegura

coordinación por medio de voz entre los centros de control de tráfico aéreo conectados como suscriptores a una central de conmutación en Bogotá. Usa el equipo Central de conmutación marca Harris modelo 20-20.

**HOT LINE:** línea telefónica directa.

**AFTN:** se define como un Sistema completo de circuitos fijos aeronáuticos dispuestos como parte del servicio fijo aeronáutico, para el intercambio de mensajes y/o datos numéricos entre estaciones fijas aeronáuticas.

**PAF:** es el sistema de apoyo a las labores de Planeación, Administración y Financieras de la Entidad, dándole la herramienta de Información Gerencial a la alta Dirección para la toma oportuna de decisiones, basándose en la información en tiempo real suministrada por el sistema.

**PISTA:** es el Proyecto de Información para los Servicios de Tránsito Aéreo, el cual apoya la función fundamental de la operación aérea en las torres de control y centros de control del país. Adicionalmente, en este sistema se recopila la información de servicios de tránsito aéreo para efectos estadísticos y facturación en el área financiera. Lleva el registro y control de las llegadas y salidas de vuelos en las torres y centros de Control de los aeropuertos del país en tiempo real, contando con 140 usuarios. Esta aplicación tiene el control de los planes de vuelos e itinerarios, manejando la asignación de horarios y slots de vuelos.

**ISDN:** Red digital de servicios integrados (transmisión de datos)

**RADAR:** Red de transmisión de datos entre (video sintetizado) cabezas radar y centros de control, para integración de la información de los diferentes sectores controlados en los centros y visualización en la red local. Cada una de las estaciones remotas (cabeza de radar) constituye un punto nodal,

mientras que las estaciones o centros de control constituyen los puntos de concentración de la información o nodos principales.

**VHF-ER:** La red de comunicaciones de VHF-ER, es la encargada de suministrar las comunicaciones de voz aire-tierra-aire del servicio móvil aeronáutico para el control de tránsito aéreo de las aeronaves que cruzan el espacio aéreo en Colombia.

**SIGMA:** sistema que maneja la gestión del mantenimiento aeronáutico.

### 3.2.2.7. INTERFAZ DE ACCESO A LA RED DE MULTIPLEXORES

La interfaz de operador se usa para configurar cada nodo en la red (por ejemplo, configurar prioridades, enlaces y atributos de enrutamiento del puerto). Toda la información de la configuración del nodo se guarda en una base de datos. Después de ser configurado, el nodo realiza varias operaciones automáticamente, incluyendo enrutamiento dinámico, enrutamiento alterno automático y selección de ancho de banda dinámico

La interfaz de operador también se usa para revisar la configuración de la base de datos, hacer pruebas diagnósticas, obtener estadísticas, monitorear condiciones alarma, ver el estado de la red, visualizar cada Shelf de toda la red, instalar y desinstalar nodos y realizar otras operaciones de red.

Para esta interfaz, se utiliza un computador SUN Microsystems con sistema operativo UNIX en el cuál se monta la interfaz gráfica de usuario utilizando una base de datos en ORACLE en donde se ingresa con una sesión de Telnet introduciendo un nombre de usuario y una contraseña.

Una vez en el sistema, el usuario tiene la posibilidad de operar el software en dos modos: modo experto y modo normal; El modo Experto significa que los comandos se digitan directamente en la línea de comandos sin mostrar ningún menú y permite consultar tipos de tarjetas específicos, especificar IDs de los dispositivos en la línea de comandos, obtener información más eficientemente usando opciones de comandos; el modo normal significa que todas las acciones se dan por medio de selección de menús.

PROLOG PROCEDURE MENU  
 NODE 5

TIME 08:55:55  
 CARD 5 CONSOLE PORT 1

- \* 1 (CON) CONTINUE WITH SESSION
- 2 (ASS) ASSIGN OPERATOR
- 3 (REM) REMOVE OPERATOR
- 4 (OPE) OPERATOR QUERY
- 5 (SET) SET TERMINAL OPTION
- 6 (LOG) LOG OUT
- 7 (LIS) LIST ACTIVE OPERATORS
- 8 (SEN) SEND MESSAGE
- 9 (QUE) QUERY CONSOLE
- 10 (VIR) VIRTUAL CONNECTION
- 11 (MOD) MODIFY OPERATOR

SELECT PROLOG OPTION

<  
 OK

CURRENT MENU STATE: 1 -- FUNCTIONAL AREA MENU  
 NODE 5

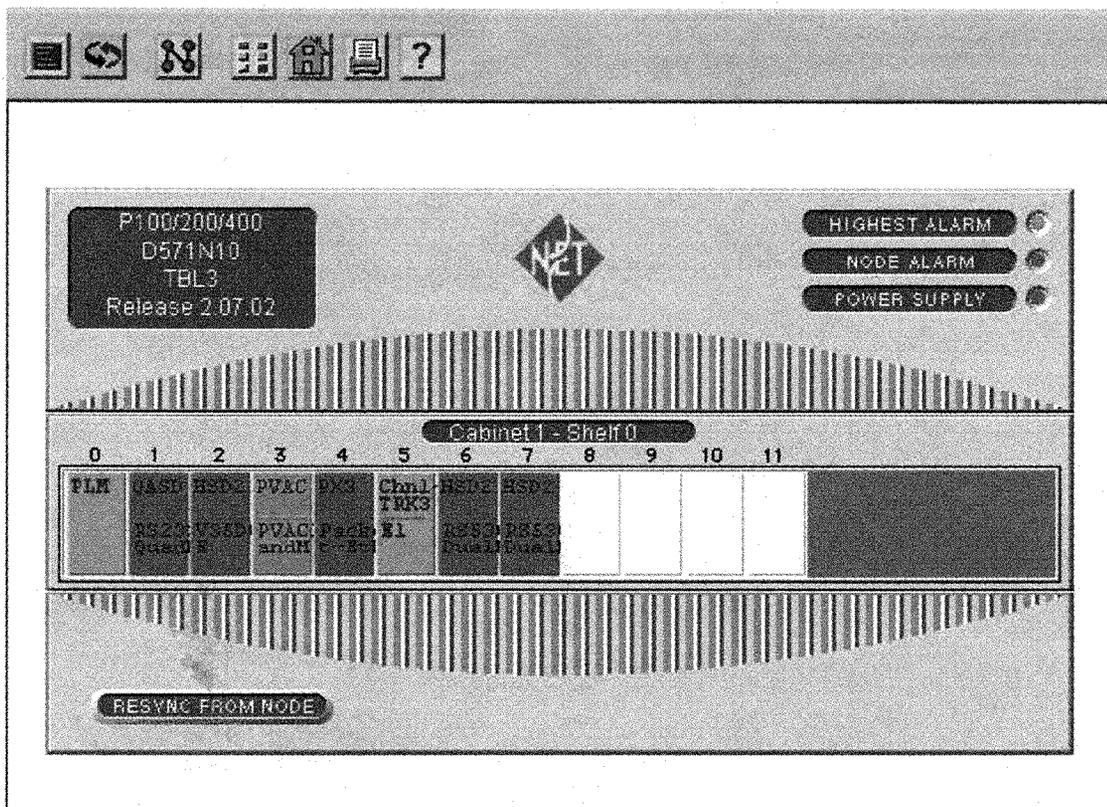
ALARMS PENDING  
 CARD 5 CONSOLE PORT 1  
 TIME 08:47:39

- \* 1 (CON) CONFIGURATION
- 2 (ALA) ALARMS
- 3 (EVE) EVENT LOG
- 4 (DIA) DIAGNOSTIC
- 5 (OPE) OPERATIONS
- 6 (PRO) PROLOG
- 7 (SES) SESSION PARAMETERS

<  
 OK

Figura 13. Menú de inicio.

La interfaz de operador también provee alarmas detalladas e información de eventos que incluyen cambios de estado de recursos de la red, violaciones de seguridad, cambios de conectividad, tasas de error de bits de las troncales, fallas de puerto etc.



**Figura 14.** Interfaz gráfica de diagnóstico

Las alarmas están asignadas en cuatro niveles que indican su severidad y se muestran en pantalla de la siguiente manera:

- Color azul: Alarma informativa

Indica un problema que se debería investigar (como por ejemplo una alta tasa de error de bits en una troncal)

- Color amarillo: Alarma menor

Requiere acción de mantenimiento (por ejemplo, una alarma amarilla de una troncal)

- Color naranja: Alarma mayor

Requiere acción urgente (por ejemplo, la caída de una troncal)

- **Color rojo: Alarma crítica** Requiere acción inmediata (por ejemplo, cuando una tarea de la troncal no está activa)
- **Color Verde: Alarma Normal**  
Si no se presenta ningún tipo de alarma, en nodo se visualiza con color verde.
- **Alarma Negra: No se registra la tarjeta.**

### 3.2.2.8. INTERFASE FÍSICA WAN

#### PX3

La tarjeta PX3 permite el traspaso de tramas y la conmutación de tráfico de paquetes. Por la transmisión de múltiples tramas en paralelo, la tarjeta PX3 incrementa la eficiencia de entrada y salida en un cable de red. La tarjeta PX3 consiste en una tarjeta frontal y una tarjeta trasera que es opcional. la familia de las tarjetas PX· consiste en tres versiones.

- 1- PX3-4 Port
- 2- PX3-8 Port
- 3- PX3-16 Port

La tarjeta PX3 es completamente compatible con instalaciones PX antiguas, permitiendo a los usuarios instalar combinaciones de tarjetas de acceso PX, PX2, y PX-plus en la misma red propina. Esto permite a los usuarios que puedan investigar en un PROMINA existente mientras la implementación de procesamiento de paquetes.

### 3.2.2.9. CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA FRONTAL.

La tarjeta PX3 frontal incluye una tarjeta procesadora y un puerto serial de alta velocidad.

Los puertos seriales PX3 pueden ser conectados a módulos PX3 remotos o a local o una tarjeta de datos remota con un puerto serial externo. La tarjeta PX3 tiene un cache de instrucciones y un cache de datos. Incrementando la memoria provee una memoria adicional para el tráfico del usuario y sistemas de tablas de memoria.

El Software de la tarjeta PX3 almacenada directamente en la tarjeta de la memoria Flash. esto permite recargas rápidas y redundancia de imágenes de software, lo que hace que se simplifique el proceso de actualización.

Los LEDs en la tarjeta frontal de la PX3 indican el estatus del modulo.

La tarjeta Frontal puede usar una tarjeta PCMCIA para facilitar al usuario hacer Backup's de información y actualización de imágenes de Sowntare.

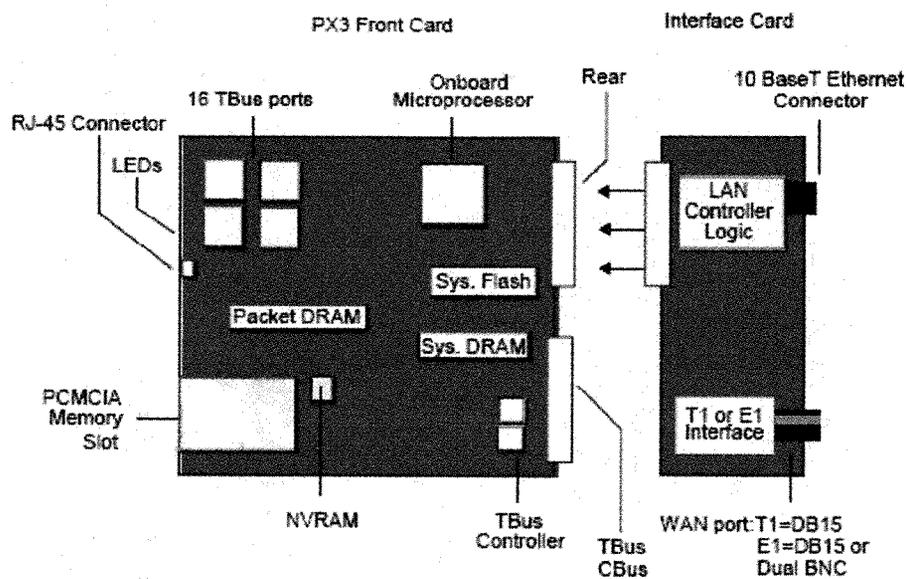
### 3.2.2.10. TARJETAS TRASERAS OPCIONALES

La plataforma PX3 provee las siguientes interfaces traseras opcionales.

- T1/Ethernet
- E1/Ethernet
- Ethernet
- Token Ring

Las tarjetas T1 y E1 proveen programación dinámica de la asignación del canal y generación y chequeo de CRC-16. Las tarjetas pueden ser cambiadas aun cuando la tarjeta este conectada a la entrada de poder. Las tarjetas T1 y E1 poseen un procesador por lo que pueden ejecutar códigos independientes de la tarjeta PX3 frontal con opciones de memoria de paquetes.

Las interfaces T1, E1, Ethernet y Token Ring están disponibles en todos los modelos PX3.

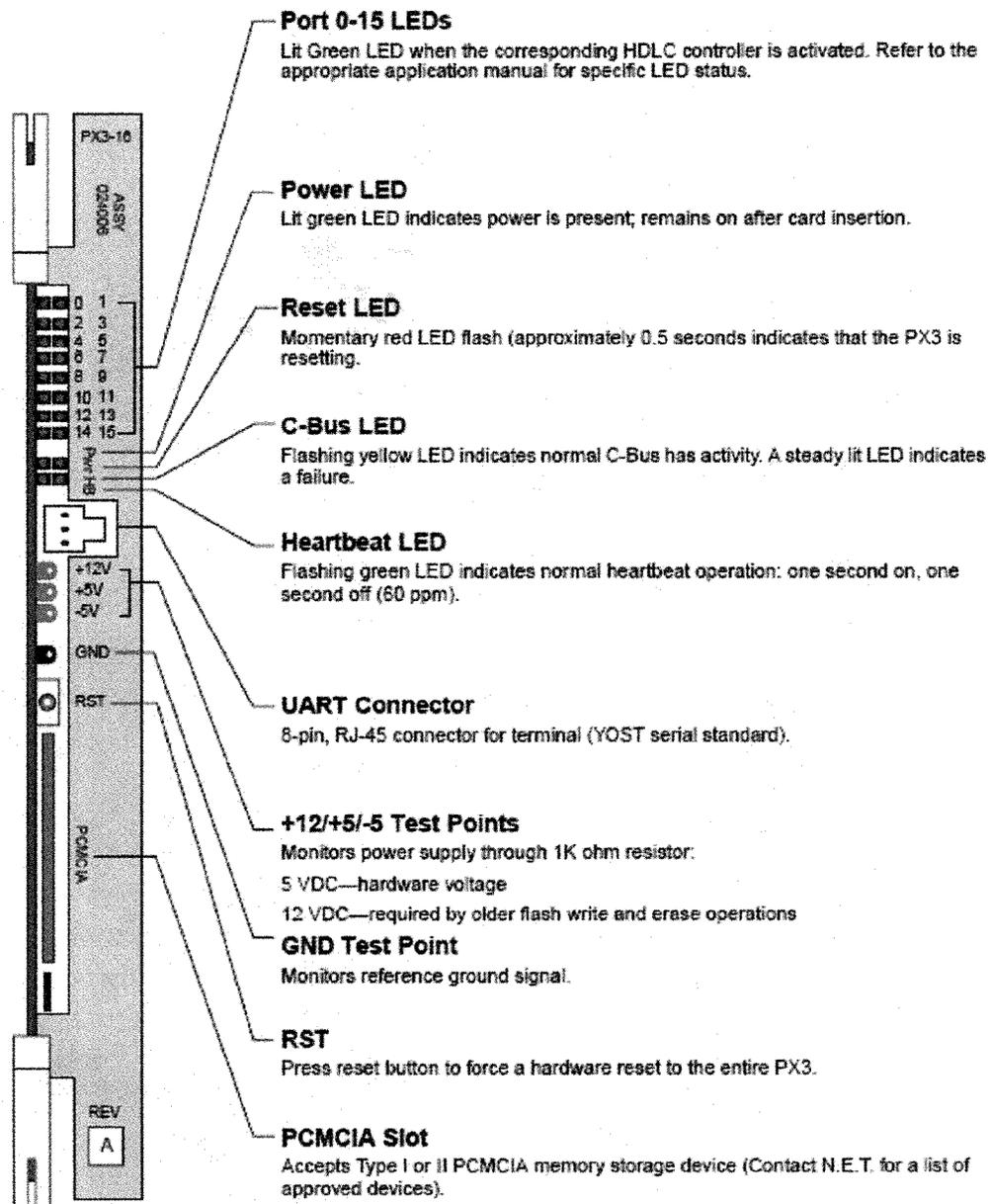


**Figura 15.** Vista Frontal e interfase de la tarjeta PX3

- Procesador MC68MH360 que opera 33 MHz
- 1 Mb de DRAM (256 Kb x 32)
- 2 Mb de flash memory (1 Mb x 16)
- 16 bit DMA data path to front card packet memory
- 64 byte NVRAM for serial number and card type
- RJ45 connection.
- 10 BaseT connection

**Front Card LEDs** Refer to Figure 2-2 for descriptions of the PX3 status LEDs.

**Figure 2-2 PX3 Front Card Front Panel**



**Figura 16. Tarjeta Frontal PX3**

Alarm	Description
Red Alarm	Indicates local loss-of-framing or loss-of-signal on receive.
Yellow Alarm	Indicates that the far end is generating a yellow alarm, which means that the far end is in a red alarm state.
The following definitions pertain to the 10BaseT status LEDs:	
Link	Indicates that the 10BaseT receiver is receiving a signal.
Collision	Indicates a collision occurred when trying to transmit a packet.
Tx	Indicates packets are being transmitted to the Ethernet.
Rx	Indicates packets are being received from the Ethernet.

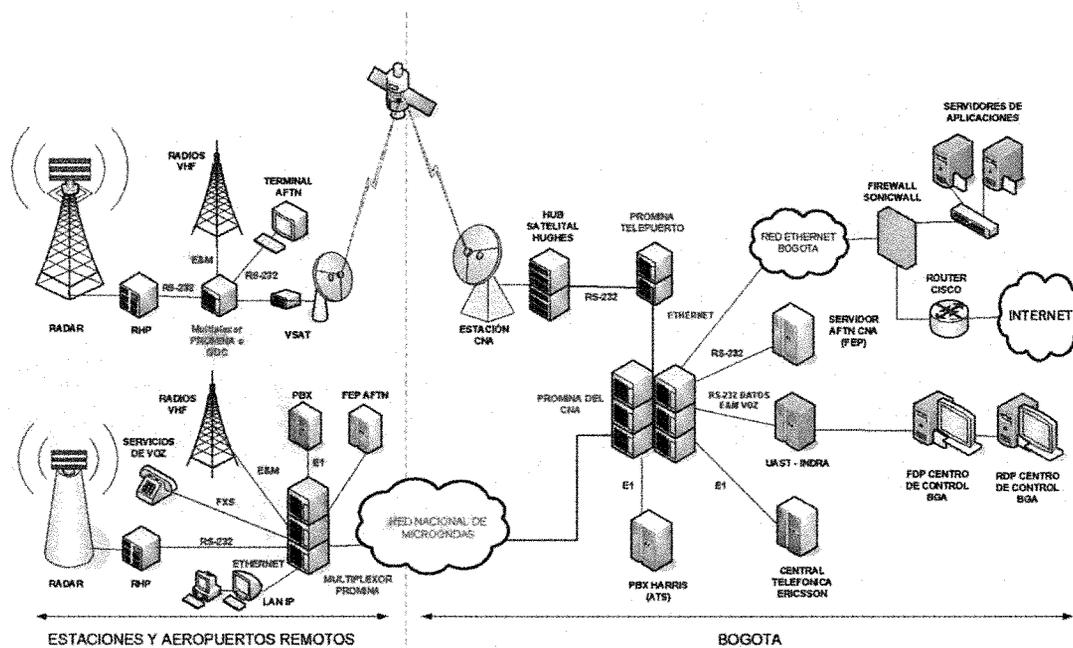
Figura 17. Descripción de alarmas

LED	Description	Action
Power	The power LED is off.	Check that power is switched on to the shelf.
	The power LED flashed momentarily, but does not stay on.	Check the power supply. Go to <i>DC Power Checks</i> on page 5-8.
	Problem still exist.	Call TAC or your local N.E.T. support center.
Port	The port LED is not on.	The HDLC controller is not activated. Refer to the appropriate application manual for specific LED status.
		Check the power supply. Go to <i>DC Power Checks</i> on page 5-8.
	Problem still exist.	Call TAC or your local N.E.T. support center.
Heartbeat	The LED is off.	Reset card.
	The LED is not pulsing at a rate of 60 pulses per minute.	Reset card.
	Problem still exist.	Call TAC or your local N.E.T. support center.
CBus	The CBus LED is lit.	There is a CBus failure; reset card.
	Problem still exist.	Call TAC or your local N.E.T. support center.
Reset	The Reset LED is lit or is flashing.	The card is hung in a loop state; reset card.
	Problem still exist.	Call TAC or your local N.E.T. support center.

Figura 18. Descripción de cada LED

### 3.2.2.11. TOPOLOGÍA ACTUAL DE LA RED WAN DE LA AERONÁUTICA

Actualmente la Aeronáutica Civil cuenta con una topología de estrella extendida en donde el CNA (Bogotá) es el centro en donde todas las demás estaciones remotas se conectan para poder compartir servicios y aplicaciones.



**Figura 19.** Topología de la red WAN

Como se puede ver en la gráfica anterior el CNA utiliza enlaces de microondas y satelitales para poder conectarse con los demás nodos del país. La Aeronáutica Civil cuenta con un solo anillo que conecta todas las regionales. En caso de que el anillo falle la conexión se perdería en algunos nodos por lo que es necesario implementar una solución rápidamente para que este problema no afecte los servicios en el futuro.

### 3.2.2.12. DIRECCIONAMIENTO Y PROTOCOLOS UTILIZADOS

La dirección IP de cada nodo se adquiere dinámicamente teniendo en cuenta el Dominio y el Número del Nodo estas direcciones son solo de gestión. En este momento el servidor de direcciones se centraliza solo en el centro de cómputo del CNA Bogotá.

Cada uno de los enlaces utilizados es configurado como punto a punto, utilizando EIGRP para el enrutamiento pues este protocolo ofrece varias características que mejoran el funcionamiento de la red. Algunas de éstas características son:

- **Convergencia Rápida:** Este protocolo utiliza un algoritmo de enrutamiento de última tecnología llamado DUAL que garantiza un funcionamiento libre de bucles en el momento de cálculo de ruta y permite a todos los routers involucrados en un cambio de topología sincronizarse al mismo tiempo.
- **Uso eficaz del ancho de banda:** Como solo envía actualizaciones parciales cuando hay algún cambio en la topología consume un mínimo del ancho de banda cuando la red está estable.
- **Soporta VLSM:** A diferencia de otros protocolos de enrutamiento envía la máscara de subred en las actualizaciones de enrutamiento.
- **Soporte Múltiple de capas de red:** Soporta IP, IPx y Apple Talk a través de un módulo dependiente de protocolo (PDM)

Al mismo tiempo la Aeronáutica Civil utiliza Frame Relay como protocolo de capa enlace de datos pues es una tecnología que ofrece conexión entre redes de área local a bajo costo, se puede implementar sobre una infraestructura de comunicaciones existente, ofrece ahorros inmediatos a los usuarios de multiplexores, por que ofrece un menor control sobre su ancho de banda y costos mejores, gracias a un mejor uso de la línea. Gracias al uso de Circuitos Virtuales Permanentes (PVC), Frame Relay reduce los costos de enlaces, ya que por un solo enlace físico se pueden enviar múltiples servicios ya que se pueden configurar subinterfaces, las cuales se identifican con un

DLCI. Además de esto Frame Relay ofrece una interfaz de administración local (LMI), lo cual permite verificación de flujo de datos, y un mecanismo de estado que indica el estado en curso de cada DLCI que el switch conoce.

## 4. DISEÑO PROPUESTO

Después de haber analizado la red WAN se encantaron algunas características que más adelante podrían reducir el desempeño de la red de datos. Por lo cual se van a exponer soluciones a estas fallas. Estas soluciones se van a explicar teniendo en cuenta el modelo de referencia OSI.

### 4.1. CAPA FÍSICA

Como se dijo anteriormente, la Aeronáutica Civil cuenta con un solo anillo que rodea a todo el país centralizando en el CNA Bogotá, por lo cual se sugiere implementar un anillo en fibra óptica, de tal manera que si el anillo de microondas falla el anillo de fibra permitiría que la red siguiera funcionando sin que se vea afectado el flujo de información.

En el momento de elegir la fibra como medio redundante se tuvieron en cuenta las siguientes ventajas y desventajas:

#### VENTAJAS

- La fibra óptica hace posible navegar por Internet a una Velocidad de dos millones de bps.
- Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones.
- Video y Sonido en Tiempo real.
- Es inmune al ruido y las interferencias.
- Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es también segura y no puede ser perturbada.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra.
- El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos.

- La materia prima para fabricarla es abundante en la naturaleza.
- Compatibilidad con la tecnología digital.

## DESVENTAJAS

- Sólo pueden suscribirse las personas que viven en las zonas de la ciudad por las cuales ya esté instalada la red de fibra óptica.
- El coste es alto en la conexión de fibra óptica, las empresas no cobran por tiempo de utilización sino por cantidad de información transferida a computador, que se mide en megabytes.
- El coste de instalación es elevado.
- Fragilidad de las fibras.
- Disponibilidad limitada de conectores.
- Dificultad de reparar un cable de fibras roto en el campo.

Como la Aeronáutica Civil no cuenta con un anillo de fibra extendida por todo el país, es necesario comprar o alquilar dicha fibra a algún proveedor que nos permita gestionar este canal a un 100 %. El proveedor de esta fibra nos brindará la seguridad de que los enlaces estén en excelentes condiciones y que en caso de falla deberán brindar soporte inmediato.

La fibra Óptica que se desea implementar es la fibra monomodo ya que esta fibra permite mayor capacidad de transporte de información, puede transmitir datos a mayores anchos de banda y distancias.

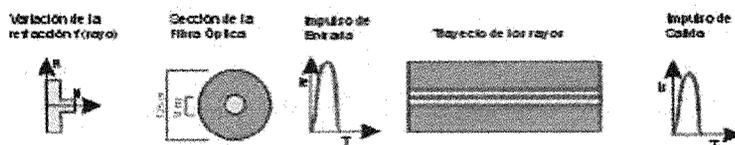


Figura 20. Fibra monomodo.

El estándar utilizado para la implementación de la fibra debe ser el 802.3 que especifica una implementación de la capa física y la subcapa MAC de la capa de enlace de datos. IEEE 802.3 usa acceso CSMA/CD a diversas velocidades sobre diversos medios físicos. Las extensiones del estándar IEEE 802.3 especifican las implementaciones de Fast Ethernet. Las variantes físicas de la especificación IEEE 802.3 original incluyen *10BASE2*, *10BASE5*, *10BASE-F*, *10BASE-T* y *10Broad36*. Las variantes físicas de *Fast Ethernet* incluyen *100BASE-T*, *100BASE-T4* y *100BASE-X*.

#### 4.1.1. TOPOLOGÍA RECOMENDADA

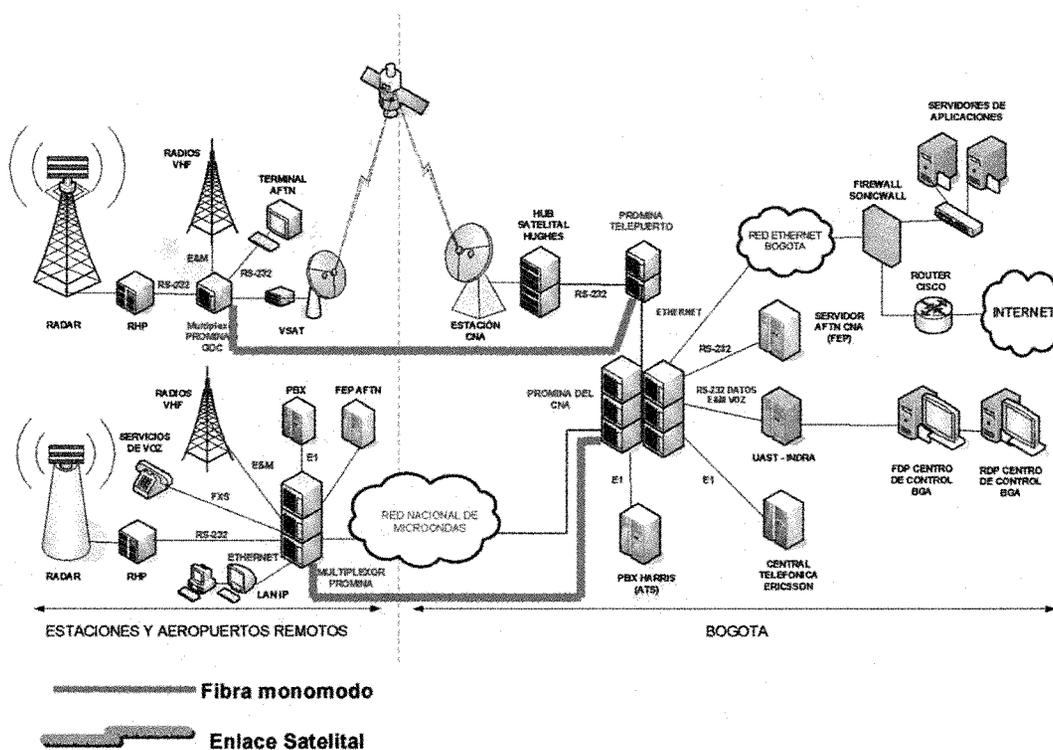


Figura 21. Topología recomendada

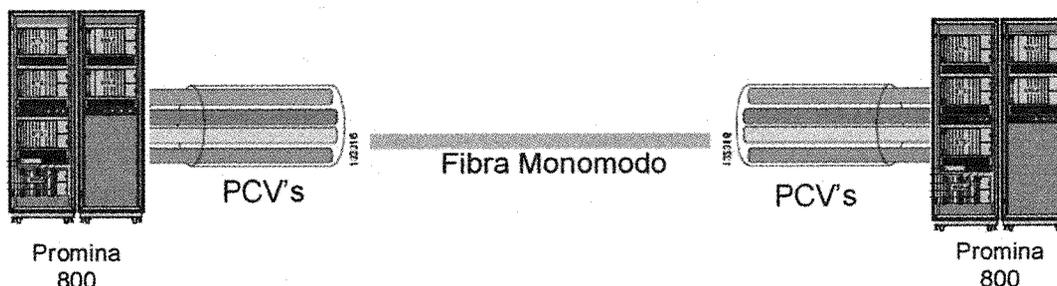
## 4.2. CAPA DE ENLACE

Como actualmente la Aeronáutica Civil utiliza Frame Relay como protocolo de capa de enlace, se sugiere seguir utilizando este protocolo, pues por sus características mencionadas anteriormente, este protocolo se adapta a los requerimientos de la empresa. Al configurar este protocolo, debemos tener en cuenta los DLCI y demás parámetros que la Aeronáutica Civil tiene configurados actualmente.

Actualmente la Aeronáutica Civil cuenta con un anillo de microondas que cubre todos sus nodos principales en el país. A cada uno de estos nodos se unen cada una de las sucursales secundarias para poder utilizar los servicios y aplicaciones que son necesarias para el buen funcionamiento de la empresa.

Como este anillo no tiene otro anillo que le brinda redundancia en caso de falla, habíamos pensado en proponer la implementación de un anillo secundario en fibra, de tal manera que si los enlaces microondas fallaban el anillo de fibra mantuviera los servicios arriba; Mas sin embargo el área de tecnología de la Aeronáutica Civil comenzó a implementar en estos días otro anillo redundante utilizando enlaces microondas como medio de transmisión.

# DIRECCIONAMIENTO PUNTO A PUNTO CON PVC's



**Figura 22.** Direccionamiento Punto a Punto con PVC.

### 4.3. CAPA DE RED

En el momento estudiar el protocolo de capa de red, coincidimos con la Aeronáutica Civil en que el mejor protocolo que se puede implementar en su red es EIGRP, pues proporciona las mejores características de enrutamiento. De todas formas al implementar el nuevo anillo de Fibra, se recomienda que se configure una tarjeta PX3 con la cual se pueda hacer balanceo de cargas y redundancia.

Para la configuración de esta tarjeta se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- El protocolo de enrutamiento utilizado entre enlaces es EIGRP.
- El protocolo de capa dos implementado entre enlaces punto a punto es Frame Relay.
- Se debe deshabilitar el protocolo de descubrimiento de cisco (CDP) por seguridad.
- Se debe describir cada interfaz, dando su función y escribiendo el ancho de banda.
- Se debe configurar una interfase loop back de gestión.
- Las contraseñas deben estar cifradas.
- Al configurar el protocolo de enrutamiento EIGRP se debe tener en cuenta:
  - Process ID = 571.
  - Maximum-paths 6.
  - No auto-summary.

#### 4.4 QUALITY OF SERVICE

Quality of service (QoS) se refiere a la habilidad de proveer a la red mejoramiento de los servicios al seleccionar trafico de red sobre varias tecnologías incluidas Frame Relay, ATM, Ethernet and 802.1 networks, SONET, y enrutamiento IP en redes.

Quality of service (QoS) tiene las siguientes características

- Administración de flujo
- Control de congestión
- Prioridad a diferentes tipos de tráfico
- Reduce la velocidad de salida de los paquetes con el fin de reducir posibles congestiones de la red que tengan como consecuencia el descarte de paquete
- Habilidad de proporcionar el ancho de banda depende de la prioridad de la aplicación

## CONCLUSIONES

La Aeronáutica Civil por ser la empresa más importante en el país en su campo, pues maneja toda la normalización, gestión, etc. Para el buen funcionamiento de todos los servicios aeroportuarios, debe tener un sistema de telecomunicaciones que sea capaz de sobrellevar inconvenientes y ofrecer cada persona dependiente de ella un servicio permanente, el cual supla todas las necesidades de comunicación.

Con el tiempo esperamos detectar cualquier falla que se pueda mejorar para que cada vez el servicio tienda a ser de alta calidad, permitiendo escalabilidad, redundancia, adaptabilidad, funcionalidad y facilidad de administración.

## BIBLIOGRAFIA

- Aeronáutica Civil. <http://www.aerocivil.gov.co>
- Cisco Systems. <http://www.cisco.com>.
- PX3 PLATAFORM GUIDE. PROMINA RELEASE 2. X 2. N.E.T
- Sistemas de Telecomunicación. tema 1: Historia de las Telecomunicaciones.  
<http://www.uv.es/hertz/hertz/Docencia/teoria/Historia.pdf>.