

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



DISEÑO DE SERVICIOS DE DATOS Y VoIP POR SATÉLITE
BASADOS EN LA TECNOLOGÍA DIRECWAY DE HNS

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:
ENRIQUE AUGUSTO AÑORGA VIGO

PROMOCIÓN
2000-I

LIMA-PERÚ
2009

**DISEÑO DE SERVICIOS DE DATOS Y VoIP POR SATELITE BASADOS EN
TECNOLOGIA DIRECWAY DE HNS**

Dedicado a mi Esposa Mariela
y a mi Madre por la motivación
y toda esa infinita paciencia
mostrada para culminar con
todo el proceso de titulación

SUMARIO

El presente trabajo expone los criterios empleados en el diseño e implementación de los servicios de transmisión de datos en un escenario bastante hostil como es el de las comunicaciones bidireccionales por satélite, donde la calidad de los enlaces está condicionada por diversos factores limitantes como la distancia al satélite, factores climatológicos y costos de operación. El empleo de nuevas tecnologías ya sean terrestres y/o satelitales, hacen posible brindar los servicios de transmisión de datos e Internet de banda ancha, así también las comunicaciones de voz con calidad de telefonía pública.

Asimismo, se analiza el sistema de monitoreo y control utilizado para brindar acceso a Internet, última milla y telefonía pública. Igualmente, equipamientos de última generación, orientados a la capa de aplicación (capa 7 según el modelo OSI), administran y controlan las conexiones a Internet, para ahorrar ancho de banda y evitar el abuso de los usuarios, mediante el empleo de técnicas de control de ancho de banda, cuotas, acceso justo y filtro de contenidos.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA	5
1.1 Planteamiento de Ingeniería del problema: Necesidades del Proyecto	5
1.2 Elección de las Plataformas de Trabajo	7
1.3 Objetivos del Trabajo	9
1.4 Perfil del usuario	11
CAPITULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	12
2.1 Introducción	12
2.2 Visión General de las Comunicaciones Satelitales	12
2.2.1 Diagrama de Bloques de la Estación Terrena	14
2.2.2 Diagrama de Bloques del Satélite	14
2.2.3 Plan de Frecuencias Típico	16
2.2.4 Banda de Frecuencias Satelitales	17
2.2.5 Tipos de Órbitas Satelitales	18
2.2.6 Altitudes de las Órbitas Satelitales	18
2.2.7 Pisada Satelital	19
2.2.8 E.I.R.P. (P.I.R.E)	20
2.2.9 Polarización de la Onda	21
2.2.10 Acceso al Satélite-FDMA	21
2.2.11 Acceso al Satélite-TDMA	21
2.2.12 Modem Satelital	21
2.2.13 Corrección de Errores Directa (FEC)	22
2.2.14 Efectos de las Comunicaciones Satelitales: Retardo de la Señal	22
2.3 Visión General de las Redes IP (Networking)	22
2.3.1 Red de Área Local	23
2.3.2 Modelos OSI y TCP/IP	23
2.3.3 Protocolos	24
2.3.4 Aplicaciones en la red de área local (LAN)	25
2.3.5 Transmisión entre las Capas del Modelo TCP/IP	26

2.3.6	LAN Ethernet.....	26
2.3.7	Protocolo de Internet (IP).....	28
2.3.8	Clases de Direcciones IP.....	29
2.3.9	Máscara de Subred.....	29
2.3.10	Default Gateway o Puerta de Enlace	30
2.3.11	Protocolo para el Control de la Transmisión	30
2.4	Principios de Funcionamiento del HUB Direcway	31
2.4.1	Módulo de Interfaz Empresarial.....	31
2.4.2	Módulo del Enlace de Subida F.I.....	34
2.4.3	Módulo del Enlace de Bajada F.I.....	35
2.4.4	Módulo de Temporización (Timing)	36
2.4.5	Módulo de Transmisión R.F.....	37
2.4.6	Módulo de Recepción R.F	39
2.4.7	Módulo de Administración y Seguridad (Management).....	40
2.4.8	Módulos de Equipamiento Auxiliar	43
2.5	Principios de Funcionamiento de la Plataforma de interconexión y voz	43
2.5.1	Plataforma de agregación (Cisco NGN)	43
2.5.2	Plataforma de Acceso a Internet	44
2.5.3	Plataforma de VoIP	48
2.5.4	Plataforma de Monitoreo y Control	49
CAPITULO III INTEGRACION DE PLATAFORMAS		52
3.1	Metodología para la Solución del Problema. Alternativas de Solución	52
3.1.1	Servicios de Internet y Transmisión de Datos.....	52
3.1.2	Servicios de Voz sobre IP	52
3.2	Solución del Problema: Diseño de los servicios.....	54
3.3	Recursos Humanos y Equipamiento	55
3.4	Tiempo de Ejecución.....	55
3.4.1	Pre-implementación	55
3.4.2	Logística	56
3.4.3	Instalación del HUB.....	56
3.4.4	Instalación de Estaciones Remotas.....	57
3.5	Presupuesto	57
3.5.1	Estimación de Inversión en Equipos.....	57
3.5.2	Estimación de Presupuesto en Satélite	57
3.5.3	Estimación de Presupuesto de Operación: Personal.....	57

3.5.4	Estimación de Presupuesto de Operación: Servicios	57
3.5.5	Estimación de costos y ganancias.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		59
ANEXO A		
	Cuadro de Personal del NOC y Recursos Humanos	61
ANEXO B		
	Diagrama de Gannt para los tiempos de ejecución del proyecto	63
ANEXO C		
	Cuadro de Costos de Inversión en Equipos	65
ANEXO D		
	Cuadro de Presupuesto Recurrente en Segmento Satelital	67
ANEXO E		
	Cuadro de Presupuesto Recurrente en recursos Humanos	69
ANEXO F		
	Cuadro de Presupuesto Recurrente en Servicios	72
ANEXO G		
	Cuadro de Costos y Ganancias	75
ANEXO H		
	Esquema de plataforma Satelital Direcway	77
ANEXO I		
	Esquema de Plataforma Terrestre de Voz y datos	79
ANEXO J		
	Daigramas de Bloques del HUB Direcway	81
ANEXO K		
	Glosario de Términos.....	83
	BIBLIOGRAFIA.....	88

INTRODUCCION

Las comunicaciones por satélite han sido siempre una plataforma de transporte de datos sumamente costoso, cuyos servicios asociados estaban solo al alcance de los sectores mineros y empresariales que tenían sedes en zonas rurales del interior del País. Hasta hace unos 10 años los enlaces eran todos del tipo SCPC¹ (un solo cliente por canal) y las modulaciones digitales conservadoras que permitían enlaces bastante estables para comunicaciones de voz y/o voz y datos multiplexados. Posteriormente el empleo de los HUB² satelitales, hace posible compartir la banda satelital entre muchos usuarios, permitiendo un reciclaje de la banda y bajando considerablemente los costos por servicios de datos y voz. El empleo de protocolo IP en las plataformas satelitales hace que el tráfico de datos y voz viajen en un ambiente nativo y que sean administrados por criterios de calidad de servicio. La utilización del canal se volvió compartida y las modulaciones de los datos digitales se volvieron más agresivas y dieron paso al DVB-S³ (Digital Video Broadcasting - Satellite).

Actualmente se está trabajando con el formato DVB-S2 (8PSK y FEC de hasta 9/10), lo que permite obtener una velocidad binaria cercana al 150% que al utilizar las versiones anteriores del DVB-S original. Hoy en día los sistemas de transmisión de voz y datos han logrado un mejor desarrollo, son muy estables y sofisticados, tienen diferentes interfases para LAN, comunicación serial, audio-video digital y canales de voz analógicos con un consumo de potencia muy bajo.

Cuando se trabaja en el área de transmisión de datos por satélite, se entiende que cada Mbyte transmitido tiene un costo efectivo bastante elevado, debido al recurso que se emplea para el tráfico: El satélite. Por esta razón, se emplean diferentes técnicas de codificación, modulación, priorización y compresión de datos en protocolo IP, que hace posible obtener un ancho de banda mayor para descargas y subidas. Otro de los problemas inherentes de esta tecnología está asociado a las comunicaciones de voz sobre IP (VoIP⁴); Se deben de manejar cuidadosamente estos flujos de datos debido a

¹ en ingles de "Single Customer Per Carrier, donde el segmento satelital es utilizado por un solo cliente.

² Término inglés que se refiere a la unidad central de una red de comunicaciones.

³ Sistema de modulación digital, que utiliza encapsulación de paquetes MPEG.

⁴ Técnica digital de conversión de la señal de voz analógica a paquetes de datos en protocolo de Internet.

que son muy sensibles a la latencia, el Jitter⁵ y a los otros flujos de datos muy pesados como son la navegación web⁶ y streams multimedia. Una limitación importante también está dada por los costos de operación y mantenimiento de la plataforma. Las estaciones VSAT⁷ se encuentran en sitios bastante remotos donde los operadores tradicionales no llegan y se debe de tomar en cuenta detalles de accesibilidad a la zona por su geografía y por los factores climáticos que son bastante variables de un sitio a otro. Los métodos que se emplean para la evaluación de volúmenes de datos y costos asociados a la operación están basados en cálculos reales, simples y que permiten darle impulso al negocio del Internet y telefonía rural. Los ajustes de la plataforma se realizan de manera estadística basados en la herramienta SNMP⁸ del HUB.

La bibliografía consultada proviene básicamente de manuales de operación, configuración y administración de las empresas proveedoras de las diferentes plataformas del proyecto. En el caso de Direcway de Hughes, el material consultado incluye los manuales de instalación, configuración y operación de Direcway. En el caso de la plataforma terrestre de Cisco NGN⁹, los manuales de operación son los más requeridos. Adicionalmente, alguna información se obtiene del planeamiento de la empresa para proyectar la inversión en equipos, servicios de satélite y terrestres, recursos humanos y tiempos de ejecución. El Internet obra también como fuente de información y consulta sobre los puntos teóricos incluidos en el informe.

El alcance de ingeniería del informe, permite entender y evaluar los diversos factores que influyen en la implementación de los servicios que se van a brindar a los clientes. Si bien es cierto, se utilizan fundamentos científicos para explicar la tecnología, la implementación de los servicios está determinada por los costos de operación y del mercado. Lo más importante es la posibilidad de poder ofrecer servicios de voz y datos al sector industrial, estatal y a comunidades que por su ubicación geográfica de difícil acceso, no disfrutan de la inmensa gama de servicios de telecomunicaciones que se ofrecen en las grandes capitales. La tecnología ha evolucionado mucho en la última década e intenta de muchas formas acortar distancias llevando las comunicaciones de voz y datos a pueblos que inclusive no tienen cobertura de energía eléctrica ni de otros servicios básicos.

⁵ Variación en el tiempo de los espacios inter-paquetes de datos.

⁶ La red de internet.

⁷ "Very Small Aperture Terminal" es un equipo satelital remoto que brinda conectividad al HUB.

⁸ "Simple Network Management Protocol", es un protocolo ampliamente usado para administración y control de redes

⁹ "New Generation Network", línea de equipos de red de Cisco Network Systems.

Basta tan solo salir a las zonas peri-urbanas y rurales para ver las deficiencias que tenemos en cuanto a servicios de telecomunicaciones. Las comunicaciones móviles lideradas por Telefónica del Perú y Claro, han expandido la telefonía celular y la transmisión de datos e Internet a zonas urbanas y semi-urbanas, pero está muy lejano aún el momento de poder cubrir las necesidades de las zonas rurales. La inmensa necesidad de ancho de banda, necesaria para cubrir la demanda de los servicios de Internet y transmisión de datos, no puede ser proporcionada por los transponders¹⁰ de los satélites debido a que el costo por MHz en satélite (en el orden de los 3,000 Dólares Americanos) tiene un precio muy alto para ser utilizada con fines educativos, informativos y/o de diversión. Las comunicaciones telefónicas y la transmisión de datos en ambientes corporativos, aún dejan margen para la operación privada, mientras que en el caso de la masificación de Internet para las localidades rurales, no puede ser ofertado a un precio asequible que permita poner este servicio al alcance de toda la población.

Con la entrada a la web de los servicios multimedia, las necesidades de ancho de banda se incrementan de manera acelerada. Hace 10 años los servicios de telecomunicaciones de Internet tenían anchos de banda pequeños y se manejaban a través de módems con conexiones telefónicas; se podían cargar páginas web ligeras y realizar transferencia de correos electrónicos de texto sin ningún problema. En la actualidad existen muchísimos servicios de Internet que van montados sobre el protocolo TCP/IP¹¹ generando redes del tipo cliente-servidor, redes de intercambio de archivos tipo Peer To Peer¹², comunidades virtuales de millones de usuarios accedendo a dominios conformados por cientos o miles de servidores web. La fuerte utilización del ancho de banda para el transporte de datos generado por estas aplicaciones modernas, solamente es factible de ser manejado eficientemente por conexiones terrestres, dejando a los enlaces satelitales relegados en velocidad y performance.

La necesidad de ancho de banda, cubierta parcialmente en las grandes capitales debido a la disminución del costo de la oferta de fibra óptica (alrededor de los 200 Dólares Americanos por Mbps) y la utilización de la planta externa de telefonía como despliegue para los enlaces ADSL¹³, hace posible el auge de las redes multimedia convirtiendo a la Internet en una red de "descarga" donde es posible obtener de la misma red, todos los elementos necesarios para establecer vínculos con empresas de banca,

¹⁰ Elemento receptor-transmisor de los satélites de comunicaciones.

¹¹ Protocolos de transporte e Internet, ampliamente usados en conjunto.

¹² Redes donde cada usuario es un Servidor de archivos y cliente a la vez.

¹³ "Asymmetric Digital Subscriber Line" es una red de transporte montada sobre el par de cobre de las líneas telefónicas.

comunidades virtuales, correos gratuitos, videos, Televisión, audio y un sinnúmero de aplicaciones consumidas todas –en menor o mayor proporción– del ancho de banda que brindan las empresas de transporte de telecomunicaciones.

Si la demanda de ancho de banda en tierra puede ser cubierta fácilmente, ¿que le espera a la tecnología satelital? Existen varias técnicas para aumentar el ancho de banda en satélite pero al ser una transmisión inalámbrica el crecimiento tiene un límite. El cinturón de Clarke¹⁴ para los satélites geoestacionarios está completamente saturado debido a que la resolución para tener un buen enlace está alrededor de los 2° y las redes satelitales de órbita menor están dedicadas a brindar servicios de comunicaciones militares o son propiedad de grandes empresas que los utilizan para sus propios servicios. En el último año 2008 la demanda de banda satelital se incrementó por lo que las empresas proveedoras de satélite incrementaron en un 50% los precios de sus servicios. Adicionalmente a las diferentes técnicas para incrementar el ancho de banda existen sistemas de control donde se puede modelar el servicio prestado y poder hacerlo eficiente, descartando o simplemente restando velocidad a los flujos que no son útiles, incrementando así la posibilidad de brindar más banda a las aplicaciones útiles.

Las comunicaciones por satélite son y seguirán siendo costosas debido a la naturaleza del transporte, pero actualmente es la única solución para muchas industrias, sitios de producción, entidades del gobierno y localidades prósperas del interior del país, que pueden optar por el acceso a Internet para crear puentes de comunicación con las grandes orbes. Actualmente se está trabajando en la implementación de redes de satélites de baja órbita e incluso en satélites montados sobre dirigibles para poder atender servicios a menores costos, menores tiempos de propagación que son perfectamente manejables mediante TCP/IP. Mientras tanto es válido el planeamiento de una serie de servicios de telecomunicaciones satelitales en una red satelital del tipo VSAT desde la implementación del HUB satelital hasta la generación de servicios de datos, Internet y voz sobre tecnología IP.

¹⁴ Grupo de satélites de comunicaciones geoestacionarios ubicados a aproximadamente 36,000 Km de la Tierra

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento de Ingeniería del Problema: Necesidades del Proyecto

Concretamente se quiere implementar una empresa de servicios de telecomunicaciones por satélite –Internet, transmisión de datos y telefonía- donde los clientes sean industrias, empresas, entidades privadas y estatales, locutorios públicos, todos de ubicación rural. Geográficamente, los servicios de telecomunicaciones satelitales en nuestro país, solamente pueden subsistir en ambientes rurales donde los servicios terrestres sean ineficientes o inexistentes. La manera de hacer posible esto es utilizar un HUB satelital como plataforma de comunicaciones, que emplea un satélite Geoestacionario como medio de transporte de datos y donde se podrá implementar los servicios que en diferentes grados se ofrecerán al mercado. Desde el NOC¹, los datos provenientes de las estaciones remotas, se direccionarán hacia una plataforma que realizará el trabajo de enrutamiento, control de ancho de banda, control de contenidos y administración de tráfico. Los paquetes de voz, de la misma manera se enrutarán hacia los gateways, que van a interconectarse con los operadores de telefonía locales y extranjeros.

Al ser el ancho de banda satelital el recurso más valioso, existe la necesidad de administrarlo cuidadosamente; el solo hecho de dejar el canal de Internet abierto al libre albedrío del usuario, haría que el servicio se saturase peligrosamente manifestándose en lentitud y congestión. Si bien es cierto, el HUB satelital posee herramientas de software que permite configurar diversas características del servicio, en esta oportunidad solamente se usará como un canal de transporte compartido de ancho de banda, derivando la tarea de control a otros equipos dedicados mucho más completos que de una manera más eficiente, puedan brindar servicio con control de ancho de banda, calidad de servicio, control de contenido y control de acceso justo.

Por otra parte se deberá de implementar una plataforma de voz sobre IP que reciba paquetes de datos (es decir voz digitalizada) tanto de equipos propietarios del

¹ Siglas en inglés de "Network Operation Center" que es el espacio físico donde convergen todos los equipos y todas las redes de comunicaciones.

fabricante del HUB satelital, así como también de fabricantes de tercera parte. En la actualidad, las plataformas de voz sobre IP, se están consolidando en 2 tecnologías: H323² y SIP³; Se deberá de elegir una plataforma satelital que permita trabajar la voz en cualquiera de esos estándares y a su vez, elegir una plataforma de voz sobre IP que sea de fácil implementación, fácil interconexión con otros operadores y de bajo costo. Después de evaluar varias plataformas propietarias y otras de software libre, se opta por una solución abierta (open source) que contemple gateways⁴ compatibles con Asterisk⁵. Con esta solución se puede evitar la “dependencia y costos” en que incurren los fabricantes de plataformas propietarias sin perder performance.

Por último, se deberá de implementar una plataforma de monitoreo y control que sea capaz de administrar el equipamiento del entorno local como también de los sitios remotos. En cuanto al HUB satelital, deberá de incluir en su arquitectura, una plataforma de monitoreo local y remoto, que permita controlar y administrar los elementos del sistema como son las estaciones remotas y el equipo incluido dentro del NOC. La plataforma terrestre deberá de contar con un centro de monitoreo para poder visualizar caudales de tráfico en las diferentes interfaces de las redes del sistema; esto permitirá visualización del ancho de banda transferido hacia los usuarios. Al igual que en los casos anteriores, la plataforma de VoIP deberá de incluir un centro de gestión, donde poder visualizar la utilización de los recursos ya sea en puertos de voz así como también del ancho de banda del tráfico de VoIP. Esto se puede implementar también, en un Servidor open source de software libre para tener una solución más económica sin desmerecer el resultado obtenido.

Con estos 4 sistemas de hardware-software entonces, se podrá brindar servicios de telecomunicaciones, digamos a unos 500 clientes detrás de estaciones remotas satelitales VSAT. En las siguientes secciones del informe se hará un planeamiento de las necesidades en servicios básicos, costos de satélite y equipamiento en general. Por último también se calculará el costo que representa operar esta empresa y los recursos humanos de los cuales dependerá el proyecto. En la figura 1.1 se puede observar la interconexión de las plataformas de servicio utilizadas y su interacción con la plataforma de monitoreo y control SNMP.

² Conjunto de recomendaciones de la ITU que definen los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. Se utiliza mucho en VoIP.

³ Protocolo de inicio de sesiones. Utilizado ampliamente en telefonía IP junto a H.323.

⁴ Es un dispositivo que se comporta como una puerta de enlace y que permite interconectar redes de datos con protocolos y arquitecturas diferentes en todos los niveles de comunicación.

⁵ Plataforma de telefonía IP muy popular y gratuita, con soporte de protocolos SIP y AIX.

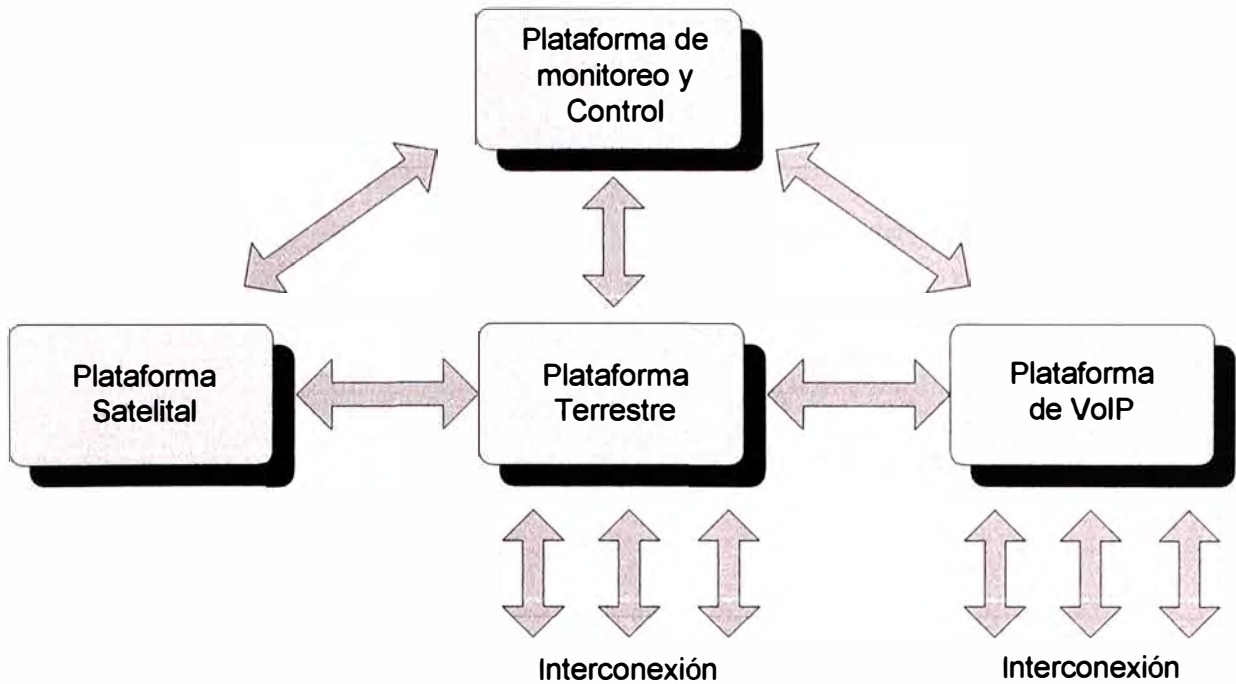


Figura 1.1 Interconexión de plataformas

1.2 Elección de las Plataformas de Trabajo

Ya planteadas las necesidades, llega el momento de decidir que plataformas implementar en los diversos escenarios del NOC. En cuanto a tecnología satelital, HNS (Hughes Network System), es quizá el fabricante más reconocido del medio. Si bien es cierto, existen diversos fabricantes como Gilat® o Idirect®, se escogió el producto Direcway de HNS, debido a sus características de performance tanto en las estaciones remotas como también en el equipamiento del HUB. Las estaciones remotas tienen un costo muy bajo con respecto al HUB, que las hacen más asequible a clientes de bajo presupuesto. Como un punto de referencia, una estación satelital instalada en el sitio remoto podría costar alrededor de los 1,400 Dólares americanos; a este costo habría que añadir lógicamente el monto de algunos elementos de adecuación de la energía eléctrica puesto que es muy deficiente en las zonas rurales (pararrayos y pozo de tierra, estabilizador de voltaje y sistema ininterrumpido de energía).

Para la plataforma terrestre la elección tiene un ganador natural: Cisco Systems, los equipos proporcionados por el principal fabricante de equipo de telecomunicaciones son de gran desempeño y de calidad "Carrier class"⁶. Se opta por un agregador 7600

⁶ Término que significa equipo de uso exclusivo de operadores de telecomunicaciones profesionales.

Cisco para el “core⁷” del sistema. Este equipo se puede ver como un ruteador múltiple de 48 puertos Gigabit que posee además diversas interfaces de entrada/salida como son STM1⁸ y 3G para interconexión con equipos móviles de tercera generación. En cuanto al controlador de ancho de banda, control de contenidos, seguridad y acceso justo se elige un equipo SCE de Cisco (System Control Engine) que posee la característica de “Deep Packet Inspection” o DPI y que permite una inspección del paquete a nivel de capa 7 según modelo OSI, a una velocidad en el orden del microsegundo (wire speed⁹) mediante el empleo de multi-procesadores RISC¹⁰. Al contrario de otros fabricantes de equipos administradores de ancho de banda, como Packeteer® o Blue Coast®, Cisco brinda características embebidas en el hardware (mediante el uso de FPGA's) y no en Software que introduce latencia a todo el sistema. Para implementar seguridad en la plataforma, se trabajará con un Firewall Cisco serie 5500 que es la nueva generación de los tradicionales PIX que permite implementar NAT y VPN's como servicios adicionales para los clientes corporativos de la red. En la etapa de salida al proveedor de Internet se ha optado por un router de borde Cisco de la serie 7200.

En la plataforma de Voz sobre IP se ha elegido una plataforma open source (software libre) que se puede implementar sobre servidores HP y que adicionando el hardware necesario se convierte en un gateway de voz de alto desempeño que no tiene nada que envidiar a los soft-switches¹¹ de fabricantes propietarios. El sistema de PBX¹² (Asterisk) corre nativamente sobre Linux y soporta terminales VoIP H323 y SIP. Mediante la inclusión de tarjetas E1's o QUAD E1's se puede implementar un gateway capaz de manejar desde 1 E1 hasta 4 E1's. Esto quiere decir que podríamos tener un total de hasta 120 canales de telefonía PCM de 64 Kbps implementados por cada servidor.

La plataforma de administración se puede implementar sin problemas en un servidor HP mediante la utilización de SNMP. Es un protocolo de uso bastante difundido en las redes de telecomunicaciones y permite visualizar tráfico así como también otros parámetros en las interfaces de red de los equipos mediante el uso de OID's (object ID). Si se hace referencia al software de uso libre se puede implementar servidores SNMP y web para estadísticas y visualización de tráfico; tanto las estaciones remotas como los equipos del NOC, incorporan entre sus características agentes SNMP; entonces

⁷ Se refiere al núcleo o corazón del direccionamiento IP del sistema de telecomunicaciones.

⁸ Módulo de transporte síncrono. Unidad básica de transmisión SDH con una velocidad binaria de 155,5Mbps.

⁹ Término utilizado en telecomunicaciones, para expresar la velocidad binaria de datos de un equipo.

¹⁰ Nombre que toman los microprocesadores con un set de instrucciones reducido.

¹¹ Centrales de conmutación telefónica basados en elementos computacionales (software y hardware)

¹² Central telefónica privada (centralita)

mediante el uso de un servidor MRTG¹³ que es un conjunto de aplicaciones que interpretan los resultados de los mensajes SNMP y los convierte en gráficos de tráfico del tipo JPG, se podrá publicar en la web los resultados utilizando un servidor web Apache. Esto da una medida de la utilización de la red para poder corregir problemas de saturación, conectividad y reclamos sobre el servicio (S.L.A.¹⁴). También se puede utilizar como una herramienta para obtener datos estadísticos de porcentaje de utilización, ancho de banda, Megabytes transferidos, etc.

En cuanto a la plataforma de administración mencionada, cabe recalcar que esta se usará en la plataforma terrestre puesto que en la tecnología satelital, el fabricante siempre incluye una plataforma de control y monitoreo tanto para equipos en el NOC, así como también para las estaciones remotas.

1.3 Objetivos del Trabajo

Ya que se enfocará el tema en una empresa de telecomunicaciones que atenderá un promedio de 500 clientes con servicios de Internet, transmisión de datos y telefonía IP, entonces el informe sobre el proyecto se centrará en las siguientes partes:

- Implementación de HUB satelital.
- Implementación de la plataforma terrestre y Servidor de monitoreo y control
- Implementación de la plataforma de Voz sobre IP
- Diseño e interconexión de Backbone¹⁵ terrestre hacia los proveedores de servicios de telecomunicaciones. Internet Farm¹⁶ y seguridad.
- Grados de servicio ofrecidos (voz y datos).
- Administración y control de los servicios ofrecidos. Modalidades de contención del abuso del servicio.
- Costos de implementación y puesta en operación de los servicios prestados.

Con los elementos anteriormente indicados se podrá obtener un modelo de servicios y costos del mismo, para obtener un producto que se pueda comercializar por medio de los canales correspondientes. Lo anteriormente expuesto, puede estar bastante bien para un proveedor de servicios terrestre, donde el mayor problema puede ser la congestión del tráfico en hora pico y puesto que la oferta de la interconexión de Internet por fibra óptica tiene muy buen precio de mercado, todo esto se podría solucionar

¹³ Siglas en ingles de "Multi Routing Traffic Grapher" un conocido servicio de SNMP bajo Linux.

¹⁴ "Acuerdo del nivel de servicio" entre el operador y el usuario de un servicio de telecomunicaciones.

¹⁵ Se refiere a la ruta principal de transporte en una red de telecomunicaciones por su analogía con una columna vertebral. Esta puede ser cableada o inalámbrica.

¹⁶ Conjunto de Servidores que publica el operador para su utilización en Internet.

simplemente con añadir un poco mas de ancho de banda, hasta cumplir las expectativas de los usuarios o el S.L.A. ofrecido por la empresa operadora del servicio.

En el caso del Internet satelital, aparentemente puede ser igual, pero debido a la latencia¹⁷ ocasionada por la distancia del satélite a la superficie de la tierra y al costo del canal de transporte, el servicio necesita de algunos factores adicionales para ser viable:

Implementación de un mecanismo de aceleración de paquetes TCP.- El protocolo HTTP necesita confirmación para asegurar un transporte eficiente a tierra. Si es que no se implementa un sistema de aceleración de paquetes TCP, el protocolo HTTP (el más extendido en Internet) corre el riesgo de volverse muy lento y de alguna manera poco atractivo para el usuario. En el caso del protocolo UDP, no es necesario un sistema de aceleración puesto que no está orientado a la conexión (osea, sin confirmación de recepción del paquete).

Implementación de un mecanismo de compresión.- Para lograr un aumento de velocidad apreciable. Las páginas web se evalúan por el grado de satisfacción que obtiene el usuario al ser descargada y esto mejora mientras más rápido descargan hacia el computador del usuario. Al ser el protocolo HTTP el que genera más tráfico, esto se torna indispensable. Felizmente el lenguaje HTML¹⁸ que es la base de las páginas Web, es bastante comprimible. No se puede decir lo mismo de los objetos embebidos en las páginas Web que por lo general se trata de gráficos y objetos flash¹⁹.

- Ahorro de ancho de banda satelital.- Fácilmente se puede afirmar que el costo del ancho de banda en satélite es sin duda de 10 a 15 veces más costoso que el terrestre. Por ejemplo, un internet satelital de 1Mbps con contención 10:1 puede costar unos 900 Dólares Americanos, mientras que un internet terrestre de las mismas características está en el orden de los 60 Dólares y con tendencia a bajar el precio. Este hecho nos obliga a utilizar mejores esquemas de modulación y de corrección de errores para que el proyecto se pueda hacer viable. Las técnicas del nuevo estándar DVB-S2 permiten obtener un mínimo de un tercio de ancho de banda adicional con respecto del DBV-S, lo cual es una cantidad bastante importante.
- Control de contenidos.- Es muy importante poder conservar el ancho de banda satelital, así que el servicio deberá de discriminar los contenidos que se transporten.

¹⁷ Retardo en la propagación del paquete de datos debido a la distancia que tiene que atravesar la señal de radio cuando se usa un satélite de comunicaciones geoestacionario.

¹⁸ HyperText Markup Language, código en el que están escritas las páginas web.

¹⁹ Elementos con contenido interactivo y animación que se reproducen en las páginas web mediante el uso de Adobe Flash player.

Deberá de existir un compromiso entre la velocidad binaria ofrecida y el volumen transportado a través del satélite; todo esto de acuerdo a una clasificación previa de los contenidos de la web realizado por entidades especializadas.

En el siguiente cuadro 1.1, se puede ver un análisis comparativo de algunas características de los servicios brindados por tierra y los brindados mediante el uso de satélite. Se puede notar que algunos parámetros de los servicios están muy por encima de lo contemplado por los fabricantes de contenidos para la web, por lo que es posible que algunos servicios no funcionen adecuadamente.

Cuadro 1.1 comparación de características de los servicios en satélite y terrestre

Característica	Satelital	Terrestre
Latencia	>600mseg.	<20 mseg.
Páginas web	Descarga lenta	Descarga rápida
Ancho de banda	< 1Mbps	>1 Mbps
Interactividad	Limitada	Total
Download de archivos	Descarga rápida	Descarga rápida
Upload de archivos	Subida lenta	Subida rápida
Costo del servicio (aprox.)	1Mbps 10:1 U.S.\$ 900.00	1Mbps 10:1 U.S. \$ 60.00

1.4 Perfil del usuario

Las aplicaciones modernas de internet necesitan mucha velocidad binaria para que funcionen adecuadamente y muchas de ellas deben de ser controladas para que el sistema responda a las aplicaciones típicas de entidades como:

- Empresas mineras.- correo POP3 y SMTP, navegación web y aplicaciones corporativas con bajo consumo de ancho de banda (Cytrix, acceso remoto, aplicaciones SQL, bases de datos, etc.).
- Entidades del estado.- correo web, navegación web (aplicaciones en línea de páginas del estado y gubernamentales), aplicaciones del MEF y CIAF.
- Cabinas.- navegación web, correo web gratuito, streaming, chat y redes sociales. Este tipo de cliente no puede trabajar con banda compartida puesto que el giro del negocio consiste en absorber la mayor cantidad de banda para sus propios usuarios (contención 1:1).

Para lograr tener las 500 estaciones proyectadas se deberá de elegir los 2 primeros perfiles mostrados y el documento de acuerdo de nivel de servicio (S.L.A.) con el cliente deberá de mostrar claramente los parámetros de contención y de cuota máxima en MB/día si este fuera el caso.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Introducción

Para lograr describir las plataformas de trabajo expuestas en el capítulo anterior, se brindará información básica –a nivel teórico-, de las tecnologías utilizadas. Una breve descripción de las características más importantes y su consiguiente explicación, dará una visión más amplia de lo que se está construyendo.

2.2 Visión General de las Comunicaciones Satelitales

¿Qué es un sistema de comunicaciones por satélite? Se dice que las comunicaciones por satélite son una manera eficiente de enlazar múltiples estaciones terrenas entre sí, mediante el uso de un “repetidor bidireccional” en el espacio mediante técnicas de modulación adecuadas. El sistema satelital en si consta de dos segmentos:

Segmento Espacial (satélite).- Es un repetidor de microondas en el espacio. Recibe señales de microondas a una frecuencia establecida (Enlace de subida) y las retransmite a una frecuencia diferente (Enlace de bajada). En la figura 2.1 podemos ver las portadoras formadas en el segmento satelital, como producto de las transmisiones de las estaciones satelitales: el HUB (outbound¹) y las remotas (inbound²).

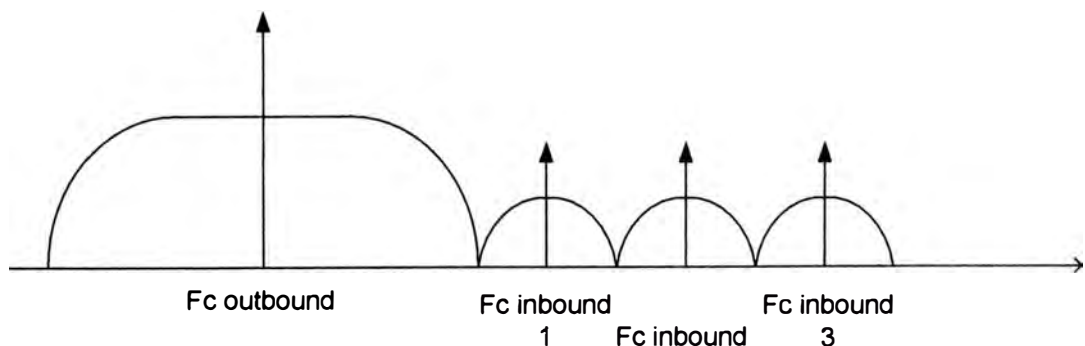


Figura 2.1

¹ Portadora generada en la estación principal o HUB satelital.

² Portadora generada en las estaciones remotas.

Segmento Terrestre (estación terrena).- Es el responsable de enviar las comunicaciones del usuario hacia el segmento espacial. De acuerdo a la topología empleada las estaciones terrestres pueden tener una configuración punto a punto (también conocidas por sus siglas en inglés SCPC) o punto a multipunto en una configuración del tipo estrella o malla. La figura 2.2 muestra las 3 configuraciones básicas anteriormente mencionadas.

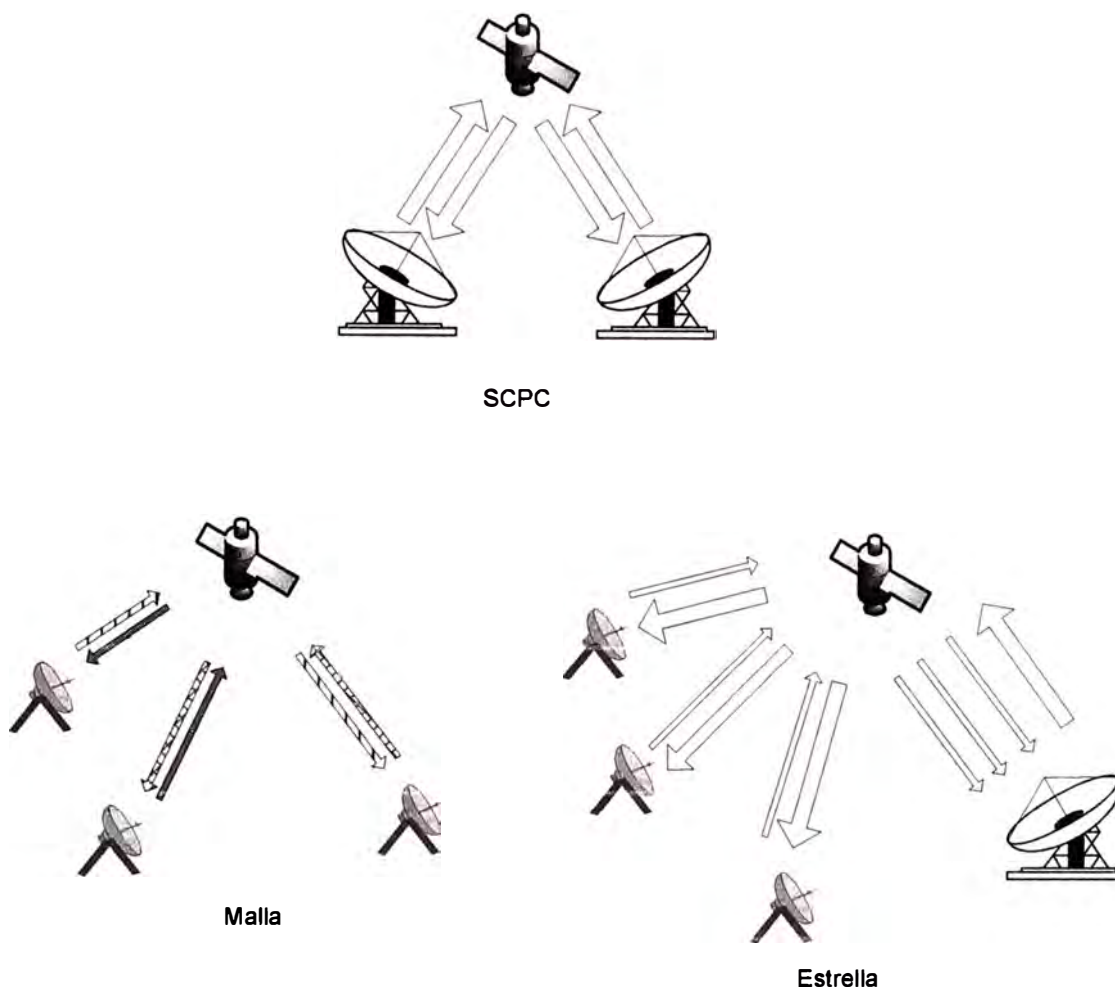


Figura 2.2 Topologías mas utilizadas

El satélite debe usar una frecuencia diferente para retransmitir la comunicación, pues de otra manera una señal potente en el enlace de bajada podría interferir a una señal débil del enlace de subida. En el satélite, un transponder³ recibe la señal, la amplifica, la modifica en frecuencia y la retransmite. Todas las estaciones terrenas que se encuentran en la línea de vista del satélite tienen la posibilidad de comunicarse con él.

³ Elemento activo del satélite que recibe señal desde la estación terrena y efectuando un cambio de frecuencia, retransmite hacia la tierra.

2.2.1 Diagrama de Bloques de la Estación Terrena

En la figura 2.3 podemos ver de una manera simplificada las partes de una estación remota terrestre:

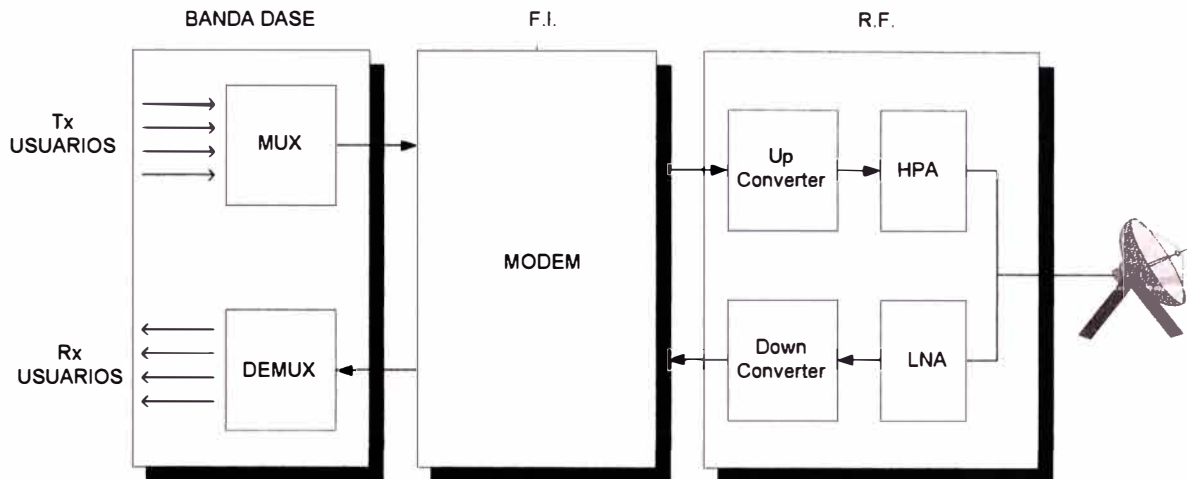


FIGURA 2.3 Diagrama de Estación remota

- **Etapa Banda Base.-** Es la interfase al equipo del usuario, multiplexa los datos del usuario o paquetes de voz en una señal que transmite hacia el satélite y de-multiplexa datos o paquetes de voz recibidos desde el satélite y los envía al equipo del usuario.
- **Etapa de Frecuencia Intermedia IF.-** Modula la señal transmitida en una portadora de frecuencia intermedia, demodula la señal recibida también en F.I. y provee detección y corrección de errores.
- **Terminal de Radio Frecuencia RF.-** Eleva la frecuencia desde IF hasta microondas para transmitir la señal. Amplifica la señal mediante una etapa de amplificación de potencia. El subsistema de antena dirige la energía hacia el espacio y también colecta la energía que proviene del espacio. El LNA o amplificador de bajo ruido, amplifica la señal recibida y reduce la frecuencia de la señal de recepción al rango IF.

2.2.2 Diagrama de Bloques del Satélite

En el caso del segmento espacial, se va a considerar un satélite típico, geoestacionario. En la figura 2.4 podemos ver las etapas típicas del satélite y a continuación una breve referencia de las mismas.

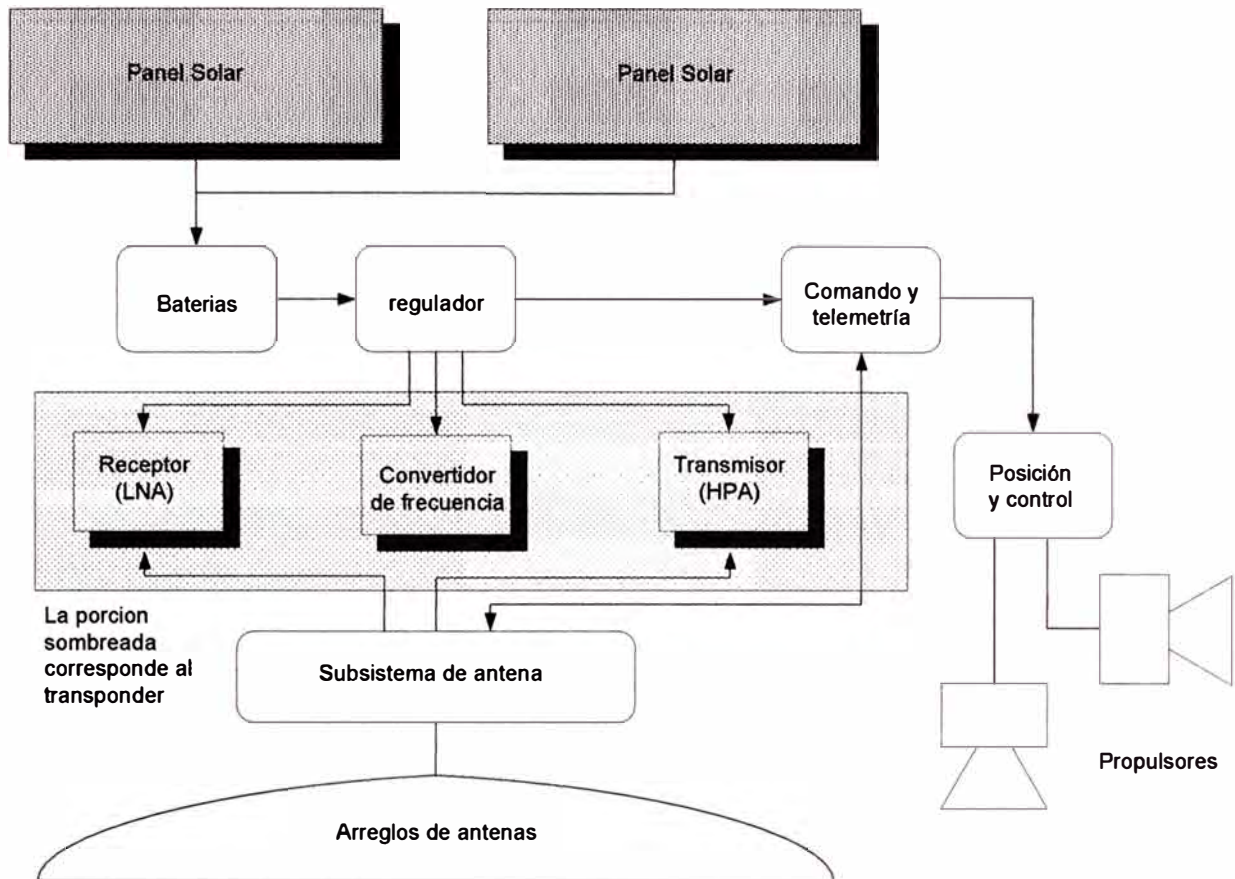


FIGURA 2.4 Diagrama de bloques del Satélite

Los Paneles Solares.- Convierten la luz en energía eléctrica para mantener la carga de baterías. Debido a que estas estaciones espaciales se encuentran en el espacio libre, no hay elementos que interfieran la trayectoria de los rayos solares; por lo tanto pueden ser de muy alta eficiencia.

Las Baterías de Almacenamiento.- Proveen la potencia requerida a todos los componentes en la estación espacial. Existen diversas tecnologías de fabricación de baterías que las hacen más ligeras y durables como son las fabricadas de Metal hidrido o también de polímeros.

Equipo Regulador de Potencia.- Estabiliza la tensión y corriente de las baterías, acondicionándola a las necesidades del equipo espacial. Tiene elementos de estabilización, filtraje y de acondicionamiento.

- **Comando / Telemetría.-** Recibe órdenes desde la estación de control en la tierra para corrección de la posición, provee información del estado y la salud de la estación espacial.

El Transponder.- es el módulo de comunicaciones del satélite donde podemos encontrar varios de ellos.

- El receptor o LNA que amplifica la débil señal que llega desde las estaciones terrenas y las inyecta a la siguiente etapa de conversión de frecuencia.
 - El Convertidor de frecuencia que baja la frecuencia de la señal recibida (enlace de subida) desde la estación terrena hasta la frecuencia de transmisión asignada (enlace de bajada).
 - El transmisor o HPA que amplifica la señal del enlace de bajada a un nivel apropiado para transmisión hacia la estación terrena.
- **El Subsistema de Antena.-** Recibe / transmite las señales a / desde las estaciones terrenas. Estas antenas se orientan en los satélites para poder cubrir las zonas terrestres de una manera estratégica que podría ser población o zonas de interés para las comunicaciones.

Un satélite de comunicaciones debe tener al menos un transponder, sin embargo los satélites poseen alrededor de 60 de ellos, debido a la función que cumplen dentro del enlace satelital, se considera a estos elementos como los componentes activos de un satélite de comunicaciones. La transmisión de potencia desde un transponder está relacionada directamente a la señal recibida por una estación terrena. Si el enlace de subida tiene excesiva potencia, el transponder incrementará la potencia del enlace de bajada correspondiente a costa de otra banda de frecuencias del transponder. Este efecto puede producir saturación en el amplificador y aumentar el piso de ruido del transponder, cambiando los parámetros de señal/ruido y afectando por consiguiente las comunicaciones.

Para cada zona característica, se debe de hacer un cálculo de enlace (Site Survey), que indique la cantidad de potencia que está permitida usar. Un transponder satelital se usa típicamente para transportar datos digitales de Internet, telefonía, Videoconferencia, Broadcasting de radio y televisión, transferencia de contenidos, etc.

2.2.3 Plan de Frecuencias Típico

En la figura 2.5 se muestra un plan de frecuencias para un satélite que opera en banda Ku. Si bien existen diversas bandas de frecuencias, las más utilizadas son C y Ku. Esta última hace uso de frecuencias más altas y por consiguiente las antenas receptoras son más pequeñas. En los sistemas VSAT, la tendencia es a usar antenas cada vez más pequeñas y terminales de escritorio compactos. Como una referencia de la red de satélites Intelsat, el Intelsat 1R puede prestar segmento satelital en banda c y en banda Ku.

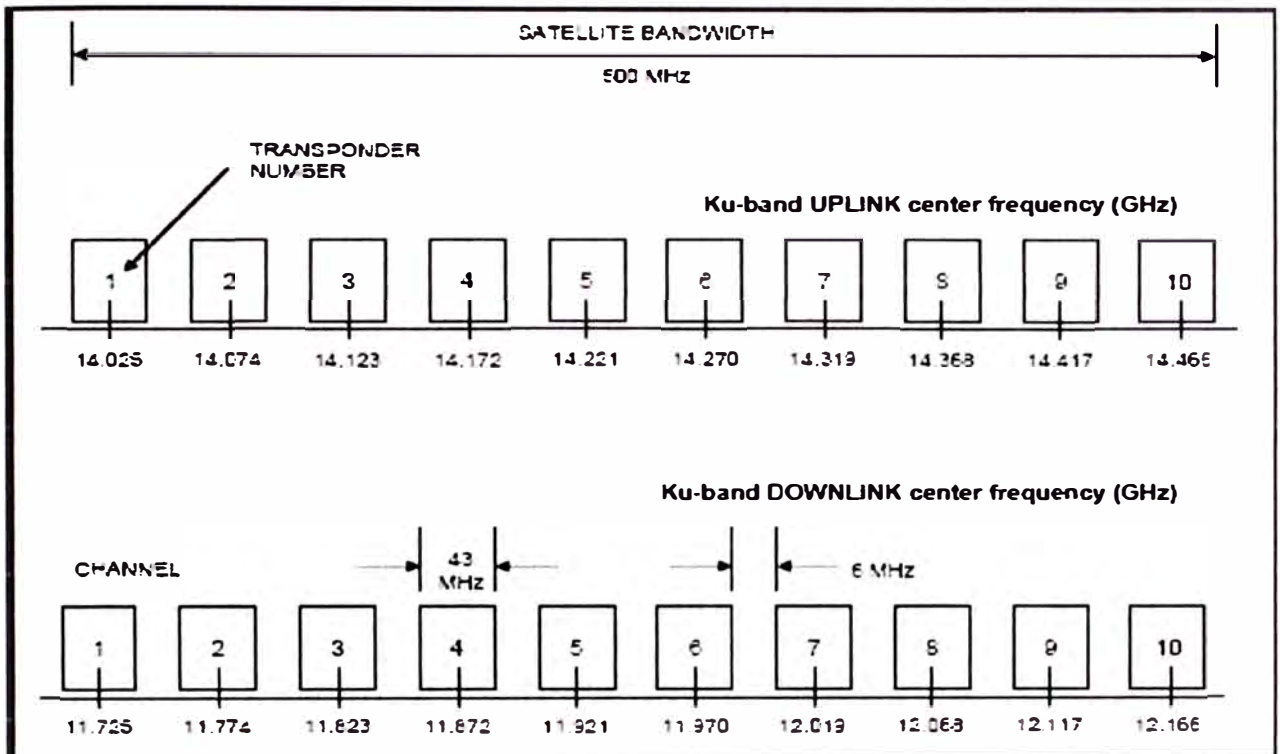


FIGURA 2.5 Plan de frecuencias en banda Ku

2.2.4 Bandas de Frecuencias Satelitales

A continuación una breve descripción de las bandas típicas y sus principales características.

Banda C (3.9 – 6.2 GHz)

- La misma frecuencia empleada en enlaces de microondas en tierra.
- Requiere antenas muy grandes.
- Atenuación baja.
- Banda de frecuencia extensamente usada.
- El rango de frecuencias de la banda C está compartida con muchos sistemas de microondas analógicos o digitales.

Banda Ku (11.7 – 14.5 GHz)

- Menor competencia por el espacio en esta banda.
- Antenas muy pequeñas del orden de 1m.
- Mayor atenuación, sensible a la lluvia.

- La banda de frecuencias Ku está reservada para comunicaciones domésticas e internacionales y asegura a los usuarios de satélites, que sus comunicaciones estarán libres de interferencia de señales generadas por equipo terrestre.

2.2.5 Tipos de Órbitas Satelitales

Podemos encontrar los siguientes tipos de órbita:

- Órbita ecuatorial.- Giran alrededor de la tierra sobre el plano ecuatorial con 0° de latitud. Estos satélites podrían estar a cualquier distancia de la superficie de la tierra. Sitios cercanos a los polos no reciben las señales de estos satélites.
- Órbita Polar.- Giran alrededor de la tierra en un plano que pasa por los polos Sur y Norte. Podrían estar a cualquier distancia sobre la superficie de la tierra.
- Órbita inclinada.- Giran alrededor de la tierra en planos inclinados a cualquier Angulo respecto al ecuador. Pueden estar a cualquier distancia de la superficie de la tierra.

En la figura 2.6 se puede apreciar los tipos de órbitas satelitales:

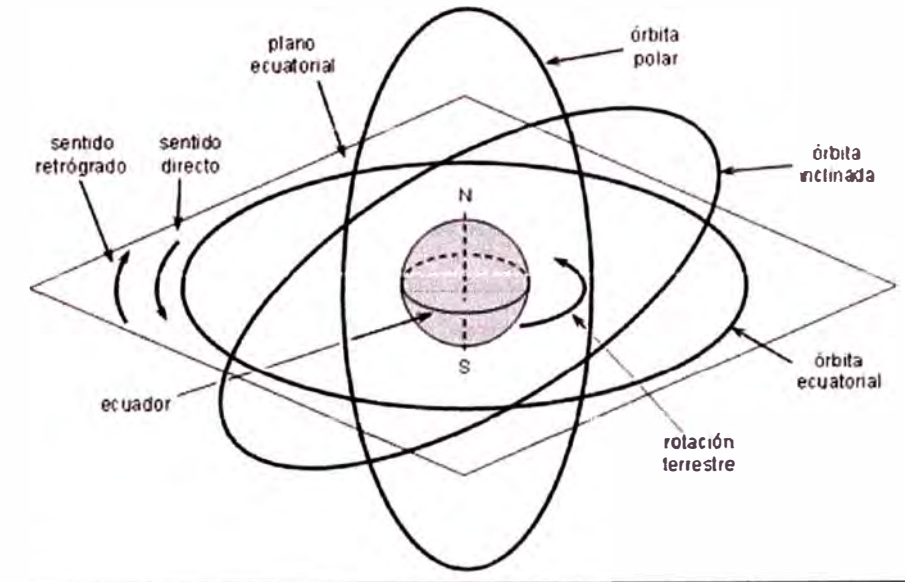


Figura 2.6 Tipos de órbitas

2.2.6 Altitudes de las Órbitas Satelitales

Los satélites pueden ser ubicados en orbitas a diferentes altitudes:

- LEO (Low Earth Orbit).- Cercano a los 2,000 Km con un periodo de rotación de 90 minutos a 2 horas aproximadamente.

- MEO (Medium Earth Orbit).- Situados a una altitud de cerca de 10,000 Km, con un periodo de rotación de aproximadamente 6 horas.
- GEO (Geosynchronous Earth Orbit).- Están ubicados a una altitud de 36,000 Km con un periodo de rotación de 24 horas.

En la figura 2.7 se muestran las distancias de la tierra a los satélites de telecomunicaciones:

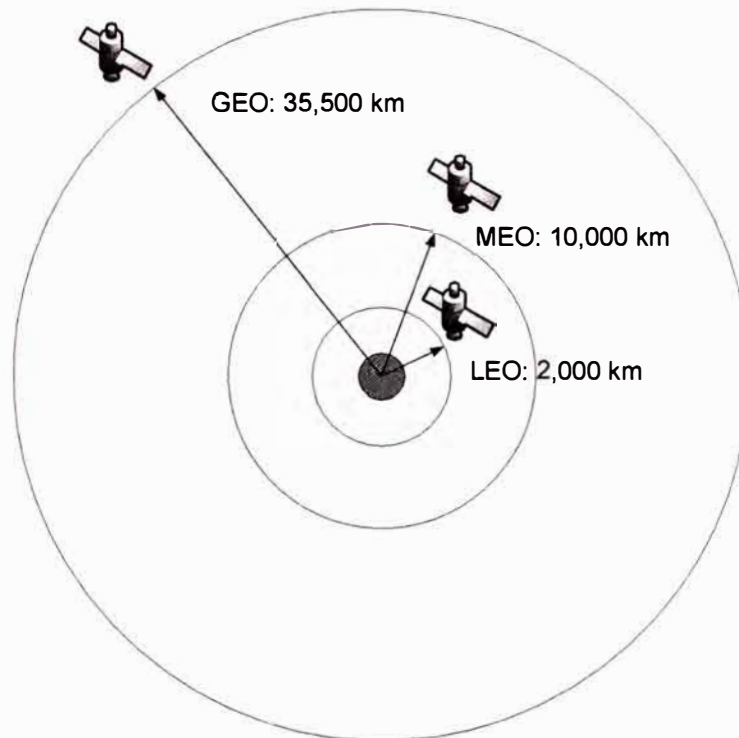


Figura 2.7 Distancias de los satélites a la tierra

La mayoría de los satélites de comunicación se ubican en una órbita geoestacionaria sobre el plano ecuatorial, con lo cual se asegura comunicación permanente al usuario desde un satélite. Un satélite de órbita geoestacionaria puede cubrir aproximadamente el 42% de la superficie de la tierra, excluyendo los polos. Esta área de línea de vista se llama Pisada satelital.

2.2.7 Pisada Satelital

La distribución angular de la ganancia de transmisión y recepción de un satélite no es uniforme en toda el área geográfica de cobertura. Esta distribución no uniforme de la ganancia causa que algunas estaciones en áreas de baja ganancia sean más susceptibles a las interferencias causadas por el clima y a pérdidas de la señal del enlace. Ocurre que cuando se levanta el cálculo de enlace de la estación remota terrestre, es posible que se tengan que usar diferentes tamaños de antena para poder

adecuar los enlaces dentro de los parámetros nominales. Por lo general las antenas que se usan en banda Ku varían desde 0.9 metros hasta 1.8 metros, según la pisada del satélite en determinada zona geográfica.

2.2.8 E.I.R.P. (P.I.R.E.)

Es la “potencia isotrópica efectiva radiada” que nos da una medida de cuan potente es la señal medida en ese punto. El PIRE determina el tamaño de los platos de antena que serán usados en las estaciones remotas. El uso de antenas más grandes en estas áreas puede compensar la pérdida de intensidad de la señal.

En la figura 2.8 se puede apreciar la pisada de un satélite de comunicaciones (en este caso el satélite Amazonas) con sus respectivos valores de E.I.R.P. para el Transponder que apunta al área geográfica correspondiente a Sudamérica.

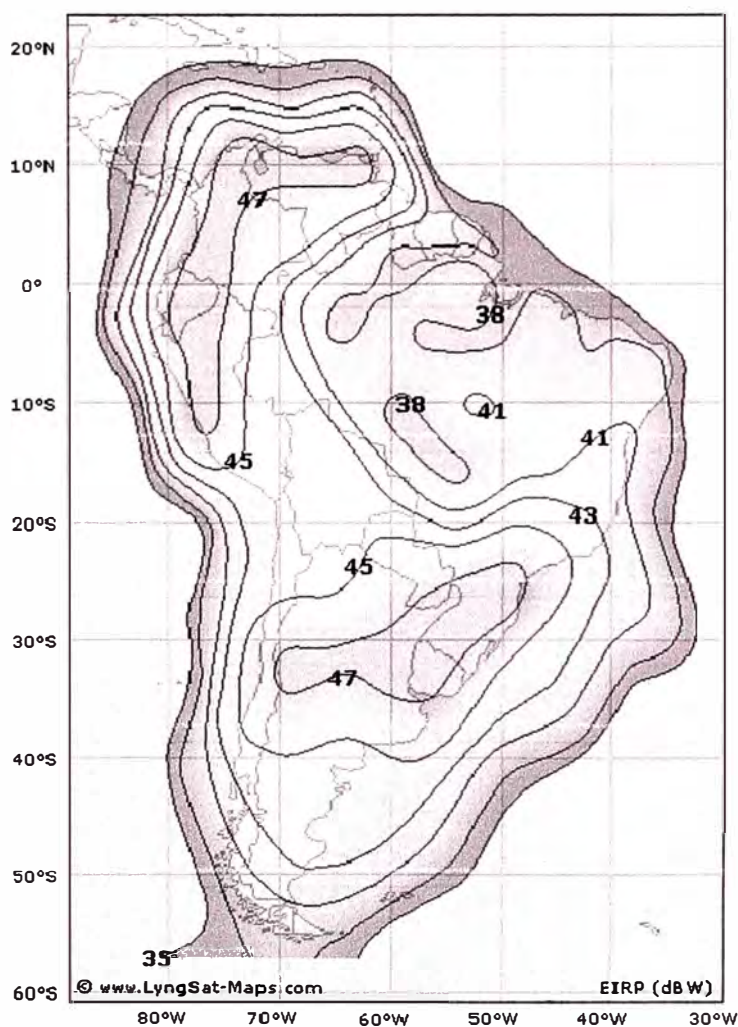


Figura 2.8 Pisada satelital y valores de E.I.R.P

2.2.9 Polarización de la Onda

Existen 3 modelos:

- Lineal, Polarización Horizontal.- la orientación de la señal es paralela a la tierra.
- Lineal, Polarización Vertical.- la dirección del campo eléctrico radiado es perpendicular a la tierra.
- Circular.- Señales polarizadas circularmente se transmiten siguiendo un patrón espiral como un resorte de bobina. La dirección de rotación del campo eléctrico puede ser de acuerdo al sentido del reloj o al contrario, dando como resultado polarización circular derecha o izquierda respectivamente.

2.2.10 Acceso al satélite – FDMA

Se define FDMA como Acceso múltiple por división de la frecuencia y toma una cantidad finita de ancho de banda para un usuario durante una cantidad infinita de tiempo.

2.2.11 Acceso al satélite – TDMA

Se define TDMA como acceso múltiple por división en el tiempo y entrega todo el ancho de banda al usuario durante una cantidad finita de tiempo; de esta manera, el ancho de banda se va asignando en forma de tramas de tiempo o "time slots" a los diferentes dispositivos del arreglo.

2.2.12 Modem Satelital

Un modem es un Modulador y un Demodulador contenidos en la misma unidad. El modem se usa en las estaciones terrenas para convertir datos digitales en señales analógicas normalmente centrado en 70 MHz La razón para convertir a análogo es que las señales digitales toman una mayor cantidad de ancho de banda que las señales analógicas. Los Módems usan diferentes técnicas para convertir datos digitales en señales analógicas. Entre las modulaciones digitales más difundidas tenemos:

- BPS (Binary Phase Shift Keying). - Un esquema de modulación que hace que el modulador cambie entre 2 fases para representar los datos. No ofrece reducción de ancho de banda.
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying). - Un esquema de modulación que hace que el modulador cambie dentro de 4 fases para representar los datos. Cada variación de fase representa 2 bits de datos. QPSK ofrece una reducción de ancho de banda de 2:1.

2.2.13 Corrección de Errores Directa (FEC)

La señal emitida por las estaciones terrenas viaja a través del espacio distancias muy largas de cerca de 36,000 Km. y atraviesan medios muy hostiles como la atmósfera. Por esta razón los datos llegan a su destino con algunos errores. Para minimizar esos errores, las comunicaciones satelitales emplean un dispositivo llamado forward error correction. FEC es una técnica usada por el receptor, para corregir los errores que se pudieron haber generado durante la transmisión (por atenuación o desvanecimiento). A continuación se muestran algunas características:

- Estos dispositivos poseen un algoritmo que está inmerso en el transmisor y permite al receptor recuperar estos errores.
- Estos dispositivos emplean mucho procesamiento de datos pero mejoran la eficiencia de la transmisión.
- Las tasas de FEC más comunes son: 1/2, 2/3, 3/4, 7/8 y ahora en DVB-S2 8/9 y 9/10.
- La presencia del FEC aumenta el ancho de banda empleado. Por ejemplo:
 - FEC a $\frac{1}{2}$ para 1 Mbps de entrada, tendrá una salida a 2 Mbps.
 - FEC de $\frac{3}{4}$ con 1 Mbps de entrada tendrá una salida a 1.34 Mbps.

2.2.14 Efectos de las Comunicaciones Satelitales: Retardo de la Señal

La transmisión de la señal desde una estación terrena hacia el satélite y luego de vuelta a la tierra genera un Hop (salto satelital). La radiofrecuencia en el espacio viaja a la velocidad de la luz. Desde que un satélite geoestacionario está localizado a 36,000 Km. de la tierra, se genera un retardo significativo de tiempo debido al salto satelital y que se denomina "retardo de propagación". El retardo de propagación para un salto satelital está entre 230 y 270 milisegundos, dependiendo de la ubicación de la estación terrena dentro de la pisada satelital.

2.3 Visión General de las Redes IP (Networking)

En esta parte del informe de suficiencia se debe de recopilar una serie de conceptos que tienen que ver con las redes y sus protocolos; como el modelo de capas OSI tiene su contraparte en el modelo TCP/IP y también como se origina el direccionamiento IP. Los objetivos de esta sección son:

- Describir el propósito de una Red de Área Local (LAN).
- Explicar el funcionamiento de las capas del modelo OSI y TCP/IP.
- Explicar los protocolos que trabajan en determinada capa del modelo.

- Definir las aplicaciones que operan en TCP/IP.
- Identificar los diversos tipos de Redes LAN Ethernet.
- Explicar cómo se administra el tráfico en una LAN Ethernet.
- Distinguir los diferentes tipos de direcciones Ethernet.
- Describir las características de IP.
- Calcular el ID de red y dirección de Host desde una dirección IP.
- Definir el propósito de un Ruteador (Router).
- Explicar como un host resuelve direcciones IP a direcciones Ethernet.
- Identificar las características de TCP.

2.3.1 Red de Área Local

La LAN se desarrolló para permitir a un número de dispositivos independientes comunicarse directamente entre sí, dentro de un área geográfica moderada. Esta comunicación se desarrolla también, dentro de un enlace de comunicación que posee una tasa de transferencia de datos moderada. La mayoría de redes de área local son usadas para conectar PCs y estaciones de trabajo entre sí y también para sistemas más grandes que involucran el uso de servidores. Existe una clasificación de redes que de acuerdo a su cobertura geográfica pueden ser:

- LAN red de área local
- MAN red de área metropolitana
- WAN red de área amplia (por ejemplo la Internet)

2.3.2. Modelos OSI y TCP/IP

Cuando se intenta describir la estructura y función de los protocolos de comunicaciones, se suele recurrir a un modelo de arquitectura desarrollado por la ISO (International Standard Organization). Este modelo se llama OSI por sus siglas en inglés (Open Systems Interconnect). El modelo consta de 7 capas que definen las funciones de los protocolos de comunicaciones. Cada capa del modelo representa una función realizada cuando los datos son transferidos entre aplicaciones a través de una red. Para poner un ejemplo, una aplicación de capa 7 solamente necesita saber cómo comunicarse con la capa 6 y con la capa 7 del otro computador para ejecutarse; no es necesario que sepa cómo se comunican las capas 1, 2, 3, 4, 5 pues esto es manejado por otros procesos.

En el caso del modelo TCP/IP, este consta de 4 capas que interpretan los protocolos de red. En el caso de este informe en particular, es más conveniente

interpretar la plataforma mediante el modelo TCP/IP, debido que nativamente la estructura es IP. En la figura 2.9 se muestra la analogía del modelo OSI con el modelo TCP/IP:

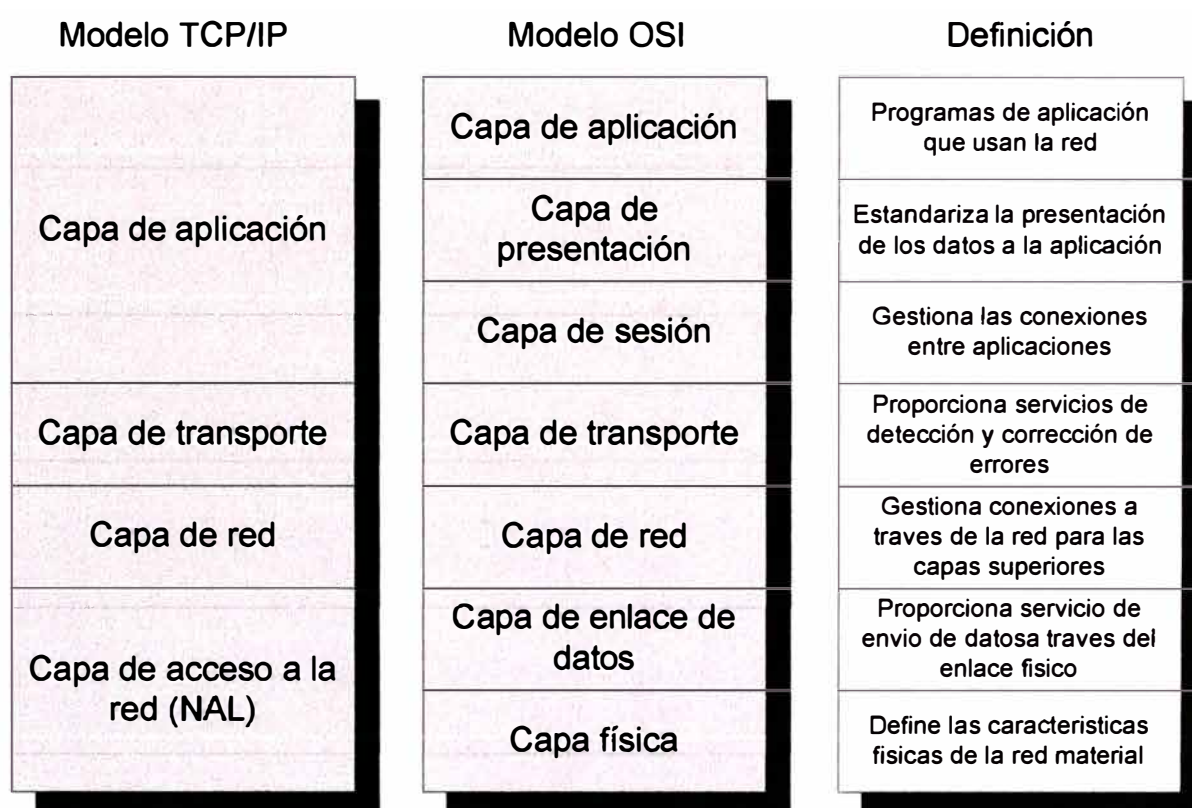


FIGURA 2.9 Comparación del modelo OSI con TCP/IP

2.3.3 Protocolos

Se llaman protocolos de comunicación, a un conjunto de reglas de comunicación, que especifican el intercambio de datos u ordenes entre sistemas. Entre las propiedades más importantes se tiene:

- Detección de la conexión física sobre la que se realiza la conexión
- Pasos necesarios para comenzar a comunicarse (Handshaking)
- Negociación de las características de la conexión.
- Cómo se inicia y cómo termina un mensaje.
- Formato de los mensajes.
- Qué hacer con los mensajes erróneos o corruptos (corrección de errores)
- Cómo detectar la pérdida inesperada de la conexión, y qué hacer en ese caso.
- Terminación de la sesión de conexión.
- Estrategias para asegurar la seguridad (autenticación y encriptación).
- como se construye una red física

- como los computadores se conectan a la red.

De acuerdo a la clasificación anterior podemos tener como ejemplos de protocolos en cada capa del modelo OSI:

- Capa 1, nivel físico: cable coaxial, UTP o fibra óptica
- Capa 2, nivel de enlace: Ethernet, Fast Ethernet, FDDI, Token Ring
- Capa 3, nivel de red: ARP, IP, ICMP, NetBEUI, IPX
- Capa 4, nivel de Transporte: TCP, UDP, SPX
- Capa 5, nivel de sesión: NetBIOS, SSL,
- Capa 6, nivel de presentación: ASN.1
- Capa 7, nivel de aplicación: HTTP, FTP, SSH, SMTP, POP3

2.3.4. Aplicaciones en la red de área local (LAN)

Las más usadas en la actualidad vienen representadas por los siguientes protocolos:

- FTP.- Es un protocolo de transferencia de archivos (File transfer protocol). Se le usa frecuentemente en la red. Sus principales características son:
 - Utilidad del protocolo TCP/IP.
 - Soporta transferencia de archivos entre computadores local y remota.
- TELNET.- Está representada como escritura a distancia sobre la red (TELEtype over a NETwork por sus siglas en ingles).
 - Es una aplicación que permite conectar a otra computadora en la Internet. Muy usado por los administradores de red para acceder dispositivos o computadores remotos.
 - Se puede configurar, controlar y monitorear algún dispositivo remoto mediante este protocolo.
- HTTP, protocolo de transferencia de Hipertexto (hypertext transfer protocol).
 - Protocolo muy popular y el mas difundido en el Internet. Es usado por los servidores y clientes de páginas web para comunicarse.
 - Se utiliza para para mover documentos sobre la web. La aplicación que utiliza este protocolo por defecto es el "web browser" representado por Internet Explorer de Microsoft, mozilla firefox y Opera, entre los mas utilizados.
- SMTP.- Protocolo sencillo de transferencia de correo (simple mail transfer protocol).

- Es empleado para enviar correos electrónicos desde un cliente hacia un servidor.
- P2P.- Protocolo de intercambio de archivos entre 2 pares. Sumamente difundido en la red Internet y gran consumidor de ancho de banda.
- Permite múltiples conexiones de 2 pares (tipo estrella).
 - Empleado por las redes mundiales de intercambio de archivos de datos (video, programas de software, audio mp3, etc.). Las redes más difundidas en la actualidad son Ares, Torrent, edonkey, Kazza, etc.

2.3.5. Transmisión entre las Capas del Modelo TCP/IP

En la figura 2.10 se puede observar como al saltar el dato de una capa a otra dentro del modelo, este se va encapsulando en una cabecera distinta en cada capa y al llegar a la primera capa se transmite al otro dispositivo. Luego ocurre el efecto contrario desempaquetando antes de pasar a la capa superior. Cuando llega a la última capa del receptor, el dato se encuentra tal y como salió desde el inicio de la transmisión.

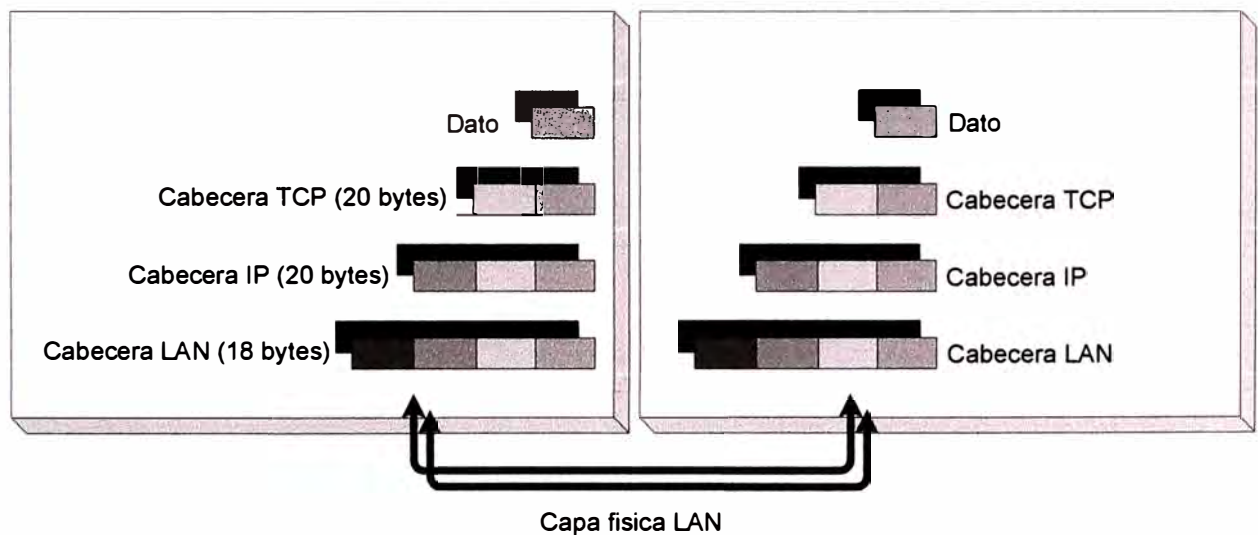


FIGURA 2.10 Transmisión entre capas del modelo TCP/IP

2.3.6 LAN Ethernet

La LAN Ethernet es la forma más usada de red para el enlace de datos. La manera de controlar el acceso al medio en Ethernet es CSMA/CD (acceso múltiple por censado de la portadora con detección de colisiones)

- CSMA.- Una estación que desea transmitir, primero “escucha” la línea si alguien está transmitiendo. Si el medio de transmisión está libre, entonces la estación transmite el mensaje.

CD.- Si 2 ó más estaciones transmiten mensajes al mismo tiempo, ocurre una colisión. Las estaciones que estaban transmitiendo detectan la colisión, paran de transmitir, esperan un momento y retransmiten el mensaje si la línea está libre.

a. Tipos de Redes Ethernet

- 10Base2 o Thin Ethernet.
 - Cable coaxial (50 Ohms, 5 mm), conector BNC.
 - 10 Mbps, 185 mts/ segmento, 30 nodos/ segmento, de fácil cableado.
- 10base5 o Thick Ethernet.- Una o más estaciones de usuario se conectan a un segmento de cable simple formando una topología de bus. El segmento de cable tiene una longitud limitada y soporta un número limitado de dispositivos.
 - Cable coaxial de 50 Ohms, 10mm, conector tipo N.
 - 10 Mbps, 500 mts/ segmento, 100 nodos /segmento.
- 10/100 Base T Ethernet
 - Par trenzado, puerto RJ45 de 4 hilos.
 - 10/100 Mbps, 100 mts/ cable, 1 nodo/ cable.

b. Formato del Control de Acceso al Medio Ethernet (MAC)

Existen 2 formatos de MAC Ethernet:

- Ethernet.
- IEEE802.3.

c. Dirección MAC

Debido a que todas las estaciones en una LAN escuchan cada trama de la transmisión, todas estas tramas de transmisión tienen una dirección MAC que indica el dispositivo de destino. La dirección de destino puede ser la correspondiente a una sola estación (unicast), una dirección que esta dirigida a un grupo de estaciones (multicast) o también una dirección que este dirigida a todas las estaciones (Broadcast).

Una dirección MAC tiene 48 bits (6 bytes) de longitud; es decir 12 dígitos hexadecimales y la fuente MAC siempre es una dirección Unicast. La dirección MAC de destino es fácilmente reconocida por un valor par que es el primer Byte más significativo.

Los primeros 3 Bytes de una dirección Unicast contiene el componente de dirección del fabricante; los 3 últimos Bytes llevan el número de serie de la tarjeta del fabricante.

Las direcciones Ethernet Multicast se reconocen por un valor impar en su primer Byte más significativo. La dirección de Broadcast Ethernet es 255.255.255.255 - Ethernet transmite el dígito más significativo primero.

2.3.7 Protocolo de Internet (IP)

IP provee una manera de construir una red de redes donde computadores y redes de distintos fabricantes que conforman diferentes estándares, pueden intercambiar información. IP dirige cada paquete basado en una dirección de destino de 4 Bytes que está unida al paquete.

La autoridad de Internet asigna rangos de direcciones IPs a diferentes organizaciones. Como contraparte, las organizaciones asignan números individuales dentro del rango, a cada una de sus computadores conectados. De esta manera, a cada estación de trabajo conectada (computador o "host") se le asigna un número único que lo identifica a él y a su red.

La dirección IP es asignada a la conexión antes que al computador en sí. Por convención, estas direcciones IP se forman al convertir cada Byte (8 bits) en un número decimal (0 al 255) y separarlos por un punto. Como por ejemplo: 192.77.43.4. Este formato se usa para ingresar las direcciones IP en los componentes de red.

a. Formato IP.- Una trama IP, que proviene de una capa superior, está acomodada dentro de una trama MAC que proviene de una capa inferior. El protocolo de Internet (IP) realiza 2 funciones primarias:

- Rutea paquetes que cruzan un sistema de redes interconectado
- Segmenta los paquetes, si se requiere, para acomodar una red que posee un tamaño de paquete máximo, y también los re-ensambla.

La dirección IP se usa para "Ruteo IP" (IP Routing). Actualmente, la Versión de IP se denomina IPv4, mientras que la siguiente generación será IPv6. La cabecera tiene una longitud de 20 Bytes y se usa para informar a los routers o gateways IP de la importancia de los datos que llevan. Provee las funciones de calidad de servicio, tal como seleccionar la mejor ruta.

b. Dirección IP.- Aunque la dirección IP es un valor simple, contiene 2 tipos de informaciones:

- El ID de red del sistema. El ID de la red se asigna por la autoridad central y es único en todo Internet. EL ID de red especifica la dirección para cada red o para cada grupo relacionado de redes.
- El ID del Host. Es asignado por el administrador de red local. El ID de host especifica un host particular, estación, o nodo dentro de una red y debe de ser único dentro de esa red.

2.3.8 Clases de Direcciones IP

En la tabla 2.1 podemos ver la clasificación de las direcciones IP existentes:

TABLA 2.1 Tablas de direcciones IP

Clase	Dirección de inicio	Dirección final
A	1.0.0.0	126.0.0.0
B	128.0.0.0	191.255.0.0
C	192.0.1.0	223.255.255.0
D	224.0.0.0	239.255.255.255
E	240.0.0.0	247.255.255.255

2.3.9 Máscara de Subred

La máscara de subred, también representada en notación decimal punteada, se usa para extraer el ID de host y el ID de red de la dirección IP de una estación de trabajo. Se usa por las estaciones de trabajo para determinar si el servidor / estación de trabajo desean comunicarse dentro de la misma subred o en una subred diferente. El valor de la máscara de subred se determina por poner todos los bits de la dirección de red en "1" y todos los bits del ID de host en "0". Por ejemplo:

- Dirección IP **136.54.94.97** ó **10001000.00110110.01011110.01100001** (clase B).
- Máscara de subred **255.255.0.0** ó **11111111.11111111.00000000.00000000**.
- Los IDs de host y red son extraídos por ejecutar una operación "AND" en álgebra booleana.
- La función AND (multiplicación) requiere que ambas entradas sean "1" para producir un "1" a la salida.
- La dirección de red de **136.54.94.97** será: **136.54.0.0**

2.3.10 Default Gateway o Puerta de Enlace

Los Routers se usan para interconectar redes LAN y están diseñados para rutear el tráfico de un cierto tipo de protocolo. Los routers TCP/IP son los más usados en la interconexión de redes LAN y el ruteo del tráfico en un router IP, está basado en la dirección de Internet. Si no aparece una ruta en la tabla para una dirección IP dada, el dispositivo fuente enviará los datagramas IP a su router por defecto. Esta situación ocurre generalmente para todos los datagramas diseccionados a un dispositivo externo a la red de donde proviene la fuente.

2.3.11 Protocolo para el Control de la Transmisión

TCP provee una confiable transmisión de datos entre 2 dispositivos. El protocolo TCP usa un reconocimiento positivo (ACK) para asegurar un reparto de datos seguro.

- La fuente envía el paquete y conserva un registro.
- El receptor requiere enviar un reconocimiento a la fuente que envía el paquete. El reconocimiento indica el número de secuencia del próximo paquete que el receptor espera recepcionar.
- El dispositivo que envía, remueve el paquete de su memoria a la espera de recibir el siguiente reconocimiento.

a. Temporizador de Transmisión TCP

El dispositivo que envía inicializa un temporizador después de transmitir el paquete. Si el temporizador finaliza, el dispositivo que envía asume la pérdida del paquete y retransmite el paquete nuevamente. La duplicación de paquetes se previene por dar a cada paquete un número de secuencia.

b. Estableciendo una Conexión TCP

Para establecer una conexión TCP, se utiliza un concepto llamado "intercambio de 3 modos" (3 way Handshaking es el texto inglés original). Garantiza que ambos terminales estén listos para transferir datos y que estén de acuerdo en los números de secuencia iniciales.

- El dispositivo que envía, manda una señal SYN (de sincronización) para indicarle al receptor que desea establecer una conexión, también provee un numero de secuencia.
- El receptor responde al SYN con un reconocimiento ACK.
- El receptor transmite un segundo SYN y un número de secuencia al dispositivo que envía.

- El dispositivo que envía recibe el ACK y el SYN desde el receptor.
- El dispositivo que envía transmite un ACK al receptor.
- Las 2 estaciones pueden transferir datos.

2.4 Principios de Funcionamiento del HUB Direcway

El HUB Multimedia Direcway es un conjunto de etapas de hardware y software que realizan una función particular dentro del HUB. Se puede encontrar 6 módulos claramente definidos:

- Módulo de la interface empresarial
- Módulos del enlace de subida/bajada (Frecuencia Intermedia)
- Módulo de Temporización
- Módulos de Transmisión / Recepción (Radio Frecuencia)
- Módulo de seguridad y Administración

Adicionalmente a estos componentes se tiene el siguiente equipo auxiliar:

- Módulo de posicionamiento de antena.
- Módulo de mantenimiento de la GUIA ONDA.
- Módulo de KVM⁴ de 16 ports (teclado, Mouse, monitor) y acceso Remoto a la plataforma por Internet.

En la figura 2.11, se muestra el diagrama de bloques del HUB donde se pueden apreciar los módulos y la interconexión entre ellos. El módulo auxiliar de KVM no se ve en el diagrama, pues es un equipo que permite la visualización y control de los 14 Servidores Windows que se incluyen en el HUB. Adicionalmente al KVM, el HUB Direcway posee un Acceso remoto que permite control remoto al sistema a través de una conexión de Internet.

2.4.1 Módulo de Interfaz Empresarial

Está formada por la red y equipos que interactúan directamente con la nube de Internet y/o ultima milla hacia clientes o proveedores de servicios para la empresa. Los equipos que conforman este modulo se enumeran a continuación:

⁴ Siglas en ingles de keyboard, video y mouse para hacer referencia a los periféricos básicos de un Servidor.

a. IP Gateway

Provee la interfaz LAN hacia la red empresarial. Para efectos prácticos las estaciones remotas se ven directamente en este equipo. Entre sus principales características se tiene:

- Maneja tráfico IP del tipo unicast y multicast. Para el tráfico unicast, IPGW está configurado con una lista de subnets IP remotas que se supone va a soportar. En el caso de multicast, IPGW está configurado con una lista de direcciones IP multicast que va a difundir.
- Direcciona tráfico IP unicast y multicast desde la red empresarial hacia el SATGW para generar el Outroute. En la dirección de retorno de las remotas, direcciona el tráfico de las Inroutes desde el DNCC hacia la red empresarial.
- Envía los requerimientos de descarga de software de las remotas hacia el MGW.
- Recibe las claves encriptadas desde el servidor CAC y también el software desde el servidor SDL.
- Implementa TCP Spoofing para obtener una aceleración de protocolo TCP

b. Turbo Page Server

La aceleración de web mediante Turbo Page, usa http performance enhanced proxy para incrementar la velocidad de descarga de la página web. De manera simplificada, consta de un Servidor de Turbo Page (TPS) del lado del HUB y de una parte cliente en la estación remota (TPC). El TPS y el TPC mantienen una conexión persistente en el enlace espacial. Todos los requerimientos HTTP/TCP son multiplexados a través de esta conexión.

Un usuario accediendo a Internet a través de un web browser (Internet Explorer u otro navegador), primero comunica al cliente Turbo Page que se está requiriendo un sitio web (pagina principal). El TPC envía el requerimiento al TPS; El TPS reenvía el requerimiento al servidor web original directamente o a través de un opcional Proxy server (cache). Si la URL⁵ está disponible en el Proxy Server, la pagina web se baja desde el Proxy, de lo contrario se baja desde el servidor web original.

Después de que el TPS recibe los datos para el requerimiento http (pagina principal), analiza la pagina y la envía al TPC junto a los resultados del análisis (listado de

⁵ Siglas en ingles de "localizador uniforme de recurso" que se utiliza ampliamente en internet para designar un enlace a algún objeto (grafico, documento u otro tipo de archivo).

URLs prometidos que serán traídos al TPS). El listado contiene los objetos en la página web. TPC provee la página principal al navegador y espera por los URLs prometidos por el TPS. El navegador entonces requerirá todos los objetos de la página web. El TPS repartirá los URLs prometidos hacia el TPC. Para objetos requeridos pero no traídos, el TPC multiplexará las conexiones en una conexión persistente que existe con el TPS. TPC reparte los URL prometidos al navegador web tan pronto como estos llegan desde el TPS.

2.4.2. Módulo del Enlace de Subida F.I.

Estos equipos actúan dentro del HUB para formar la portadora que mantiene enganchadas a las estaciones remotas. Se trata de una portadora de banda ancha que alumbrará a las estaciones remotas y que genera un gran flujo de tráfico multicast que llega a todas las estaciones pero que es decodificada solamente por una a la vez. Por lo general maneja tráfico de varios Mega-símbolos por segundo (MSPS) y constituye el download o descarga en las estaciones remotas.

a. El Satellite Gateway (SGW)

Recibe paquetes IP de los siguientes dispositivos para ser transmitidos sobre el enlace satelital:

- IP Gateway y SDL
- MGW
- CAC Server
- DNCC
- Timing PC

Entre las principales características podemos enumerar:

- Recibe software y archivos de configuración desde el SDL.
- Prioriza el tráfico de salida Outroute (25 niveles de prioridad).
- Encripta el tráfico saliente Outroute. Genera datagramas MPEG-2.
- Alimenta con el stream MPEG-2 el modulador DVB para formar la portadora de Outroute.

b. Modulador DVB – S

Recibe el stream de datos MPEG-2 desde el SGW. Modula en QPSK (en caso de DVB-S2 8PSK) y genera el Outroute en una frecuencia intermedia entre 52-88 MHz (en nuestro caso 70 MHz). Alimenta el Upconverter para generar la señal hacia el satélite. No es administrado por el NMS.

c. Gateway Common Equipment (GCE)

Recibe las señales Outroute1 y Outroute2 desde los moduladores Radyne y realiza la conmutación entre una y otra para manejar redundancia de Outroute. La señal que obliga al GCE a conmutar proviene de un equipo RCI (interfase de control de redundancia).

d. Monitoreo y Control del Outroute: QMPC

La Salida del GCE (Outroute activo) se toma como muestra para alimentar la entrada del UGUM (Uplink converter GUM). Esto se realiza con la finalidad de obtener una señal de Outroute en banda L, compatible con receptores de Hughes (en este caso DW1000) para realizar un control de la calidad del Outroute. La señal del receptor de satélite se procesa en el QMPC (PC de monitoreo de la calidad del Outroute) que es un computador que recibe el mismo trafico que recibe una estación remota cualquiera; es decir recibe el trafico que se genero en los Gateways del NOC pero que no salió hacia el espacio. Monitorea los canales de tráfico desde la muestra de Outroute. El QMPC dispara el mecanismo de conmutación de la cadena redundante de Outroute cuando existen problemas de canales inactivos, en espera y por errores fuera de secuencia en los mismos. Se puede configurar para reportar el problema a través del servicio telefónico (necesita un MODEM y línea telefónica conectado al equipo).

2.4.3. Módulo del Enlace de Bajada F.I.

El Inroute es la portadora que proviene de la estación remota que trata de comunicarse con el HUB. De acuerdo a la configuración del sistema, pueden existir una o más Inroutes en el sistema. Las estaciones remotas logran acceso al canal a través de una técnica de acceso conocida con el nombre de "Sloted Aloha" y de tipo TDMA (a través de slots de tiempo). La modulación empleada por la señal Inroute es OQPSK que es una variación de QPSK. Cabe mencionar que las estaciones remotas intentan ganar el canal constantemente antes de que el NOC les asigne un Inroute; en caso 2 estaciones intenten acceder al canal simultáneamente, se produce una colisión. Los componentes de enlace de bajada son:

a. DNCC (Direcway network cluster controller)

Este componente cuyo nombre en ingles es "Direcway Network Cluster Controller" tiene las siguientes funciones:

- Recibe partes de paquetes IP desde los demoduladores de Inroute (BCD) y los reconstruye. Entrega los paquetes reconstruidos al IP Gateway a través de la LAN de retorno.
- Si se tratan de requerimientos SDL, estos son enviados al IP Gateway y de allí al MFS Server.
- Administra el ancho de banda de los inroutes. Envía información de los grupos de Inroutes al SGW a través de la LAN satelital. Periódicamente envía mensajes de los parámetros de red a todas las estaciones remotas.
- Administra los BCDs a través del Terminal Server. Configura, monitorea y controla los BCDs.
- Recibe el reloj de referencia desde el generador de base de tiempo.

b. BCDs (Burst channel demodulators)

Este componente se encuentra alojado en un rack independiente y viene a ser la radio que va a demodular las inroutes provenientes de las estaciones remotas. Cada slot demodula una sola inroute. Las características principales son:

- Reciben las ráfagas de Inroute que son enviadas por las estaciones remotas. Demodulan la portadora del Inroute. Un BCD puede demodular solamente un Inroute. Múltiples BCDs se requieren para múltiples Inroutes.
- Envían los paquetes del Inroute hacia el DNCC. Reciben la tabla de temporización desde el DNCC para capturar los bits de la ráfaga del inroute con precisión. Recibe los parámetros de operación desde el DNCC a través del NMB (Network master bus).

c. Terminal Server

Conecta los Chasis BCD a través del NMB (Network Master Bus) y habilita al DNCC para acceder a los BCDs.

2.4.4 Módulo de Temporización (Timing)

La temporización o "Timing" es uno de los aspectos más importantes dentro de un sistema de HUB satelital. Se genera en un equipo llamado "timing generator" en configuración 1+1 (redundante). En el caso del HUB Direcway este generador de temporización posee una base de tiempo de tipo GPS formado por 2 receptores GPS en configuración (1+1) que se utiliza para generar las frecuencias patrón de 10 y 13 MHz sobre las cuales se sincronizan todos los elementos del HUB.

También existen 2 PCs (configuradas en redundancia) cuya tarea principal es calcular los deltas de tiempo que existe entre la señal de salida hacia el satélite y la señal de retorno del satélite; para lo cual emplea receptores Direcway (IRU) que envían datos a las PCs de temporización a través de los puertos USB. A continuación las características de los equipos que conforman el módulo de temporización:

a. Generadores de Base de Tiempo

Aceptan reloj externo desde un GPS⁶ y proveen señales de reloj para los componentes de enlaces de subida, bajada y temporización. Trabajan en configuración de 1+1. La referencia de 10 MHz se envía a los moduladores de Outroute y a los IRUs de temporización. La referencia de 13.312 Mhz se envía al DNCC.

b. Timing PC

Son redundantes y reciben información de temporización desde los IRUs local y echo. Reciben temporización del superframe desde el DNCC y transmiten los retardos del enlace satelital. Envía información de temporización a los sitios remotos para una efectiva temporización del Inroute.

c. IRU (Indoor receive unit) Local

Recibe señal en banda L desde el UGUM y señal de reloj desde el generador de base de tiempo. Provee información resultante de la comparación entre el generador de reloj y la Outroute. Existe uno por cada Timing PC.

d. IRU (Indoor receive unit) eco

Recibe señal en banda L desde el DGUM. Calcula el retardo de la señal que viaja desde tierra hacia el satélite y viceversa. Existe uno por cada Timing PC.

2.4.5 Módulo de Transmisión R.F.

El Outroute generado en frecuencia intermedia 70MHz, ingresa a la cadena de transmisión para alimentar la antena y enviar la portadora al satélite. Está compuesto por los siguientes subsistemas:

a. Control Automático de Potencia de Subida (AUPC)

Permite compensar la atenuación que puede sufrir la señal de transmisión de la Estación Terrena Central (Outroute) debido a fenómenos atmosféricos que se produzcan en la ciudad de Lima.

⁶ Global positioning System, sistema de posicionamiento global que permite determinar la posición de un objeto en cualquier parte del mundo.

Está compuesto por la unidad de Control de Potencia (UPC) y por el receptor de beacon⁷ (beacon receiver). Para realizar esta compensación, la unidad de beacon receiver se sintoniza para recibir una señal piloto o beacon que el Operador del Satélite transmite permanentemente; este beacon es una portadora pura sin modular (Clear Carrier).

Este beacon receiver tiene una salida de voltaje DC que es proporcional al nivel de recepción de la portadora piloto; este voltaje alimenta y controla un atenuador variable de la unidad UPC.

Cuando, por efectos atmosféricos, el nivel de recepción del beacon (portadora piloto) disminuye, el sistema UPC incrementa proporcionalmente la potencia de subida para compensar el efecto de la atenuación de acuerdo a una curva de transferencia que se calibra inicialmente. Este subsistema solo controla la potencia a nivel de frecuencia intermedia.

b. Convertidor de Frecuencia de Subida (Uplink Converter)

Es el subsistema encargado de convertir la frecuencia intermedia (70 MHz) en radio frecuencia (RF) de subida (uplink), en los cuales opera el satélite. En el caso particular de la banda Ku, el upconverter convertirá la frecuencia intermedia a la banda de frecuencia de 14 GHz.

Por cuestiones de disponibilidad, el subsistema de upconverter está configurado en modalidad de redundancia 1:1 (hot standby), para lo cual cuenta con dos unidades o equipos de conversión (upconverters) y un conmutador automático (switch). Esta configuración permite que ante una falla de hardware de alguna de las unidades de conversión, la otra entre a funcionar automáticamente, reduciendo el tiempo fuera de servicio (downtime) de la estación central.

c. Amplificador de Potencia (Transmisor)

Es el subsistema que se encarga de amplificar la señal de radio frecuencia de baja potencia proveniente del upconverter. Opera en el rango de frecuencia del uplink del satélite (12.75 a 14.5 GHz) y se conecta directamente a la antena a través de una guía de onda.

Por cuestiones de disponibilidad, el amplificador de potencia está configurado en modalidad de redundancia 1:1 (hot standby), para lo cual cuenta con dos amplificadores de potencia (HPA's) y un conmutador automático (switch). Esta configuración permite que

⁷ Se conoce como "beacon" a la señal piloto proveniente del satélite que permite reconocer al mismo.

ante una falla de hardware de algún amplificador, el otro entre a funcionar automáticamente, reduciendo el tiempo de fuera de servicio (downtime) de la estación central ante este tipo de falla.

d. Antena

Es la última etapa de la etapa de transmisión. De un diámetro de 6.8m, tipo cassegrain con doble reflector, y se encarga de transmitir al satélite la señal proveniente del amplificador de potencia a través de la guía de onda. Maneja señales del orden de los 14 GHz (banda Ku). En la figura 2.12 podemos apreciar un esquema de una antena parabólica de gran eficiencia del tipo "Cassegrain" que posee doble reflector.

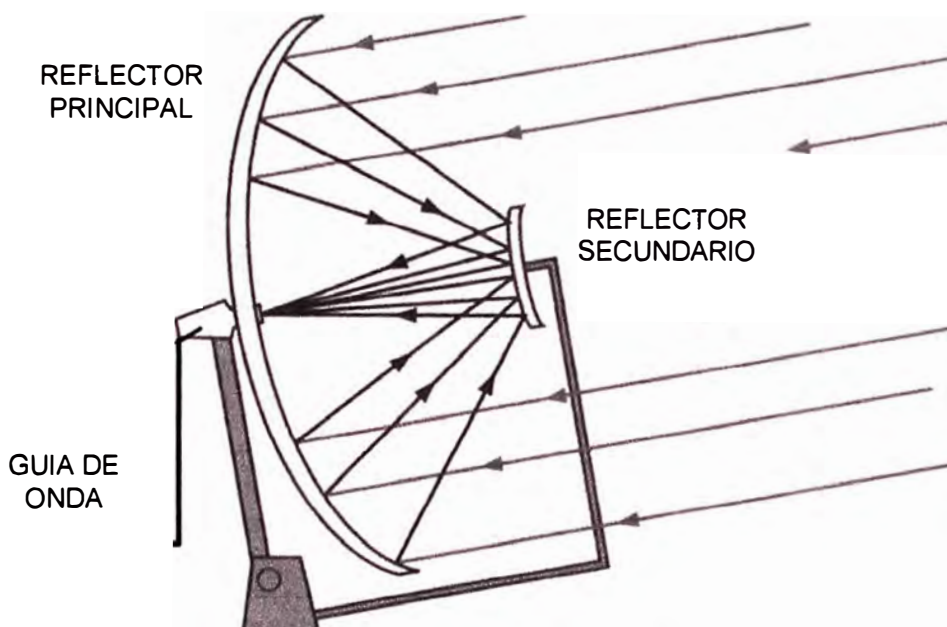


Figura 2.12 Antena Cassegrain

2.4.6 Módulo de Recepción R.F

Las portadoras generadas por las estaciones remotas tratando de conectarse al HUB, son llamadas "inroutes" en la tecnología Direcway. Estas portadoras son captadas por la antena del HUB y enviadas a la etapa de recepción de satélite. Está compuesto por los siguientes subsistemas:

a. Antena

Es la misma utilizada en la etapa de transmisión. En este caso se encargará de recibir las señales de radio frecuencias provenientes del satélite en el rango de frecuencias de bajada o downlink (12 GHz para banda Ku).

b. Amplificador de Bajo Ruido (LNA)

Es el subsistema encargado de amplificar las débiles señales provenientes del satélite y que la antena recibe. Debido a los niveles de la señal recibida son muy pequeños, estos amplificadores se conectan lo más cerca posible al colector o feed de la antena para evitar la atenuación y el ruido. Estos amplificadores son de alta ganancia y no realizan ningún tipo de conversión de frecuencia.

Por cuestiones de disponibilidad, el amplificador de bajo ruido está configurado en modalidad de redundancia 1:1 (hot standby), para lo cual cuenta con dos amplificadores de bajo ruido (LNA's - outdoor) y un conmutador automático (switch - indoor). Esta configuración permite que ante una falla de hardware de algún LNA, el otro entre a funcionar automáticamente, reduciendo el tiempo de fuera de servicio (downtime) de la estación central ante este tipo de falla. El conmutador automático es también llamado Controlador de redundancia, es un equipo indoor que provee, adicionalmente, el voltaje DC que los LNA requieren para su funcionamiento.

c. Convertidor de Frecuencia de Bajada (Downlink converter)

Es el subsistema encargado de convertir la frecuencia de R.F. de bajada (downlink), en los cuales opera el satélite, en señal de frecuencia intermedia en los cuales operan los receptores (BCD) del HUB Direcway.

En el caso particular de la banda Ku, el upconverter convertirá la señal de radio frecuencia de la banda de 12 GHz en frecuencia intermedia de 70MHz. Por cuestiones de disponibilidad, el subsistema de downconverter está configurado en modalidad de redundancia 1:1 (hot standby), para lo cual cuenta con dos unidades o equipos de conversión (downconverters) y un conmutador automático (switch). Esta configuración permite que ante una falla de hardware de alguna de las unidades de conversión, la otra entre a funcionar automáticamente, reduciendo el tiempo de fuera de servicio (downtime) de la estación central ante este tipo de falla.

2.4.7 Módulo de Administración y Seguridad (Management)

El HUB Direcway posee un sistema de administración de elementos (UEM) basado en una plataforma HP Openview. Un Servidor de alto performance corre una aplicación basada en protocolo SNMP y que permite realizar tareas de gestión ya sea de escritura así como también de lectura. Permite obtener datos de estado, velocidad y performance de las estaciones remotas y de componentes del HUB satelital. También

permite reconfigurar parámetros y servicios de dichos elementos. Esta herramienta simplifica notablemente las tareas de configuración, administración, monitoreo y control de los elementos que son factibles gestionar en el sistema. La etapa de gestión está formada por los siguientes componentes:

a. UEM (Unified Element Management)

Es el equipo que incorpora el software de administración SNMP desde el cual se gestiona todos los componentes administrables del HUB Direcway:

- Reside en una estación de trabajo HP Windows 2003.
- Plataforma de monitoreo HP OPENVIEW (agente SNMP server)
- Multiusuario, Multitarea.
- Sobre esta sólida plataforma se ejecuta DMN VISION que es la aplicación de monitoreo Hughes donde se pueden configurar servicios, elementos, adaptadores, clientes, etc. La figura 2.13 muestra un diagrama de bloques del UEM.

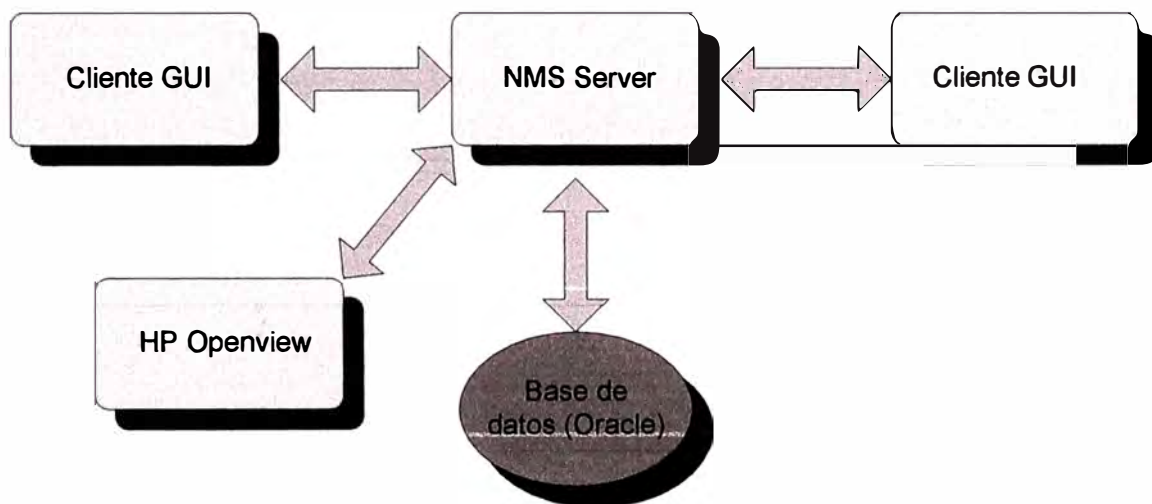


Figura 2.13 Arquitectura del UEM

b. MGW (Management Gateway)

Es un gateway de administración centralizado para los elementos del HUB. Las características de funcionamiento más importantes son:

- Maneja el tráfico administrativo de las estaciones remotas a través del Outroute. Recibe el tráfico administrativo remoto, tal como información de descarga de software desde el UEM. Lo envía al Satellite Gateway de la misma manera en que el IP Gateway lo hace con el tráfico del usuario. Paquete IP, Clave y dirección MAC del enlace satelital.

b. Amplificador de Bajo Ruido (LNA)

Es el subsistema encargado de amplificar las débiles señales provenientes del satélite y que la antena recibe. Debido a los niveles de la señal recibida son muy pequeños, estos amplificadores se conectan lo más cerca posible al colector o feed de la antena para evitar la atenuación y el ruido. Estos amplificadores son de alta ganancia y no realizan ningún tipo de conversión de frecuencia.

Por cuestiones de disponibilidad, el amplificador de bajo ruido está configurado en modalidad de redundancia 1:1 (hot standby), para lo cual cuenta con dos amplificadores de bajo ruido (LNA's - outdoor) y un conmutador automático (switch - indoor). Esta configuración permite que ante una falla de hardware de algún LNA, el otro entre a funcionar automáticamente, reduciendo el tiempo de fuera de servicio (downtime) de la estación central ante este tipo de falla. El conmutador automático es también llamado Controlador de redundancia, es un equipo indoor que provee, adicionalmente, el voltaje DC que los LNA requieren para su funcionamiento.

c. Convertidor de Frecuencia de Bajada (Downlink converter)

Es el subsistema encargado de convertir la frecuencia de R.F. de bajada (downlink), en los cuales opera el satélite, en señal de frecuencia intermedia en los cuales operan los receptores (BCD) del HUB Direcway.

En el caso particular de la banda Ku, el upconverter convertirá la señal de radio frecuencia de la banda de 12 GHz en frecuencia intermedia de 70MHz. Por cuestiones de disponibilidad, el subsistema de downconverter está configurado en modalidad de redundancia 1:1 (hot standby), para lo cual cuenta con dos unidades o equipos de conversión (downconverters) y un conmutador automático (switch). Esta configuración permite que ante una falla de hardware de alguna de las unidades de conversión, la otra entre a funcionar automáticamente, reduciendo el tiempo de fuera de servicio (downtime) de la estación central ante este tipo de falla.

2.4.7 Módulo de Administración y Seguridad (Management)

El HUB Direcway posee un sistema de administración de elementos (UEM) basado en una plataforma HP Openview. Un Servidor de alto performance corre una aplicación basada en protocolo SNMP y que permite realizar tareas de gestión ya sea de escritura así como también de lectura. Permite obtener datos de estado, velocidad y performance de las estaciones remotas y de componentes del HUB satelital. También

- Maneja tráfico administrativo remoto desde el Inroute a través del IP Gateway. Las remotas envían tráfico administrativo, tal como requerimiento de descarga de software, al DNCC los cuales envían los paquetes hacia el IP Gateway. El IP Gateway los envía hacia el MGW/MFS. El MGW los reenvía hacia el EMS.

c. **MFS (Management file Server)**

En realidad este equipo, incluye un servicio agente de SNMP y un Servidor FTP que permite propagar hacia los elementos dentro del HUB, archivos de configuración y actualización de software. Sus principales características:

- Maneja la actualización de parámetros y software de los componentes del NOC. Si existe algún cambio de parámetros y/o software en el UEM, este generará un nuevo archivo de configuración que contiene información concerniente a la versión de archivos de cada componente del NOC deberá estar en uso (excepto DNCC). El MFS recibe el archivo de configuración del NOC y los reenvía a todos los componentes administrables a través de MNGT LAN.
- El MFS también recibe todos los archivos de parámetros y software desde el UEM que serán usados por los componentes del NOC. Cuando algún componente del NOC detecta que es necesario cargar un nuevo archivo de software o de parámetros, lo descarga desde el MFS.

d. **CAC Server (Conditional Access Controller Server)**

Este elemento de seguridad dentro del HUB, brinda claves de encriptación⁸ para el tráfico de subida (uplink) que permitirán la posterior desencriptación por la estación remota propietaria de la clave. Las claves obtenidas del fabricante son incorporadas a la base de datos Oracle⁹ mediante una aplicación de carga y corresponden una a una con el número de serie eléctrico que lleva grabado el terminal remoto. Esto garantiza que el tráfico enviado a la estación remota pertenezca tan solo a ella. Las funciones básicas del controlador de acceso condicional (CAC) son:

- Envía las claves de encriptación para el tráfico de usuario ya sea unicast o multicast, a los IP Gateway y el MGW.
- El CAC usa 2 direcciones en la SAT LAN para enviar las claves multicast. Dirección IP unicast = 229.9.9.5 se usa para enviar claves unicast al IPGW y al MFS. Dirección IP multicast = 229.9.9.6 se usa para enviar las claves multicast a los IPGW y al MFS.
- Envía claves de desencriptación a las estaciones remotas a través del Outroute.

⁸ Implica el envío-recepción de datos codificados mediante algún algoritmo.

⁹ Motor de base de datos muy potente, utilizada en sistemas de comunicaciones Direcway.

2.4.8. Módulos de Equipamiento Auxiliar

Adicionalmente a los bloques anteriormente mostrados observamos los siguientes módulos auxiliares:

a. Sistema de Control de Posición de la Antena

Incluye un módulo de rack programable para posicionar la antena en azimut, elevación y polarización. La unidad de control de potencia se ubica en un gabinete cercano a la antena y contiene los PLCs necesarios para activar los motores que gobiernan azimut, elevación y polarización de antena.

b Sistema de Deshidratación de Guía de Onda

Como un equipo de mantenimiento, está el deshidratador de Guía de onda cuya finalidad es conservar a la Guía de Onda en perfecto estado de mantenimiento y generar las características para la transmisión del Outroute. El principio de operación está basado en un motor pequeño que extrae aire de la guía onda y lo lleva a un depósito de Silica que actúa como desecante, atrapando las moléculas de agua que están en el aire.

c. Sistema de KVM (Keyboard – Video – Mouse)

Utilizado para simplificar los periféricos de Servidores: Teclado, mouse y monitor. El equipamiento incluye hasta 32 canales KVM marca Black Box. Adicionalmente posee una caja de acceso remoto IP que brinda conectividad remota a Internet para soporte desde fábrica. Se puede manejar remotamente todos los servidores conectados al sistema.

2.5 Principios de Funcionamiento de la Plataforma de Interconexión y Voz

La plataforma terrestre empleada, adapta la plataforma satelital a los requerimientos de conectividad que brinda una conexión terrestre típica. La plataforma satelital se une a la plataforma terrestre mediante el uso de switches y routers. Una breve descripción de cada uno de los equipos considerados se presenta a continuación:

2.5.1 Plataforma de Agregación (Cisco NGN)

La plataforma de agregación está constituida por los elementos de ruteo dentro de la red terrestre. Actualmente se maneja en la práctica el concepto de agregación debido a que se trata de un ruteador múltiple que simplifica notablemente todas las tareas de ruteo estático y dinámico dentro de la red. Para nuestro caso usaremos el Cisco 7600 con 48 puertos desde 10 Mbps hasta 1 Giga Ethernet. Este equipo puede manejar datos por

diferentes interfaces (Giga Ethernet, STM1, 3G). El Cisco 7600 ofrece agregación de alta velocidad para WAN de borde con capacidad óptica, es decir, se puede interconectar con otros routers o servidores que tengan interfases ópticas sin necesidad de utilizar alguno de los 48 puertos Giga.

2.5.2. Plataforma de Acceso a Internet

En este caso performado por Cisco NGN, los equipos de acceso a Internet brindan diversos servicios:

a. Firewall ASA (Adaptive Security Appliance)

Brinda servicio de control de acceso, NAT¹⁰, seguridad y VPN¹¹. Granja de Servidores en zona de-militarizada: web, FTP, SMTP y POP3 para correo, servidores DNS y Caching para mejorar la performance del acceso a Internet.

b. SCE (Service Control Engine)

Define un nuevo concepto en equipamiento para administración y control del tráfico de datos y VoIP. Genera planes de servicio para usuarios basados en CIR / PIR y controla el trafico a través de cuotas de transferencia, control de acceso justo y filtro de contenidos orientado a capa 7 según modelo OSI. En la figura 2.14 se observa el camino que siguen los flujos de datos de las aplicaciones y la clasificación de los mismos por el sistema. En realidad el SCE no es un equipo individual sino es parte de una plataforma de control donde podemos encontrar diferentes equipos con servicios particulares:

- Collection manager.- Es una plataforma de procesamiento de paquetes RDR (raw data register) que tiene información de las transacciones de los paquetes de datos que están pasando por el SCE. Esta plataforma tiene una aplicación que gestiona una base de datos (SYBASE) donde se almacena la información de los RDRs en una ventana de tiempo configurable. Aquí es donde se guarda la información que servirá al reporter para construir graficas con datos estadísticos del tráfico.
- Subscriber manager.- En esta plataforma se relacionan en una base de datos, información de suscriptor (direcciones IP) con la plantilla del servicio asignado.
- Service control application.- Es un sistema de software que realiza de manera fácil la configuración del servicio de acuerdo de determinado perfil. Brinda una manera sencilla de configurar grandes redes.

¹⁰ Network Address Translation. Traslación del la dirección de red.

¹¹ Virtual Private Network. Red privada virtual

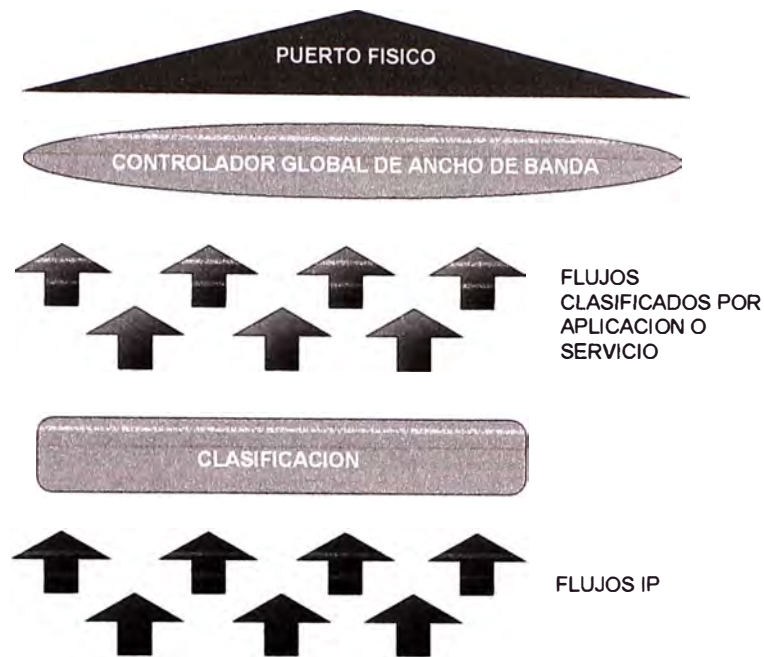


FIGURA 2.14 Flujos de datos en SCE

Para gestionar el SCE se emplea una interfase grafica de software llamada SCABB¹² que puede manejar diferentes características del equipo (ver figura 2.15):

- Service configurator.- permite configurar los diferentes servicios de manera global y también a través de paquetes de servicios basados en controladores de ancho de banda y en reglas de servicio. Los suscriptores de la red serán ubicados en los diferentes paquetes creados por el Service configurator, para tomar las características del servicio ofrecido.
- El Subscriber Manager.- permite crear, modificar y administrar en general la plataforma de usuarios (suscriptores) del sistema.
- Signature Editor.- Permite crear, modificar o borrar las firmas de los protocolos soportados. Existen más de 600 protocolos que el sistema identifica de manera básica.
- Network Navigator.- Es una Interfaz que administra los diferentes equipos SCE que existen en la red. Por ejemplo en una red pueden haber diferentes dispositivos ubicados físicamente en diferentes sitios y desde esta aplicación se pueden escoger el que se quiere administrar. Mediante autenticación (usuario y contraseña) el SCABB se puede conectar al equipo SCE y tomar la configuración para editarla.

¹² Service control application for Broadband.

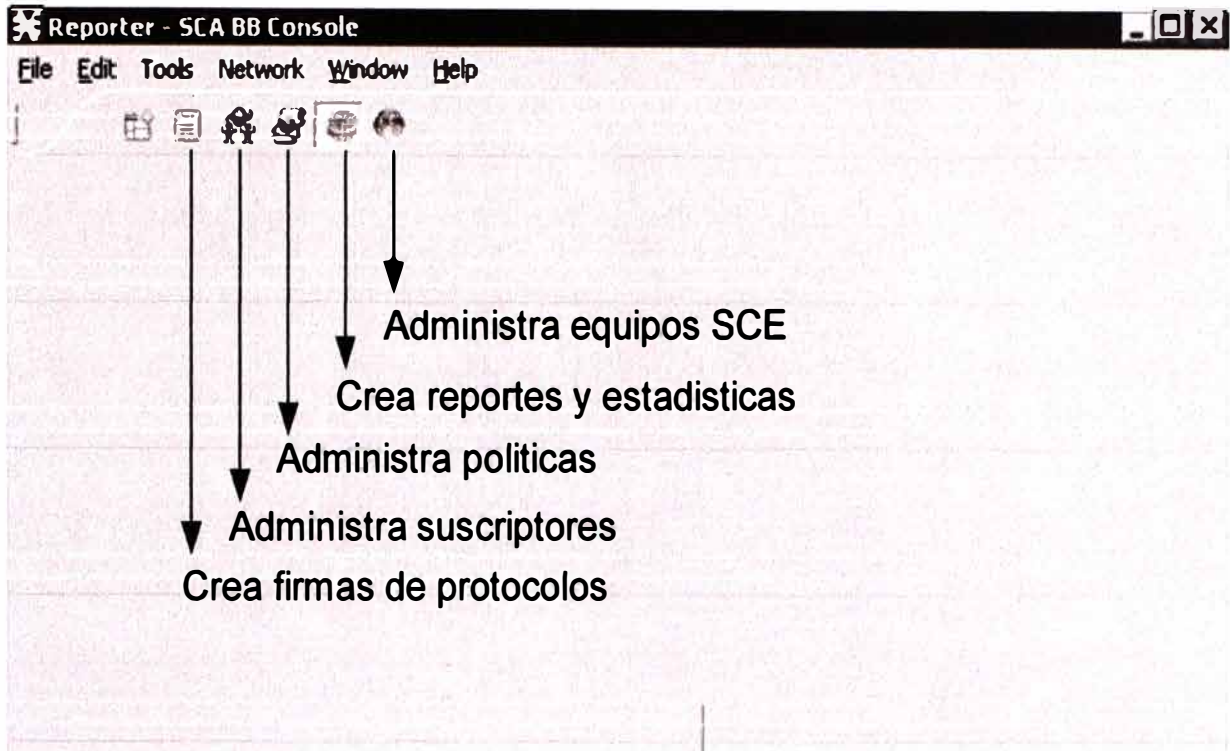


FIGURA 2.15 GUI SCABB

- Reporter.- Genera reportes estadísticos de diferentes tipos para obtener una serie de datos útiles para la administración de la plataforma. También crea diversos gráficos estadísticos basados en la información contenida en el collection manager. Mediante estos gráficos, el administrador puede controlar el tráfico de acuerdo a una serie de parámetros como:
 - Ancho de banda global, por paquete de servicio o por suscriptor
 - Volumen de datos transferido por servicio, globalmente, por paquete de servicio o suscriptor.
 - Principales servidores, usuarios, spammers
 - Principales consumidores de P2P, uploaders, downloaders.

En la figura 2.16 se muestra una grafica de ancho de banda por servicio TCP/IP de una red en forma global. Se puede ver de manera explícita y en diferentes colores, los protocolos que el sistema ha detectado y también, el ancho de banda absoluto (ciertamente en Mbps) que estos flujos están registrando. Este tipo de gráficos es ampliamente usado en estadística y como un elemento de información para poder controlar las velocidades relativas por flujo. De esta manera podemos ampliar la

velocidad de los flujos útiles con respecto de aquellos que no representan mayor utilidad al usuario o en su defecto a la empresa que solicita el servicio. Adicionalmente a este grafico global podríamos generar un reporte individual por cada suscriptor que cursa tráfico por la red.

2.5.3 Plataforma de VoIP

Se trata de una plataforma IP de interconexión con otros operadores basado en servidores Asterisk (open source PBX). Señalización múltiple (ISDN, R2 y SS7) que permite interconexión en E1's y/o IP a los diferentes operadores (Telefónica del Perú, Telmex, Movistar, América móviles Claro, Nextel y otros operadores IP). Es una plataforma muy versátil que permite telefonía tanto en SIP como en H323 utilizando un Gateway de voz Cisco 5300. Este último equipo se utiliza debido a que el desarrollo de VoIP nativo del HUB Direcway es H323, mientras que se pueden generar también conversaciones en protocolo SIP. Siendo Asterisk una plataforma multiprotocolo, el mismo servidor realiza la trans-codificación para hacer cambios de protocolo. Maneja códecs¹³ del tipo G.723.1¹⁴ y G.729¹⁵ para el lado de la plataforma satelital, mientras que utiliza codecs del tipo G.711 (PCM de 64 Kbps) en el lado terrestre para ahorrar procesamiento, puesto que el código PCM no lleva ningún algoritmo de compresión y considerando también que a nivel terrestre existe suficiente ancho de banda.

Posee módulos de IVR (interactive voice response) para brindar mensajes audibles al usuario en forma de menús, todo esto a través de unos media servers donde se encuentran alojados los mensajes. También cuenta con una plataforma de billing que permite facturar las llamadas mediante la tarificación de los CDRs (call data register) que genera el sistema y se encuentran archivados en la base de datos que en el caso de las plataformas open source, suelen ser MySQL¹⁶.

En la figura 2.17 se puede ver un diagrama de interconexión de la plataforma satelital simplificada y representada como el IPGW, conectándose con el Gateway de voz Cisco, antes de ingresar a la plataforma de voz.

¹³ Terminio utilizado en telecomunicaciones para referirse a Codificador-Decodificador.

¹⁴ G.723.1 es un Códec para compresión de audio que puede trabajar en 5.3 Kbps ó 6.3 Kbps.

¹⁵ G.729 es un Códec que trabaja con una frecuencia de muestreo de 8 KHz y a una velocidad binaria fija de 8 Kbps

¹⁶ Base de datos compatible con SQL de Microsoft Corp.

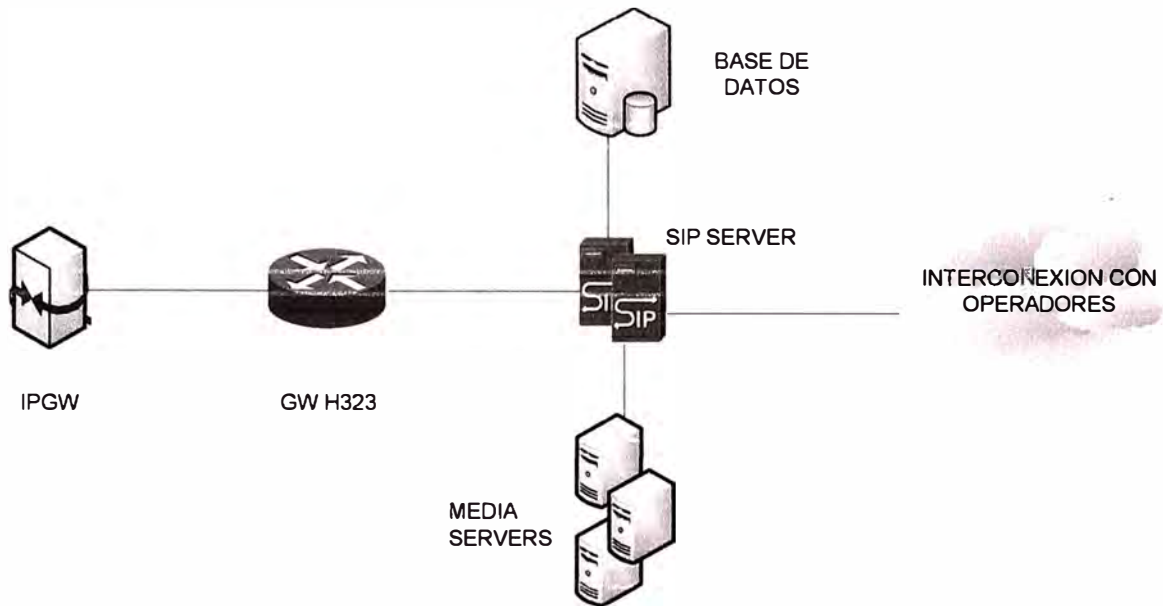


FIGURA 2.17 Plataforma VoIP

2.5.4 Plataforma de Monitoreo y Control

En realidad, en el proyecto existen varios equipos que hacen monitoreo y control. En el caso de la plataforma satelital tenemos un servidor NMS¹⁷ de gestión basado en el software HP Openview; Hughes desarrolla una aplicación SNMP (DMN¹⁸ VISION®) basado en HP Openview que se encarga de monitorear diversas etapas del link satelital y también parámetros de conectividad IP. En la figura 2.18 se muestra una ventana del NMS correspondiente a las estaciones remotas configuradas en el sistema. El sistema de software se encuentra instalado en un servidor HP que incluye como parte de su arquitectura otro servidor de base de datos Oracle.

En el caso de la plataforma terrestre se tiene un sistema de monitoreo de las interfaces LAN de los Vsats y IPGateways para mostrar al usuario el throughput de su enlace en una página web actualizable cada 5 minutos. Este software hace uso de comandos SNMP para generar gráficos JPEG que se muestran luego en un servidor web. Construido en base al popular MRTG de open source.

En la figura 2.19 se muestra el troughput de entrada/salida de uno de los routers de borde del sistema.

¹⁷ Término que se refiere a la plataforma de monitoreo y control: Network Management System.

¹⁸ Direcway Multimedia Network.

Remote Site View : HNS - ONLINE Site Name: HNS

Remote Site Administrator Configuration Control Performance Tools Status Detail Legend

Name	Serial Number	IP Address	Space Status
re151vap01	3718073	10.1.71.65	Normal
remot153		10.1.71.66	
remot153	3718263	10.1.41.17	Normal
re153vap01			
remot156	37161		
remot159	37621		
remot161			
remot161	39521		
re161vap01			
remot162			
remot162	39521		
re162vap01			
remot163			
remot163	38771		
re163vap01			
remot164			
remot165			
remot165	39391		
re165vap01			
remot166			
remot167			
remot168			
remot172	13671		
remot173 - remot193 (25)			
remot173	15861		
remot174			
remot174	38971		
re174vap01		10.1.51.130	
remot175			
remot175	3897475	10.1.51.145	Disabled
re175vap01		10.1.51.146	
remot176	3770535	10.1.61.97	Normal

Legend : HNS Vision

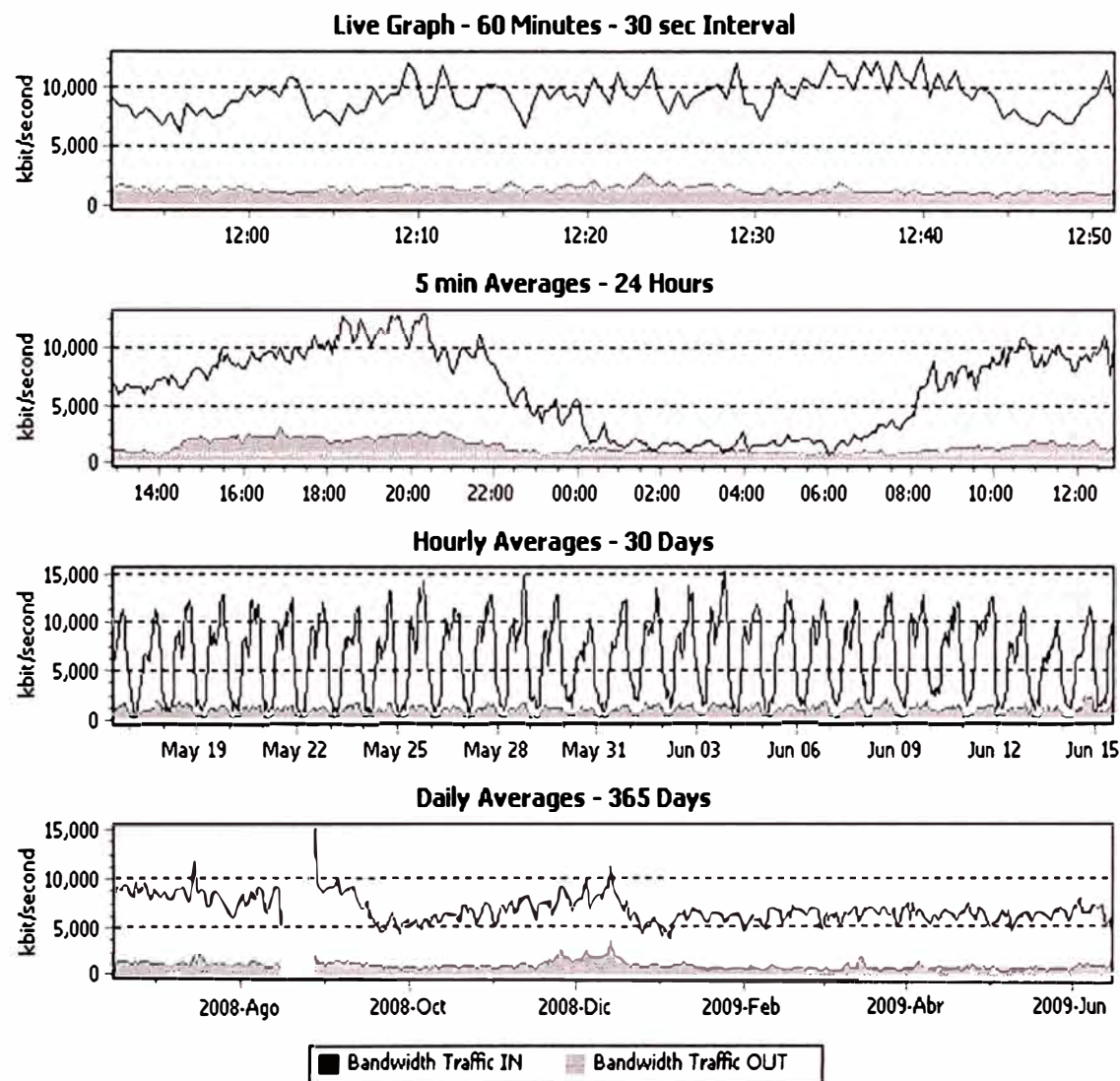
Legend

- Null
- Critical
- Major Fault
- Minor Fault
- Normal
- Unknown
- Unmanaged
- Warning
- Disable

Close

Figura 2.18 Ventana de estaciones remotas NMS Hughes

BORDER ROUTER ANUBIS (200.62.157.1)



Data for Sensor BORDER ROUTER ANUBIS (200.62.157.1)

Group: BACKHAUL
 Host: 10.10.0.1
 State: OK
 Current: 10,518 kbit/second
 Interval: 30 s
 Tags:
 Comments:

Figura 2.19 Gráfico de sensor SNMP basado en MRTG

CAPITULO III

INTEGRACIÓN DE PLATAFORMAS

3.1 Metodología para la Solución del Problema. Alternativas de solución

En este capítulo se va a integrar las diferentes plataformas tanto satelital como terrestre para crear los diferentes servicios que se quiere brindar a los clientes. Se describe el esquema de desarrollo y planeamiento de todo el escenario en el cual prestarán los servicios de telecomunicaciones. El planteamiento original consiste en una serie de planes de servicio de Internet, telefonía IP con conexión a la PSTN¹ y servicios de transmisión de datos con última milla para clientes corporativos.

3.1.1 Servicios de Internet y Transmisión de Datos

En el caso de los servicios de Internet, se tomaran como base, velocidades de uso comercial y grupos de contención 10:1. Se dispone de un ancho de banda en satélite de 18.8 MHz donde se podrá tener un caudal de velocidad binaria de hasta 24 Mbps utilizando DVB-S2. El usar este formato nos da la posibilidad de tener un canal de transmisión 1/3 más grande que usando DVB-S. En la tabla 3.1 podremos ver la distribución de clientes por cada plan de servicio basado en un ejemplo típico.

Tabla 3.1 Distribución de clientes por plan de servicio

Nombre del plan de servicio	Velocidad binaria en Kbps (down / up)	No. de estaciones remotas
Locutorio de telefonía	En demanda	30
Plan básico (1 PC)	200 / 50	110
Plan residencial (1 PC)	400 / 100	170
Plan SOHO (2 PCs)	600 / 100	120
Plan empresarial (3 PCs)	1000 / 200	70

3.1.2 Servicios de Voz sobre IP

El tráfico generado por la telefonía sobre IP tiene la ventaja de estar priorizada

¹ PSTN son las siglas en ingles de la red de telefonía pública conmutada.

con respecto de los datos. Una de las características más importantes del HUB Direcway, es que podemos configurar canales VoIP codificados en G.729 en la prioridad de transmisión más alta, tanto en subida como en bajada, sin que el tráfico de los datos afecte su calidad. La voz requiere de ciertos parámetros como flujo de bits constante (CBR) y de un jitter uniforme para que la calidad no se degrade en el tiempo.

En el tráfico de voz de bajada hacia las remotas, el canal es ancho y simplemente se toma una prioridad alta para enviar el tráfico CBR; el problema radica en el envío del tráfico CBR en subida desde las remotas, puesto que son portadoras angostas compartidas por muchas estaciones y de baja potencia. Para tal efecto Hughes implementa una solución llamada "bandwidth broker" y se trata de un equipo que separa ancho de banda en el inroute para el tráfico de los paquetes RTP². Mediante esta técnica, el sistema envía al inicio de cada trama en el inroute, primero los bits correspondiente al tráfico de voz y posteriormente el resto de tráfico de acuerdo a la configuración.

En el caso de la telefonía H323, el códec G.729 de 8 Kbps se convierte en 12 Kbps y luego en 14 Kbps debido al overhead³ añadido por las cabeceras de las capas inferiores. Entonces se supone que el ancho de banda utilizado por el canal de voz es de aproximadamente 28 Kbps en los 2 sentidos del flujo. Obviamente existen algunas funciones de telefonía como el VAD (Voice Activity Detection) que cuando no existe un nivel de audio mínimo, el canal deja de transmitir; ahorrando por consiguiente una importante cantidad de ancho de banda.

Si se tiene pensado brindar telefonía a unos 200 clientes, es de suponer que para tener un Erlang⁴ del 10% -que representa un valor bastante aceptable para usuarios rurales- necesitaríamos en el ancho de banda de los Inroutes, una capacidad de 20 canales G.729 o 280 Kbps lo cual es bastante probable que no interfiera con el ancho de banda ofrecido a los clientes (representa aproximadamente un 6% del total de la banda de subida). Un total de 20 llamadas podrían terminarse en la plataforma a la PSTN sin problemas de congestión; esto es inferior a un E1 que sería la interface del gateway Asterisk que se estaría interconectando con el proveedor de terminación del servicio de telefonía. Cabe mencionar que todos los cálculos están referenciados a la capacidad de Inroute del sistema puesto que la banda en ese sentido es menor que en el Outroute, esto debido a que se trata de un HUB "asimétrico".

² Real Time Protocol. Flujo UDP de tiempo real que lleva información de comunicaciones de voz u otro contenido multimedia como el video.

³ Bytes adicionales que aumentan la velocidad binaria del paquete al ser transportado.

⁴ Medida de la simultaneidad de las llamadas telefónicas respecto de una cantidad de troncales existentes.

3.2 Solución del Problema: Diseño de los Servicios

Para darle forma al proyecto de prestación de servicios de transmisión de datos y telefonía, se deberá partir del hecho que el resultado de nuestro estudio de mercado arroja que vamos a poder brindar servicios de telecomunicaciones a 500 clientes. Se considera que los usuarios están distribuidos en los siguientes planes de servicio según la tabla 3.2:

Tabla 3.2 Diseño de los servicios

Planes de servicio	O.B.	No. Remotas	Download	Upload	Total Down (Kbps)	Total Up (Kbps)
200/50 Kbps	10	110	200	50	2200	550
400/100 Kbps	10	170	400	100	6800	1700
600/100 Kbps	10	120	600	100	7200	1200
1000/200 Kbps	10	70	1000	200	7000	1400
Locutorios telefonicos	N.A.	30	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Totales		500			23200	4850

De acuerdo a los cálculos anteriores el tráfico máximo que se deberá de cursar por la red es de 23.2 Mbps de descarga y 4.85 Mbps de subida, esto sin considerar la telefonía. La cantidad de remotas por plan de servicio que se está considerando, obedece a una distribución típica dentro de una red satelital y podría cambiar sin afectar la prestación del servicio; Si se considera que el overbooking⁵ es de 10:1, entonces existe un total de 23,200 Kbps para el caudal de bajada y 4,850 Kbps en el caudal de subida.

Este resultado indica que se tiene espacio suficiente para alojar el tráfico de voz de 20 canales G.729 (esto es, $14 \times 20 = 280$ Kbps) sin afectar la descarga (esta cantidad representa menos del 2% de la velocidad binaria de download). De igual manera, en el caso del canal de subida, el resultado no deja margen para la banda de telefonía (como se comentó anteriormente, representa cerca del 6% de la velocidad binaria de upload), pero considerando que el inroute es el canal menos solicitado, existe la posibilidad que la banda del tráfico de voz no interfiera con el tráfico de datos o que por diseño de prioridades, lo que va a ocurrir es que el tráfico de voz desplace al tráfico de datos en la hora pico, haciendo que las llamadas tengan éxito y que el tráfico de datos caiga tan solo en ese 6% anteriormente descrito.

⁵ Palabra inglesa que expresa la medida que indica la cantidad de usuarios que existe por cada canal de servicio configurado.

3.3 Recursos Humanos y Equipamiento Necesarios

Los recursos humanos necesarios para el inicio del proyecto, deberán de incluir Ingenieros de proyectos y diseño que permitan implementar los servicios tradicionales y también configurar nuevos servicios para atender un segmento de mercado más especializado. Si bien es cierto que el usuario típico es aquel que solicita un canal de Internet con un terminal de telefonía, también existen los clientes corporativos que solicitan canales de comunicación para interconectar ATM's⁶, terminales SCADA⁷, canales de datos para aplicaciones remotas, etc. Se deberá de contar con un personal técnico con una amplia experiencia en el tema satelital pues los problemas asociados al transporte de datos son los más frecuentes. Los técnicos de campo deben de ser personal entrenado en la instalación, apuntamiento de antenas y configuración de los equipos de comunicaciones remotos. Los mismos técnicos instaladores pueden quedar a cargo del mantenimiento preventivo y/o correctivo de las estaciones remotas VSAT. En el Anexo A "CUADRO DE PERSONAL DEL NOC Y RECURSOS HUMANOS" se encuentra una lista de profesionales que brindarán sus servicios al HUB satelital así como también a las áreas de Administración, Operaciones y Mantenimiento.

3.4 Tiempo de Ejecución

Para considerar el tiempo de ejecución, se tiene una serie de eventos que van a representar todo el periodo desde que se inicia el proyecto hasta que finaliza con la instalación de las estaciones remotas. Como referencia, se incluye (en la sección anexos), el Anexo B "DIAGRAMA DE GANTT PARA LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO", donde se muestran los diferentes eventos y también el periodo estimado de implementación total que llega a los 161 días.

3.4.1 Pre-implementación

Durante este periodo se considera el tiempo que duran los bosquejos iniciales de la pre-ingeniería donde se resuelven los problemas iniciales asociados a la construcción del HUB. Posteriormente viene el periodo de tiempo asociado a la ingeniería en detalle donde se va diseñando todas las etapas del sistema de una manera minuciosa. Una vez que tenemos todos los problemas contemplados y resueltos, pasamos al periodo de los diagramas finales con la aprobación del departamento de ingeniería.

⁶ "Automated teller machine", conocido en nuestro medio como "cajeros automáticos".

⁷ Equipo de adquisición de datos de telemetría y control, administrados remotamente.

3.4.2 Logística

En los eventos asociados a la logística tenemos que contemplar 2 escenarios: Las negociaciones con fabrica (Hughes network systems) como son contratos, órdenes de compra, financiamiento, etc. Los equipos a importar son:

- HUB satelital Direcway (equipos y antena de recepción / transmisión)
- ODU's e IDU's propietarios del fabricante.
- Plataforma terrestre Cisco (Agregador, SCE, Firewall, routers)
- Plataforma terrestre VoIP (servidores y gateways)
- Servidores rackeables para plataforma de administración y para otras tareas auxiliares.

Las compras locales de materiales de integración tanto para el HUB como para las estaciones remotas deben de contemplar todos los materiales necesarios. Durante este periodo es cuando se fabrican los equipos de telecomunicaciones, mientras tanto localmente, se construyen los soportes de antena y se compran todos los materiales para la instalación de las estaciones remotas:

- Cables IFL para estación remota (coaxial RG-6).
- Cables UTP cat-5 para conexiones de VSAT a switch.
- Cable eléctrico vulcanizado.
- Tubo corrugado y canaletas para los cables eléctricos.
- Siliconas, cinta vulcanizada, cintillos de plástico, etc.

3.4.3 Instalación del HUB

El periodo de instalación del HUB empieza después de la aprobación del proyecto por el departamento de ingeniería. Durante este periodo, se tienen que considerar diferentes acciones:

- El site survey del HUB, que empieza con un levantamiento de información del sitio donde estará construida la edificación que alojara los equipos y la antena.
- Obras civiles, que se refiere a las construcciones que se realizaran.
- Implementación del sistema eléctrico, cableado y cajas de conexión. Tableros eléctricos para los elementos de conmutación y protección.
- Instalación del sistema de respaldo, la energía debe de estar asegurada en todo momento y un sistema de energía ininterrumpida es necesario.
- Instalación de racks y del equipamiento del HUB.

- Pruebas del sistema con un enlace satelital en lazo cerrado (loop back to back) para comprobar transmisores, receptores y ver que todo se encuentre funcionando.
- Pruebas con la estación remota piloto en el mismo site del HUB.

3.4.4 Instalación de Estaciones Remotas

Este periodo se considera a partir de cuando el HUB satelital entra en operación y las estaciones remotas piloto se encuentran enlazadas a éste. Los grupos de instalación salen al campo con toda la logística en regla y se realizan rutas de instalación para 500 estaciones remotas satelitales para economizar en gastos de transporte. Una vez en la localidad de destino se procede a:

Realizar un site survey del espacio físico donde va la estación remota.

Proceder a realizar la loza donde ira el soporte de antena.

Montar el canister⁸ con la antena.

Configuración de los terminales VSAT.

Realizar el procedimiento de apuntamiento de antena.

Dar acabado a las instalaciones con tubo corrugado y canaletas.

Realizar trabajos de logística, documentación, inventario, etc.

Continuar la ruta o regresar a la base de operaciones.

3.5 Presupuesto

3.5.1 Estimación de Inversión en Equipos

El detalle está descrito en el Anexo C "CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN EN EQUIPOS".

3.5.2 Estimación de Presupuesto en Satélite

El detalle está descrito en el Anexo D "CUADRO DE PRESUPUESTO RECURRENTE EN SEGMENTO SATELITAL".

3.5.3 Estimación de Presupuesto de Operación: Personal

El detalle está descrito en el Anexo E "CUADRO DE PRESUPUESTO RECURRENTE EN RECURSOS HUMANOS"

3.5.4 Estimación de Presupuesto de Operación: Servicios

EL detalle está descrito en el Anexo F "CUADRO DE PRESUPUESTO RECURRENTE EN SERVICIOS".

⁸ Elemento de ajuste y calibración de azimuth y elevación de la antena parabólica.

3.5.5 Estimación de costos y ganancias

El detalle esta descrito en el Anexo G "CUADRO DE COSTOS Y GANANCIAS" y se observa que el monto de las utilidades brutas podrían permitir financiar el costo de los equipos a unos 5 años a partir del inicio de operaciones. La financiación podría permitir tener utilidades netas desde el primer año pero por otra parte se está tomando como cierto el hecho de tener el HUB "lleno" desde el inicio de las operaciones, lo cual no es necesariamente cierto pues este evento podría tomar al menos un par años en ser realidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la experiencia obtenida en la plataforma satelital con acceso a datos, Internet y servicio de telefonía, se pueden obtener algunas conclusiones:

1. El costo del Kbps comparado al servicio terrestre es mucho mayor que el satelital debido al medio de transporte. Puede ser de 10 a 15 veces mayor. Como un ejemplo práctico, el servicio 1 Mbps de internet ADSL de la empresa telefónica del Perú tiene un costo de 200.00 nuevos soles, mientras que un servicio satelital similar cuesta aproximadamente 2,200.00 nuevos soles.
2. El servicio satelital tiene menor performance en la navegación web que el servicio terrestre debido a los parámetros de latencia que no son bien soportados principalmente por el protocolo TCP (HTTP el más importante).
3. El download de software en el servicio satelital tiene similar performance que el servicio terrestre, debido sobre todo a la característica de TCP Spoofing de los sistemas satelitales.
4. Si hablamos de volúmenes relativamente bajos de tráfico telefónico como en este caso (o sea 20 o 30 canales simultáneos de telefonía), respecto del volumen generado por los servicios de Internet, no es necesario considerar ancho de banda adicional para el costeo de la telefonía debido a que el servicio puede "extraer" ancho de banda en demanda (es mayor durante las horas pico de telefonía) del tráfico de datos. Una vez pasada la hora pico, el servicio de datos retorna a su estado normal.
5. El servicio de telefonía satelital fija (no celular), al ser centralizado (es decir terminales remotos contra un GW en Lima), genera cargos en tarifas de larga distancia nacional debido a que la interconexión con otros operadores de telefonía se hace desde Lima. Por ejemplo las llamadas locales tienen un costo superior de terminación o completación que las llamadas de larga distancia a Lima. Aunque los cargos de transporte por los operadores tradicionales es relativamente bajo y del orden de unos

céntimos de nuevo Sol, de todas maneras causan un efecto en el costo del servicio por satélite.

6. Las terminaciones de llamadas desde la plataforma satelital a los operadores de telefonía celular, podrían costar igual tanto locales como larga distancia debido a la implantación de la tarifa única nacional (TUN). Esta característica es conveniente para el proyecto pues el tráfico celular de las localidades remotas atendidas por el servicio satelital, se enruta desde Lima a cualquier otro sitio en el País sin generar sobrecostos por transporte debido a la "larga distancia nacional" LDN.

Igualmente, se pueden enumerar las siguientes recomendaciones:

1. El ancho de banda es el recurso más costoso por lo tanto es necesario mantenerlo aun a costa de volver lentos algunos flujos de servicios montados en HTTP. Por ejemplo:

1ra. Prioridad:

- Flujos de servidores de trabajo corporativo
- Flujos de servidores de trabajo públicos
- Flujos de servidores de consulta y educativos
- Flujos de servidores de Cache de medios de comunicación en línea

2da. Prioridad:

- Flujos de servidores de recreación
- Flujos de servidores de streaming (video, audio, radios)
- Flujos de servidores de descargas gratuitas
- Flujos de actualización de software de sistema operativo

3ra. prioridad:

- Flujos de Servidores de P2P
- Flujos de servidores de contenido reñidos con la moral (sexo, violencia, racial, etc.). Existe la posibilidad de bloquear estos contenidos para ahorrar más ancho de banda.

2. Por último, es posible brindar servicios de Internet satelital con cuotas fijas de transferencia de datos (MBytes/día) bajo la modalidad: "el que consume más, paga más"; esto mediante la utilización de el SCE para configurar volúmenes de cuota de datos transferidos (upload y download).

ANEXO A
CUADRO DE PERSONAL DEL NOC Y RECURSOS HUMANOS

Personal del NOC y recursos Humanos

Personal del NOC	Ctd.	Perfil y observaciones
Ingeniero responsable del NOC	1	Gerente técnico (Ing. Electrónico y/o proyectos)
Ingeniero especialista en HUB Direcway y conectividad IP	3	Ing. Electrónicos Hub y VoIP especialistas en conectividad
Técnico Operador NOC	4	Técnico o Ing. Electrónico recién egresado
Técnicos de campo	3	Técnico electrónico especialista en instalación de estaciones remotas
Secretaria / Recepcionista	1	Asistente
Empleado para mensajería	1	Empleado
Subtotal personal técnico	13	

Personal Administrativo y Gerencia	Ctd.	Perfil y observaciones
Gerente General	1	Administrador
Gerente administrativo	1	Administrador
Gerente Comercial	1	Administrador
Contador	1	Contador
Personal de administración y contabilidad	5	Auxiliar de contabilidad
Secretaria / Recepcionista	1	Asistente
Empleado para mensajería	1	Empleado
	11	

Personal de Sistemas	Ctd.	Perfil y observaciones
Gerente de Sistemas	1	Ingeniero de sistemas y/o proyectos
Analista programador	1	técnico en programación
	2	

Total de Personal: 26

ANEXO B
DIAGRAMA DE GANNT PARA LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	tri 2, 2008				tri 3, 2008		tri 4, 2008			tri 1, 20		
				mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	
1	Hub Direcway	161 días	lun 4/28/08	[Gantt bar from mar to ene]											
2	1 Pre-implementacion	27 días	lun 4/28/08	[Gantt bar from mar to ene]											
3	1.1 Pre-ingenieria	8 días	lun 4/28/08	[Gantt bar from mar to ene]											
4	1.2 Ingenieria en detalle	10 días	jue 5/8/08	[Gantt bar from mar to ene]											
5	1.3 Diagramas finales	5 días	jue 5/22/08	[Gantt bar from mar to ene]											
6	1.4 Aprobacion de ingenieria	3 días	jue 5/29/08	[Gantt bar from mar to ene]											
7	2 Logistica	64 días	lun 5/5/08	[Gantt bar from mar to ene]											
8	2.1 Hughes	64 días	lun 5/5/08	[Gantt bar from mar to ene]											
9	2.1.1 Contrato	4 días	lun 5/5/08	[Gantt bar from mar to ene]											
10	2.1.2 Orden de compra	2 días	vie 5/9/08	[Gantt bar from mar to ene]											
11	2.1.3 Fabricacion de equipos	30 días	mar 5/13/08	[Gantt bar from mar to ene]											
12	2.1.4 Pruebas en fabrica	5 días	mar 6/24/08	[Gantt bar from mar to ene]											
13	2.1.5 Transporte	15 días	mar 7/1/08	[Gantt bar from mar to ene]											
14	2.1.6 Desaduanaje y almacenaje	7 días	mar 7/22/08	[Gantt bar from mar to ene]											
15	2.2 Local	23 días	mar 6/3/08	[Gantt bar from mar to ene]											
16	2.2.1 Orden de compra de soportes de antena	2 días	mar 6/3/08	[Gantt bar from mar to ene]											
17	2.2.2 Fabricacion de soportes de antena	15 días	jue 6/5/08	[Gantt bar from mar to ene]											
18	2.2.3 Almacenaje de soportes de antena	3 días	jue 6/26/08	[Gantt bar from mar to ene]											
19	2.2.4 Orden de compra de materiales de integracion	5 días	mar 6/3/08	[Gantt bar from mar to ene]											
20	2.2.5 Adquisicion de materiales de integracion	15 días	mar 6/10/08	[Gantt bar from mar to ene]											
21	2.2.6 Entrega de materiales de integracion	3 días	mar 7/1/08	[Gantt bar from mar to ene]											
22	3 Instalacion	143 días	jue 5/22/08	[Gantt bar from mar to ene]											
23	3.1 Instalacion HUB	83 días	jue 5/22/08	[Gantt bar from mar to ene]											
24	3.1.1 Site survey del HUB	7 días	jue 5/22/08	[Gantt bar from mar to ene]											
25	3.1.2 HUB obras civiles	21 días	vie 5/30/08	[Gantt bar from mar to ene]											
26	3.1.3 HUB sistema electrico	7 días	lun 6/30/08	[Gantt bar from mar to ene]											
27	3.1.4 HUB sistema de proteccion	4 días	mié 7/9/08	[Gantt bar from mar to ene]											
28	3.1.5 HUB Montaje de antena	7 días	jue 7/31/08	[Gantt bar from mar to ene]											
29	3.1.6 HUB montaje de HUB Direcway	30 días	jue 7/31/08	[Gantt bar from mar to ene]											
30	3.1.7 HUB pruebas de enlace remota de prueba	3 días	mié 9/10/08	[Gantt bar from mar to ene]											
31	3.2 Instalacion de estaciones remotas	60 días	lun 9/15/08	[Gantt bar from mar to ene]											
32	4.1 Estaciones remotas piloto	3 días	lun 9/15/08	[Gantt bar from mar to ene]											
33	4.2 Estaciones remotas	60 días	lun 9/15/08	[Gantt bar from mar to ene]											

ANEXO C
CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN EN EQUIPOS

Concepto	Descripción	cantidad	C. Unitario	C. Total
Equipos				
HUB Direcway	HUB Direcway Hughes instalado y operando	1	\$800,000.00	\$800,000.00
Plataforma de interconexión	Plataformas de agregación, Internet, voz y administración	1	\$200,000.00	\$200,000.00
Estación remota satelital	VSAT Direcway HN7000 +1W+Antena 1.2mts	500	\$1,000.00	\$500,000.00
Instalación de estaciones satelitales	Costo de instalación de estación VSAT	500	\$400.00	\$200,000.00

Costo Total \$1,700,000.00
Costo por sistema
Vsat \$3,400.00

ANEXO D
CUADRO DE PRESUPUESTO RECURRENTE EN SEGMENTO SATELITAL

Segmento satelital	Portadoras	Factor	FEC	Sy (Ksps)	KHz	Mensual	Anual	Observaciones
Costo por MHz						\$2,400.00	\$28,800.00	
Inbound (Mhz) OQPSK	14	2	3/4	256	5,600.00	\$13,440.00	\$161,280.00	13+1 inroutes OQPSK de 256 Ksps FEC 3/4
Outbound (Mhz) QPSK	1	3	9/10	11000	13,200.00	\$31,680.00	\$380,160.00	1 Outroute DVB-S2 de 11 Msps, QPSK, FEC 9/10
Total						\$45,120.00	\$570,240.00	

Eficiencia de la portadora (debido a overhead) 90.00 %

Velocidad Inroute Total 5,376.00 Kbps

Velocidad Outroute Total 27,370.59 Kbps

Velocidad efectiva total Upload **4,838.40 Kbps**

Velocidad efectiva total Download **24,633.53 Kbps**

ANEXO E
CUADRO DE PRESUPUESTO RECURRENTE EN RECURSOS HUMANOS

Personal del NOC	Ctd.	mensual	anual	Perfil y observaciones
Ingeniero responsable del NOC	1	\$2,500.00	\$30,000.00	Gerente técnico (Ing. Electrónico y/o proyectos)
Ingeniero especialista en HUB Direcway y conectividad IP	3	\$2,000.00	\$72,000.00	Ing. Electrónicos HUB y VoIP especialistas en conectividad
Técnico Operador NOC	4	\$500.00	\$24,000.00	Técnico o Ing. Electrónico recién egresado
Técnicos de campo	3	\$450.00	\$16,200.00	Técnico electrónico especialista en instalación de estaciones remotas
Secretaria / Recepcionista	1	\$400.00	\$4,800.00	
Empleado para mensajería	1	\$400.00	\$4,800.00	
Subtotal personal técnico	13	\$12,650.00	\$151,800.00	

Personal Administrativo y Gerencia	Ctd.	mensual	anual	Perfil y observaciones
Gerente General	1	\$3,500.00	\$42,000.00	Administrador
Gerente administrativo	1	\$2,200.00	\$26,400.00	Administrador
Gerente Comercial	1	\$2,000.00	\$24,000.00	
Contador	1	\$1,500.00	\$18,000.00	Contador
Personal de administración y contabilidad	5	\$450.00	\$27,000.00	Auxiliar de contabilidad
Secretaria / Recepcionista	1	\$400.00	\$4,800.00	
Empleado para mensajería	1	\$400.00	\$4,800.00	

11 \$12,250.00 \$147,000.00

Personal de Sistemas	Ctd.	mensual	anual	Perfil y observaciones
Gerente de Sistemas	1	\$2,000.00	\$24,000.00	Ingeniero de sistemas y/o proyectos
Analista programador	1	\$650.00	\$7,800.00	técnico en programación

2 \$2,650.00 \$31,800.00

Total Mensual \$27,550.00 \$330,600.00

Promedio por estación remota **\$55.10 \$661.20**

ANEXO F
CUADRO DE PRESUPUESTO RECURRENTE EN SERVICIOS

Servicios Basicos	Ctd.	mensual	anual
Líneas de telefonía comercial fijas	3	\$100.00	\$3,600.00
Energía eléctrica	1	\$1,500.00	\$18,000.00
Agua	1	\$100.00	\$1,200.00
Otros	1	\$50.00	\$600.00
Subtotal Servicios públicos		\$1,950.00	\$23,400.00

Servicios para venta en NOC	Ctd.	mensual	anual
Telefonía		Según consumo	
Acceso a Internet de 25 Mbps	25	\$200.00	\$60,000.00
Subtotal Servicios para Venta		\$5,000.00	\$60,000.00

Gastos de Operación en campo	Ctd.	mensual	Annual
Vehículo en la zona	1	\$500.00	\$6,000.00
Combustibles y lubricantes	1	\$1,000.00	\$12,000.00
Consumibles reparaciones en estación remota	1	\$100.00	\$1,200.00
Útiles de oficina	1	\$50.00	\$600.00
Transportes locales	1	\$150.00	\$1,800.00
Subtotal Gastos Operación básica		\$1,800.00	\$21,600.00

Otros servicios de Operación	Ctd.	mensual	anual
Capacitación Técnica	1	\$500.00	\$6,000.00
Licencias y permisos locales	1	\$150.00	\$1,800.00
Comunicaciones móviles corporativas (RPC, RPM)	13	\$260.00	\$3,120.00
Canon a servicios de telecomunicaciones MTC	500	\$0.25	\$1,500.00
Subtotal otros Servicios de operación		\$1,035.00	\$12,420.00

Otros Servicios Especializados	Ctd.	mensual	anual
Asesorías, estudios, etc.	1	\$500.00	\$6,000.00
Seguros Mensuales	1	\$1,500.00	\$18,000.00
Subtotal		\$2,000.00	\$24,000.00

Total Mensual	\$11,785.00	\$141,420.00
Promedio por estacion remota	\$23.57	\$282.84

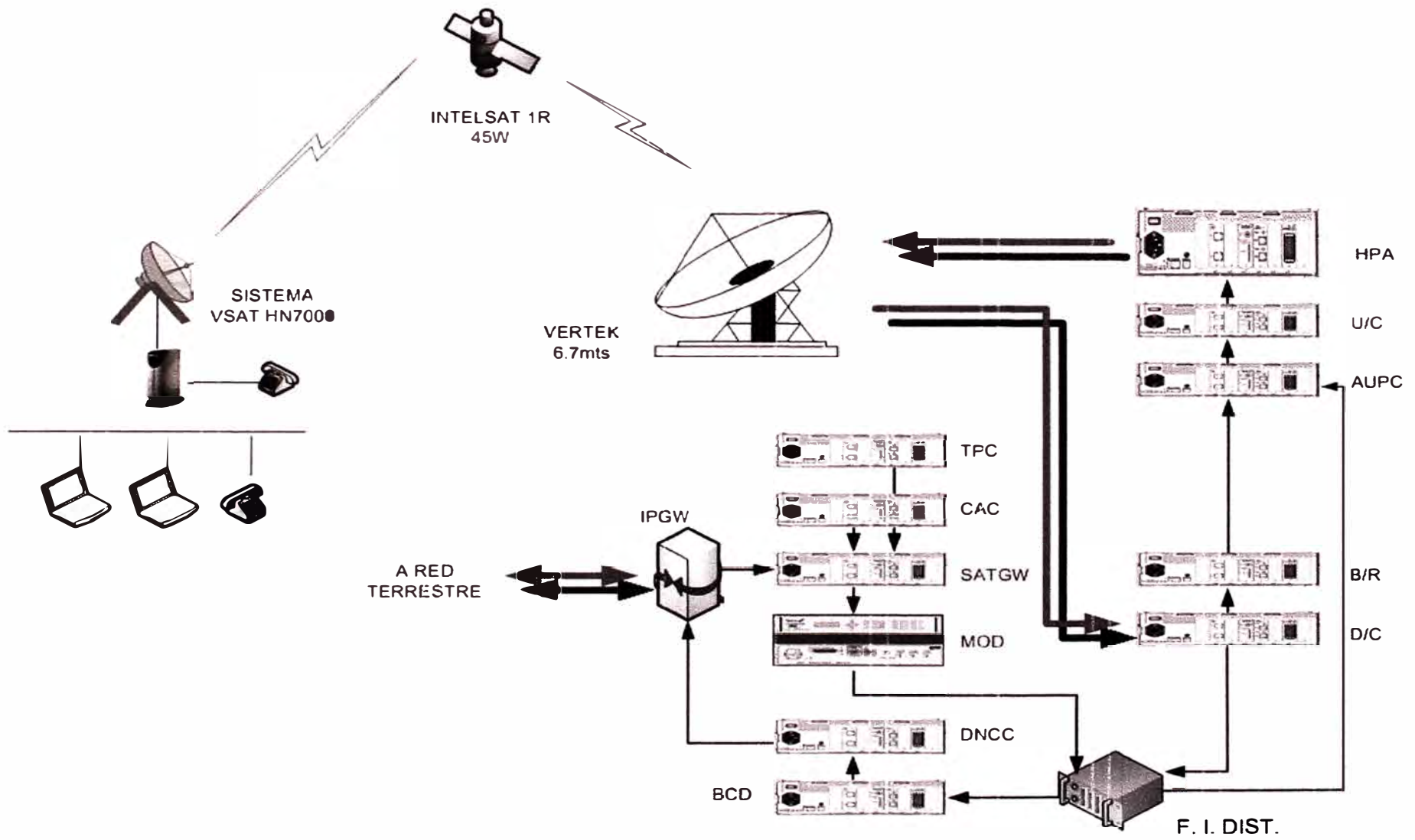
ANEXO G
CUADRO DE COSTOS Y GANANCIAS

	Mensual	Anual
Operaciones	\$11,785	\$113,136
Segmento	\$45,120	\$570,240
Recursos Humanos	\$27,550	\$330,600
Total de costo operativo	\$84,455	\$1,013,976

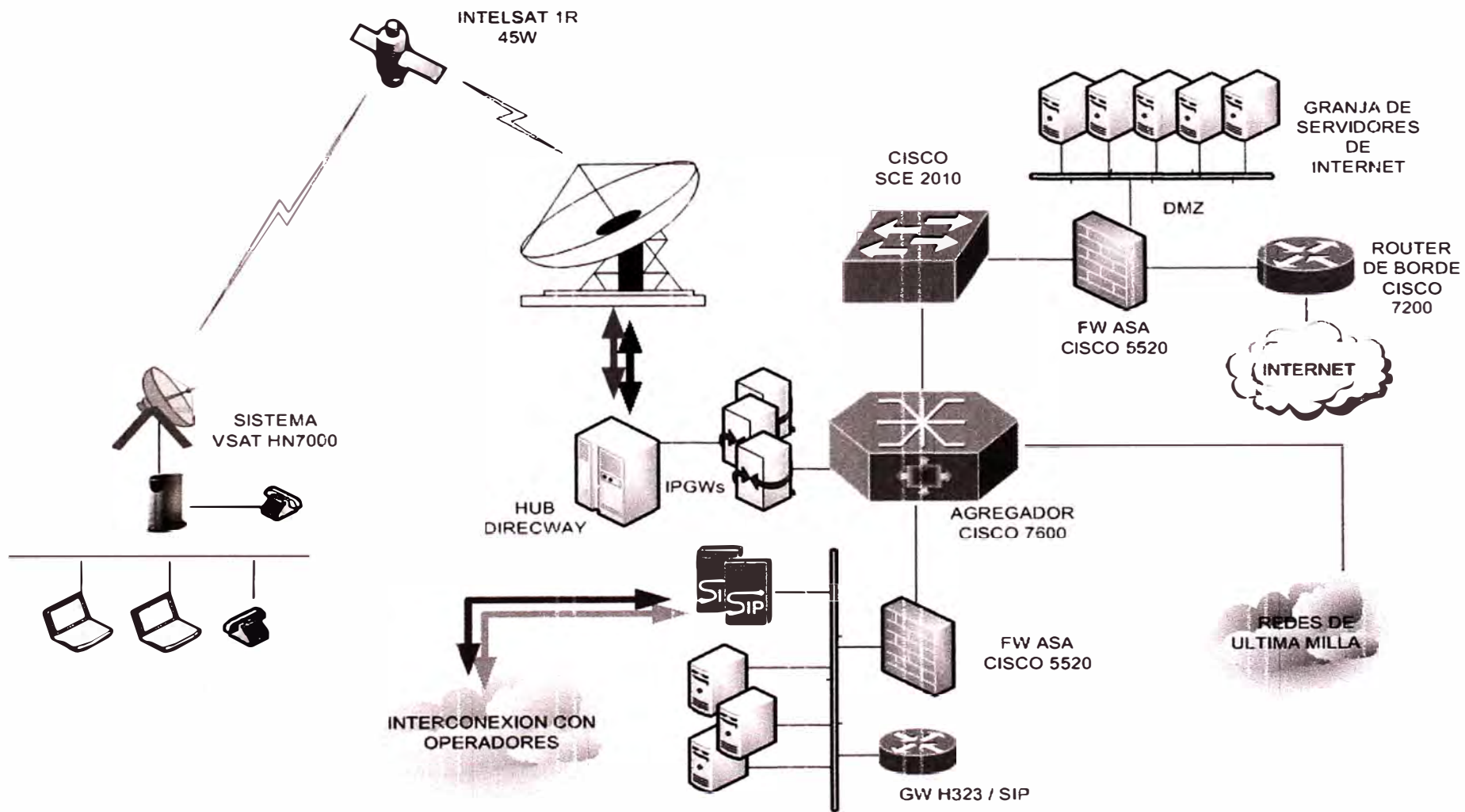
	Contención	Ctd	BW Download	Bw Upload	P. unitario	total Mensual	total Anual
Locutorios telefonicos	N.A.	30	140	126	-	\$9000	\$108000
200/50	10:1	110	2,200	550	\$170	\$18,700	\$224,400
400/100	10:1	170	6,800	1,700	\$290	\$49,300	\$591,600
600/100	10:1	120	7,200	1,200	\$490	\$58,800	\$705,600
1000/200	10:1	70	7,000	1,400	\$690	\$48,300	\$579,600
		500	23,340	4,976		\$184,100.00	\$2,209,200.00

Utilidad bruta anual \$1,195,224.00

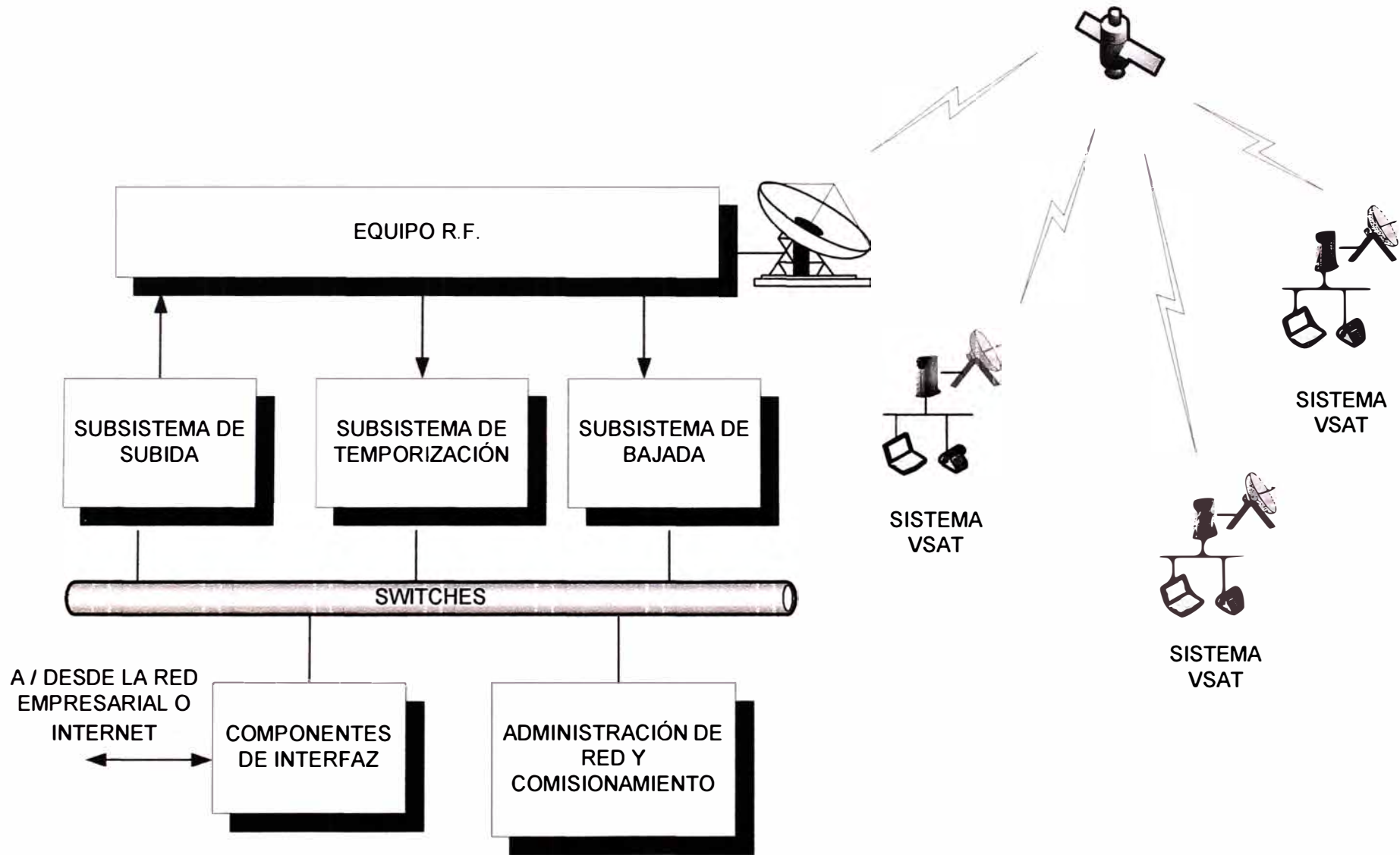
ANEXO H
ESQUEMA DE PLATAFORMA SATELITAL DIRECWAY



ANEXO I
ESQUEMA DE PLATAFORMA TERRESTRE DE VOZ Y DATOS



ANEXO J
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL HUB DIRECWAY



ANEXO K
GLOSARIO DE TERMINOS

ADSL.- Asymmetric Digital Subscriber Line, es una red de transporte de datos que tiene como planta externa, el par de cobre telefónico del proveedor de líneas cableadas.

Agregador.- Equipo de agregación fabricado por Cisco que se emplea para routing y switching equipado con diferentes interfases de comunicaciones y que forma parte de la familia NGN de Cisco.

Backbone.- se refiere a la conexión troncal principal dentro de una red de datos. Para acceder a Internet los datos pasan a través del Backbone del sistema en uno y otro sentido.

Backhaul.- Red de interconexión entre proveedores de servicios de datos y voz con el HUB.

BCD.- Burst Channel Demodulator, son elementos demoduladores de las portadoras de retorno de las estaciones remotas VSAT.

CAC Server.- equipo del NOC que genera claves de seguridad para encriptar el tráfico de los paquetes de datos hacia el Outbound. Debido a la naturaleza del enlace donde todo el Outroute es demodulado por cada una de las estaciones remotas.

Carrier Class.- equipo de comunicaciones de gran performance, utilizado por operadores en la industria de las telecomunicaciones.

Cinturón de Clarke.- conjunto de satélites Geoestacionarios que se ubican en el plano Ecuatorial a una distancia de aproximadamente 35,500 Km.

CIR.- Committed Information Rate, es la velocidad garantizada al sistema de transmisión de datos.

Core.- núcleo de un sistema computacional.

DNCC.- equipo del HUB Direcway cuya labor es reconstruir los paquetes IP a partir de la información recuperada de los demoduladores de las portadoras Inroutes.

DVB-S.- de sus siglas en ingles "digital video broadcasting by satellite" es un estándar de transmisión de información digital satelital que utiliza un stream MPEG2 y modulación QPSK. Actualmente se maneja también el formato DVB-S2 que da una mayor velocidad de datos binario que DVB-S, utilizando el mismo ancho de banda en el espectro.

E1.- es un formato de transmisión digital o trama, que esta codificado en PCM y consta de 32 canales de 64Kbps. Son 30 canales de voz más un canal de señalización y otro de sincronismo. Este tipo de transporte es el estándar de transporte en Europa y Perú. En Norteamérica el estándar es el T1.

GPS.- sistema de posicionamiento global (por sus siglas en ingles), utilizado ampliamente para determinar la posición de cualquier objeto sobre la superficie de la

tierra. Funciona mediante una red de 27 satélites (24 más 3 de respaldo) que se encuentran a 20,200 Km. De distancia de la tierra y que al recibir información de al menos 3 de ellos, el equipo determina la posición mediante una técnica de triangulación.

H323.- es una recomendación del ITU-T (International Telecommunication Unión) que define protocolos para generar sesiones de comunicación de audio y video sobre una red. Ampliamente utilizada en voz sobre IP (VoIP). La señalización tiene transporte TCP y utiliza el puerto 1720 para intercambiar datos entre el terminal H323 y el Gateway de voz.

HUB.- Nombre con el que se conoce a la estación terrena central de un sistema VSAT. Las estaciones remotas se conectan a la estación central en una configuración de topología estrella.

Inbound.- espacio en el segmento satelital generado por la estación remota.

Inroute.- Portadora de retorno generada por la estación remota VSAT. Para el caso de Direcway esta debe de llegar al HUB con un EbNo de aprox. 10dB para una portadora de retorno de 256 Ksps.

IDU.- in door unit o equipo de interiores en un sistema satelital.

Internet Farm, granja de Servidores, conjunto de servicio que están disponibles desde Internet. Pueden ser HTTP Server, mail Server, FTP Server, etc.

IVR.- Interactive Voice Response, es un sistema mezcla de audio digital con base de datos, que brinda interacción con el usuario a través de mensajes de audio como respuesta y requerimientos de datos hechos por pulsar teclas de un terminal de telefonía DTMF.

Jitter.- variaciones de tiempo entre bits experimentado por un tren de bits al llegar al lado receptor de la comunicación digital.

MFS.- Servidor FTP que entrega los archivos de configuración y software generados por el NMS a través del MGW. Se encuentra corriendo en el mismo Servidor que el MGW.

MGW.- El "Management Gateway" es un agente SNMP que brinda servicios de administración (download de software, monitoreo y control) a otros equipos del NOC como son los IPGWs, SDL. Es un servicio que se encuentra alojado en el mismo Servidor que el MFS.

MRTG.- Multi Routing Traffic Grapher, herramienta de visualización de tráfico mediante el uso de protocolo SNMP.

NOC.- Network Operation Center, es la sala de equipos desde donde se gestionan determinadas plataformas de comunicaciones.

ODU.- out door unit o equipo de exteriores en un sistema satelital.

Outbound.- espacio en el segmento satelital generado por la estación terrena principal ó HUB.

Outroute.- Portadora del enlace de subida del HUB Direcway.

Over Booking.- Expresa la relación existente entre el PIR y el CIR de un canal de datos y/o Internet.

PBX.- Private Branch eXchange, viene a ser la central telefónica privada utilizada en las empresas.

Peer To Peer.- son redes donde cada usuario es un servidor a la vez. Se utilizan como redes de intercambio de archivos y son grandes consumidores del ancho de banda disponible.

PIR.- Permitted Information Rate, es la velocidad máxima permitida que tendrá el servicio. **CBR.-** Constant Bit Rate, modelo de transmisión de datos indispensable para comunicaciones de voz sobre IP.

QMPC.- es una PC para el monitoreo de la calidad del Outroute en el HUB Direcway.

RISC.- Reduced Instructions Set Computer, son microprocesadores muy potentes y fabricados por PowerPC, DEC Alpha, MIPS, etc.

SCE.- Equipo controlador de ancho de banda, filtro de contenidos, etc. plataforma Cisco NGN.

SIP.- protocolo de inicio de sesión, actualmente se utiliza ampliamente en telefonía sobre IP y brinda señalización a sesiones donde intervienen elementos multimedia como el audio y el video.

SLA.- Service Level Agreement, acuerdo de nivel de servicio firmado entre el operador de telecomunicaciones y el usuario del servicio.

SNMP.- Simple Network Management Protocol, es el protocolo de administración de redes IP mas utilizado.

Suscriptor.- Viene a ser la entidad del lado de usuario que genera tráfico de datos. Puede estar definido por una dirección IP, un conjunto de direcciones o por algún tipo de autenticación para ser considerado único dentro de la red.

TCP/IP.- protocolos ampliamente usados en Internet y en redes de transporte de datos de características similares.

Timing PC.- Equipo parte del HUB satelital que genera mensajes de temporización y los envía al satélite a través del Outbound.

Transponder.- El termino proviene de la conjunción de dos palabras en inglés: transmitter y responder (receptor). Es un elemento que recibe la señal de las estaciones remotas, le cambia la frecuencia y la re-transmite nuevamente hacia la Tierra.

VSAT.- Very Small Apertura Terminal, sistema de comunicaciones por satélite conformado por una parte interna que viene a ser un equipo transceptor que se comporta como un modem satelital y de una parte externa que es el receptor/transmisor satelital montado sobre una antena parabólica. Generalmente son equipos que trabajan en la banda C o Ku con antenas relativamente pequeñas (0.9 mt. a 1.8 mt.).

BIBLIOGRAFIA

1. Comunicaciones por satélite. Hughes Network Systems
2. HNS Direcway System overview. Hughes network Systems
3. HNS official Web Site: www.hughes.com
4. Cisco Service control engine. Cisco
5. Cisco Collection Manager. Cisco
6. Cisco Subscriber Manager. Cisco
7. Cisco SCA BB user guide. Cisco.
8. Cisco oficial Web Site. www.cisco.com
9. Asterisk. Official Web Site: www.asterisk.org