

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ESTABLECIMIENTO DE UNA CONEXIÓN EN
FRAME RELAY**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JULIO CÉSAR ABREGÚ FLORES

**PROMOCIÓN
2000 - I**

**LIMA – PERÚ
2006**

ESTABLECIMIENTO DE UNA CONEXIÓN EN FRAME RELAY

A la memoria de mi hermano Jorge Raúl

SUMARIO

El tamaño, complejidad y volumen total de tráfico de datos ha ido creciendo a saltos. Nuevas aplicaciones semejantes a: correo electrónico, transferencia de archivos, CAM/CAD y el explosivo crecimiento de las Redes LAN; ha requerido la necesidad de que sea posible transmitir grandes volúmenes de datos a altas velocidades y en imprevisibles patrones llamados BURST (ráfagas de datos). Al mismo tiempo, la calidad de las líneas de las compañías telefónicas, nodos y redes ha impulsado el cambio a la tecnología digital. Los equipos de procesamiento de datos, comunicación de datos y software han provocado la búsqueda de nuevos niveles de sofisticación.

Teniendo en cuenta estos antecedentes y que la industria de las Telecomunicaciones ha reducido costos y ha aumentado las velocidades de transmisión, surge **FRAME-RELAY** como una evolución de la tecnología WAN.

El presente informe tiene por objeto mostrar el establecimiento de una conexión y servicio sobre la tecnología FRAME RELAY. Se desarrolla bajo una plataforma de equipos Alcatel sobre el cual se brinda un servicio de transmisión de datos que permite la interconexión de redes LAN. Los equipos extremos en el lado usuario son routers Cisco. Considera el análisis y troubleshooting de la conexión en los niveles OSI correspondientes.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO SOBRE FRAME RELAY

1.1	Introducción a Frame Relay	3
1.1 .1	Demandas	3
a)	Mayor velocidad a menor coste	3
b)	Datos a ráfagas	4
c)	Mejora del medio de transmisión	5
1.1.2	Ventajas	7
1.1.3	Desventajas	8
1.1.4	Papel de Frame Relay	8
1.2	Funcionamiento de Frame Relay	8
1.2.1	Circuitos virtuales	9
1.2.2	PVC	10
1.2.3	SVC	11
1.2.4	DLCI dentro de la Red	13
1.2.5	Conmutadores	14
1.3	Niveles en Frame Relay	14
1.3.1	Nivel físico	16
1.3.2	Nivel de enlace de datos	16
1.4	Control de la Congestión	18
1.4.1	Elusión de la Congestión	18
a)	Notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN)	18
b)	Notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN)	19
1.4.2	Cuatro situaciones de congestión	19
1.4.3	Descarte	20
1.5	Algoritmo del cubo con escape	20
1.6	Control de Tráfico	24

1.6.1	Velocidad de acceso	25
1.6.2	Tamaño de ráfaga comprometida	25
1.6.3	Velocidad de información comprometida	26
1.6.4	Tamaño de ráfaga en exceso	26
1.6.5	Velocidad de usuario	26
1.7	Otras características	27
1.7.1	Direcciones ampliadas	27
1.7.2	Ensamblador/desensamblador en Frame Relay	28
1.7.3	Voz a través de Frame Relay	29
1.7.4	Información de gestión local	29
1.8	Estándares	30

CAPÍTULO II

PLATAFORMA DE ACCESO: CONEXIÓN USUARIO – RED

2.1	Descripción	32
2.2	Línea de acceso	32
2.2.1	Características físicas y técnicas	32
2.3	Dispositivo de acceso (DCE): Módem	33
2.4	Infraestructura de usuario	34
2.4.1	Dispositivo de usuario (DTE): Router	35
2.4.2	Configuración de router en sede principal	35
2.4.3	Configuración de router en sede remota	36
2.5	Infraestructura de Red: Acceso	37
2.5.1	Puertos de acceso en la Red	37

CAPÍTULO III

PLATAFORMA DE RED: CONEXIÓN RED – RED

3.1	Descripción	39
3.1.1	Software de Gestión de Red	39
3.2	Infraestructura de Red: Frame Relay	40
3.3	Topología de conexión	41
3.4	Construcción de la conexión Red – Red	42
3.4.1	Construcción del “Link Frame Relay”	42
3.4.2	Construcción del “Path Frame Relay”	43

3.5	Análisis de la conexión Frame Relay	44
3.5.1	Establecimiento de la conexión FR en la Red Alcatel	45
a)	Activación del Stream FSC	45
b)	Intercambio de mensajes de estado	46
3.5.2	Establecimiento de la conexión FR en el router Cisco	48
a)	Estado de la interface serial	48
b)	Mensajes de estado	48
c)	Estado del PVC	48
3.6	Operación de la conexión Frame Relay	48
CAPÍTULO IV		
ANÁLISIS DE FALLAS EN LA CONEXIÓN FRAME RELAY		
4.1	Descripción	51
4.2	Administración de la congestión	51
4.2.1	Análisis del tráfico de cliente	52
4.2.2	Análisis de Congestión en la Red	53
4.3	Localización de fallas (troubleshooting)	54
4.3.1	Análisis desde la Red	54
a)	Troubleshooting en nivel 1	54
b)	Troubleshooting en nivel 2	55
4.3.2	Análisis desde el router del cliente	56
a)	Comandos “show”	56
b)	Comandos “debug”	58
CAPÍTULO V		
VENTAJAS		
5.1	Ventajas	60
5.2	Ventajas respecto a conexiones punto a punto	61
5.3	Ventajas respecto a conexiones X.25	61
CONCLUSIONES		
GLOSARIO Y ACRÓNIMOS		
ANEXOS		
Anexo A: Tarifa del servicio Frame Relay		72
Anexo B: Manual de Marketing del servicio Frame Relay		74

Anexo C: Módem Ébano

95

BIBLIOGRAFÍA

102

PRÓLOGO

La comunicación entre Redes de Área Local necesita medios de intercambio de datos con altas prestaciones. "Frame Relay" es un servicio simplificado de transferencia de datos modo paquete, orientado a la conexión y enfocado a la transmisión de datos de altas prestaciones, que requiere un control de flujo y de errores mínimo. El presente Informe de Suficiencia tiene la finalidad de mostrar el establecimiento de la conexión y realización del servicio utilizando la tecnología "Frame Relay".

El informe detalla la experiencia desarrollada bajo una plataforma de equipos Alcatel sobre el cual se brinda un servicio de transmisión de datos que permite la interconexión de redes LAN. Los equipos extremos en el lado usuario son routers Cisco.

El objetivo es mostrar la operación que realiza el protocolo FRAME RELAY en el nivel de enlace (LLC2) durante el establecimiento de una conexión.

El análisis se considera sólo la conexión de una sede remota con la principal.

El informe no pretende ser un manual técnico detallado para conocer la tecnología de equipos de Red del fabricante Alcatel, ni tampoco ser un manual para aprender a configurar routers Cisco.

El capítulo I ofrece el fundamento teórico de la tecnología Frame Relay. Se analiza sus ventajas sobre las líneas dedicadas, diferencias con el protocolo X.25, el funcionamiento de Frame Relay, el control de la congestión, el control del tráfico y los estándares de esta tecnología.

En el capítulo II se realiza una explicación de la plataforma de acceso a la Red Frame Relay. Considera los equipos de comunicaciones del cliente que son routers Cisco (DTE), módems Teldat Eban (DCE) y puertos de acceso en la Red Alcatel.

El capítulo III abarca las configuraciones y conexiones lógicas que se tienen que realizar en la plataforma de Red. Previamente se describe en forma general los elementos de Red involucrados en la realización del circuito virtual permanente Frame Relay.

El capítulo IV describe la labor de administración de una Red Frame Relay. Detalla las actividades de un operador del Centro de Gestión de Redes: el monitoreo del tráfico cursado por el cliente, monitoreo y control de la congestión, la detección y diagnóstico de fallas.

El capítulo V describe las ventajas de contar con una conexión Frame Relay. Frame Relay es un método relativamente no muy nuevo para las redes de área amplia que tiene ganada su popularidad. Utiliza tecnología de conmutación de paquetes similar a X.25, pero es más eficiente y puede hacer que su red sea más rápida, sencilla y menos costosa.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO SOBRE FRAME RELAY

1.1 Introducción a Frame Relay

Recientemente, la naturaleza de las demandas de la tecnología WAN ha cambiado drásticamente. Las tecnologías WAN anteriores, como X.25 o las líneas dedicadas (T1 en EEUU y E1 en Europa), no daban respuesta a las necesidades de los usuarios. Los usuarios estaban buscando velocidades más altas, menor coste, una gestión eficaz de las transmisiones de datos a ráfagas y menor sobrecarga. **Frame Relay** (retransmisión de tramas) es una tecnología basada en circuitos virtuales que ofrece servicios de bajo nivel (niveles físico y de enlace de datos) que satisfacen las siguientes demandas:

1.1.1 Demandas

a) **Mayor velocidad a menor coste.** En el pasado, muchas organizaciones utilizaban tecnologías WAN como líneas dedicadas o X.25 para conectar computadoras. La velocidad de estas líneas era relativamente baja. Hoy en día, muchas organizaciones utilizan LAN de alta velocidad y quieren usar WAN para conectar estas LAN. Una solución es utilizar líneas T1, pero estas líneas sólo ofrecen conexión punto a punto. Por ejemplo, para conectar 6 redes LAN se necesitan 15 líneas T1. Por otro lado, sólo se necesitan 6 líneas T1 para conectar las mismas 6 redes LAN en una red Frame Relay. Frame Relay proporciona el mismo tipo de servicio a menor coste. La Fig.1. 1 muestra la diferencia. Aunque Frame Relay se diseñó inicialmente para ofrecer velocidades de 1,544 Mbps (equivalente a una línea T1), hoy en día, la mayoría de las implementaciones pueden ofrecer hasta 44,376 Mbps (equivalente a una línea T3).

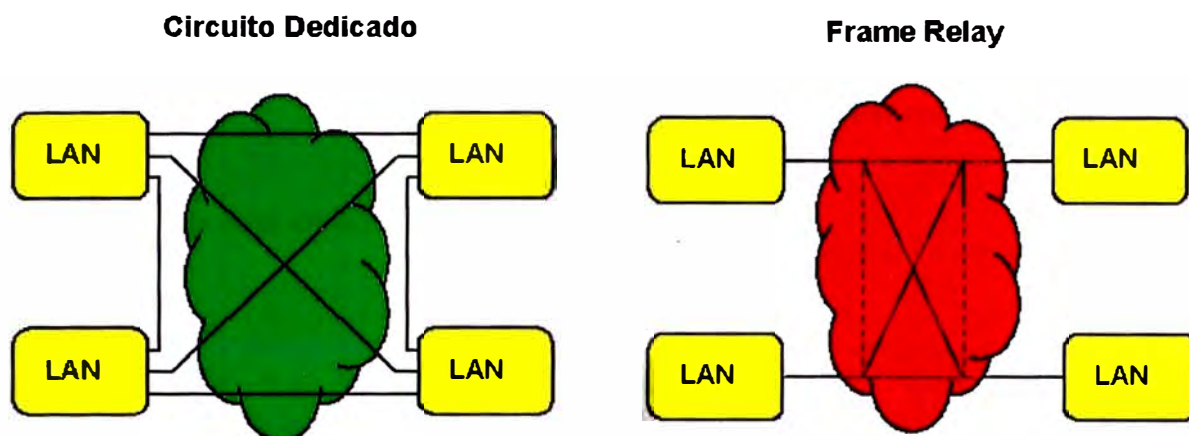


Fig.1.1 Frame Relay comparado con una red en malla con líneas T.

- b) **Datos a ráfagas.** Algunos servicios ofrecidos por proveedores de redes de área amplia asumen que los usuarios necesitan unas velocidades fijas. Por ejemplo, una línea T1 está diseñada para un usuario que quiera utilizar una línea a una velocidad constante de 1,544 Mbps. Este tipo de servicio no es adecuado para muchos usuarios que necesitan usar **datos a ráfagas**. Por ejemplo, un usuario puede querer enviar datos a 6 Mbps durante 2 segundos, 0 Mbps (nada) durante 7 segundos y 3,44 Mbps durante 1 segundo, dando un total de 15,44 Mbps durante un periodo de 10 segundos. Aunque la velocidad media es de 1,544 Mbps, la línea T1 no puede aceptar este tipo de demanda debido a que está diseñada para tasas de datos fijas, pero no a ráfagas. Los datos a ráfagas requieren lo que se denomina **ancho de banda bajo demanda**. El usuario necesita diferentes anchos de banda en diferentes instantes. La Fig.1.2 muestra la diferencia entre datos a velocidad fija y datos a ráfagas. Frame Relay acepta datos a ráfagas. Un usuario tiene garantizado una velocidad media que se puede incrementar durante periodos a ráfagas.

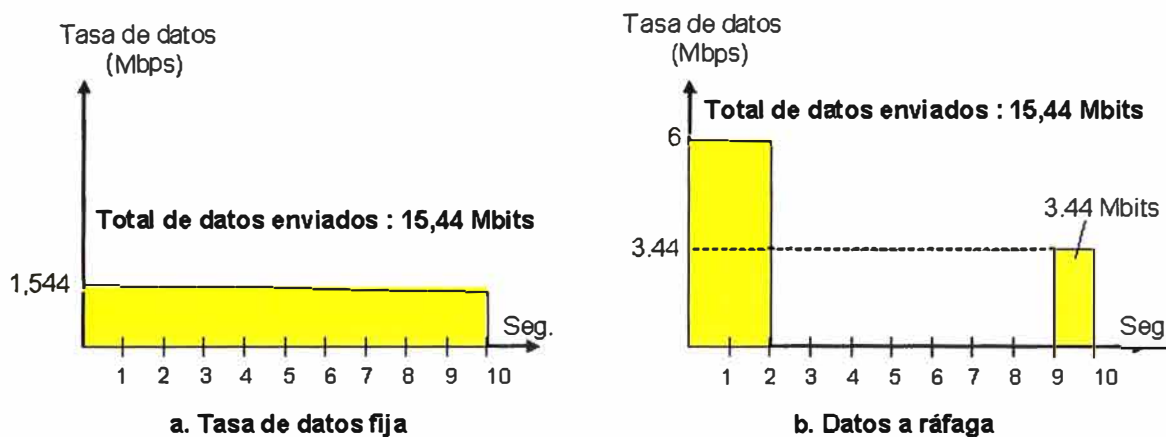


Fig.1.2 Velocidad fija versus datos a ráfagas.

c) **Menor sobrecarga debido a la mejora del medio de transmisión.** La calidad de los medios de transmisión ha mejorado enormemente durante la última década. Estos medios son más fiables y menos propensos a errores. No hay necesidad de tener una WAN que gaste tiempo y recursos comprobando errores potenciales. X.25 proporciona un control de flujo y de errores muy amplio. Las tramas son comprobadas en cada estación (nodo) por las que se encaminan. Cada estación almacena una copia de la trama original hasta que recibe confirmación de la siguiente estación de que la trama ha llegado intacta. Esta comprobación estación en estación se implementa en el nivel de enlace de datos del modelo OSI. Pero X.25 no para aquí. También comprueba los errores desde el origen al receptor en el nivel de red. El origen mantiene una copia de la trama original hasta que recibe la confirmación del destino final. Gran parte del tráfico en X.25 se gasta en comprobación de errores y en asegurar una fiabilidad completa del servicio. La Fig.1.3 muestra el tráfico necesario para transmitir una trama desde el origen hasta el receptor. Las cajas blancas muestran los datos y las confirmaciones en el nivel de enlace de datos. Las cajas coloreadas muestran las confirmaciones en el nivel de red. Sólo una cuarta parte del tráfico está ocupado por datos: el resto se ocupa de la fiabilidad. Este excesivo tráfico era necesario cuando se introdujo X.25 debido a que los medios de transmisión era más propensos a errores de lo que son hoy en día.

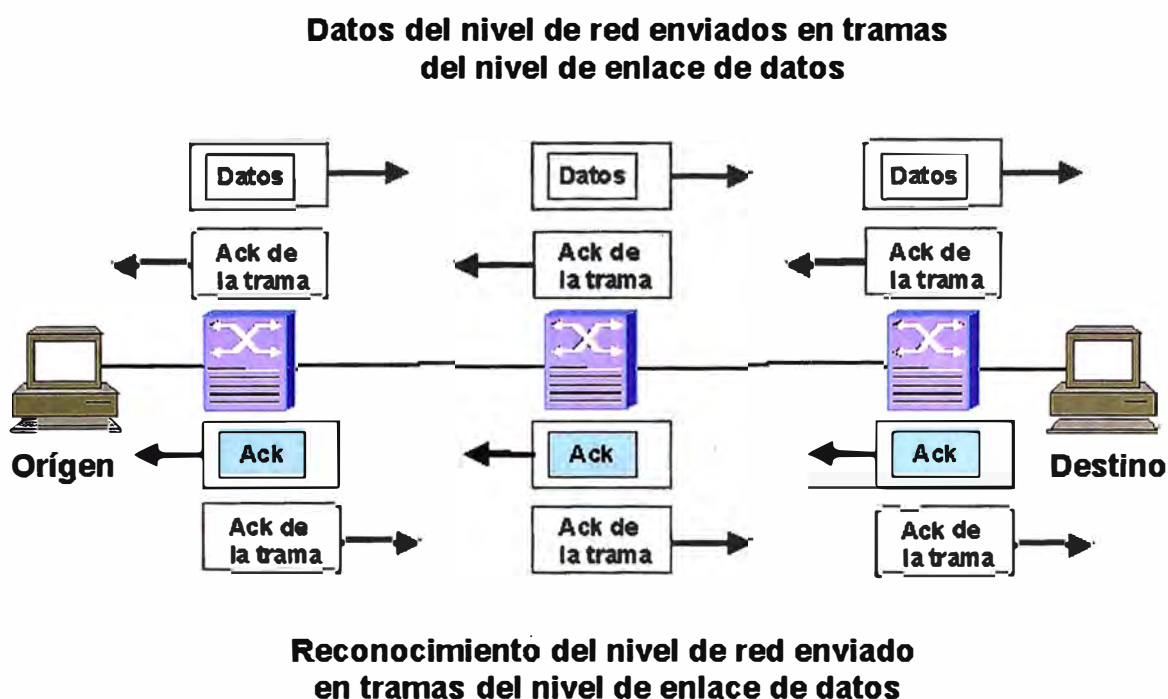


Fig.1.3 Tráfico X.25

Por desgracia, toda esta sobrecarga consume ancho de banda y no puede, por tanto ser utilizada para datos. Si el ancho de banda está limitado, la tasa de datos de la transmisión que es proporcional al ancho del canal disponible, se reduce en gran medida. Además el requisito de cada estación deba almacenar una copia de la trama mientras espera la confirmación da lugar a otro cuello de botella en el tráfico reduciendo aún más la velocidad.

Las mejoras en los medios de transmisión tradicionales y un mayor uso de la fibra óptica, que es bastante menos susceptible al ruido de los cables metálicos, han reducido la probabilidad de los errores en las transmisiones hasta el punto de que este nivel de precaución no sólo es innecesario sino también contraproducente.

Frame Relay no ofrece comprobaciones de errores ni requiere confirmaciones en el nivel de enlace de datos. En su lugar, toda la comprobación de errores se deja a los protocolos de los niveles de red y de transporte, que utilizan los servicios de Frame Relay. (Frame Relay funciona solo en el nivel físico y en el nivel de enlace de datos). Muchas operaciones del nivel de enlace de datos se han eliminado mientras que otras se han combinado. En vez de la situación compleja mostrada en la Fig.1.3, se ha simplificado la transmisión tal y como se muestra en la Fig.1.4.

Datos del nivel de red enviados en tramas del nivel de enlace de datos

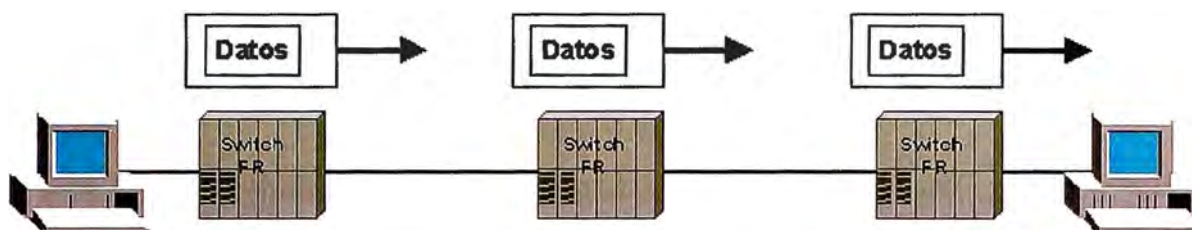


Fig.1.4 Tráfico en Frame Relay.

1.1.2 Ventajas

Frame Relay presenta varias ventajas frente a otras redes de área amplia como X.25 o las líneas dedicadas T:

- Frame Relay ofrece mayores velocidades (1,544 Mbps y más recientemente 44,476 Mbps). Esto significa que puede fácilmente ser utilizada en lugar de las mallas de líneas T1 o T3.
- Frame Relay opera solo en el nivel físico y de enlace de datos. Esto significa que puede utilizarse fácilmente como red troncal para ofrecer servicios a protocolos que ya tienen un nivel de red. Por ejemplo, el protocolo TCP/IP ya dispone de un protocolo de nivel de red (IP). Si TCP/IP quiere utilizar los servicios de X.25, hay una duplicación en las funciones del nivel de red: X.25 tiene su propio nivel de red y TCP/IP también. No existe duplicación en el caso de emplear Frame Relay: TCP/IP utiliza su propio nivel de red y Frame Relay proporciona servicios en los niveles físico y de enlace de datos.
- Frame Relay permite datos a ráfagas. Los usuarios no necesitan adherirse a una velocidad fija como en el caso de X.25 o las líneas T.
- Frame Relay permite un tamaño de trama de 9.000 bytes, que puede acomodar las tramas de todas las redes de área local.
- Frame Relay es menos cara que otras WAN tradicionales.

1.1.3 Desventajas

Frame Relay no es perfecto. A pesar de su bajo coste, tiene algunas desventajas:

- Aunque algunas redes Frame Relay operan a 44,376 Mbps, esta velocidad no es suficientemente alta para protocolos que requieren velocidades más altas (como RDSI-BA).
- Frame Relay permite tramas de longitud variable. Esto puede crear retardos variables a diferentes usuarios. Un conmutador Frame Relay maneja una trama grande de un usuario y una trama pequeña de otro de la misma forma. Se almacenan en la misma cola si se van a encaminar por la misma interfaz de salida. El retardo de la trama pequeña que sigue a la grande puede ser diferente que el retardo de una trama pequeña que sigue de otra trama pequeña; se penaliza a los usuarios de tramas pequeñas.
- Debido a los retardos variables, que no están bajo el control del usuario, Frame Relay no es adecuada para enviar datos sensibles a los retardos como video o audio de tiempo real. Por ejemplo, Frame Relay no es adecuada para teleconferencias.

1.1.4 Papel de Frame Relay

Para resumir, Frame Relay se puede utilizar como red troncal de área amplia de bajo coste para conectar redes de área local que no necesitan comunicaciones en tiempo real pero que pueden enviar datos a ráfagas. Además, hoy en día Frame Relay ofrece tanto conexiones permanentes como conmutadas. Un usuario que necesita una conexión permanente alquila la línea. Un usuario que necesita una conexión conmutada paga en función del uso que hace de la red.

1.2 Funcionamiento de Frame Relay

Frame Relay ofrece conexiones virtuales permanentes y conmutadas. Los dispositivos que conectan los usuarios a la red son DTE. Los conmutadores que encaminan las tramas por la red son DCE (véase la Fig.1.5). Frame Relay normalmente se utiliza como una WAN para conectar LAN o mainframes. En el primer caso, un dispositivo de encaminamiento (router) puede servir como el DTE y conectar por medio de una línea alquilada, la LAN a un conmutador Frame Relay, que se considera un DCE. En el segundo caso, el mainframe se puede utilizar como un DTE con la instalación del software apropiado.

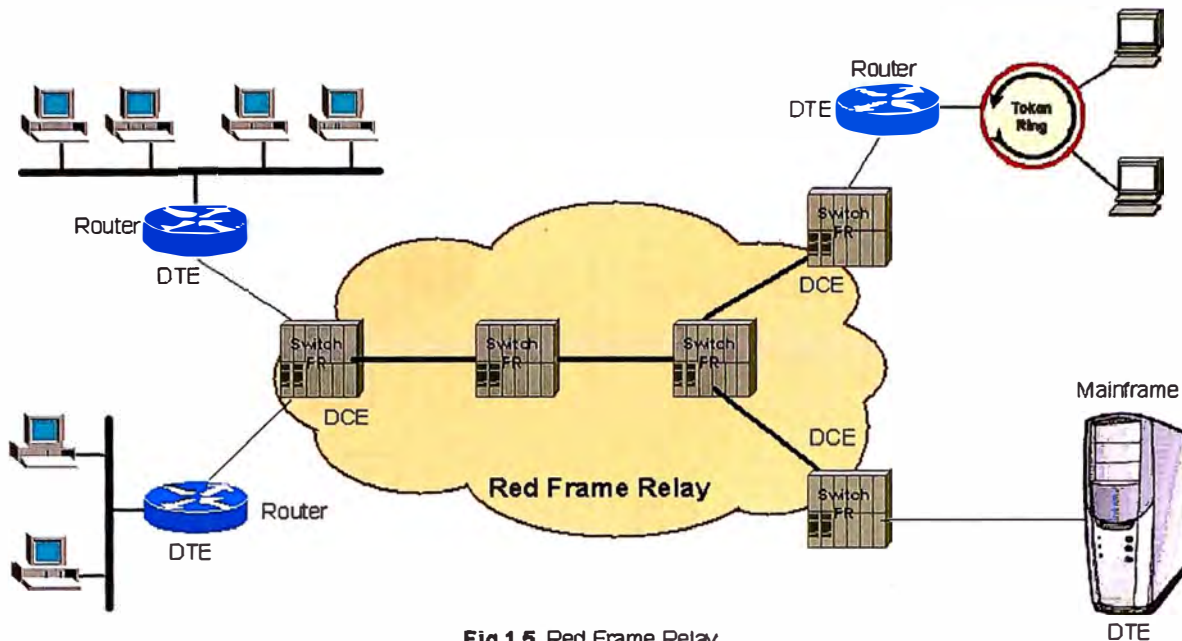


Fig.1.5 Red Frame Relay.

1.2.1 Circuitos Virtuales

Frame Relay es una red basada en circuitos virtuales. No utiliza direcciones físicas para definir el DTE conectado a la red. Al igual que otras redes que emplean circuitos virtuales, emplea un identificador de circuito virtual. Sin embargo, los identificadores de circuitos virtuales en Frame Relay operan en el nivel de enlace de datos, a diferencia de X.25, que operan en el nivel de red.

Un identificador de circuito virtual en Frame Relay se identifica mediante un número denominado **identificador de conexión de enlace de datos (DLCI, Data Link Connection Identifier)**. Cuando la red establece un circuito virtual, se da al DTE un número DLCI que puede utilizar para acceder al DTE remoto. El DTE local utiliza este DLCI para enviar tramas al DTE remoto. La Fig.1.6 muestra varios circuitos virtuales y sus DLCI. Observe que hay dos DLCI con valor 33. Estos números son válidos debido a que definen circuitos virtuales que se originan en DTE diferentes.

Para comprender cómo se asignan los DLCI a una conexión virtual se va a describir en primer lugar los 2 tipos de conexiones que existen en Frame Relay: PVC y SVC.

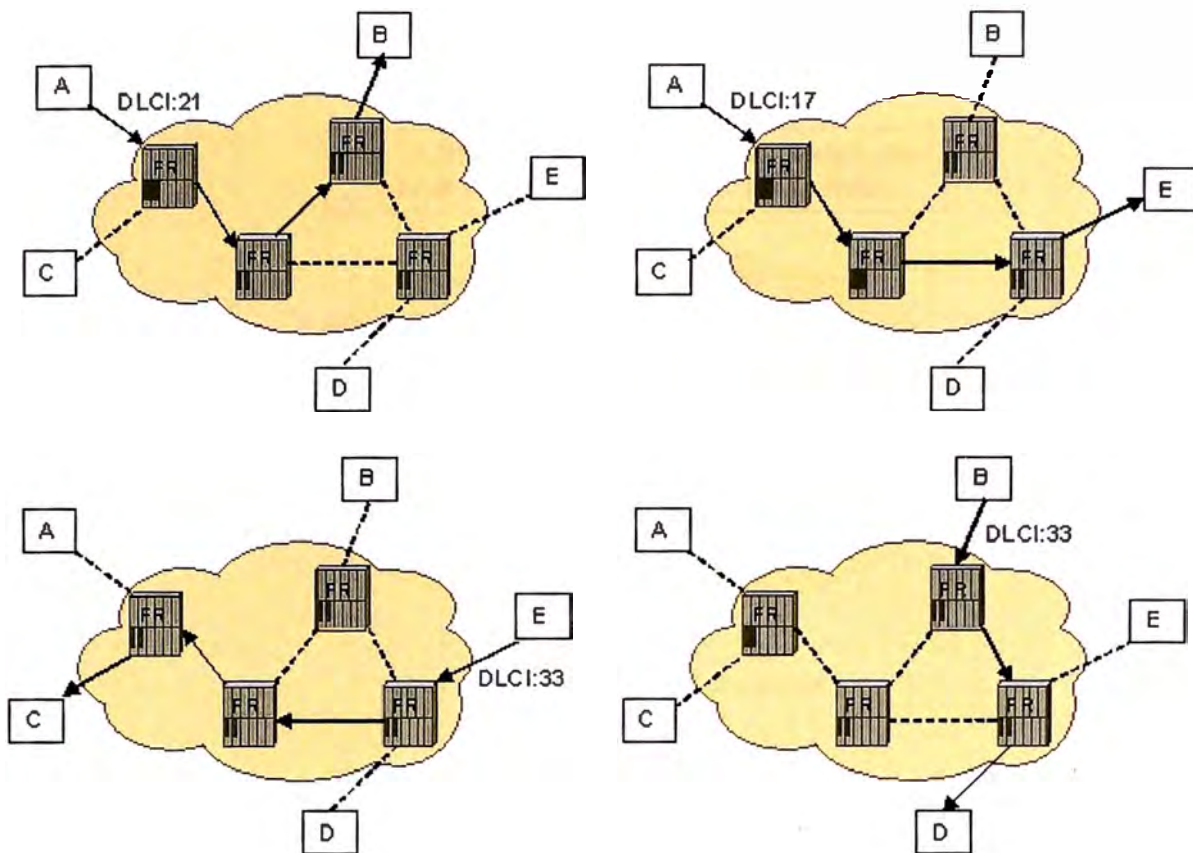


Fig.1.6 DLCI.

1.2.2 PVC

Un circuito virtual permanente (PVC) se establece entre dos DTE a través del proveedor de la red. Los dos DTE se conectan de forma permanente a través de una conexión virtual. Se asignan los DLCI a las interfaces UNI de los dos extremos de la conexión, como se muestra en la Fig.1.7.

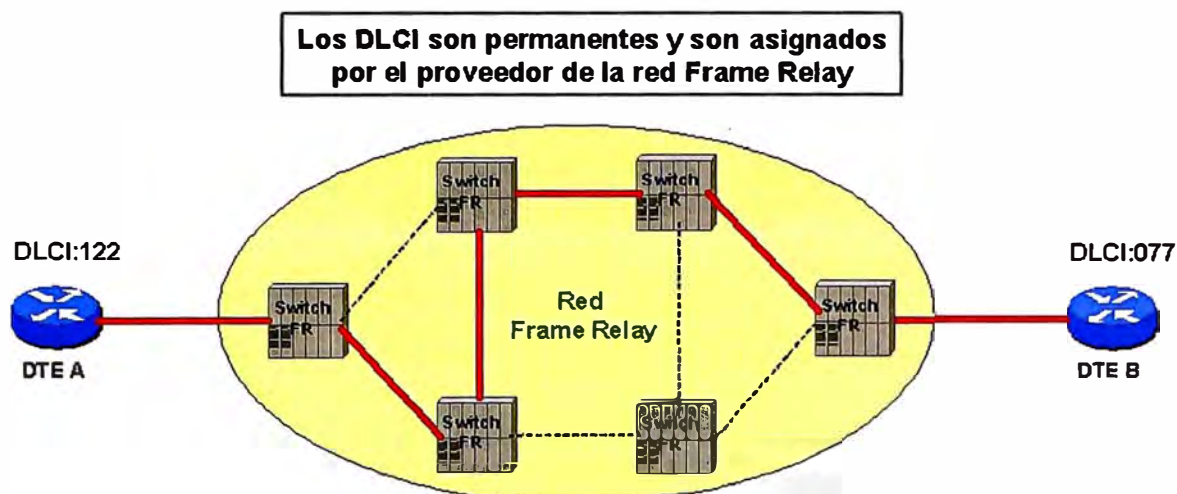


Fig.1.7 DLCI en circuitos virtuales permanentes.

Cuando el DTE A quiere enviar una trama al DTE B, utiliza el DLCI 122. Cuando el DTE B quiere enviar una trama al DTE A, utiliza el DLCI 077. Observe que los DLCI tienen jurisdicción local y es posible que dos DTE (de forma accidental) tengan el mismo DLCI. Sin embargo, este no es normalmente el caso.

1.2.3 SVC

En un circuito virtual conmutado (SVC), cada vez que un DTE quiere establecer una conexión con otro DTE, se debería establecer un nuevo circuito virtual. ¿Cómo se hace? En este caso, Frame Relay no puede hacer solo el trabajo, sino que necesita los servicios de otro protocolo que tenga un nivel de red y direcciones de nivel de red (como RDSI o IP). El mecanismo de señalización de este otro protocolo realiza una petición de conexión utilizando las direcciones de nivel de red del DTE A y del DTE B. El mecanismo exacto depende del protocolo de nivel de red, pero la idea general se muestra en la Fig.1.8.

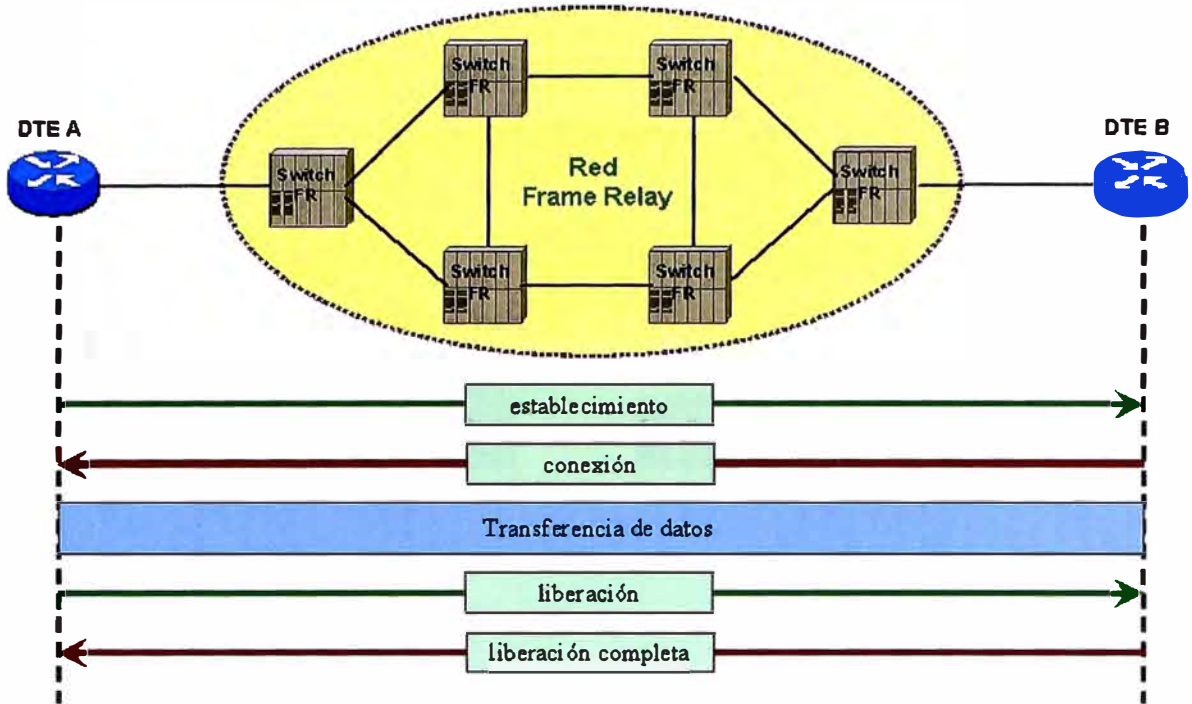


Fig.1.8 Establecimiento y liberación de un circuito virtual conmutado.

El DTE local envía un mensaje SETUP (establecimiento) al DTE remoto, que responde con un mensaje CONNECT (conectar). Después de la fase de conexión, se establece el circuito virtual de forma que entre los dos DTE se puedan intercambiar datos. Cada uno de los dos DTE puede enviar un mensaje RELEASE (liberar) para finalizar la conexión. La Fig.1.9 muestra los DLCI en una conexión SVC.

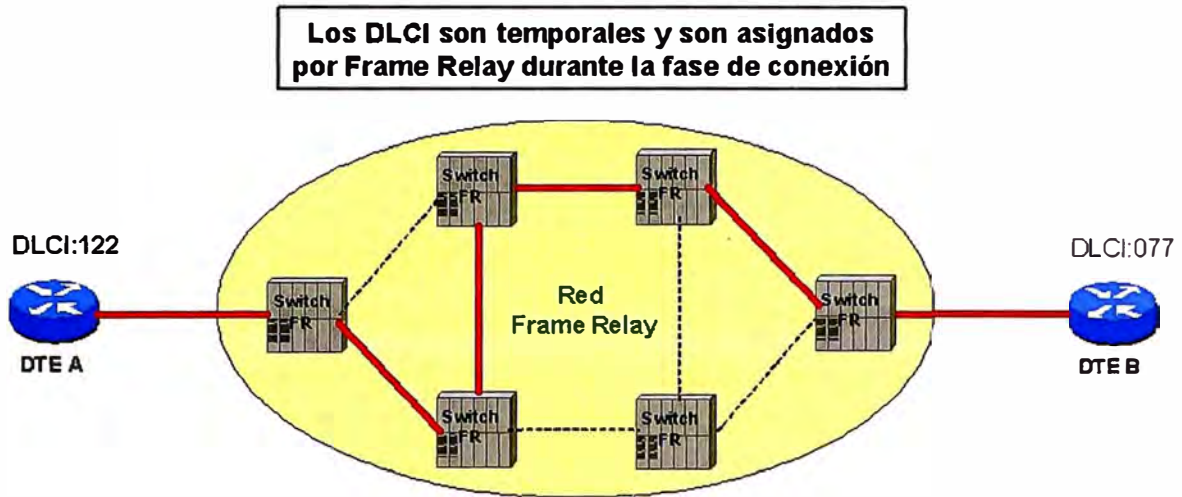


Fig.1.9 DLCI en circuitos virtuales conmutados.

1.2.4 DLCI dentro de la Red

Los DLCI se asignan no solo para definir el circuito virtual entre un DTE y un DCE, sino también para definir un circuito virtual entre dos DCE (conmutadores) dentro de la red. Un conmutador asigna un DLCI a cada conexión virtual en una interfaz. Esto significa que dos conexiones distintas que pertenezcan a dos interfaces distintas pueden tener los mismos DLCI. En otras palabras, los DLCI son únicos sólo para una interfaz concreta. La Fig.1.10 muestra los DLCI dentro de una red.

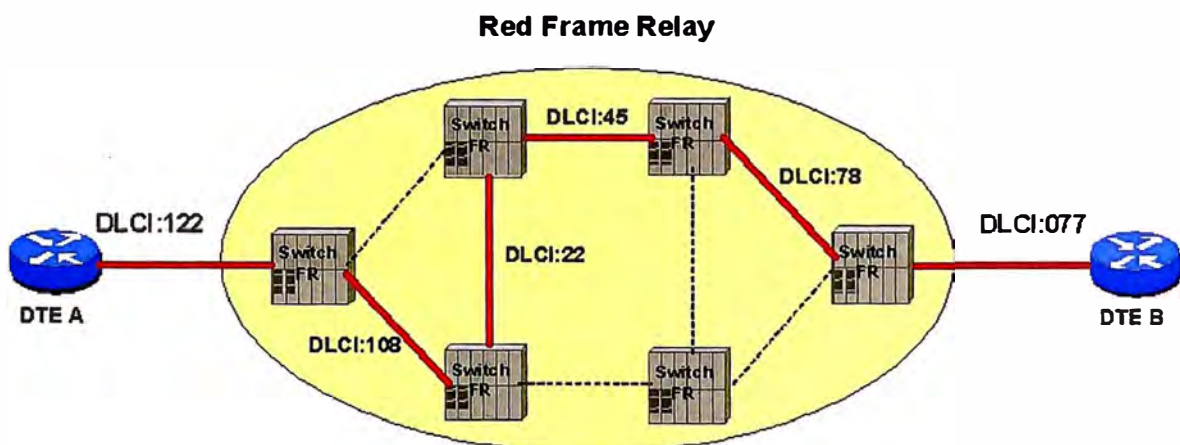


Fig.1.10 DLCI dentro de una red.

1.2.5 Conmutadores

Cada conmutador de una red Frame Relay tiene una tabla para encaminar las tramas. La tabla empareja una combinación DLCI-interfaz de entrada con una combinación DLCI-interfaz de salida. Por ejemplo, la Fig.1.11 muestra dos tramas que llegan a la interfaz 1, una con DLCI=121 y la otra con DLCI=124. La primera deja el conmutador por la interfaz 2, con el nuevo DLCI=041 (véase la fila 1 de la tabla) y la segunda deja el conmutador por la interfaz 3 con DLCI=112 (véase la fila 2 de la tabla).

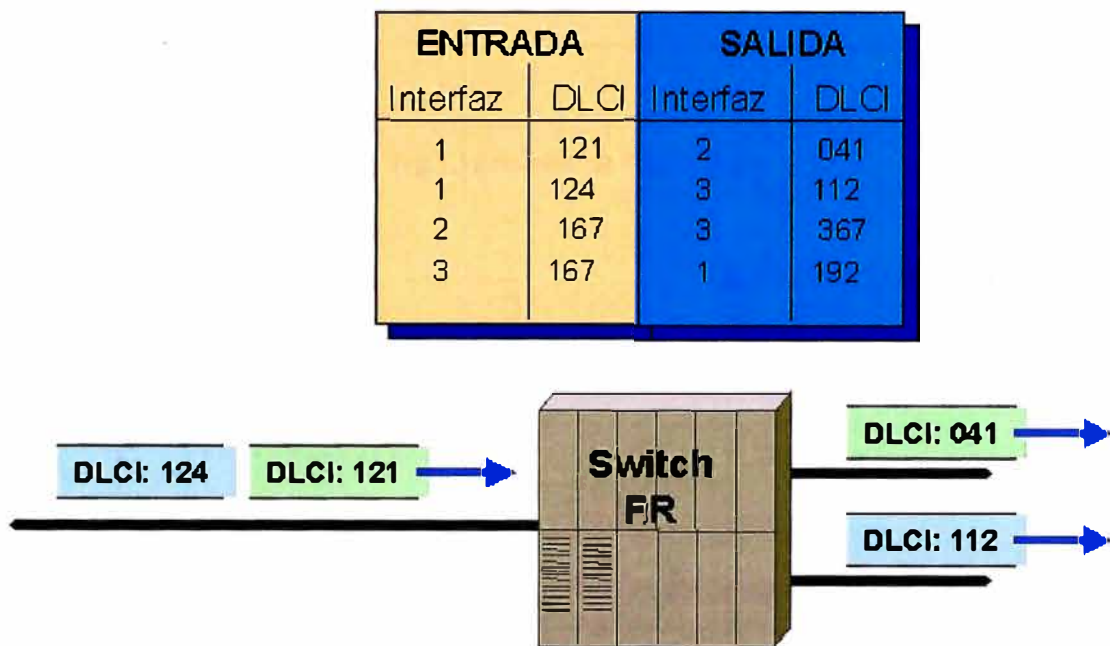


Fig.1.11 Conmutación en Frame Relay.

1.3 Niveles en Frame Relay

La Fig.1.12 muestra los niveles de Frame Relay. Frame Relay sólo actúa en el nivel físico y nivel de enlace de datos.

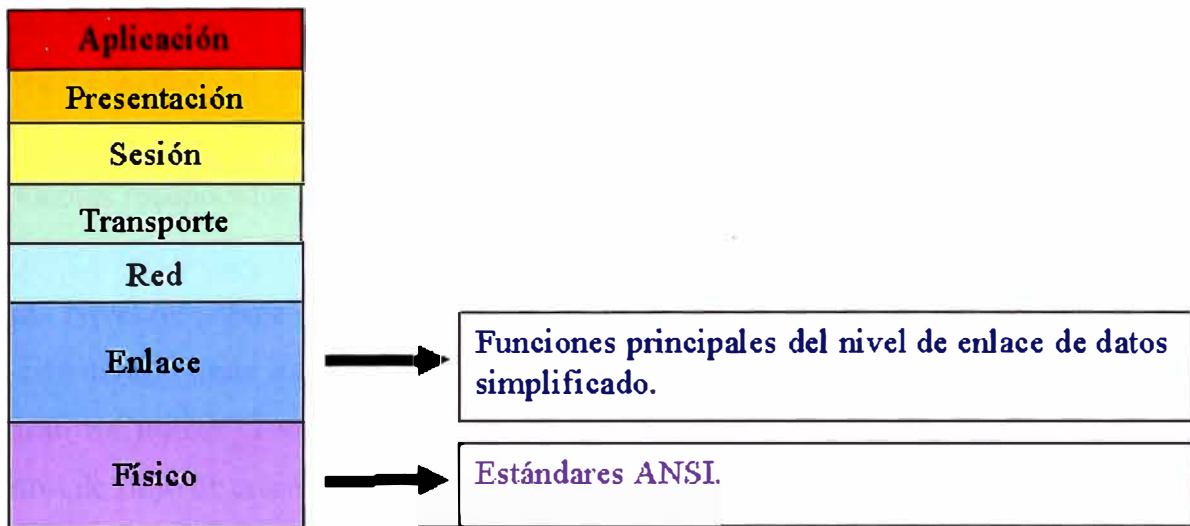


Fig.1.12 Niveles de Frame Relay.

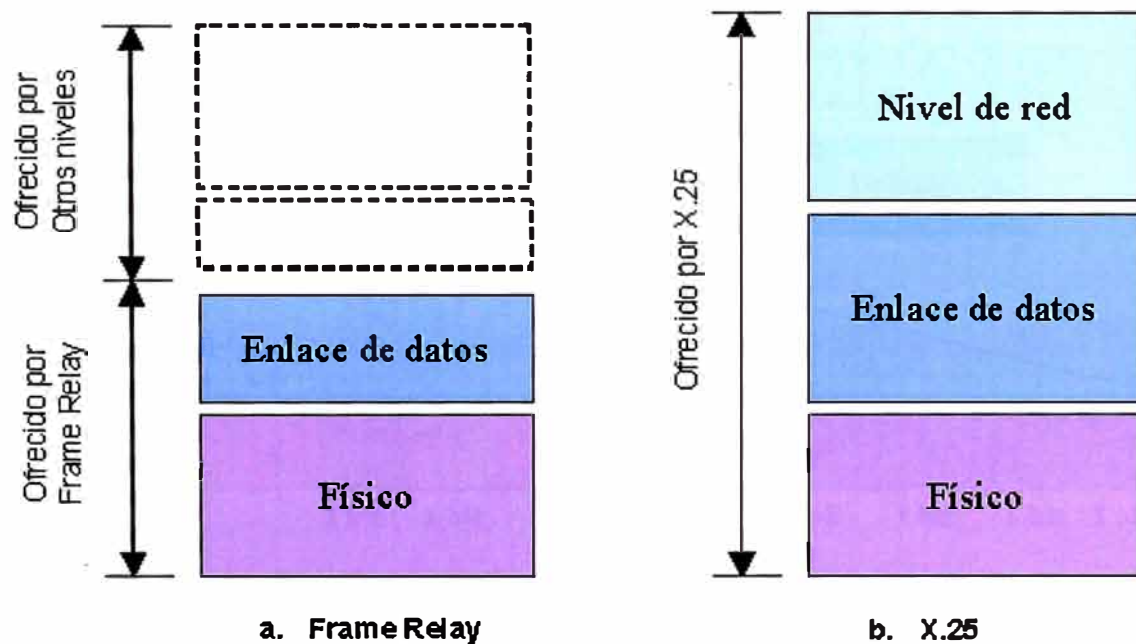


Fig.1.13 Comparación de los niveles X.25 y Frame Relay.

La Fig.1.13 compara los niveles de Frame Relay con los niveles convencionales de una red de conmutación de paquetes como X.25. Frame Relay sólo tiene 1,5 niveles mientras que X.25 tiene 3 niveles. Frame Relay elimina todas las funciones del nivel de red y parte de las funciones de un nivel de enlace de datos convencional.

1.3.1 Nivel físico

No se ha definido ningún protocolo concreto para el nivel físico en Frame Relay. Se deja que el implementador utilice el que esté disponible. Frame Relay admite cualquiera de los protocolos reconocidos por ANSI.

1.3.2 Nivel de enlace de datos

En este nivel, Frame Relay emplea una versión simplificada de HDLC denominada LAPF central. Se utiliza la versión más sencilla debido a que HDLC proporciona campos de control de flujo de errores que no son necesarios en Frame Relay.

La Fig.1.14 muestra el formato de una trama en Frame Relay.

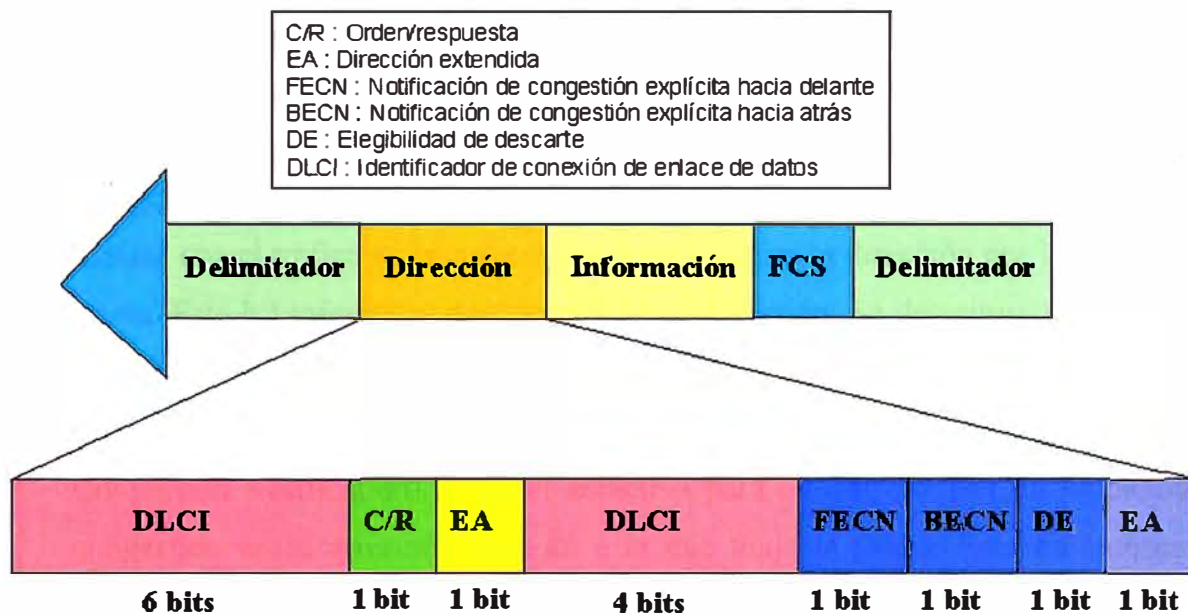


Fig.1.14 Trama en Frame Relay.

La trama es similar a la utilizada en HDLC. En realidad, los campos delimitador, FCS y de información son los mismos. Sin embargo, no existe el campo de control. El campo de dirección define el DLCI, así como algunos bits utilizados para controlar la congestión y el tráfico.

A continuación se describen de forma detallada los campos:

- **Campo de dirección (DLCI).** Los primeros seis bits del primer byte forman la primera parte del DLCI. La segunda parte del DLCI utiliza los cuatro primeros bits del segundo byte. Estos bits son parte del identificador de conexión de enlace de datos de 10 bits definido por el estándar. La función del DLCI se describió anteriormente. Al final del capítulo se describirá de forma más extensa el direccionamiento.
- **Orden/Respuesta (C/R, Command/Response).** El bit C/R permite a los niveles superiores identificar si la trama es una orden o una respuesta. No se utiliza en el protocolo Frame Relay.
- **Dirección extendida (EA, Extended Address).** Este bit indica si el byte actual es el byte final de la dirección o no. Si EA es 0, entonces indica que sigue otro byte de dirección. Si EA es 1, entonces el byte actual es el final.
- **Notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN, Forward Explicit Congestion Notification).** Este campo es activado por cualquier conmutador para indicar que el tráfico se encuentra congestionado en la dirección por la que viaja la trama. Este bit informa al destino que hay congestión. Se describirá el uso de este bit cuando se trate el control de la congestión.
- **Notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN, Backward Explicit Congestion Notification).** Este bit se activa para indicar que hay un problema de congestión en la dirección opuesta a la que viaja la trama. Este bit informa al emisor de que existe congestión. El uso de este bit se describirá más adelante cuando se trate el control de la congestión.
- **Elegibilidad de descarte (DE, Discard Eligibility).** Este bit indica el nivel de prioridad de la trama. En situaciones de emergencia, los conmutadores pueden tener que descartar tramas para evitar los cuellos de botella y las sobrecargas que pueden colapsar la red. Cuando este bit está a 1, indica a la red que no descarte esta trama mientras haya otras tramas en el flujo con prioridades de 0. Este bit puede activarse en el emisor de tramas (el usuario) o el cualquier conmutador de la red.

1.4 Control de la Congestión

La **congestión** en una red puede ocurrir si un usuario envía datos a la red a una tasa mayor de la que puede permitir los recursos de la red. Por Ejemplo, la congestión puede ocurrir debido a que los conmutadores en una red tienen un tamaño de almacenamiento limitado para almacenar los paquetes que llegan antes de procesarlos.

La congestión en una red Frame Relay es un problema que debe ser evitado debido a que reduce el rendimiento e incrementa los retardos. Un alto rendimiento y un bajo retardo son los principales objetivos del protocolo Frame Relay.

Una red de conmutación de paquetes como X.25 utiliza control de flujo en el nivel de enlace de datos y en el nivel de red. El control de flujo en el nivel de red es extremo a extremo. El control de flujo en el nivel de enlace de datos se realiza entre dos nodos consecutivos. Ambos mecanismos previenen que los usuarios envíen demasiado tráfico a la red.

El protocolo Frame Relay no tiene nivel de red. Incluso en el nivel de enlace de datos. Frame Relay no utiliza control de flujo. Además, Frame Relay permite que el usuario envíe datos a ráfagas. Esto significa que una red Frame Relay tiene la posibilidad de congestionarse, por lo que necesita un **control de la congestión**.

1.4.1 Elusión de congestión

Para **evitar la congestión**, Frame Relay utiliza dos bits de la trama para avisar de forma explícita al origen y al destino de la presencia de congestión.

a) Notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN)

El bit de notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN) avisa al emisor de que existe una situación de congestión en la red. La pregunta inmediata es cómo se puede hacer esto si las tramas parten del emisor. Existen dos métodos: el conmutador puede utilizar las tramas de respuesta del receptor (modo full-dúplex) o si no, el conmutador puede utilizar una conexión predefinida (DLCI=1023) para enviar tramas especiales para este propósito específico. El emisor puede responder a este aviso simplemente reduciendo la velocidad de transmisión. La Fig.1.15 muestra un ejemplo del BECN.

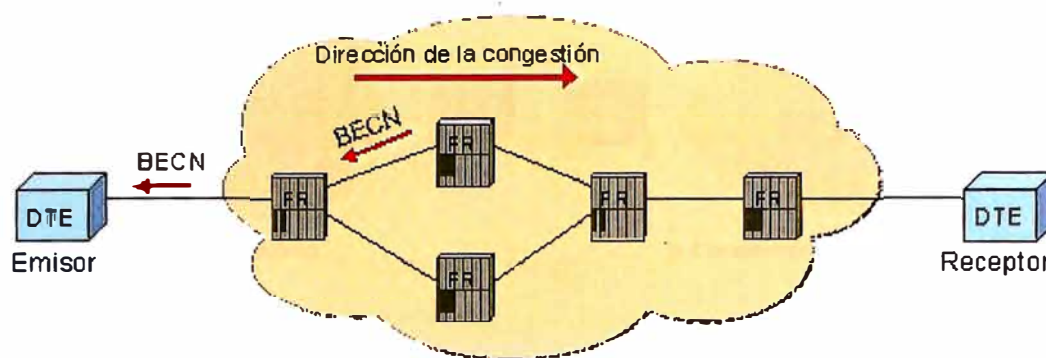


Fig.1.15 Notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN).

b) Notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN)

El bit de notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN) se utiliza para avisar al receptor de que existe congestión en la red. Podría parecer que el receptor no puede hacer nada para aliviar la congestión. Sin embargo, el protocolo Frame Relay asume que el emisor y el receptor se están comunicando utilizando algún tipo de control de flujo en un nivel superior. Por ejemplo, si existe un mecanismo de confirmación en este nivel superior, el receptor puede retrasar la confirmación, forzando de esta forma al emisor a ralentizarse. La Fig.1.16 muestra el uso de FECN.

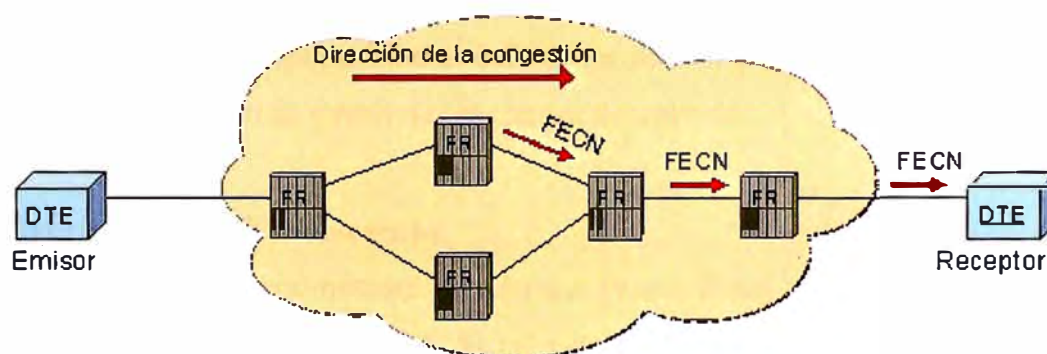


Fig.1.16 Notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN).

1.4.2 Cuatro situaciones de congestión.

Cuando dos DTE están comunicándose utilizando una red Frame Relay, existen cuatro situaciones relacionadas con la congestión. La Fig.1.17 muestra estas cuatro situaciones y los valores de FECN y BECN.

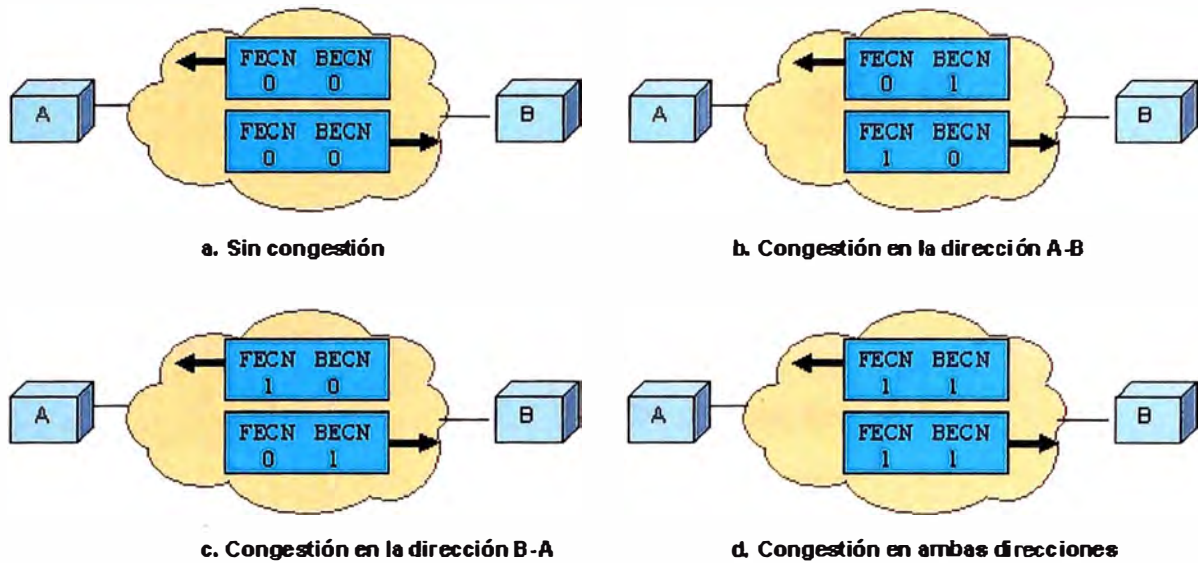


Fig.1.17 Cuatro casos de congestión.

1.4.3 Descarte

Si los usuarios no responden a los avisos de congestión, la red Frame Relay tiene que descartar tramas. Qué tramas son descartadas forma parte del tema de la sección control de tráfico.

A los usuarios se les avisa de la congestión de forma implícita cuando los protocolos de nivel superior (como el nivel de transporte) comprueban que algunas tramas no han alcanzado el destino. Es responsabilidad del emisor parar y permitir que la red se recupere de la situación de congestión y reenvíe las tramas descartadas.

1.5 Algoritmo del cubo con escape

El funcionamiento de un conmutador en una red Frame Relay se puede simular mediante un “cubo con escape” (leaky bucket). Si un cubo tiene un pequeño agujero en su parte inferior, el agua deja al cubo a una velocidad constante mientras haya agua en el cubo. La velocidad con la que el agua deja el cubo no depende de la velocidad con la que el agua se introduce en él. La velocidad de entrada puede variar, pero la velocidad de salida permanece constante (véase la Fig.1.18).



Fig.1.18 Cubo con escape.

Es obvio que, si entra más agua de la que sale, llegará el momento en el que el agua se saldrá del cubo. Esta misma situación ocurre en una red de conmutación de paquetes como Frame Relay que no emplea control de flujo. Cada conmutador puede enviar datos a una cierta velocidad. Si se reciben más datos de los que pueden transmitirse, el conmutador puede congestionarse y descartar algunas tramas.

¿De qué forma puede controlar el cubo con escape una entrada a ráfagas? Imagine que el agua está dejando el cubo a una velocidad de 2 litros por minuto. Si se tiene una ráfaga de entrada con una velocidad de 10 litros por minuto durante 12 segundos y no entra nada durante los 48 segundos, ¿cuál debería ser la capacidad del cubo para evitar que se derrame el agua? Se puede calcular la capacidad del cubo realizando el siguiente cálculo:

$$\text{Agua total durante la ráfaga} = 10 \times (12/60) = 2 \text{ litros}$$

Si la capacidad del cubo es de 2 litros, podrá contener toda el agua durante la ráfaga y dejará que se escape en forma continua durante un minuto. Observe que la capacidad puede ser ligeramente inferior a los 2 litros debido a que el agua está saliendo durante la duración de la ráfaga.

Esta misma idea se puede aplicar a cada interfaz de salida en cada conmutador de una red Frame Relay. La salida tiene una velocidad fija (1,544 Mbps, por ejemplo), mientras que la

entrada puede ser a ráfagas. El conmutador puede usar una cola (buffer) a modo de cubo. Los datos a ráfagas se almacenan en la cola y se envían a una velocidad constante.

Por ejemplo, imagine un conmutador con una sola cola de entrada y otra de salida. Si la interfaz de salida tiene una velocidad de 1,544 Mbps y la entrada puede recibir ráfagas de 40 Mbps durante 100 milisegundos (y no recibe nada hasta el siguiente segundo), ¿cuál debería ser el tamaño de la cola?

$$40 \text{ Mbps} \times (100/1.000) = 4 \text{ megabits}$$

La interfaz de salida debería tener una cola (buffer) de 4 millones de bits o, lo que es lo mismo, medio millón de bytes. La Fig.1.19 muestra el diseño.

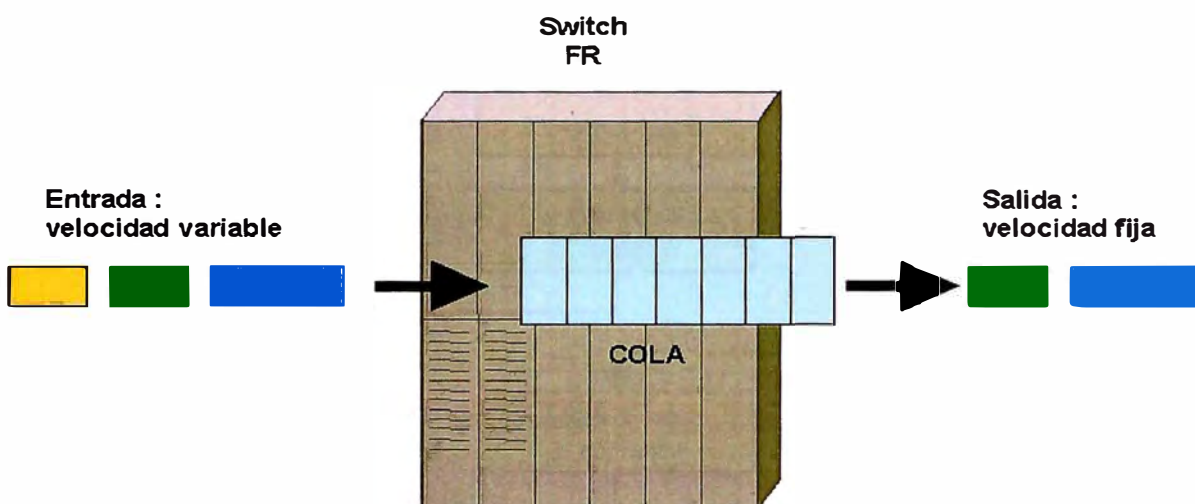


Fig.1.19 Un conmutador que controla la velocidad de salida.

Pero ¿cómo se puede controlar la velocidad de salida de modo que sea inferior a la velocidad fija (por ejemplo de 1,544 Mbps) en una red de conmutación de paquetes donde el tamaño de cada paquete puede ser diferente? Se puede utilizar un controlador y un reloj. En cada pulso de reloj (el comienzo de un segundo por ejemplo), el contador se fija a la cantidad de datos que puedan ser sacados en cada pulso de reloj (normalmente en bytes). El algoritmo comprueba el tamaño de la trama situada en el frente de la cola. Si el tamaño es menor o igual que el valor de contador, se envía el paquete; si el tamaño es mayor que el valor de contador, el paquete se deja en la cola y espera al próximo pulso de reloj. La Fig.1.20 muestra el diagrama de flujo del **algoritmo de cubo con escape**.

Observe que para que este algoritmo funcione, el tamaño de la trama debería ser más pequeño que el valor del contador máximo.



Fig.1.20 Diagrama de flujo de algoritmo del cubo con escape.

En la Fig.1.21 muestra un ejemplo. Considere que la velocidad de salida es de 80 Kbps. Esto significa 80 000 bits por segundo ó 10 000 bytes por segundo. El contador se fija inicialmente a 10 000; después de enviar tres tramas, el valor del contador es 600, que es menor que el tamaño de las siguientes tramas. Las tres siguientes tramas no pueden ser enviadas. Tienen que esperar al siguiente pulso de reloj.

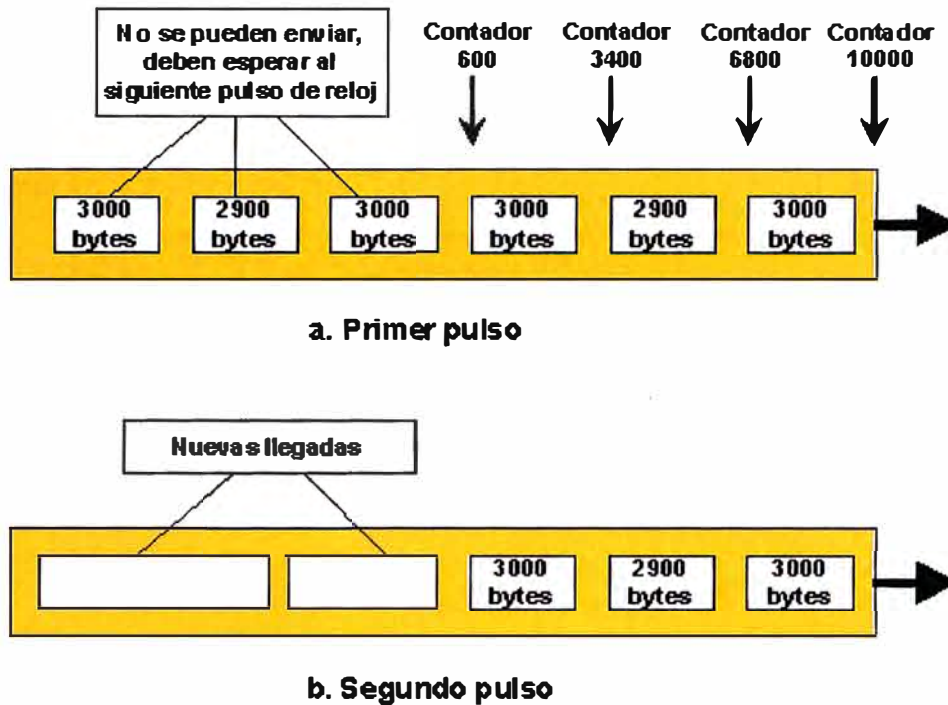


Fig.1.21 Ejemplo del algoritmo del cubo con escape.

1.6 Control de Tráfico

Las estrategias de congestión requieren que Frame Relay realice medidas del control de tráfico para determinar cuándo deberían activarse los bits BECN, FECN y DE, así como cuando debe descartarse una trama.

Se utilizan cuatro atributos diferentes para controlar el tráfico: velocidad de acceso, tamaño de la ráfaga comprometido, velocidad de información comprometida y tamaño de la ráfaga en exceso. Estos atributos se fijan durante la negociación entre el usuario y la red. Para conexiones PVC, se negocian sólo una vez; para conexiones SVC se negocian en cada conexión durante la fase de establecimiento de la conexión. La Fig.1.22 muestra las relaciones entre estas cuatro medidas.

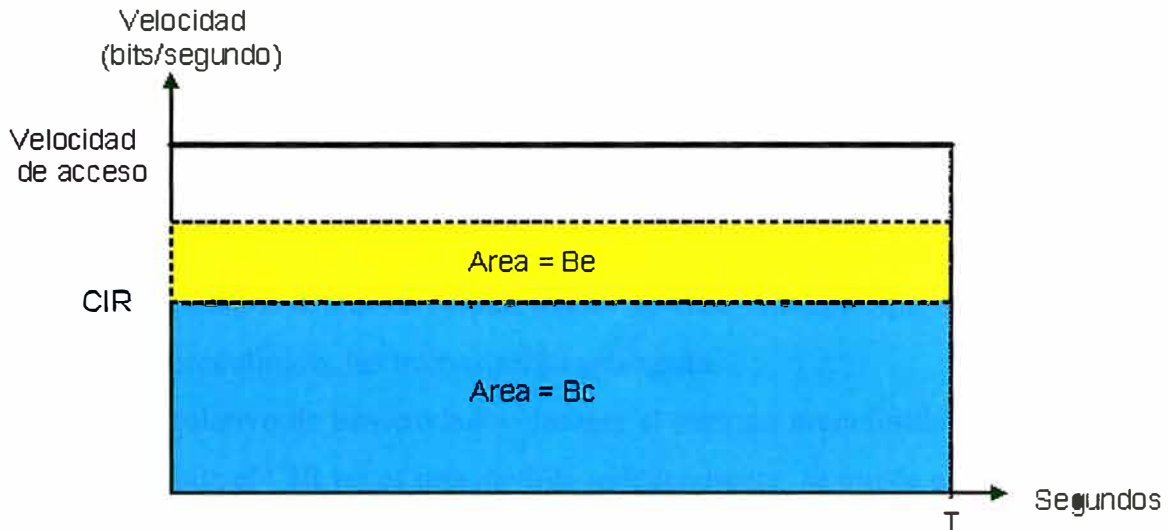


Fig.1.22 Relación entre los atributos de control de tráfico.

1.6.1 Velocidad de acceso

Para cada conexión se define una velocidad de acceso (en bits/segundos). La velocidad de acceso realmente depende del ancho de banda del canal que conecta al usuario con la red. El usuario no puede nunca exceder esta velocidad. Por ejemplo, si el usuario a una red Frame Relay mediante una línea T-1, la velocidad de acceso es de 1,544 Mbps y ésta no se puede sobrepasar.

1.6.2 Tamaño de ráfaga comprometida

Para cada conexión, Frame Relay define un tamaño de ráfaga comprometida (B_c) este es el número máximo de bits durante un periodo predefinido de tiempo que la red se compromete a transferir sin descartar ninguna trama o activar el bit DE. Por ejemplo si se compromete un valor para B_c de 400 Kbits durante un periodo de cuatro segundos, el usuario puede enviar hasta 400 Kbits durante un intervalo de 4 segundos sin preocuparse de que se pierdan tramas. Observe que no se trata de una velocidad definida para cada segundo. Es una medida acumulativa. El usuario puede enviar 300 Kbits durante el primer segundo, ningún dato durante los dos siguientes segundos y finalmente 100 Kbits durante el cuarto segundo.

1.6.3 Velocidad de información comprometida

La velocidad de información comprometida (CIR, Committed Information Relay) es similar al concepto de tamaño de ráfaga comprometida excepto que define una velocidad media en bits por segundo. Si el usuario mantiene esta velocidad, la red se compromete a entregar las tramas. Sin embargo, debido a que es una medida media, un usuario puede enviar en algunos instantes datos a una velocidad mayor al CIR. Siempre que se cumpla la media para el periodo predefinido, las tramas serán entregadas.

El número acumulativo de bits enviados durante el periodo predefinido no debería exceder de B_c . Observe que el CIR no es una medida independiente; se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CIR} = B_c/T \text{ bps}$$

Por ejemplo, si el B_c es de 5 Kbits en un periodo de cinco segundos, el CIR es $5,000/5 = 1$ Kbps.

1.6.4 Tamaño de ráfaga en exceso

Para cada conexión, Frame Relay define un tamaño de ráfaga en exceso (B_e). Este valor es el número máximo de bits que pueden exceder a B_c , que un usuario puede enviar durante un periodo predefinido de tiempo. La red se compromete a transferir estos bits si no hay congestión. Observe que en este caso existe menos compromiso que en el caso de B_c . El compromiso de la red es condicional.

1.6.5 Velocidad del usuario

La Fig.1.23 muestra como un usuario puede enviar datos a ráfagas. Si un usuario nunca excede B_c , la red se compromete a transferir las tramas sin descartarlas. Si el usuario excede el valor de B_c en menos que B_e (es decir, el número total de bits es menor que $B_c + B_e$), la red se compromete a transferir todas las tramas si no hay congestión. Si existe congestión, algunas tramas serán descartadas. El primer conmutador que recibe las tramas del usuario tiene un contador y fija el bit DE para aquellas tramas que excedan el valor B_c . El resto de conmutadores descartaran estas tramas si hay congestión. Observe que un usuario que necesita enviar datos más rápido puede exceder el nivel B_c . Siempre que el nivel no supere $B_c + B_e$, existe la posibilidad de que las tramas alcancen el destino sin ser

descartadas. Recuerde, sin embargo, que en el momento en que el usuario supere $B_c + B_e$, todas las tramas enviadas después con descartadas por el primer conmutador.

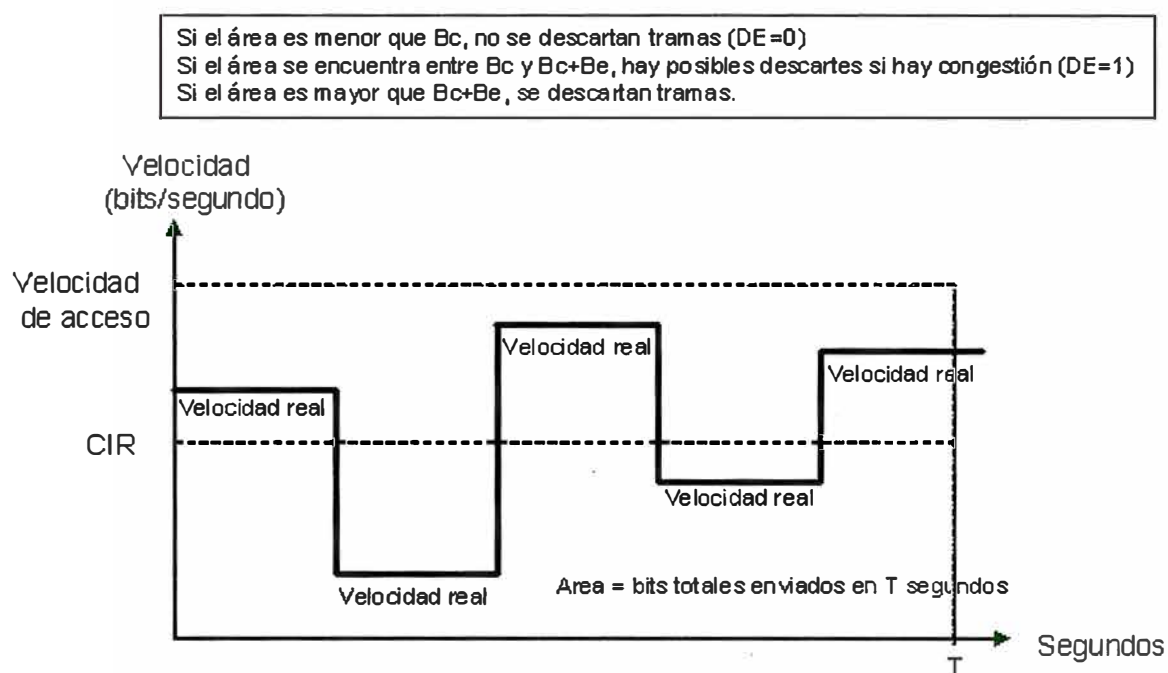


Fig.1.23 Velocidad del usuario en relación con B_c y B_c+B_e .

1.7 Otras características

A continuación se describen brevemente algunas otras características de Frame Relay.

1.7.1 Direcciones ampliadas

Para incrementar el rango de DLCI, las direcciones en Frame Relay han sido ampliadas desde las direcciones originales de dos bytes a direcciones de tres o cuatro bytes. La Fig.1.24 muestra las diferentes direcciones. Observe que el campo EA define el número de bytes; es 1 en el último byte de la dirección y 0 en el resto de bytes. Observe que en los formatos de tres y cuatro bytes, el bit anterior al último bit se pone a 0.

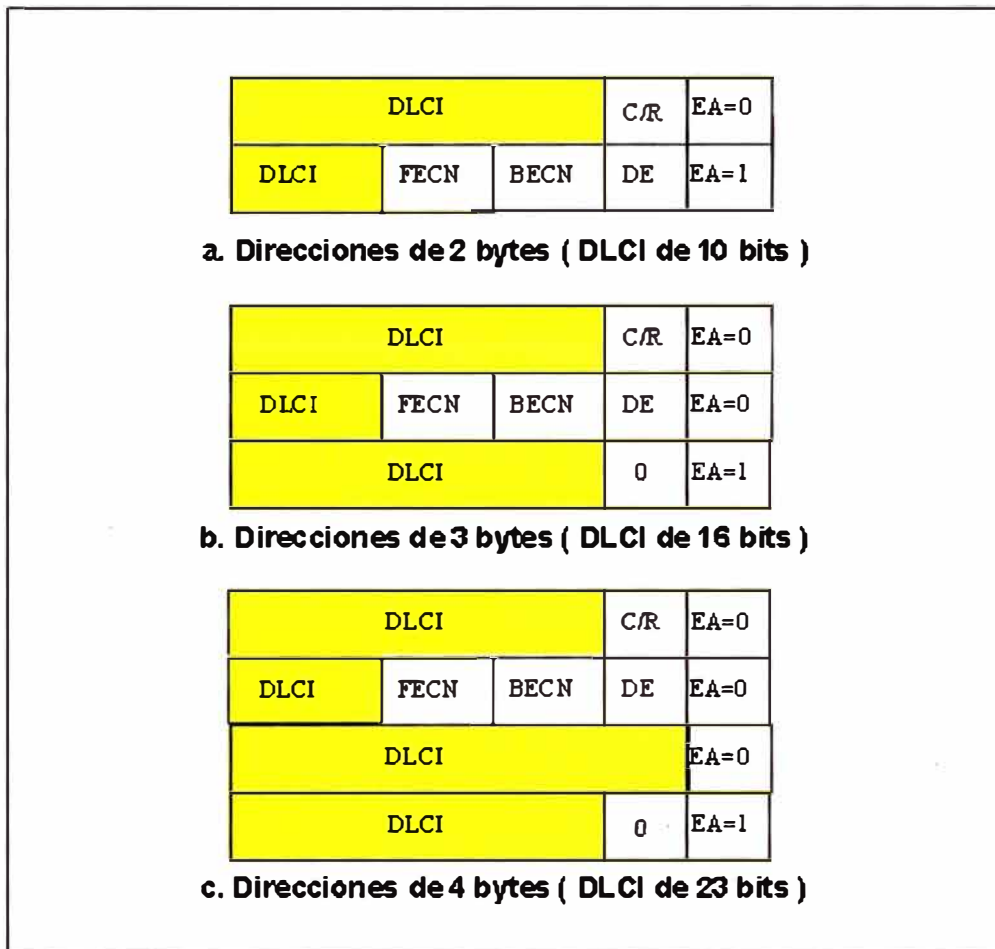


Fig.1.24 Tres formatos de direcciones.

1.7.2 Ensamblador/desensamblador en Frame Relay

Para manejar las tramas que llegan de otros protocolos, Frame Relay utiliza un dispositivo denominado Ensamblador/desensamblador en Frame Relay (FRAD, Frame Relay Assembler/Disassembler). Un FRAD ensambla y desensambla las tramas que vienen de otros protocolos para que puedan ser transportadas en tramas Frame Relay. Un FRAD se puede implementar como un dispositivo diferente o como parte de un conmutador. Así la Fig.1.25 muestra dos FRAD conectados a una red Frame Relay.

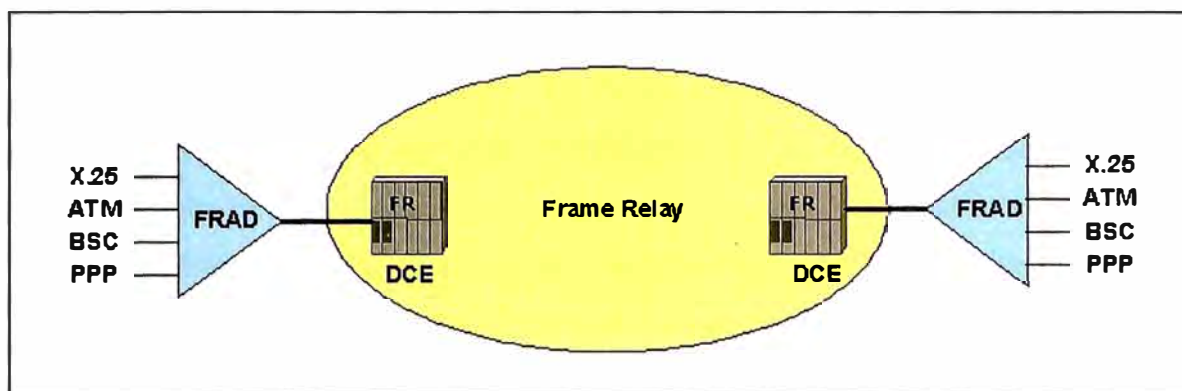


Fig1.25 Ensamblador / desensamblador en Frame Relay (FRAD).

1.7.3 Voz a través de Frame Relay

Las redes Frame Relay ofrecen una opción denominada voz a través de Frame Relay (VOFR, Voice Over Frame Relay) que envía voz a través de la red. La voz se digitaliza utilizando PCM y luego se comprime. El resultado es enviado en tramas de datos a través de la red. Esta característica permite el envío barato de voz entre largas distancias. Sin embargo, la calidad de la voz no es tan buena como la obtenida en una red de conmutación de circuitos como la red telefónica. Además, el retardo variable mencionado anteriormente en algunas ocasiones afecta a la transmisión de voz en tiempo real.

1.7.4 Información de gestión local

Frame Relay se diseñó inicialmente para ofrecer conexiones PVC. No había por tanto, ninguna provisión para controlar y gestionar interfaces. La información de gestión local (LMI, Local Management Information) es un protocolo añadido recientemente a Frame Relay para ofrecer más características de gestión. En concreto, LMI puede proporcionar:

- Un mecanismo “estás vivo” para comprobar el flujo de datos.
- Un mecanismo de radiado para permitir que un DTE local pueda enviar tramas a más de un DTE remoto.
- Un mecanismo que permite a un DTE comprobar el estado de un DCE (por ejemplo, para ver si el DCE se encuentra congestionado).

1.8 Estándares

Gracias a los esfuerzos principalmente del Frame Relay Forum y compañías tales como Cisco, Digital Corp. y otras así como organismos ANSI y la ITU, frame relay se ha convertido en una de las soluciones más adecuadas para la interconexión de LANs. Frame relay fue inicialmente concebido como un protocolo para utilizar sobre interfaces RDSI y como sucesor a los servicios basados en líneas dedicadas (T1 en EEUU y E1 en Europa). Las propuestas iniciales fueron entregadas por el Sector de Estandarización de la ITU-T (International Telecommunication Union - Sector Telecommunication formalmente el CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) en 1984. Ya a principios de los 90 se entregan soluciones para un servicio de datos multiplexados que permite la conectividad entre el equipo del usuario y equipos de red (p.e. switches). El trabajo sobre Frame Relay fue también tomado por ANSI (American National Standards Institute) acreditado por el comité de estándares T1S1 en los Estados Unidos. Debido al auge del número de dispositivos que incorporan las tecnologías de conmutación X.25 Frame Relay y RDSI en una misma “caja” (FRAD: Multiprotocol Frame Relay Access Devices), el número de usuarios de esta tecnología ha crecido enormemente. Actualmente se especifica en el estándar ITU-T I.233.

ANSI (American National Standards Institute)

- TI.606 (Architectural Frame Work)
- TI.618 (Data Transfer)
- TI.617 Annex D (Signaling)

ITU-T (CCITT) International Telecommunications Union

- I.233 (Architectural Frame Work)
- Q.922 (Data Transfer)
- Q.933 Annex A (Signaling)

FRAME RELAY FORUM

- FRF.1 UNI. User-to-network interface.
- FRF.2 NNI. Network-to-network interface
- FRF.3 Multiprotocol encapsulation over Frame Relay.
- FRF.4 UNI SVC. Frame Relay switched virtual connection user-to-network interface.

- FRF.5 Network internetworking connecting Frame Relay over ATM.
- FRF.8 Service internetworking connecting Frame Relay over ATM.
- FRF.9 Encapsulation of the Data Compression Protocol (DCP) over Frame Relay.
- FRF.10 NNI SVC. Applies to SVCs over Frame Relay NNIs and to SPVCs.
- FRF.11 Extends Frame Relay application support to include the transport of digital voice payloads.
- FRF.12 Fragmentación de la Trama.

G-4 (Gang of Four): DEC, NORTEL, Stratacom, Cisco Systems.

- LMI (Local Management Interface)
- Global Addressing
- Multicast

CAPÍTULO II

PLATAFORMA DE ACCESO : CONEXIÓN USUARIO – RED

2.1 Descripción.

La conexión de acceso a la Red para la realización de un servicio Frame Relay (InterLan) es una conexión dedicada y se establece sobre el servicio de alquiler de circuitos digitales punto a punto (servicio TDM DigiRed). El circuito realiza la conexión desde las dependencias del cliente hasta los nodos de InterLan.

La Fig. 2.1 muestra el alcance del servicio Frame Relay (InterLan).

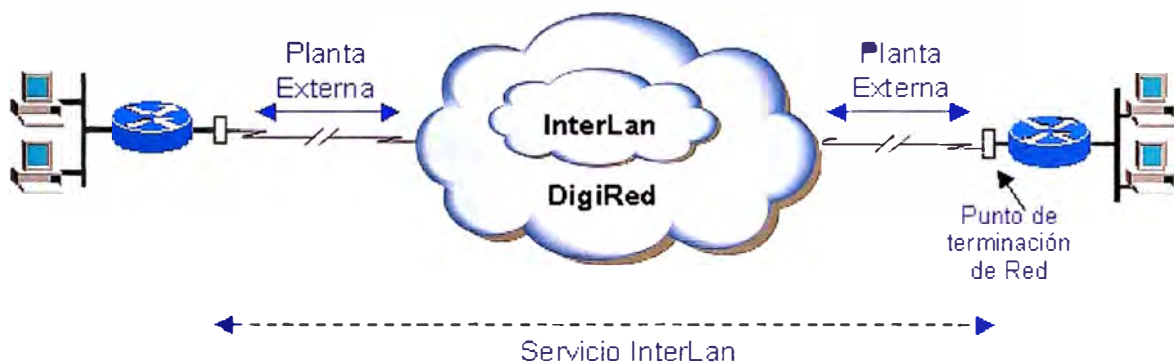


Fig.2.1 Alcance del servicio InterLan.

Se considera como punto de terminación de Red el equipo DCE o módem instalado por el Operador. Luego continúa el router que puede ser propiedad del cliente o alquilado por el Operador.

2.2 Línea de Acceso.

La terminación de la conexión de acceso de cliente o punto de conexión del terminal de cliente se denomina **Interfaz de Acceso** (interfaz Usuario- Red), y viene determinada por las características físicas y técnicas del circuito digital alquilado.

2.2.1 Características físicas y técnicas.

Es requisito que la sede del cliente este dentro de la cobertura de la Planta Externa de cobre instalada por el Operador concentrado en un repartidor principal de líneas de abonado denominado MDF. De no cumplir con esto se ofrecen otras soluciones de acceso a través de medios como: fibra óptica, SDH, radio, semipermanente, etc.

La velocidad de transmisión en el acceso se selecciona en contratación entre las velocidades que a continuación se enumeran. Para cada una de estas velocidades son aplicables unas interfaces físicas u otras:

- 64 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 128 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 192 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 256 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 384 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 512 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 1.024 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 1.984 kbit/s aplicable a las interfaces V.35 y G.703/G.704.
- 2.048 kbit/s aplicable a la interfaz G.703/G.704.

2.3 Dispositivo de acceso (DCE): Módem

La conexión desde las dependencias del cliente hasta los nodos de Red se realiza a través de módems con tecnología HDSL (módem Teldat Ebano) valiéndose de la Planta Externa de cobre instalada por el Operador.

Los módems Ebano trabajan en pareja uno ubicado en el local del cliente y el otro ubicado en el nodo de Red.

La velocidad de conexión de módems para la sede remota es de 128Kbps con puerto de acceso V.35 y para la sede principal es 2048 Kbps con puerto de acceso G.703.

La Fig. 2.3 muestra el escenario descrito para ambas sedes y la velocidad de enganche de los módems.

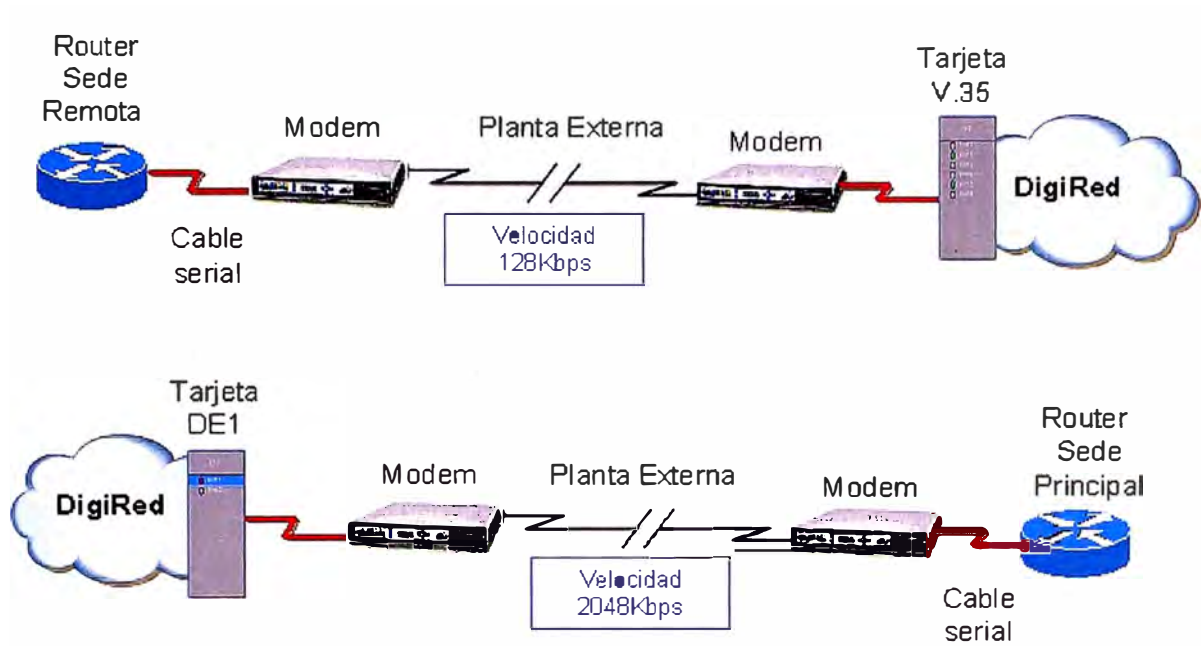


Fig.2.3 Enlace de módems.

2.4 Infraestructura de Usuario.

Uno de los factores más importantes del servicio Frame Relay es que puede transportar eficientemente la mayoría de protocolos en uso hoy en día (IP, IPX de Novell, SNA, DECnet, Appletalk). Frame Relay opera a nivel 2 de la capa OSI siendo por tanto transparente a los protocolos más usados. Además esta transparencia se ve reforzada por los estándares de encapsulación de protocolos en Frame Relay. El carácter multiprotocolo del Servicio InterLan se ha visto ampliado por el desarrollo de estándares para la transmisión de voz sobre Frame Relay (VoFR).

La Fig. 2.2 muestra las sedes remota y principal y sus equipos.

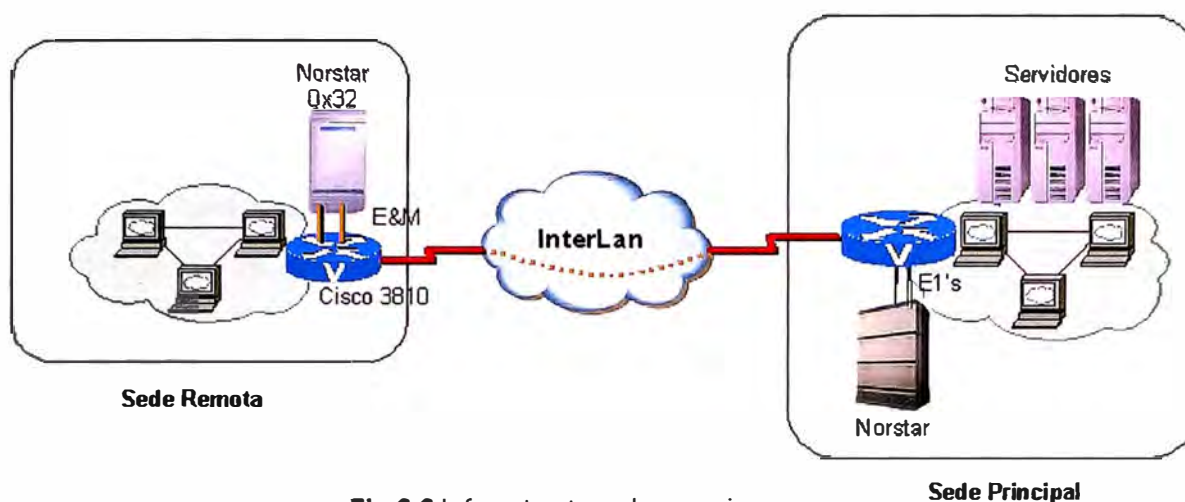


Fig.2.2 Infraestructura de usuario.

2.4.1 Dispositivo de usuario (DTE): Router

Los routers utilizados por el cliente son del fabricante Cisco. Cisco Systems es la plataforma tecnológica de Networking líder del mercado, altamente reconocida por el High Performance de sus productos. Los productos Cisco Systems proporcionan soluciones de Networking end-to-end, aumentando la disponibilidad de sus redes y minimizando los problemas de tráfico de sus usuarios.

La tecnología Cisco, espina dorsal de los sistemas mundiales de redes, abarcan aproximadamente el 80 por 100 de las redes del mundo, lo que hace de su sistema operativo, IOS, el segundo en importancia, por detrás de Microsoft Windows.

2.4.2 Configuración de router en sede principal

En la sede principal tenemos un router Cisco 3640 con la siguiente configuración en la interface serial:

Configuración básica:

```
interface Serial3/1:0
description "Enlace Iquitos"
bandwidth 2048
mtu 1000
ip address 10.0.0.89 255.255.255.252
encapsulation frame-relay
frame-relay lmi-type q933a
```

- * Para cálculos algoritmos dinámicos
- * Máximo tamaño de datagrama
- * Asigna una dirección IP a interface.
- * Configura la interface como FR.
- * Especifica el tipo de señalización.

```
frame-relay interface-dlci 24
```

* Asigna el DLCI al PVC

Configuración avanzada (con subinterfaces):

Dentro de una interfaz física se pueden definir varias subinterfaces lógicas. Cada subinterfaz tendrá que estar conectada a una red distinta. Pueden ser point-to-point, que sólo puede tener un DLCI, y las multipoint, que pueden tener varios DLCIs.

interface Serial3/1:0

```
bandwidth 2048
```

* Para cálculos algoritmos dinámicos

```
mtu 1000
```

* Máximo tamaño de datagrama

```
encapsulation frame-relay
```

* Configura la interface como FR.

```
frame-relay lmi-type q933a
```

* Especifica el tipo de señalización.

interface Serial3/1:0.1 point-to-point

```
description "Enlace Iquitos"
```

```
ip address 10.0.0.89 255.255.255.252
```

* Asigna una dirección IP a interface.

```
frame-relay interface-dlci 24
```

* Asigna el DLCI al PVC

2.4.3 Configuración de router en sede remota.

En la sede remota tenemos un router Cisco 3810 con la siguiente configuración en la interface serial:

Configuración básica:

```
interface Serial0
```

```
bandwidth 128
```

* Para cálculos algoritmos dinámicos

```
mtu 1000
```

* Máximo tamaño de datagrama

```
ip address 10.0.0.90 255.255.255.252
```

* Asigna una dirección IP a interface.

```
encapsulation frame-relay
```

* Configura la interface como FR.

```
frame-relay lmi-type q933a
```

* Especifica el tipo de señalización.

```
frame-relay interface-dlci 16
```

* Asigna el DLCI al PVC

Configuración avanzada (con subinterfaces):

interface Serial0

bandwidth 128	* Para cálculos algoritmos dinámicos
mtu 1000	* Máximo tamaño de datagrama
encapsulation frame-relay	* Configura la interface como FR.
frame-relay lmi-type q933a	* Especifica el tipo de señalización.

interface Serial0.1 point-to-point

ip address 10.0.0.90 255.255.255.252	* Asigna una dirección IP a interface.
frame-relay interface-dlci 16	* Asigna el DLCI al PVC

2.5 Infraestructura de Red: Acceso

El Servicio InterLan (Frame Relay) se soporta sobre los elementos de conmutación y transmisión (nodos y enlaces) de la Red Alcatel, que es soporte asimismo de otros Servicios de transmisión de datos de alta calidad.

El servicio DigiRed (TDM) sirve de acceso y tránsito al servicio InterLan (Frame Relay) dentro de la plataforma de Red Alcatel.

Las características de la infraestructura de Red TDM DigiRed se traducen en una fiabilidad y una alta capacidad de transmisión gracias a las siguientes realidades:

- Suministrador líder en el mercado de equipos de conmutación para transmisión de datos.
- Construcción del núcleo de Red (backbone) sobre enlaces a 34 Mbps (E3), 155 Mbps (STM-1) y 622 Mbps (STM-4).
- Arquitectura de Red completamente redundante, es decir, redundancia de enlaces y redundancia de nodos de Red.

2.5.1 Puertos de acceso en la Red

Los nodos de conmutación Alcatel constan de una gama de equipos multiplexores clasificados por jerarquías, son los multiplexores de acceso los que soportan tarjetas para el acceso de clientes. Para datos tenemos: V.24, V.35 y E1; para voz: LGE, LGS y E&M.

Los puertos de acceso en la Red TDM DigiRed para la experiencia desarrollada son:

- Un puerto V.35 para la sede remota.
- Un puerto G.703 para la sede principal.

La Fig. 2.4 describe las tarjetas empleadas para concretar la conexión Frame Relay. Una tarjeta V.35 de 6 puertos para el acceso de la sede remota y una tarjeta DE1 de 2 puertos para el acceso de la sede principal:



Fig.2.4 Plataforma de Red Alcatel y tarjetas de acceso.

CAPÍTULO III

PLATAFORMA DE RED: CONEXIÓN RED – RED

3.1 Descripción

En la plataforma Alcatel se realiza una serie de conexiones lógicas para completar el servicio Frame Relay. Se define una conexión permanentemente establecida entre dos interfaces de acceso a través de la Red y que garantiza el mantenimiento del orden en la secuencia de las tramas recibidas por la Red.

Se resalta la importancia del software de Gestión de Red 5620 NM propietario del fabricante Alcatel.

3.1.1 Software de Gestión de Red

El software de Gestión 5620 NM tiene un entorno gráfico amigable para cualquier usuario y permite desarrollar las labores de monitoreo, inventario, provisión y administración sobre todos los nodos asociados a la plataforma Alcatel.

La gestión de un nodo se realiza a través de una conexión denominada CPSS construida a 64 Kbps a través de los enlaces de servicio. El protocolo de comunicación utilizado por el software de Gestión 5620 NM es un X.25 propietario.

La Fig. 3.1 muestra la presentación del 5620 y la versión cargada en la Red.



Fig.3.1 Software de Gestión de Red 5620 NM.

3.2 Infraestructura de Red : Frame Relay.

El Servicio InterLan (Frame Relay) se soporta sobre los elementos de conmutación y transmisión (nodos y enlaces) de la Red Alcatel.

La Red Frame Relay es una interconexión de tarjetas FRE (Frame Relay Engine) mediante enlaces WAN de alta capacidad a través de unos equipos denominados FASTbus, mostrados en la Fig. 3.2.

El equipo FASTbus puede soportar hasta 64 tarjetas FRE con una velocidad de 100 Mbps a través de puertos de acceso LAN.

Una tarjeta FRE contiene 62 Stream, con BW de 1984Kbps y con un máximo de 992 PVC/Stream. El Stream es un Switch Frame Relay y viene a ser el recurso de acceso en la Red Frame Relay al cual tiene que tener conexión finalmente el router DTE del cliente a través de enlaces físicos y lógicos. Fig. 3.3

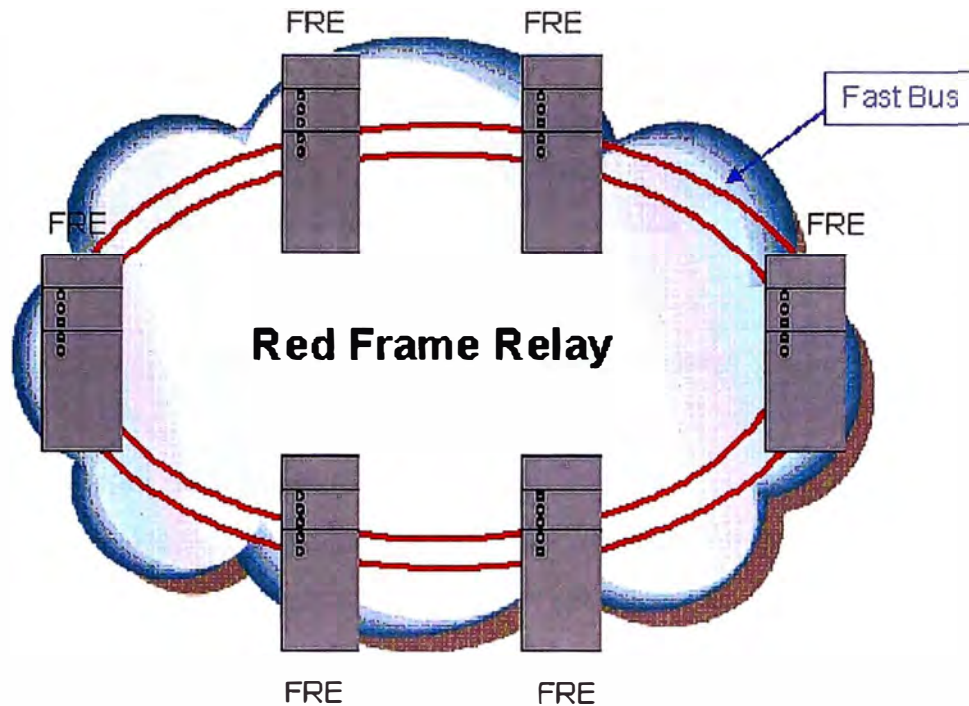


Fig.3.2 Red Frame Relay, Servicio InterLan.



Fig.3.3 Conexión al Stream FSC, Switch Frame Relay.

3.3 Topología de conexión

La Fig. 3.4 muestra el escenario de conexión extremo a extremo, obviando los dispositivos de acceso (módems usuario y nodo). Se resalta los elementos de Red involucrados en la realización del servicio, las tarjetas de acceso V.35 y DE1 en la Red TDM DigiRed y las tarjetas FRE de acceso a la Red Frame Relay InterLan.

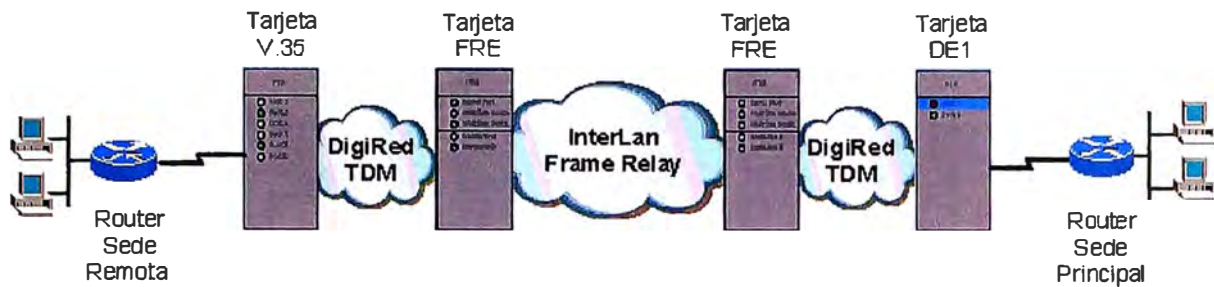


Fig.3.4 Topología de conexión extremo a extremo.

3.4 Construcción de la conexión Red - Red

En la plataforma Alcatel, mediante el software de Gestión 5620 NM, se define una conexión permanentemente establecida entre dos interfaces de acceso a través de la Red, y que garantiza el mantenimiento del orden en la secuencia de las tramas recibidas por la Red. La conexión consta de un "Link" y un "Path" Frame Relay.

3.4.1 Construcción del "Link Frame Relay"

Construimos la conexión "Link Frame Relay" seleccionando como origen el puerto de acceso (V.35 para la sede remota ó E1 para la principal) y como destino el recurso FSC de la tarjeta FRE correspondiente. La Fig. 3.5 muestra el "Link Frame Relay" construido.

Los parámetros más relevantes de su configuración son :

- Interface Speed (b/s) : Velocidad de acceso que tiene que coincidir con la velocidad de enganche de los módems de acceso.
- CIR Range (b/s) : Rango de variación del CIR que va desde el valor de uno hasta el valor de la velocidad de acceso.

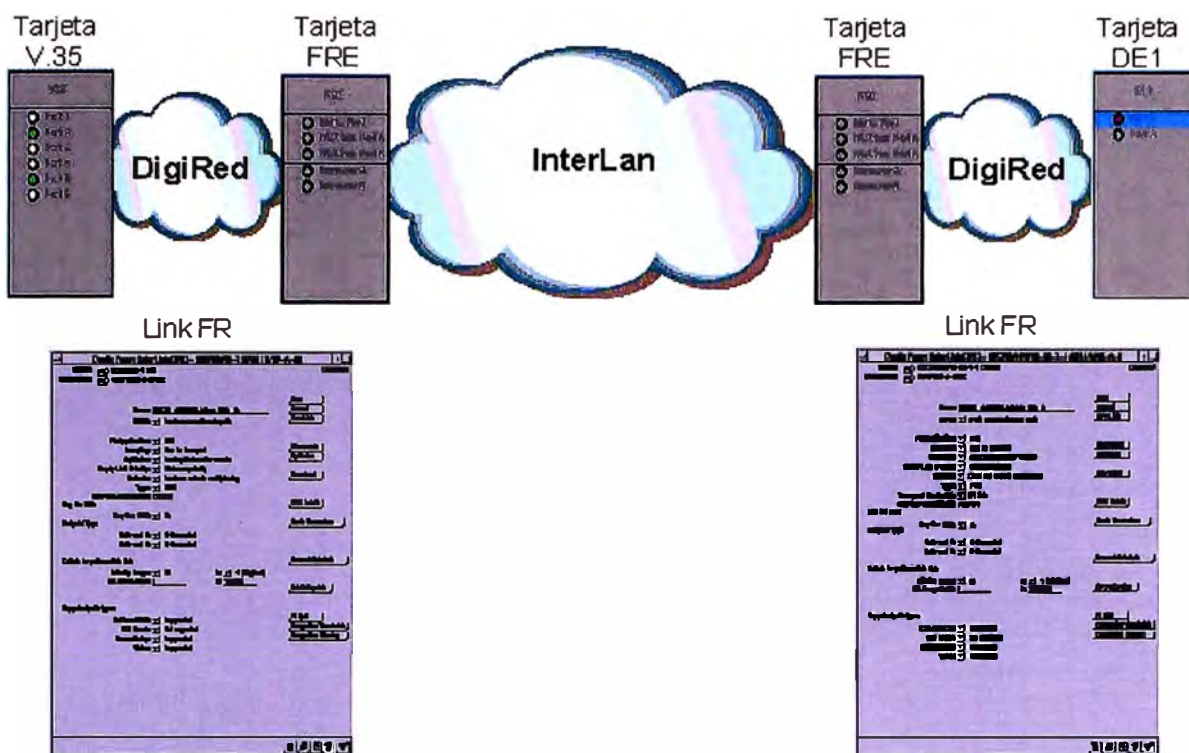


Fig.3.5 Construcción del Link Frame Relay.

3.4.2 Construcción del “Path Frame Relay”

Construimos la conexión “Path Frame Relay” seleccionando como origen el puerto de acceso V.35 de la sede remota y como destino el puerto E1 de la sede principal. La Fig. 3.6 muestra el “Path Frame Relay” construido.

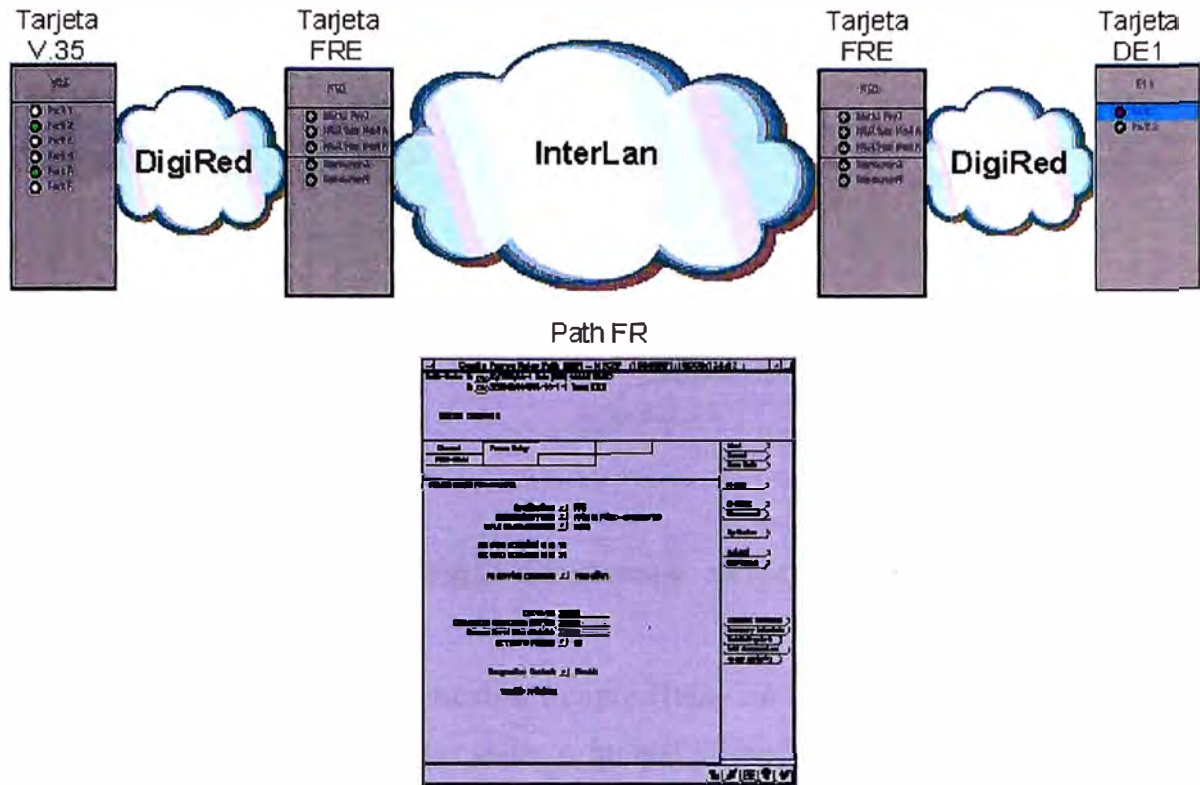


Fig.3.6 Construcción del Path Frame Relay.

Los parámetros más relevantes de su configuración son

- DLCI origen : Correspondiente al DLCI de la sede remota, el cual de coincidir con el DLCI configurado en el router de la sede remota.
- DLCI destino : Correspondiente al DLCI de la sede principal, el cual de coincidir con el DLCI configurado en el router de la sede principal.
- CIR (b/s) : Tasa de tráfico comprometida con el cliente.
- Bc (b) : Committed Burst Size.
- Be (b) : Excess Burst Size.

3.5 Análisis de la conexión Frame Relay

Con la construcción de los “Link Frame Relay” y el “Path Frame Relay” podemos concluir que en la Red Alcatel ya se provisionó un circuito virtual permanente (PVC Frame Relay) de acuerdo a la Fig. 3.7.

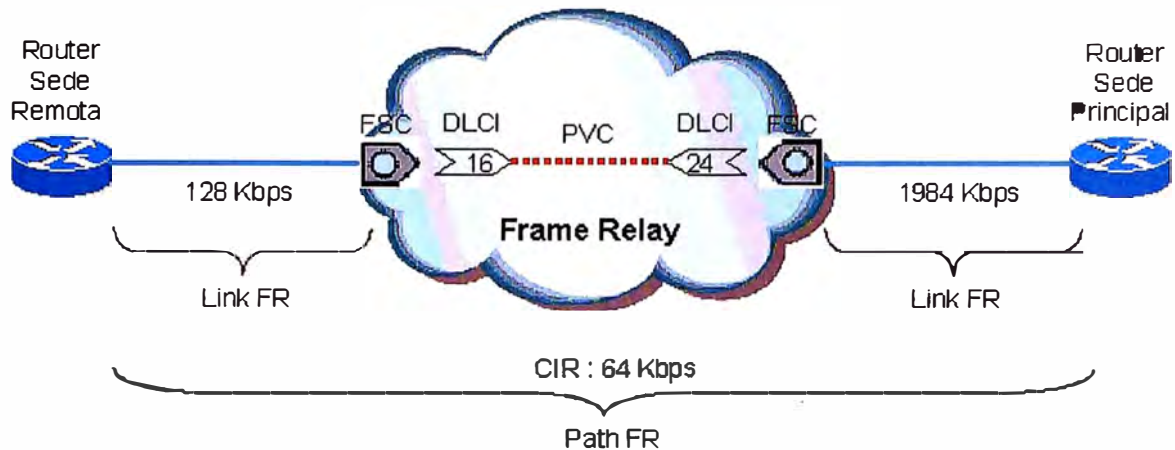


Fig.3.7 Establecimiento del PVC.

3.5.1 Establecimiento de la conexión Frame Relay en la Red Alcatel

En el router DTE del cliente de las sedes principal y remota debe tener configurado en las interfaces WAN los siguientes parámetros :

- Encapsulation: Frame Relay
- Link Management Interface (LMI) : Type q933a (CCITT).

En la Red Alcatel el Switch Frame Relay (Stream FSC) se configura el LMI. Se tiene las opciones : Annex A para la norma CCITT y Annex D para la norma ANSI. En nuestro caso configuramos como Annex A.

a) Activación del Stream FSC

Si se cumplen las configuraciones explicadas anteriormente, el buen estado de los módems, enlace físico y las conexiones lógicas Link FR y Path FR, el estatus del Stream FSC de tomarse activo como muestra la Fig. 3.8.

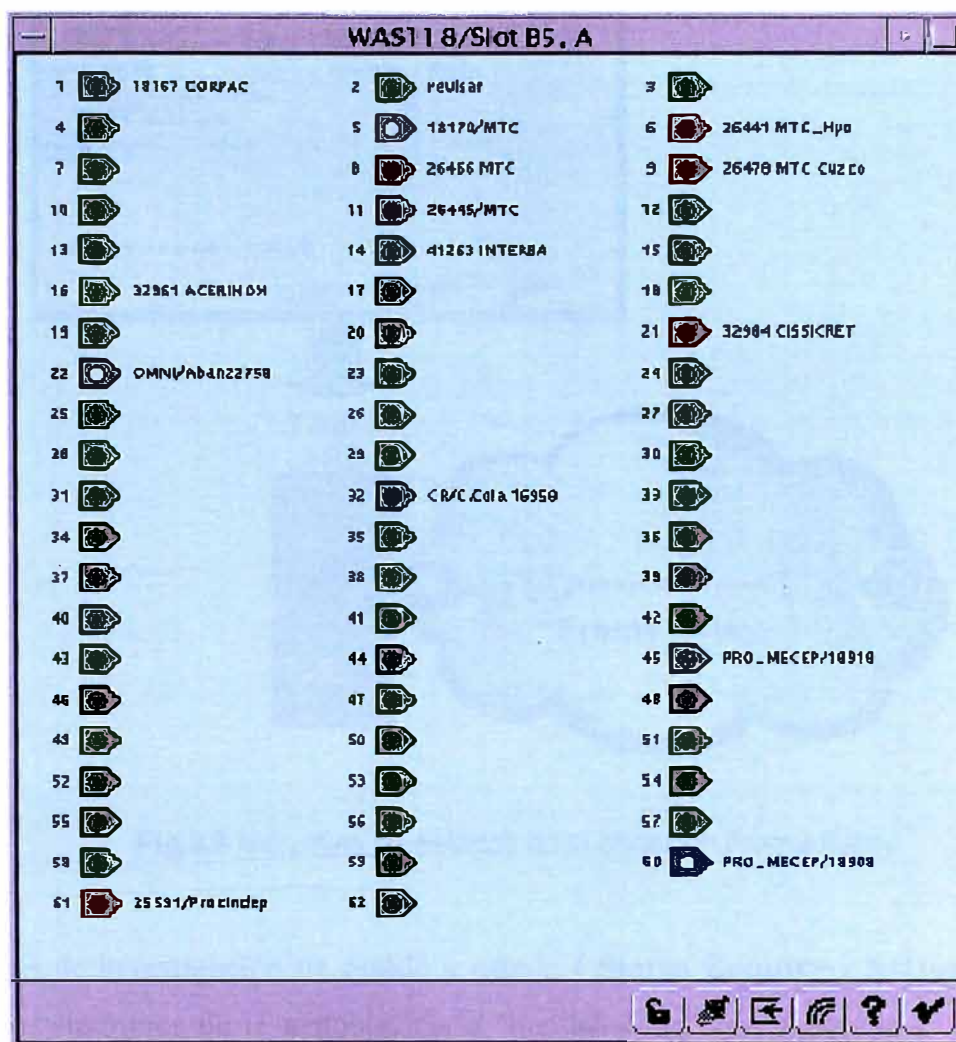


Fig.3.8 Stream 60 activo.

El estado del Stream FSC se representa por los colores:

- Blanco: Protocolo FR activo (up)
- Rojo: Protocolo FR inactivo (down)
- Verde: Stream no configurado.

b) Intercambio de mensajes de estado

El establecimiento de la conexión se puede analizar desde una interface de usuario sobre la tarjeta FRE como muestra la Fig. 3.9.

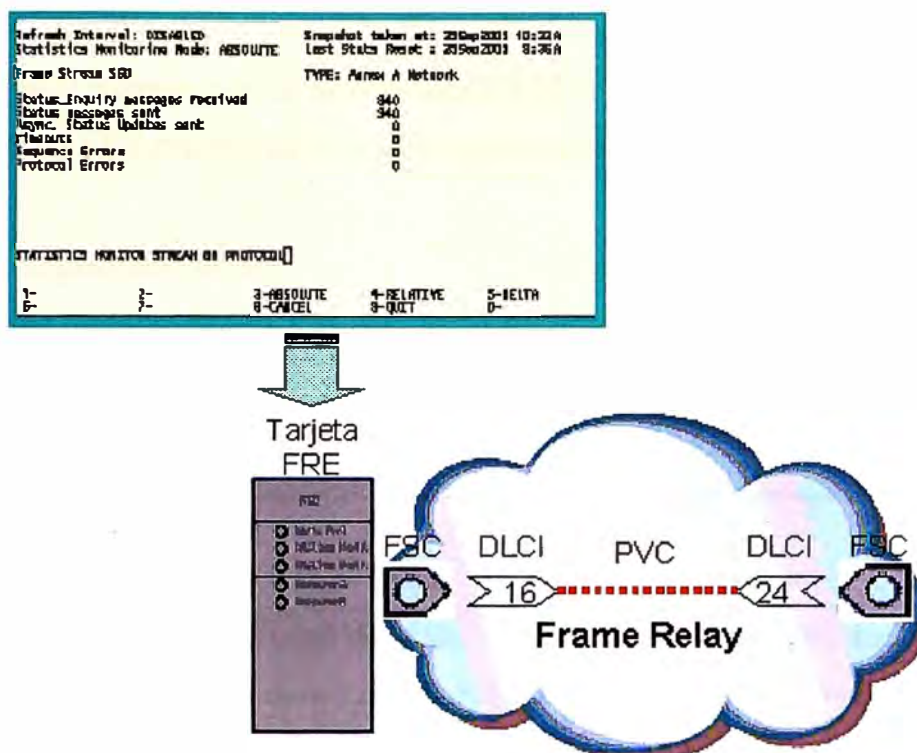


Fig.3.9 Mensajes de estados de la conexión Frame Relay.

Los mensajes de investigación de estado y estado (**Status Enquiry** y **Status messages**) son mensajes síncronos de la negociación o “handshaking” que aseguran la conectividad entre las dos interfaces. Para un enlace UNI, la interface del usuario trasmite el mensaje Status Enquiry a la interface de Red. La Red responde con el mensaje Status messages.

Los mensajes de actualización de estado (**Update Status messages**) son mensajes asíncronos que se transmiten cuando el estado de un PVC cambia. Los Update Status messages sólo contiene información de un PVC. Los cambios en el estado de múltiples PVCs generarán Update Status messages para cada PVC afectado. Para un enlace UNI, los Update Status messages se transmiten sólo cuando el PVC cambia de activo a inactivo, o de inactivo a activo.

Los **Update Status messages** no afectan la normal secuencia de interrogación de los mensajes **Status Enquiry** y **Status messages**. Cuando un nodo recibe o transmite un Update Status messages, los contadores del número del número de secuencia actual y de secuencia recibida no se afectan.

3.5.2 Establecimiento de la conexión Frame Relay en el Router Cisco

Los routers Cisco cuentan con un IOS que dispone de una serie de comandos básicos que se pueden utilizar para determinar el estado de un router.

a) Estado de la interface serial

El comando que muestra estadísticas para todas las interfaces configuradas en el router es

```
show interface
```

b) Mensajes de estado

El comando que nos da la facilidad de poder monitorear los mensajes que intercambia el router con la Red Frame Relay durante el establecimiento de la conexión Frame Relay es

```
debug frame relay lmi
```

c) Estado del PVC

El comando que muestra el estado del circuito virtual permanente establecido es :

```
show frame-relay pvc
```

3.6 Operación de la conexión Frame Relay

La figuras 3.10 y 3.11 ilustran los pasos de la operación del protocolo Frame Relay para el establecimiento de una conexión en Frame Relay :

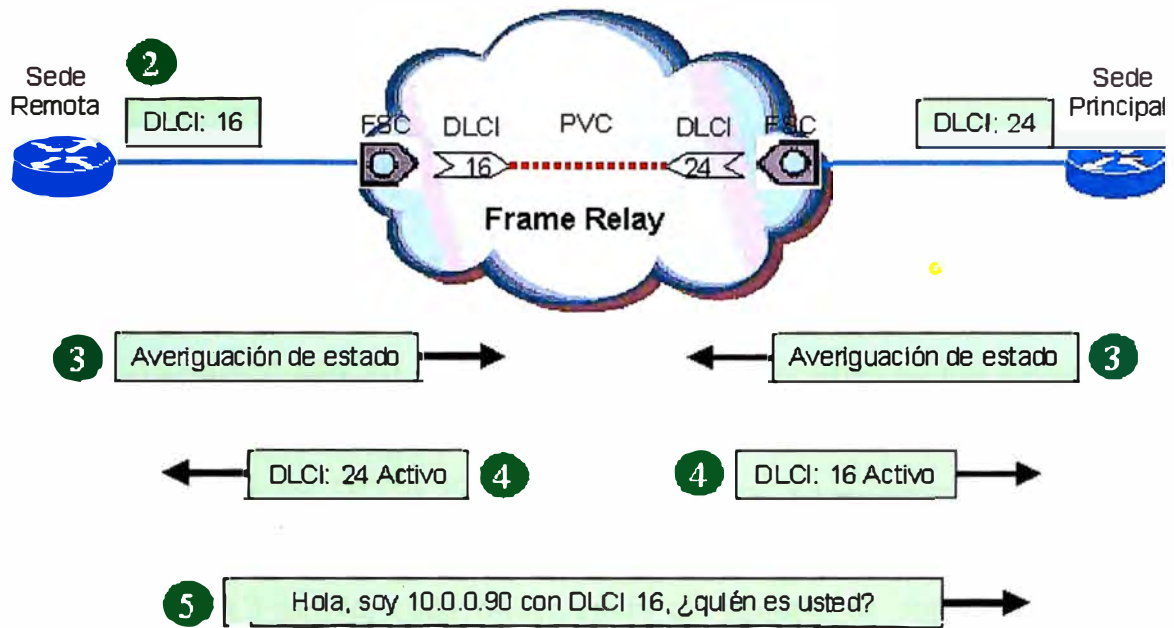


Fig.3.10 Operación de Frame Relay.

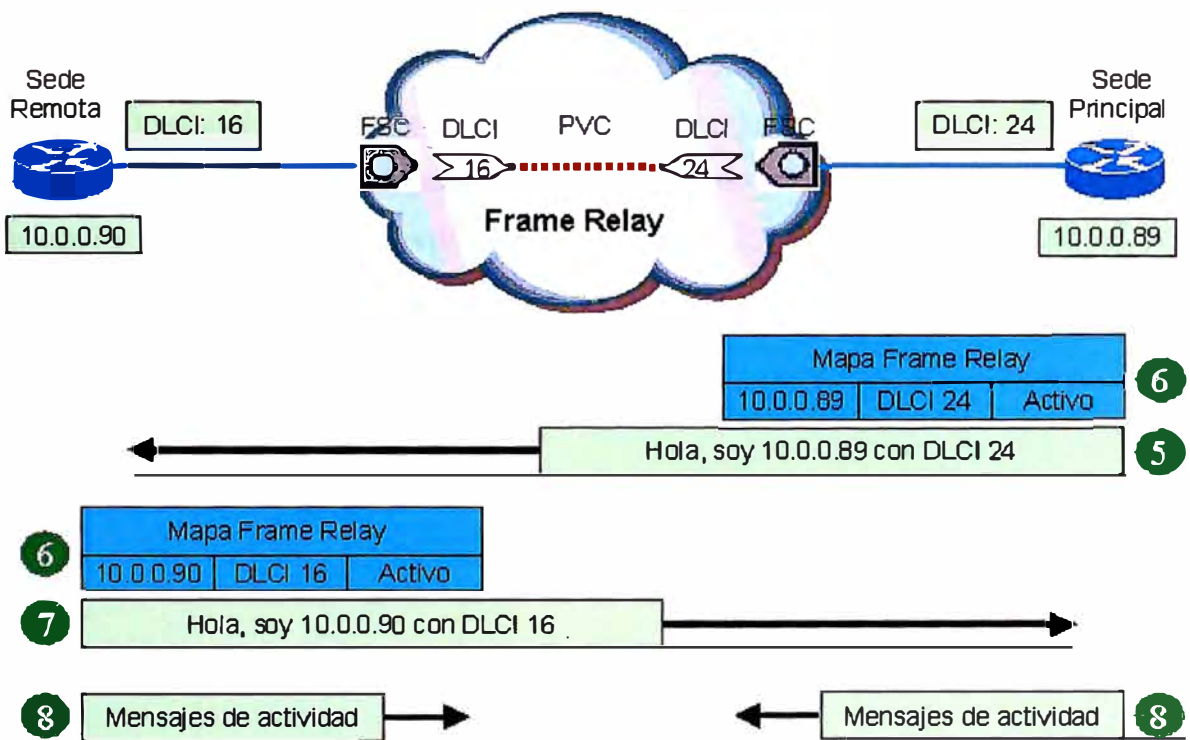


Fig.3.11 Operación de Frame Relay.

1. Se ordena el servicio Frame Relay a un proveedor de servicio, o se crea una nube Frame Relay privada.
2. Cada router Cisco, ya sea directamente o a través de un CSU/DSU, se conecta al switch Frame Relay (Stream FSC).
3. Cuando se habilita el router Cisco, éste envía un mensaje de información de estado al switch FR (Stream FSC). El mensaje notifica al switch acerca del estado del router, e interroga al switch acerca del estado de la conexión de los otros routers remotos.
4. Cuando el switch FR (Stream FSC) recibe la solicitud, responde con un mensaje de estado que incluye los DLCIs de los routers remotos a los cuales el router local puede enviar datos.
5. Por cada DLCI activo, cada router envía un paquete de solicitud de ARP inverso presentándose y solicitando a cada router remoto que se identifique respondiendo con su dirección de capa de red.
6. Por cada DLCI que conozca el router a través de un mensaje de ARP inverso, se crea una entrada de asignación dentro de la tabla de asignación FR del router. (DLCI local, dirección de red del router remoto y **estado de la conexión**).
7. Cada 60 segundos, los routers intercambian mensajes ARP inversos.
8. Por defecto, cada 10 segundos el router envía un mensaje de actividad (keepalive) al switch FR (¿sigue activo el Switch FR?).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE FALLAS EN LA CONEXIÓN FRAME RELAY

4.1 Descripción

El hecho de operar en la subcapa de nivel 2 de OSI hace que el Servicio Frame Relay no requiera complicados procedimientos en su Administración.

La Gestión de la Red Frame Relay es a través de las tarjetas FRE, como se puede apreciar en la Fig. 4.1.

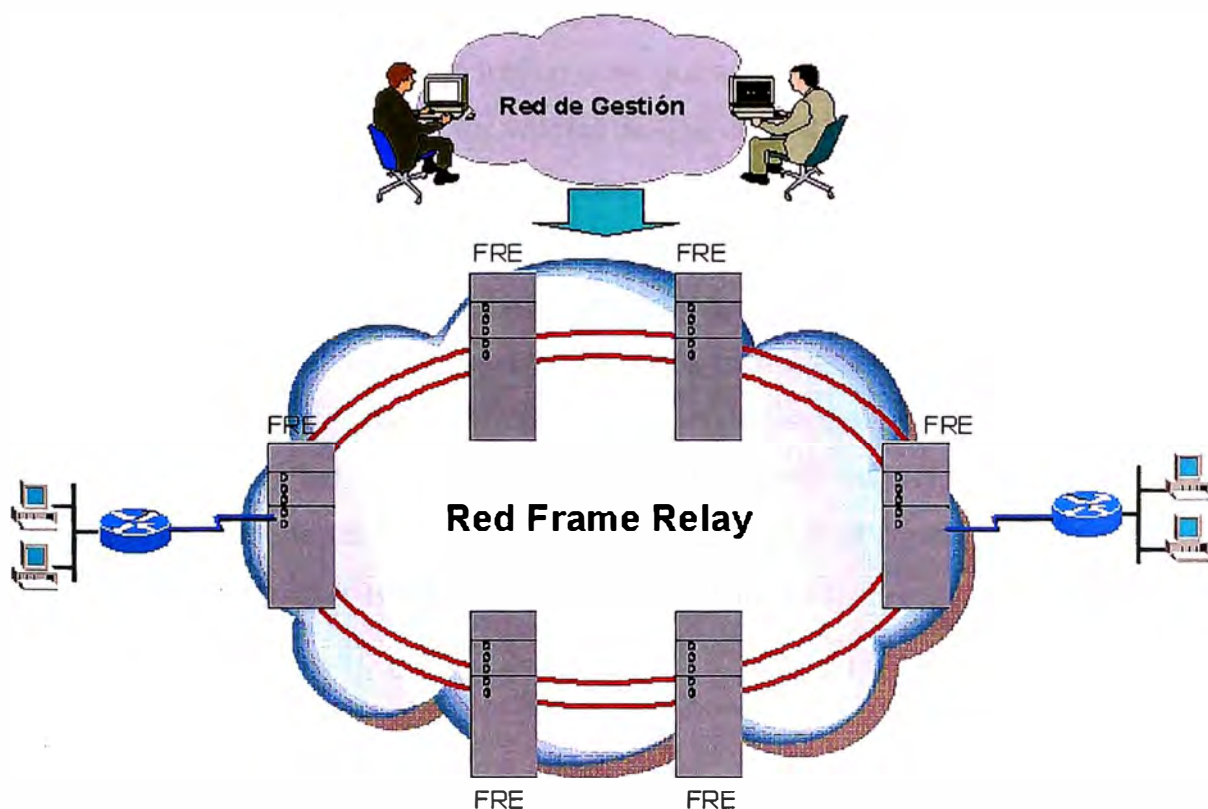


Fig.4.1 Gestión de la Red Frame Relay.

4.2 Administración de la Congestión

La **congestión** en una red puede ocurrir si un usuario envía datos a la red a una tasa mayor de la que puede permitir los recursos de la red. Por Ejemplo, la congestión puede ocurrir

debido a que los conmutadores en una red tienen un tamaño de almacenamiento limitado para almacenar los paquetes que llegan antes de procesarlos.

La congestión en una red Frame Relay es un problema que debe ser evitado debido a que reduce el rendimiento e incrementa los retardos. Un alto rendimiento y un bajo retardo son los principales objetivos del protocolo Frame Relay.

El software de Gestión tiene dos herramientas poderosas para poder determinar la congestión en una conexión Frame Relay:

Análisis del Tráfico de cliente

Típicamente el tráfico entre dos redes LAN a través de una red WAN presenta una apreciable variación entre valores máximos y mínimos con la ocurrencia de ráfagas de tráfico. Este comportamiento conduce a asumir que en circuitos dedicados tiene una ociosidad relativa el ancho de banda disponible.

Si el cliente tiene varios PVC el tráfico tiene que ser monitoreado constantemente. Cuando el tráfico empieza a sobrepasar los valores de CIR contratado por el cliente hay que darle el feedback para que tome sus precauciones y analice si el tráfico es real o tiene algún problema interno. De ser lo primero recomendar la ampliación del ancho de banda.

En la Fig. 4.2 se puede apreciar el tráfico por ráfagas de la sede remota y la sede principal.

El tráfico en la sede remota es considerablemente menor que la sede principal.

Se puede sacar reportes de tráfico de un día, semana o más, con el objetivo de hacer un seguimiento del tráfico de nuestro cliente que contrata el servicio Frame Relay. También enviamos reportes de tráfico por periodos solicitados por el cliente cuando quiere evaluar el comportamiento de su red con el uso de algún aplicativo.

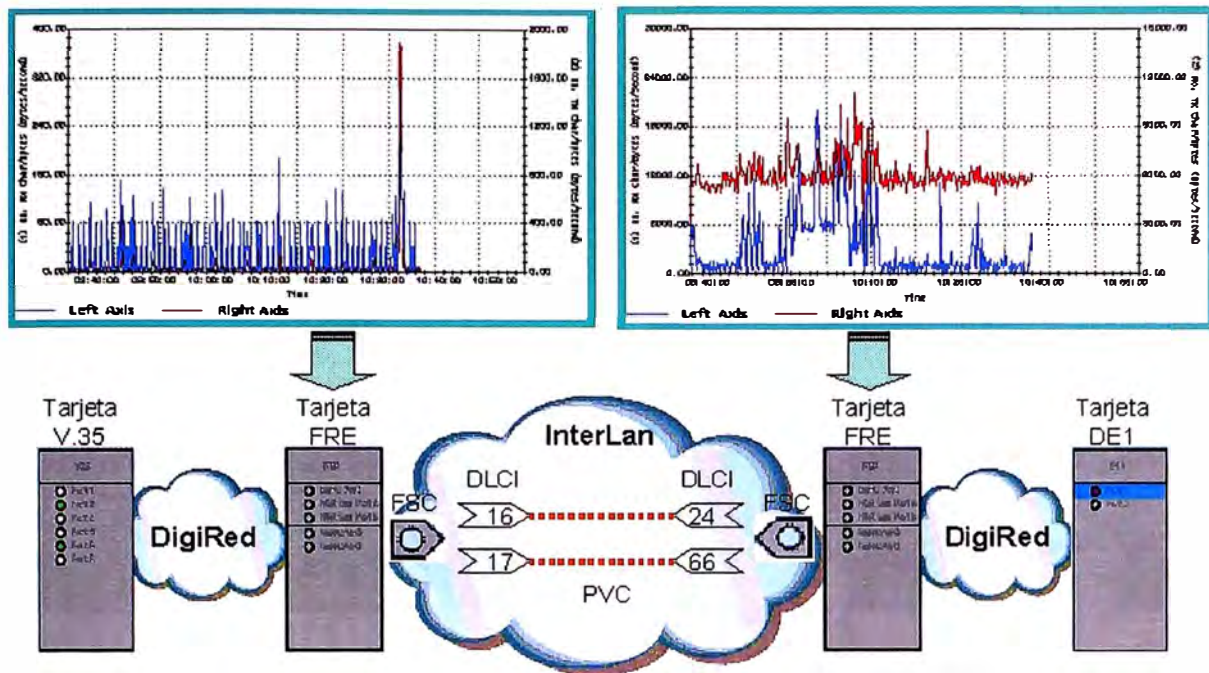


Fig.4.2 Análisis de Tráfico del cliente.

4.2.2 Análisis de Congestión en la Red

La congestión también puede presentarse en la Red, es decir, un switch Frame Relay (FRE) puede estar registrando congestión. Las posibles causas son: el excesivo tráfico de los clientes o el sobredimensionamiento de la capacidad de una FRE.

La congestión en una FRE se puede analizar desde una interface de usuario sobre la tarjeta FRE como muestra la Fig. 4.3.

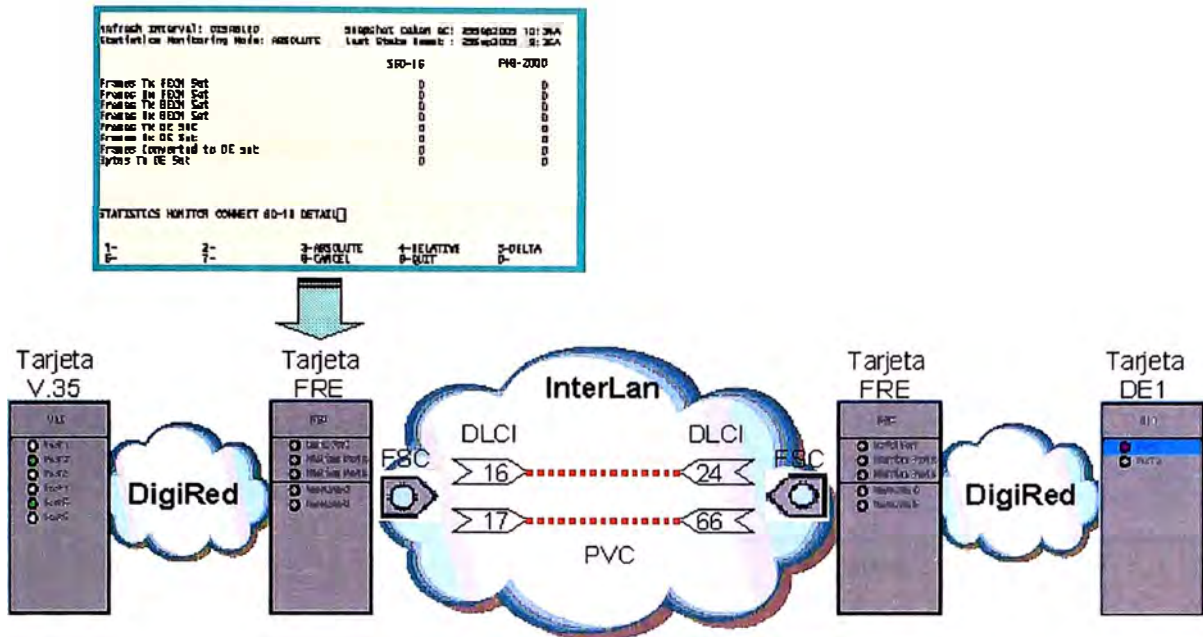


Fig.4.3 Análisis de la Congestión en una FRE.

El operador de gestión analiza el recorrido de la conexión determinando rápidamente si algún switch Frame Relay (FRE) está recibiendo notificación de congestión hacia adelante (FECN) o hacia atrás (BECN) y tomar las medidas correctivas del caso.

4.3 Localización de fallas (Troubleshooting)

Frame Relay opera solo en el nivel físico y de enlace de datos. Cuando ocurre una pérdida de la comunicación, el operador del Centro de Gestión, realiza el troubleshooting necesario en el nivel 1, de no encontrar problemas pasa al análisis del nivel 2 :

4.3.1 Análisis desde la Red

Los administradores de una Red deben tener las herramientas adecuadas, el conocimiento y la experiencia para el análisis de los elementos que conforman el circuito y realizar el diagnóstico preciso del problema.

a) Troubleshooting en nivel 1

Se revisa el estado de la conexión entre el módem del cliente y el módem del nodo de Telefónica. Cuando la línea de cobre ha sufrido algún corte o la calidad no es buena los módem no llegan a enganchar y activar la portadora (CD: carrier detect), esta señal se

puede visualizar a través de un LED en la parte frontal del módem del Nodo y módem del cliente.

La ausencia de portadora en el módem es monitoreada por el operador del Centro de Gestión a través del puerto V.35 asignado al cliente en el Nodo de Red. Se puede observar señales eléctricas de entrada y salida en el puerto V35, específicamente la señal eléctrica RTS (Request To Send) es la que corresponde a la portadora del módem (CD: carrier detect), por utilizar como interface un cable cruzado que interconecta el módem (DCE) con el puerto V.35 (DCE); tal como se muestra en la Fig. 4.4.

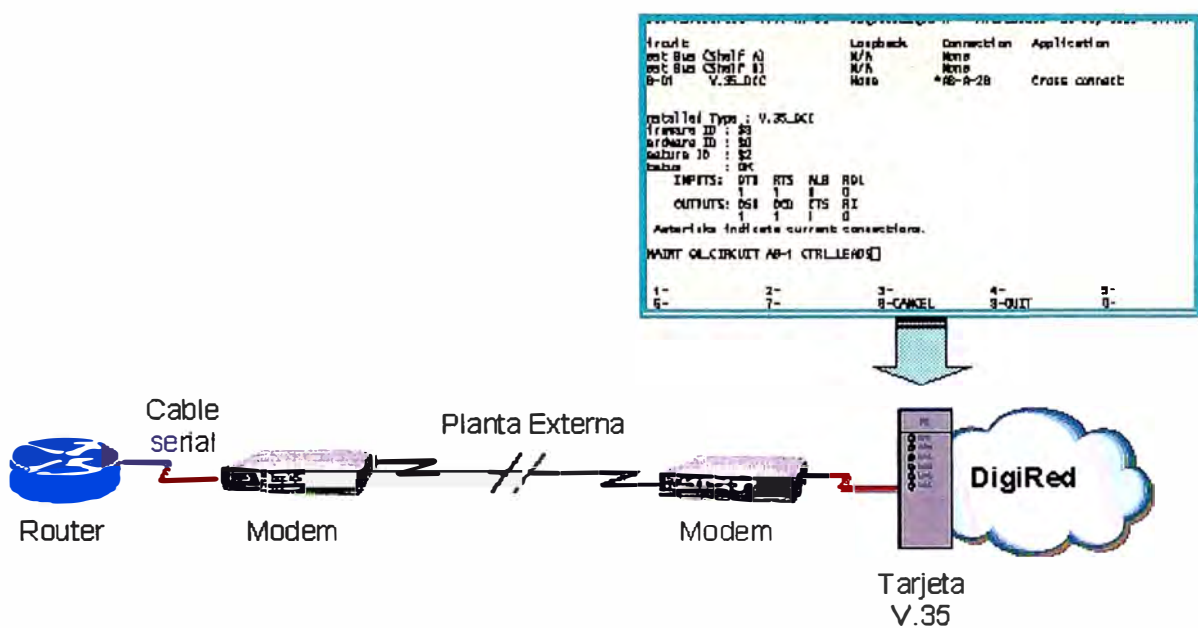


Fig.4.4 Análisis en la tarjeta V.35.

b) Troubleshooting en nivel 2

De no existir problemas en el nivel 1, es decir que no haya problemas con la línea física y asegurandonos que no sea un problema de energía en los módems, se revisa en el siguiente nivel. El operador del Centro de Gestión tiene que revisar la tarjeta FRE correspondiente y verificar el estado del LMI asociado al cliente, según Fig. 4.5.

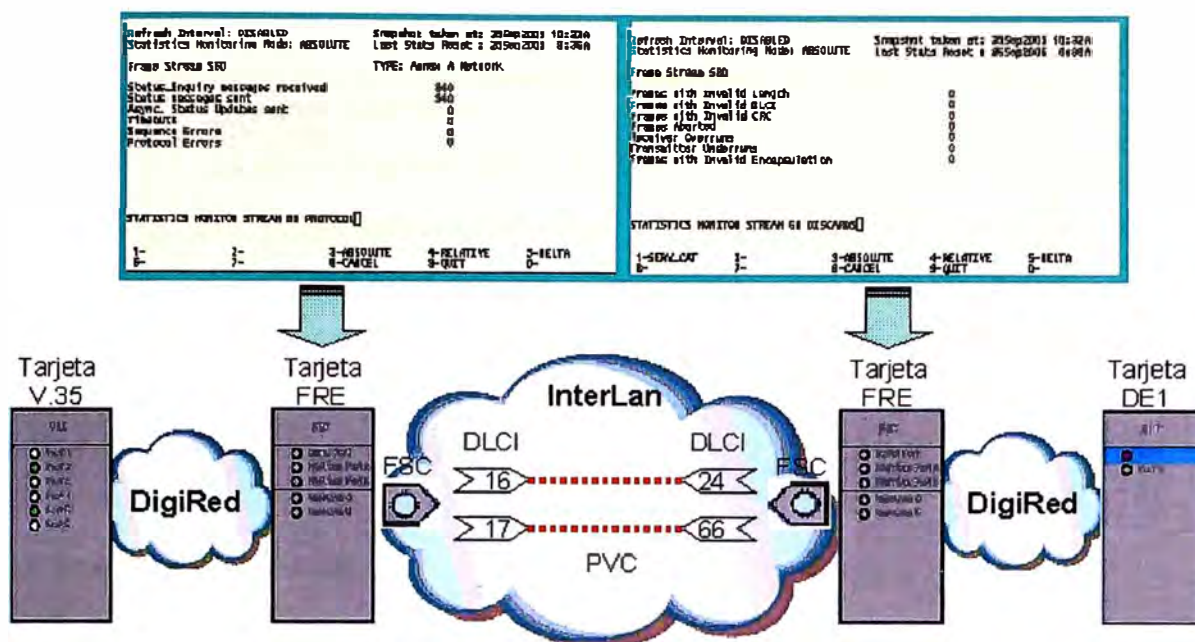


Fig.4.5 Análisis en la tarjeta FRE.

Aquí se analiza los mensajes de investigación de estado y estado (**Status Enquiry** y **Status messages**) son mensajes síncronos de la negociación o “handshaking” que aseguran la conectividad entre el router del cliente y el Stream FSC. Para un enlace UNI, la interface del usuario transmite el mensaje Status Enquiry a la interface de Red. La Red responde con el mensaje Status messages.

4.3.2 Análisis desde el router del cliente

El IOS de un router Cisco dispone de una serie de comandos básicos que se pueden utilizar para determinar el estado de un router. Mediante estos comandos se obtiene información vital para controlar y solucionar problemas derivados del funcionamiento propio del equipo como de los elementos externos que se conectan a él.

a) Comandos “show”

Se muestra un resumen de los 4 comandos de la demostración (comandos **show**) que utilizamos para localizar averías en Frame Relay:

Los comandos en el orden mostrado proporcionan la información y comprueban el estado de la línea y el DTE, el estado del protocolo con el LMI y finalmente el estado del PVC extremo a extremo.

1. **show interface**
2. **show frame-relay lmi**
3. **show frame-relay map**
4. **show frame-relay pvc**

La salida del comando *show interface* es:

```
Serial0 is up, line protocol is up
Hardware is QUICC Serial
MTU 1000 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load 1/255
Encapsulation FRAME-RELAY, loopback not set, keepalive set (10 sec)
LMI enq sent 121131, LMI stat recvd 121055, LMI upd recvd 0, DTE LMI up
LMI enq recvd 0, LMI stat sent 0, LMI upd sent 0
LMI DLCI 0 LMI type is CCITT frame relay DTE
Broadcast queue 0/64, broadcasts sent/dropped 40340/0, interface broadcasts 0
Last input 00:00:00, output 00:00:00, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Queueing strategy: fifo
Output queue 0/1024, 0 drops; input queue 1/75, 0 drops
5 minute input rate 1000 bits/sec, 2 packets/sec
5 minute output rate 4000 bits/sec, 3 packets/sec
 4070784 packets input, 1307497637 bytes, 0 no buffer
  Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
 1200 input errors, 125 CRC, 418 frame, 0 overrun, 0 ignored, 659 abort
 3767341 packets output, 382621755 bytes, 0 underruns
 0 output errors, 0 collisions, 166 interface resets
 0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
 0 carrier transitions
Cable attached: V.35 (DTE)
Hardware config: V.35; DTE; DSR = UP  DTR = UP  RTS = UP  CTS = UP  DCD = UP
```

En caso de sub-interfaces es:

```
Serial0.1 is up, line protocol is up
Hardware is QUICC Serial
Description: IQUITOS CDT18908
Internet address is 10.0.0.90/30
MTU 1000 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load 1/255
Encapsulation FRAME-RELAY
```

La salida del comando *show frame-relay pvc* es:

DLCI = 16, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0.1

```
input pkts 6502144    output pkts 7192328    in bytes 946813449
out bytes 3727445974  dropped pkts 409      in FECN pkts 0
in BECN pkts 783261  out FECN pkts 0       out BECN pkts 0
in DE pkts 6502144   out DE pkts 0
out bcast pkts 53213  out bcast bytes 15588640
pvc create time 5w2d, last time pvc status changed 1d02h
```

b) Comandos “debug”

También tenemos 4 comandos **debug** que proporcionan la negociación de estados entre el router el switch Frame Relay, registrados desde la consola del router.

1. **debug frame-relay events**
2. **debug frame-relay lmi**
3. **debug frame-relay packet**
4. **debug serial interface**

Con el comando *debug frame-relay lmi* podemos visualizar la parte del Elemento de Información (IE) del Circuito Virtual Permanente (PVC) de todos los mensajes de estado. Los son los mensajes de estado son los que provienen del switch frame relay. También se puede visualizar usando el comando *debug*.

ANSI-617d (ANSI or annex D) LMI type, DLCI 0

```
Serial1(in): Status, myseq 3
RT IE 1, length 1, type 0
KA IE 3, length 2, yourseq 4 , myseq 3
PVC IE 0x7 , length 0x3 , dlci 100, status 0x0
PVC IE 0x7 , length 0x3 , dlci 200, status 0x0
```

Q933a (CCITT or annex A) LMI type, DLCI 0

```
Serial1(in): Status, myseq 1
RT IE 51, length 1, type 0
KA IE 53, length 2, yourseq 2 , myseq 1
PVC IE 0x57, length 0x3 , dlci 100, status 0x0
PVC IE 0x57, length 0x3 , dlci 200, status 0x0
```

Cisco LMI type, DLCI 1023

```
: Serial1(in): Status, myseq 68
: RT IE 1, length 1, type 0
: KA IE 3, length 2, yourseq 68, myseq 68
: PVC IE 0x7 , length 0x6 , dlci 100, status 0x2 , bw 0
: PVC IE 0x7 , length 0x6 , dlci 200, status 0x2 , bw 0
```

Note que en los tres casos, el Tipo de Reporte (RT) IE es un byte de longitud y el KeepAlive (KA) IE es dos bytes de longitud. Para el LMI ANSI y Q933a LMIs, la información IE del PVC es 3 bytes de longitud, mientras que para el LMI de Cisco es 6 bytes de longitud debido a la adición del valor "bw" (para el ancho de banda). El valor de "bw" representa el CIR (Tasa de Información Comprometida); el valor real del bw sólo será visto en el frame del switch si es configurado para expedir esa información.

CAPÍTULO V

VENTAJAS

5.1 Ventajas.

- **Ahorro en los costes de telecomunicaciones:** Con el servicio Frame Relay los usuarios podrán transportar simultáneamente, compartiendo los mismos recursos de red, el tráfico perteneciente a múltiples comunicaciones y aplicaciones, y hacia diferentes destinos. Frame Relay es menos cara que otras WAN tradicionales.
- **Flexibilidad del servicio:** Frame Relay es la solución adaptable a las necesidades cambiantes, ya que se basa en circuitos virtuales permanentes (PVC), que es el concepto de Red Pública de Datos, equivalente al circuito punto a punto en una red privada. Sobre una interfaz de acceso a la red se pueden establecer simultáneamente múltiples circuitos virtuales permanentes distintos, lo que permite una fácil incorporación de nuevas sedes a la Red de Cliente.
- **Servicio normalizado :** Frame Relay es un servicio normalizado según los estándares y recomendaciones de UIT -T, ANSI y Frame Relay Forum, con lo que queda garantizada la interoperatividad con cualquier otro producto Frame Relay asimismo normalizado. Es utilizada ampliamente en los Estados Unidos y Europa.
- **Multiplexación estadística:** El servicio Frame Relay constituye una alternativa económica y flexible frente a las soluciones de red privada basadas en líneas dedicadas con multiplexación determinística. Al basarse en la multiplexación estadística, permite la compartición y asignación dinámica de recursos de transmisión (equipos, líneas de acceso, red) a múltiples comunicaciones, con el consiguiente ahorro económico.
- **Adecuado para redes malladas :** Es especialmente para redes malladas con alta conectividad entre sus sedes (concepto de Circuito Virtual Permanente, PVC), sin ocasionar los gastos elevados inherentes a la instalación de múltiples líneas dedicadas y sus respectivos interfaces en el equipamiento del cliente.

- Frame Relay como troncal : Como Frame Relay opera solo en el nivel físico y de enlace de datos. Esto significa que puede utilizarse fácilmente como red troncal para ofrecer servicios a protocolos que ya tienen un nivel de red.
- Frame Relay transmite tráfico variable (ráfagas) : Los usuarios no necesitan adherirse a una velocidad fija como en el caso de X.25 o las líneas dedicadas. Es una forma simplificada de tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de marcos (“frames”) para datos, perfecto para la transmisión de grandes cantidades de datos
- Frame Relay permite un tamaño de trama de 9.000 bytes, que puede acomodar las tramas de todas las redes de área local.

5.2 Ventajas respecto a conexiones punto a punto

Mientras las líneas dedicadas constituyen una solución bastante rígida a la hora de modificar o ampliar la red, y sin capacidad de enrutamiento alternativo en caso de producirse un fallo o caída de una línea, el servicio Frame Relay se adapta a los cambios en la topología de la Red de Cliente, y utiliza mecanismos de encaminamiento que establecen vías alternativas dentro de la Red de Datos en caso de fallo. Por último, Frame Relay es un servicio gestionado extremo a extremo, y, por tanto, incluye la gestión de la Red del Cliente, algo que en las líneas dedicadas es responsabilidad del cliente.

5.3 Ventajas respecto a conexiones X.25

El hecho de operar en la subcapa de nivel 2 de OSI permite que el servicio Frame Relay no requiera complicados procedimientos de control y de flujo en las tramas que restan caudal a la información útil, ya que en las tramas Frame Relay no existen cabeceras de control de nivel 3 (como ocurre con la tecnología X.25).

Concretamente, Frame Relay desplaza hacia sus equipos terminales la funcionalidad que en X.25 corresponde a la red (corrección de errores, control de flujo, etc.). Como consecuencia de la disminución del proceso en red, el servicio Frame Relay se adecua mejor a las altas velocidades de transmisión, minimiza el retardo en red y presenta un elevado rendimiento (alto porcentaje de información útil transmitida con relación a las cabeceras).

X.25 está especialmente indicado para tráfico transaccional de bajo/medio caudal y, en particular, para comunicaciones centralizadas en las que muchos puntos se comunican con una instalación central.

Frame Relay está diseñado fundamentalmente para aplicaciones de entorno de Red de Area Local, es decir, transporte transparente de datos a alta velocidad con bajo retardo y alto caudal, transporte conjunto de diferentes tipos de tráfico y múltiples protocolos, incluido el transporte de voz.

CONCLUSIONES

1. La realización de una conexión en Frame Relay para la interconexión de LANs mediante routers como la descrita en este informe se encuadra dentro de la línea de servicios de altas prestaciones y mayor eficiencia; gracias a que el protocolo Frame Relay aprovecha la fiabilidad de los medios de transmisión disponibles actualmente y la sofisticación tecnológica de los equipos de comunicación.
2. La contratación y dimensionamiento de los recursos en Frame Relay se realiza en función de valores de tráfico promedio, y no de valores pico, con capacidad de absorber "picos" (definición de CIR y EIR). Las soluciones punto a punto deben contratarse en base al valor del tráfico de pico que sólo se produce esporádicamente
3. Una excelente aplicación del protocolo Frame Relay es para los enlaces WAN, llamados también enlaces troncales o de backbone, ya que cualquier dimensionamiento posterior del enlace se realizaría sin afectar el servicio. La reconfiguración del enlace es netamente lógica y se realiza sobre las sub-interfases. La aplicación de ingeniería de tráfico (filtros, reserva de ancho de banda, calidad de servicio, etc.), a los enlaces troncales Frame Relay se realiza en forma transparente sin afectar el servicio del enlace.
4. Dentro de una interfaz física se pueden definir varias sub-interfaces lógicas. Cada sub-interfase tendrá que estar conectada a una red distinta. Pueden ser point-to-point, que sólo puede tener un DLCI, y las multipoint, que pueden tener varios DLCIs.
5. Frame Relay se puede utilizar como protocolo de red de área amplia de bajo coste para conectar redes de área local que no necesitan comunicaciones en tiempo real pero que pueden enviar datos a ráfagas en altos volúmenes de tráfico, dada su habilidad de realizar

multiplexación estadística tiene la capacidad de proporcionar ancho de banda adicional cuando existen recursos disponibles en la red.

6. Gestión extremo a extremo, Frame Relay ofrece la facilidad de poder brindar un Outsourcing del servicio con la sola adición de un PVC para la gestión personalizada del servicio. Comprende la gestión y monitoreo de la conexión, así como el mantenimiento proactivo.

7. Las redes de clientes con alta conectividad entre sus sedes, es decir, con topologías malladas optimizan recursos utilizando la tecnología Frame Relay, sólo necesitan una conexión de mediana o alta velocidad para mantener un tráfico de datos entre localidades múltiples y distantes.

GLOSARIO Y ACRÓNIMOS

Aquí presentamos un pequeño diccionario ordenado alfabéticamente y en forma ascendente, relacionado solamente con la terminología utilizada en el presente trabajo con la finalidad de facilitar su lectura y comprensión sin necesidad de recurrir a otros textos especializados o diccionarios, haciendo del presente documento lo más autosuficiente posible.

Ancho de banda : El rango de frecuencias, expresado en bits por segundo, que pueden transmitirse en un canal de comunicación. El ancho de banda determina la velocidad a la cual la información puede ser enviada a través de un canal, es decir, a mayor ancho de banda mayor información puede ser enviada en un determinado período de tiempo.

ANSI : American National Standards Institute. El cuerpo coordinador de grupos voluntarios de estandarización dentro de los Estados Unidos. Es un miembro de la ISO.

Bc : Committed Burst Size. La máxima cantidad de datos (en bits) que la red transfiere, bajo condiciones normales, durante un intervalo de tiempo T_c .

Be : Exceso de tráfico. Es la máxima cantidad de datos (en bits) por encima de B_c que una red Frame Relay puede intentar transmitir durante el intervalo de tiempo T_c . Los B_e bits son transmitidos generalmente con más baja probabilidad que los B_c bits. La red trata a los datos B_e como los que tienen preferencia en el descarte en situaciones de congestión.

BECN : Backward Explicit Congestion Notification. Este bit activado por la red Frame Relay notifica al dispositivo del usuario que los procedimientos para evitar congestiones serían iniciados por el dispositivo que envía datos.

CCITT : Consultant Committee on International Telephone and Telegraph. Organismo internacional de estandarización y normalización en telecomunicaciones. En la actualidad ha cambiado su nombre a ITU-T.

CIR : Committed Information Rate. La velocidad (en bits por segundo) a la cual la red Frame Relay transfiere la información entre los interfaces origen y destino bajo condiciones normales. La velocidad se promedia sobre un intervalo de tiempo mínimo T_c .

CRC : Cyclic Redundancy Check. Una técnica de detección de errores en la cual el frame recibido calcula el resto al dividir el contenido del frame entre un divisor primo y compara el resto calculado (el cual es llamado a menudo CRC) con un valor almacenado en el frame por el nodo enviante.

DCE : Data Communications Equipment. (Expansión EIA) o Data-Circuit-Terminating-Equipment (Expansión CCITT). Los dispositivos y conexiones de una red de comunicaciones que conecta al circuito de comunicaciones con el dispositivo final (Data Terminal Equipment). Un modem puede considerarse como un DCE.

DE : Discard Eligibility. Es un bit que puede ser activado por el usuario para indicar que una trama puede ser descartada con preferencia respecto de las demás si ocurre congestión, para mantener la calidad de servicio acordada. Las tramas con el bit DE son consideradas exceso de tráfico.

DLCI : Data Link Connection Identifier. Es un único número asignado a un PVC (Circuito Virtual Permanente) de la red Frame Relay. Identifica un PVC particular dentro de un canal de acceso de la red y tiene significado local solamente para este canal.

DTE : Data Terminal Equipment. Parte de una estación de datos que sirve como fuente de datos, destino o ambos y que constituye una función de control de comunicaciones de acuerdo con protocolos. Los DTE incluyen computadoras, traductores de protocolos y multiplexores.

Encapsulación : Es un proceso por el cual un interface coloca tramas con un protocolo específico del dispositivo de destino dentro de una trama Frame Relay. La red acepta solamente tramas formateadas específicamente para Frame Relay.

FECN : Forward Explicit Congestion Notification. Bit activado por la red Frame Relay para notificar al dispositivo de usuario que los procedimientos para evitar congestiones serían iniciados por el dispositivo que recibe los datos.

Frame : (Trama). Unidad de información que es transmitida por los protocolos de nivel de enlace.

FRAME RELAY : Es un protocolo de comunicación para la transmisión de datos por paquetes que permite la conexión de redes de área local (LAN) utilizando circuitos virtuales permanentes (PVC) que emulan a circuitos digitales dedicados.

FRE : Es el acrónimo de Frame Relay Engine.

HDSL : Es el acrónimo de High bit rate Digital Subscriber Line o Línea de abonado digital de alta velocidad binaria.

Esta es una más de las tecnologías de la familia DSL, las cuales han permitido la utilización del clásico bucle de abonado telefónico, constituido por el par simétrico de cobre, para operar con tráfico de datos en forma digital.

INTERLAN : Es el servicio basado en la tecnología Frame Relay, que consiste en la conmutación de datos por paquetes a altas velocidades para comunicar datos entre redes de áreas locales, entre otros. (Exposición de Motivos del Régimen de Tarifas Máximas Fijas para los Servicios de Transmisión de Datos mediante Arrendamiento de Circuitos Virtuales Frame-Relay Internet, aprobado por Resolución N° 013-96-CD/OSIPTTEL).

ITU-T : International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector. Organismo internacional de estandarización y normalización de las telecomunicaciones. Previamente denominado CCITT.

LAN : Local Area Network. Red de comunicaciones donde los dispositivos están interconectados en un área reducida (pocos Km).

Línea de acceso : Una línea de comunicaciones que interconecta un dispositivo compatible con Frame Relay a un conmutador de la red Frame Relay.

LLC : Logical Link Control. Subcapa del modelo OSI definida por el IEEE. El LLC maneja control de errores, control de flujo y enmarcamiento.

MDF : Es el acrónimo de Main Distribution Frame o Repartidor principal de líneas de abonado.

MODEM : Acrónimo de las palabras modulador/demodulador. El módem actúa como equipo terminal del circuito de datos (ETCD) permitiendo la transmisión de un flujo de datos digitales a través de una señal analógica.

MTU : Maximum Transfer Unit. Tamaño máximo de los datos de usuario que pueden viajar en un paquete de un protocolo determinado.

PVC : Permanent Virtual Circuit. Un PVC consiste de una dirección de elemento de red Frame Relay origen, identificador de control del enlace de datos de origen, dirección del elemento de red Frame Relay destino e identificador de control del enlace de datos destino. Origen se refiere al interface de acceso desde el cual el PVC es iniciado. Destino se refiere al interface de acceso en el cual el PVC acaba. Los equipos de datos que necesitan una comunicación continua utilizan PVCs.

Q922A ANEXO A : Estándar internacional desarrollado por el CCITT que define la estructura de la trama Frame Relay.

RFC : Request For Comments. Series de documentos usados como los medios primarios para comunicar información a través de Internet.

ROUTER : Un dispositivo que soporta comunicaciones entre LANs. Los routers pueden ser equipados para soportar el servicio Frame Relay a las LAN que están conectadas. Un router con esta disponibilidad encapsula las tramas LAN en tramas Frame Relay, enviándolas hacia la red. Por supuesto realiza la operación inversa, es decir, recibe las tramas Frame Relay de la red, las convierte en el formato original de la LAN y la envía al correspondiente dispositivo final. Los routers conectan múltiples segmentos LAN entre si o hacia una WAN y enrutan tráfico del nivel 3 de OSI.

Segmento LAN : En el contexto de una red Frame Relay soportando comunicaciones entre LANs, una LAN enlazada con otra LAN mediante un bridge. Los bridges habilitan a dos LAN funcionar como una única y más grande LAN enviándose los datos desde un segmento LAN hacia el otro. Para comunicarse entre los segmentos LAN estos deben utilizar el mismo protocolo.

SDH : La Jerarquía digital síncrona (SDH) (Synchronous Digital Hierarchy) , se puede considerar como la evolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados. La jerarquía SDH se desarrolló en EEUU bajo el nombre de SONET y posteriormente el CCITT en 1989 publicó una serie de recomendaciones donde quedaba definida con el nombre de SDH.

Tc : Committed Rate Measurement Interval. El intervalo de tiempo durante el cual el usuario puede enviar solamente $B_c + B_e$ bits. En general, la duración de Tc es proporcional a la ráfaga de tráfico. Tc se calcula como $T_c = B_c / CIR$. Tc no es un intervalo de tiempo periódico.

Tráfico a ráfagas : En el contexto de una red Frame Relay son los datos que usan el ancho de banda solo esporádicamente, esto es, que la información no utiliza el ancho de banda el 100% del tiempo. El tráfico interactivo y entre LANs es de esta naturaleza debido a que los datos se envían intermitentemente.

TDM : Del inglés Time División Multiplexing, es la más utilizada en la actualidad, especialmente en los sistemas de transmisión digitales. En ella, la anchura de banda total del medio de transmisión es asignada a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo).

Velocidad de acceso: Es la velocidad de los datos en el canal de acceso al usuario. La velocidad del canal de acceso determina la máxima velocidad que el usuario puede introducir sus datos en la red Frame Relay.

WAN : Wide Area Network. Red de comunicaciones donde los dispositivos a ella interconectados se reparten en una área geográfica extensa (un país por ejemplo).

ANEXO A

Tarifas servicio InterLAN local y/o LDN

Conforme a lo establecido en el Reglamento General de Tarifas, a continuación se presentan las tarifas de nuestro servicio InterLAN local y/o LDN; el cual permite la conexión entre los equipos de un cliente, ubicados dentro del país, utilizando circuitos virtuales frame relay.

1. Servicio InterLAN local y/o LDN

1.1 Conexión a la red :

- Por un par telefónico dedicado, por puerta : (1)
 - De 1 hasta 19 puertas
 - De 20 hasta 99 puertas
 - De 100 a más puertas
 - Por otros medios de transmisión (fibras ópticas, radioenlaces, etc.)
- 1.2 Instalación del servicio, por puerta :
- Por puerta al lado del cliente
 - Programación de circuito virtual permanente (PVC), por extremo.

PAGO POR ÚNICA VEZ
(Incluye IGV 19 %)

US\$	S/. (*)
595.00	2,016.46
357.00	1,209.87
178.50	604.94

Según Estudio Especial

119.00	403.29
0.00	0.00

SUSCRIPCIÓN MENSUAL
(Incluye IGV 19 %)

US \$	S/. (*)
154.70	524.28
208.85	707.78
245.97	833.60
281.55	954.19
331.06	1,121.96
380.56	1,289.72
773.50	2,621.39
1,508.33	5,111.71

1.3 Acceso a la red, por puerta y por velocidad de transmisión :

- Hasta 64 Kbps
- Hasta 128 Kbps
- Hasta 192 Kbps
- Hasta 256 Kbps
- Hasta 384 Kbps
- Hasta 512 Kbps
- Hasta 1.024 Mbps
- Hasta 2.048 Mbps

1.4 Servicio InterLAN Local

1.4.1 Por velocidad de transmisión :

- Hasta 64 Kbps
- Hasta 128 Kbps
- Hasta 192 Kbps
- Hasta 256 Kbps
- Hasta 384 Kbps
- Hasta 512 Kbps
- Hasta 1.024 Mbps
- Hasta 2.048 Mbps

35.70	120.99
47.60	161.32
59.50	201.65
71.40	241.97
92.82	314.57
111.86	379.09
178.50	604.94
284.41	963.87

1.4.2 Por extremo de PVC local con CIR de :

- 8 Kbps
- 16 Kbps
- 32 Kbps
- 48 Kbps
- 64 Kbps
- 96 Kbps
- 128 Kbps
- 192 Kbps
- 256 Kbps
- 384 Kbps
- 512 Kbps
- 1.024 Mbps
- 1.984 Mbps

13.09	44.36
16.66	56.46
21.42	72.59
26.18	88.72
32.13	108.89
36.89	125.02
44.03	149.22
55.93	189.55
67.83	229.88
89.25	302.47
108.29	366.99
174.93	592.84
280.84	951.77

1.5 Servicio InterLAN LDN

1.5.1 Por velocidad de transmisión :

- Hasta 64 Kbps
- Hasta 128 Kbps
- Hasta 192 Kbps
- Hasta 256 Kbps
- Hasta 384 Kbps
- Hasta 512 Kbps
- Hasta 1.024 Mbps
- Hasta 2.048 Mbps

1,071.00	3,629.62
1,231.65	4,174.06
1,372.07	4,649.95
1,520.82	5,154.06
1,679.09	5,690.44
1,937.32	6,565.58
2,393.09	8,110.18
3,473.61	11,772.06

1.5.2 Por extremo de PVC LDN con CIR de :

- 8 Kbps
- 16 Kbps
- 32 Kbps
- 48 Kbps
- 64 Kbps
- 96 Kbps
- 128 Kbps
- 192 Kbps
- 256 Kbps
- 384 Kbps
- 512 Kbps
- 1.024 Mbps
- 1.984 Mbps

117.81	399.26
149.94	508.15
192.78	653.33
235.62	798.52
289.17	980.00
332.01	1,125.18
396.27	1,342.96
503.37	1,705.92
610.47	2,068.88
803.25	2,722.21
974.61	3,302.95
1,574.37	5,335.54
2,527.56	8,565.90

2. Servicios adicionales para InterLAN

- Cambio de velocidad por puerta :
 - Sin cambio de módem
 - Con cambio de módem
- Con cambio de medio de transmisión
- Reactivación del servicio por corte, por puerta
- Reactivación del servicio por suspensión, por puerta
- Traslado del Servicio por puerta (dentro del territorio) :
 - Con utilización de nueva facilidad técnica (par telefónico)
 - Sin utilización de nueva facilidad técnica (par telefónico)
 - Con utilización de otros medios de transmisión.
- Cambio de sitio por puerta (dentro del mismo local del Cliente)
- Cambio de titularidad por puerta.
- Cambio de nombre, por puerta

PAGO POR ÚNICA VEZ
(Incluye IGV 19 %)

US\$	S/. (*)
59.50	201.65
119.00	403.29

Según Estudio Especial

35.70	120.99
35.70	120.99

595.00	2,016.46
119.00	403.29

Según Estudio Especial

59.50	201.65
5.95	201.65
5.95	20.16

Notas :

- La migración al servicio, para los efectos de conexión a la red e instalación, se considerará como un traslado.
- La suspensión temporal del servicio, a solicitud del cliente, por un plazo de hasta dos (2) meses consecutivos o no, por año; será sin costo para el cliente.
- La suspensión temporal del servicio, a solicitud del cliente, no es aplicable al alquiler de equipos.
- En el caso de que el cambio de nombre se realice como consecuencia de un cambio de titularidad, el cliente no pagará por el cambio de nombre.

3. Pagos por servicio provisional Frame Relay local y/o LDN, por un plazo máximo de tres meses consecutivos

Por el servicio Frame Relay, por mes o fracción de mes, se cobrará las tarifas de suscripción mensual por acceso, y el servicio propiamente dicho.

Para la instalación y/o desinstalación del servicio, por puerta, se aplicará la tarifa de instalación (pago por única vez).

Si se requiere un Estudio Especial para la conexión a la red, éste será por cuenta del cliente

Si el servicio provisional se convierte en servicio permanente, se cobrarán adicionalmente los pagos por única vez restantes que le corresponda.

Notas :

- (*) Monzo calculado de acuerdo al tipo de cambio venta de S/. 3.389 por US dólar, vigente al 19.08.2004. Con posterioridad a esa fecha, si el cliente decide pagar el precio final en nuevos soles, éste se determinará de acuerdo al artículo 1237° del Código Civil.
- (1) Si el cliente contrata varias puertas adicionales, a éstas se le aplicará la tarifa que corresponda a la cantidad resultante de la suma de las puertas existentes con las adicionales.
- Si en determinada puerta se proporciona el Servicio Frame Relay local y LDN, las tarifas por velocidad de transmisión de dicho Servicio en esa puerta, se aplican de la siguiente manera :
 - La tarifa por velocidad de transmisión local corresponderá a la velocidad resultante de la suma de las velocidades de transmisión de las puertas remotas locales con las cuales establece circuitos virtuales permanentes (PVCs) locales. Si la velocidad resultante fuera mayor a la de esta puerta, la tarifa corresponderá a la velocidad de transmisión de la misma.
 - La tarifa por velocidad de transmisión LDN corresponderá a la velocidad resultante de la suma de las velocidades de transmisión de las puertas remotas LDN con las cuales establece circuitos virtuales permanentes (PVCs) LDN. Si la velocidad resultante fuera mayor a la de esta puerta, la tarifa corresponderá a la velocidad de transmisión de la misma.
 - Si se adiciona una nueva puerta remota local o LDN, la aplicación de las citadas tarifas deben reactualizarse siguiendo este procedimiento.

ANEXO B

Frame Relay

Manual de Marketing para clientes

Control de las Modificaciones

Versión	Descripción de la Modificación	Fecha	Visado por:
1.0	Creación del documento (adaptación del manual de marketing corporativo del servicio Frame Relay)	8/3/01	

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO.....	5
✓ 2.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN	0
✓ 2.2 ACCESO AL SERVICIO	0
✓ 2.3 CIRCUITOS VIRTUALES PERMANENTES.....	6
2.3.1 Clase de Caudal o CIR (Committed Information Rate)	7
✓ 2.4 PROTOCOLO DE GESTIÓN DE LA INTERFAZ DE ACCESO: LMI - LOCAL MANAGEMENT INTERFACE ...	9
3. INFRAESTRUCTURA SOPORTE	10
4. POSICIONAMIENTO	10
5. ATRIBUTOS FUNCIONALES.....	10
✓ 5.1 ACCESO AL SERVICIO	11
✓ 5.2 CIRCUITOS VIRTUALES PERMANENTES.....	11
6. INTERACCIÓN CON OTROS SERVICIOS.....	12
7. CALIDAD DE SERVICIO.....	12
✓ 7.1 DISPONIBILIDAD.....	13
✓ 7.2 RETARDO.....	13
✓ 7.3 COMPROMISO DE CALIDAD DEL SERVICIO.....	13
7.3.1 Fase de postventa	14
✓ 7.4 DISPONIBILIDAD.....	14
✓ 7.5 INDEMNIZACIONES.....	14
8. ATENCIÓN AL CLIENTE.....	15
✓ 8.1 FASE PREVENTA.....	15
✓ 8.2 FASE DE INSTALACION.....	15
✓ 8.3 FASE POSVENTA.....	17
8.3.1 Entrada de Incidencias: Help Desk.....	17
8.3.2 Tratamiento de incidencias: Tiempo de Resolución de Averías y horarios de prestación del Servicio.....	17
9. ASPECTOS CONTRACTUALES	18
10. ESTRUCTURA DE PRECIOS	18
11. CONCEPTOS FACTURABLES.....	18
12. EVOLUCIÓN DEL SERVICIO.....	20
13. ANEXO A: GLOSARIO	20

1. Introducción

Este Manual de Marketing contiene la descripción del Servicio Frame Relay desde el punto de vista de la percepción que de este Servicio tiene el cliente, en cuanto a características, opciones y condiciones de prestación.

La potencia de las PCs y el desarrollo de las Redes de Área Local / Local Area Networks (LAN) ha traído nuevas oportunidades y nuevos retos. Las nuevas aplicaciones así como el uso intensivo de gráficos están promoviendo la necesidad de comunicaciones de alta velocidad. Los nuevos requerimientos de los clientes hacen que estos demanden redes de alta velocidad, eficientes, flexibles, fiables, estándares y económicas. Los servicios basados en la tecnología Frame Relay son la solución a esas demandas.

El Servicio Frame Relay es un Servicio de comunicaciones de datos a alta velocidad (64 Kbps a 2 Mbps), basado en la tecnología Frame Relay, que permite la interconexión eficiente entre instalaciones de cliente de diversos tipos.

El Servicio Frame Relay proporciona una multiplexación estadística de las comunicaciones, permitiendo que diferentes canales compartan una sola línea de transmisión. La capacidad de enviar en ciertos periodos breves de tiempo un gran volumen de tráfico (“tráfico a ráfagas”) aumenta la eficiencia de las redes basadas en Frame Relay.

Otro de los factores más importantes de este servicio es que puede transportar eficientemente la mayoría de protocolos en uso hoy en día (IP, IPX de Novell, SNA, DECnet, Appletalk). Frame Relay opera a nivel 2 de la capa OSI siendo por tanto transparente a los protocolos más usados. Además esta transparencia se ve reforzada por los estándares de encapsulación de protocolos en Frame Relay. El carácter multiprotocolo del Servicio Frame Relay se ha visto ampliado por el desarrollo de estándares para la transmisión de voz sobre Frame Relay (VoFR).

Hacia el cliente, el Servicio Frame Relay se plasma en una **Red de Cliente Frame Relay**, que es el conjunto integrado y gestionado de conexiones de acceso, circuitos virtuales y, en general, recursos de Red que constituyen el Servicio entregado al cliente, prestándose este en régimen de Red Privada Virtual.

El Servicio Frame Relay incluye la configuración, administración, mantenimiento, supervisión y control de todos los elementos involucrados en la provisión del Servicio: elementos de Red, líneas punto a punto de acceso de cliente.

El presente documento contiene la definición, características y condiciones estándar del Servicio Frame Relay.

2. Descripción del servicio

2.1 Ámbito de Aplicación

El Servicio Frame Relay se dirige al **entorno corporativo**, esto es, comunicaciones fundamentalmente internas de la empresa.

El Servicio Frame Relay es un Servicio de transmisión de bloques de información estructurados en tramas que opera en una subcapa de la capa 2 del modelo de referencia OSI. El Servicio ofrecido está basado en la Recomendación I.233.1 del ITU "ISDN Frame Mode Bearer Services (FMBS). ISDN Frame Relaying Bearer Services".

Las características principales del Servicio Frame Relay son su **alto rendimiento** así como su **alta eficiencia** debido a:

- el hecho de operar en la subcapa de nivel 2 de OSI hace que el Servicio Frame Relay no requiera complicados procedimientos de control y retransmisiones, lo que lleva consigo una alta proporción de información útil respecto a la información de control del Servicio (en las tramas Frame Relay no existen cabeceras de control de nivel 3 como ocurre con la tecnología X.25);
- el óptimo manejo de tráfico a ráfagas: el Servicio Frame Relay es un Servicio basado en la multiplexación estadística del **tráfico multiprotocolo**, dotado de un mecanismo de control del caudal de información que el cliente introduce en la Red.

2.2 Acceso al Servicio

Las conexiones de acceso a la Red para el Servicio Frame Relay son conexiones dedicadas y se establecen sobre el servicio de alquiler de circuitos digitales punto a punto (servicio TDM del Operador). El circuito realiza la conexión desde las dependencias del cliente hasta los nodos de Frame Relay. La terminación de la conexión de acceso de cliente o punto de conexión del terminal de cliente se denomina **Interfaz de Acceso** (interfaz usuario- Red), y viene determinada por las características físicas y técnicas del circuito digital alquilado.



Fig. 1: Alcance del Servicio Frame Relay

El Servicio Frame Relay, por basarse en el concepto de multiplexación estadística, soporta múltiples flujos de datos (múltiples comunicaciones) sobre una misma interfaz de acceso.

2. Descripción del servicio

2.1 Ámbito de Aplicación

El Servicio Frame Relay se dirige al **entorno corporativo**, esto es, comunicaciones fundamentalmente internas de la empresa.

El Servicio Frame Relay es un Servicio de transmisión de bloques de información estructurados en tramas que opera en una subcapa de la capa 2 del modelo de referencia OSI. El Servicio ofrecido está basado en la Recomendación I.233.1 del ITU "ISDN Frame Mode Bearer Services (FMBS). ISDN Frame Relaying Bearer Services".

Las características principales del Servicio Frame Relay son su **alto rendimiento** así como su **alta eficiencia** debido a:

- el hecho de operar en la subcapa de nivel 2 de OSI hace que el Servicio Frame Relay no requiera complicados procedimientos de control y retransmisiones, lo que lleva consigo una alta proporción de información útil respecto a la información de control del Servicio (en las tramas Frame Relay no existen cabeceras de control de nivel 3 como ocurre con la tecnología X.25);
- el óptimo manejo de tráfico a ráfagas: el Servicio Frame Relay es un Servicio basado en la multiplexación estadística del **tráfico multiprotocolo**, dotado de un mecanismo de control del caudal de información que el cliente introduce en la Red.

2.2 Acceso al Servicio

Las conexiones de acceso a la Red para el Servicio Frame Relay son conexiones dedicadas y se establecen sobre el servicio de alquiler de circuitos digitales punto a punto (servicio TDM del Operador). El circuito realiza la conexión desde las dependencias del cliente hasta los nodos de Frame Relay. La terminación de la conexión de acceso de cliente o punto de conexión del terminal de cliente se denomina **Interfaz de Acceso** (interfaz usuario- Red), y viene determinada por las características físicas y técnicas del circuito digital alquilado.



Fig. 1: Alcance del Servicio Frame Relay

El Servicio Frame Relay, por basarse en el concepto de multiplexación estadística, soporta múltiples flujos de datos (múltiples comunicaciones) sobre una misma interfaz de acceso.

2.3 Circuitos Virtuales Permanentes

Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs)

El **Circuito Virtual Permanente (PVC)** define una conexión lógica permanentemente establecida entre dos Interfaces de Acceso a través de la Red, y que garantiza el mantenimiento del orden en la secuencia de las tramas recibidas por la Red.

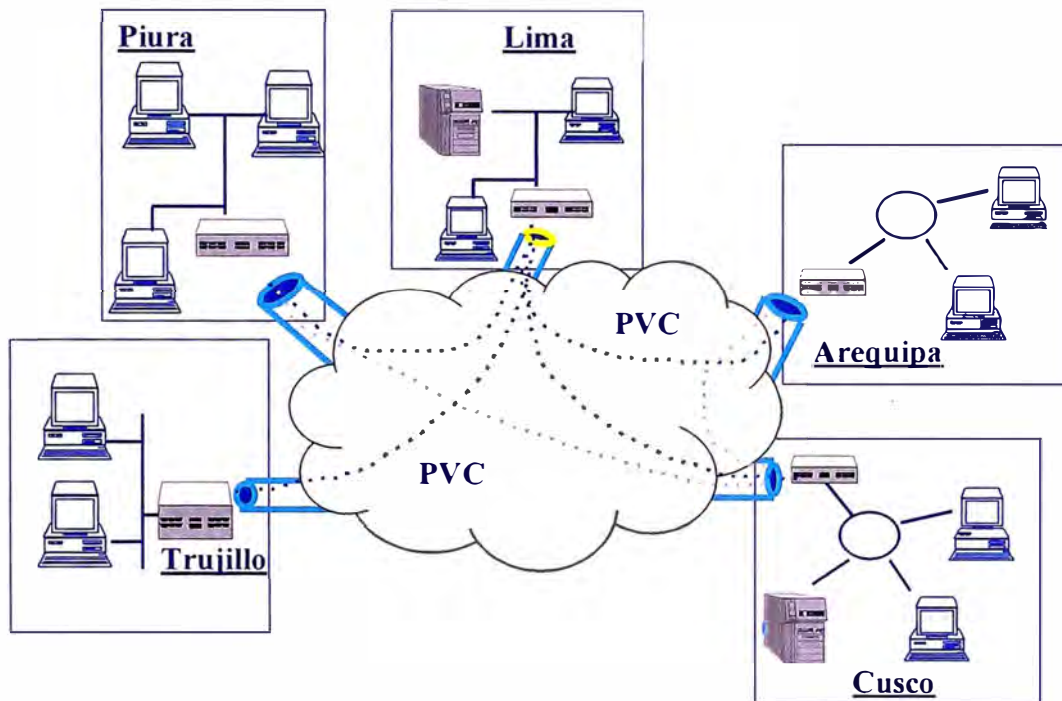


Fig. 2: Múltiples PVCs sobre la interfaz Frame Relay

El PVC es, en la Red de Cliente Frame Relay, el concepto equivalente al circuito dedicado punto a punto en una Red privada. El conjunto de Circuitos Virtuales Permanentes define la topología de la **Red de Cliente Frame Relay**. La incorporación de nuevas sedes a la Red de Cliente Frame Relay o la interconexión de puntos que anteriormente no dialogaban entre sí se realiza fácilmente añadiendo nuevos PVCs. Por estas razones, la Red de Cliente Frame Relay basada en Circuitos Virtuales Permanentes es una alternativa flexible y económica a la constitución de Redes privadas sobre circuitos punto a punto (TDM).

Sobre una Interfaz de Acceso a la Red se pueden establecer simultáneamente múltiples Circuitos Virtuales Permanentes con diferentes destinos. Para identificar en dicha Interfaz de Acceso los distintos PVCs que tiene configurado para su Red de Cliente Frame Relay, se utiliza el atributo **DLCI - Data Link Connection Identifier**. Será el DLCI el que permita identificar los distintos tráficos que se estén multiplexando sobre el mismo Interfaz de Acceso a Red. La relación entre PVCs y DLCIs se puede ver en la siguiente figura:

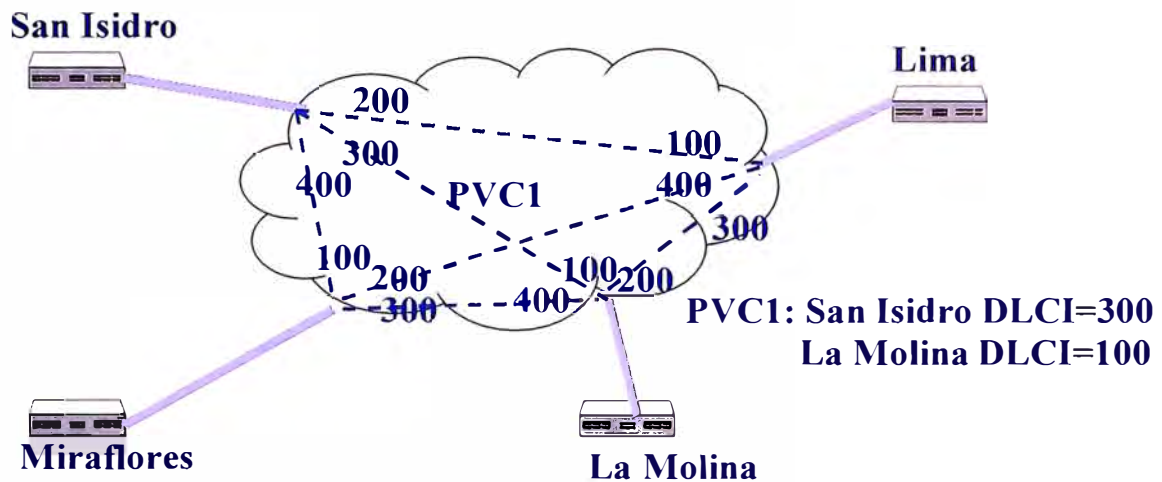


Fig. 3: PVC y DLCI

El DLCI en un Interfaz de Acceso identifica unívocamente uno de los extremos de un PVC, de tal manera que un PVC siempre llevará asociados dos DLCIs, uno en el extremo origen de acceso a la Red, y otro en el extremo remoto destino de la conexión de un PVC. El DLCI sólo tiene carácter local.

2.3.1 Clase de Caudal o CIR (Committed Information Rate)

Uno de los atributos del Servicio a definir para un PVC es la Clase de Caudal (CIR). Para una mejor adecuación al tráfico discontinuo, irregular y con ráfagas consistentes en breves picos de tráfico muy superiores a la ocupación media de los recursos de comunicaciones que caracteriza a gran parte de las actuales aplicaciones de datos, en el Servicio Frame Relay se definen dos clases de tráfico por Circuito Virtual Permanente.

Una **Clase de Caudal o CIR -(Committed Information Rate)**, que el cliente contrata y que se define como el caudal de información que la Red se compromete a transmitir expresado en bps (bits por segundo). En un dimensionamiento correcto, debe corresponder a un tráfico "normal" o promedio;

Un **Exceso de Tráfico o EIR -(Excess Information Rate)** sin contratación, y que va dirigido a permitir la transmisión de ráfagas de gran intensidad de tráfico sin coste adicional: se define como la cantidad de información en exceso del CIR contratado, que la Red será capaz de gestionar durante un periodo de tiempo definido. Esta clase de tráfico expresado en bps, es señalada por la Red como de menor prioridad, en condiciones normales será progresada y en condiciones de congestión puede ser descartada.

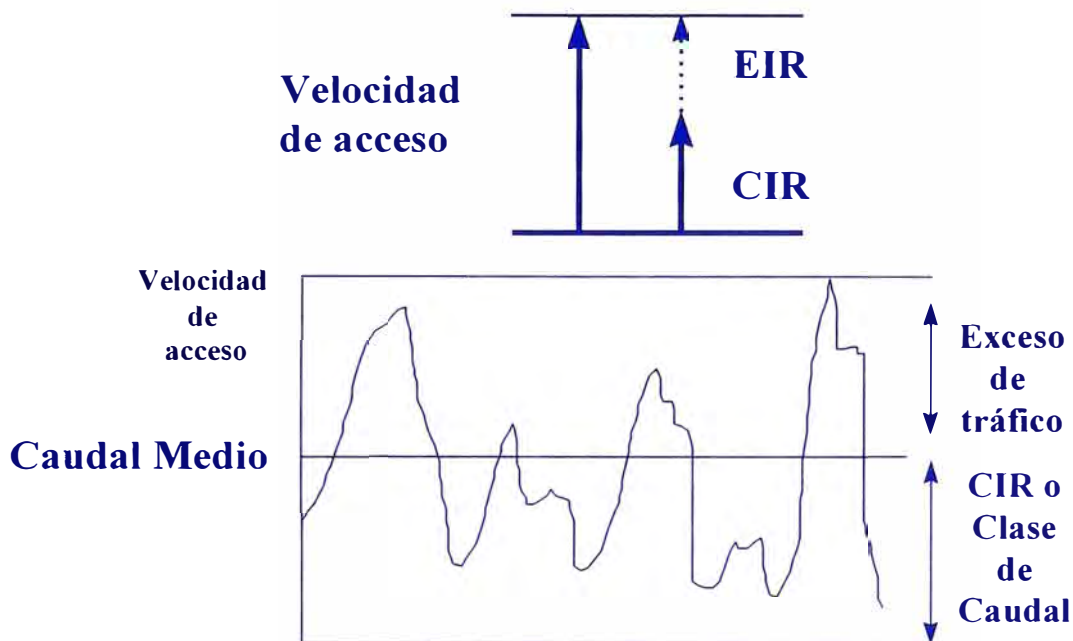


Fig. 6: CIR y EIR

Los Circuitos Virtuales Permanentes de Frame Relay son simétricos, es decir, las clases de tráfico CIR coinciden en ambos extremos del PVC y tienen carácter bidireccional.

A la hora de dimensionar las Clases de Caudal para un determinado cliente es necesario recibir del cliente información sobre el tipo de tráfico que va a cursar por su Red de cliente, así como una aproximación de la cantidad de información que cada uno de sus puntos introducen hacia dicha Red. Es recomendable que el CIR contratado por el cliente para un determinado circuito virtual **no supere el 75% de la velocidad de acceso**. En caso de que el cliente lo solicite o de que así lo aconseje su perfil de tráfico, en una Interfaz de Acceso determinada la suma de las Clases de Caudal de los PVCs constituidos sobre ella puede superar la velocidad de la línea: concepto de **sobrecontratación**. Si bien no se establece un límite estricto a la sobrecontratación, se recomienda no superar el 200% de la velocidad de acceso.

A la hora de provisionar un PVC en un acceso de cliente, y dado un CIR contratado para ese PVC, el EIR que se suministra al cliente en ese mismo PVC se calcula de la siguiente manera:

$$EIR = \text{mínimo} (256 \text{ Kbps}, \text{Velocidad_acceso} - CIR, \text{Velocidad_acceso_remoto} - CIR)$$

Siendo:

- **Velocidad_acceso**: velocidad que tiene contratado el cliente en el extremo local del PVC;
- **Velocidad_acceso_remoto**: velocidad contratada por el cliente en el extremo remoto del PVC.
- **CIR**: CIR contratado por el cliente para ese PVC en el extremo local entrante a la Red y con destino el extremo remoto.

Evidentemente habrá que repetir el mismo cálculo para establecer el EIR del extremo remoto del PVC. En el caso en que las líneas de acceso de un PVC determinado sean de diferente velocidad, queda claro aplicando la fórmula anterior que para dicho PVC, el CIR + EIR del extremo de velocidad de acceso mayor no puede sobrepasar la velocidad de acceso del extremo remoto del PVC.

En el caso de producirse congestión, bien por causa de la Red, bien por causa del extremo remoto de la comunicación, la Red lo notifica al terminal de usuario, con el fin de que se reduzca el caudal de datos vertido hacia la Red; en caso de que el terminal no reaccione a esas notificaciones, la propia Red actúa para reducir el caudal admitido en entrada.

2.4 Protocolo de gestión de la Interfaz de Acceso: LMI - Local Management Interface

En la Interfaz de Acceso a Red se utilizan procedimientos de señalización para el control de los PVCs, con el fin de asegurar el funcionamiento correcto de la interfaz e informar sobre el estado de dichos PVCs. Es el protocolo **LMI - Local Management Interface** - el responsable de establecer esos procedimientos de señalización en la interfaz de acceso a Red. En el caso de que el equipo de usuario no soporte dichos procedimientos, estas funciones de señalización de la Red podrán desactivarse en la interfaz de acceso al Servicio correspondiente a ese usuario.

El LMI se basa en la Recomendación CCITT Q.922 "ISDN Data Link Layer specification for Frame Mode Bearer Services" y se ofrece en la modalidad especificada por el siguiente documento:

Recomendación ITU Q.933 "DSS1. Signalling specification for Frame Mode Basic Call Control", Anexo A (procedimientos adicionales para la gestión de Circuitos Virtuales Permanentes).

ANSI T1.617 "ISDN - DSS1. Signalling specification for Frame Relay Bearer Service", Anexo D (procedimientos adicionales para la gestión de Circuitos Virtuales Permanentes).

El protocolo de señalización de los PVCs consiste en el intercambio de tramas de "Link-Integrity-Verification". Las tramas de integridad del enlace son intercambiadas entre el DTE y la Red vía el DLCI 0. El protocolo de señalización del PVC está basado en un sistema de polling síncrono donde el DTE interroga a la Red para obtener información del estado de los PVCs que hay configurados en el acceso Frame Relay. El protocolo LMI UNI (User to Network) permite en el acceso Frame Relay del cliente:

- la verificación de la integridad de la conexión DTE/ DCE;
- la notificación al DTE de la creación de un nuevo PVC en el acceso Frame Relay;
- la notificación al DTE del borrado de un PVC en el acceso Frame Relay;
- la notificación al DTE del estado de un PVC configurado.

3. Infraestructura soporte

El Servicio Frame Relay se soporta sobre los elementos de conmutación y transmisión (nodos y enlaces) de la Red Newbridge, que es soporte asimismo de otros Servicios de transmisión de datos de alta calidad.

Las características de la infraestructura de Red sobre la que se soporta el Servicio Frame Relay, y que se traducen en una fiabilidad y una capacidad de transmisión muy elevadas, son:

- la utilización de nodos de Red de tecnología Newbridge, suministrador líder en el mercado de equipos de conmutación para transmisión de datos;
- la construcción del núcleo de Red (backbone) sobre enlaces a 34 Mbps y 155 Mbps;
- la arquitectura de Red completamente redundante, tanto en nodos como en enlaces;
- la existencia de un Centro de Gestión de Red con amplias capacidades de supervisión, operación y control, y en funcionamiento 24 horas/día, 365 días/año.

4. Posicionamiento

El Servicio Frame Relay se engloba dentro de la línea de Negocio de Servicios de Datos e Internet perteneciente a la familia de Conectividad Básica.

El Servicio Frame Relay es un servicio orientado a clientes que tengan un entorno de trabajo de Redes de Área Local (LAN) distantes, y deseen interconectarlas entre sí.

El potencial del Servicio es muy amplio no sólo por las conexiones al Servicio Frame Relay como tal, sino por servir de soporte a otros Servicios (como UniRed).

5. Atributos funcionales

En este apartado se enumeran los parámetros, variables y opciones (atributos) que el cliente debe fijar en la contratación del Servicio Frame Relay, así como el los rangos de valores disponibles.

El siguiente cuadro resume las opciones que se presentan al cliente en la contratación del Servicio Frame Relay:

CONCEPTO	ATRIBUTO	VALORES DISPONIBLES
ACCESO	Acceso al Servicio: Velocidades disponibles (Kbps)	64, 128, 192, 256, 384, 512, 1024, 1984
	Gestión Interfaz Acceso - LMI	- ITU Q.933 Anexo A, - ANSI T.617 Anexo D
CIRCUITOS VIRTUALES PERMANENTES (PVCs)	Ámbito	- Local - Larga Distancia Nacional
	Clase de Caudal - CIR (kbps)	0, 8, 16, 32, 48, 64, 96, 128, 192, 256, 384, 512, 1024, 1984
	Longitud máxima de trama	Hasta 4096 octetos

5.1 Acceso al Servicio

Las velocidades que se pueden seleccionar para el acceso dedicado del cliente, así como las interfaces físicas correspondientes se agrupan en la tabla siguiente:

VELOCIDAD DE ACCESO (KBPS)	INTERFAZ FÍSICA
64	V.35
128	V.35
192	V.35
256	V.35
384	V.35
512	V.35
1024	V.35
1984	G.703/G.704

5.2 Circuitos Virtuales Permanentes.

El cliente deberá especificar claramente cuales son los Circuitos Virtuales que quiere configurar en cada uno de sus accesos a Red identificando el destino de esos Circuitos Virtuales, así como la Clase de Caudal (CIR) contratado para cada uno de ellos. El rango de Clases de Caudal disponibles por el cliente queda reflejado en la siguiente tabla.

CLASES DE CAUDAL - CIR (KBPS)
0
8
16
32
48
64
96
128
192
256
384
512
1024
1984

Es necesario identificar así mismo el ámbito de los Circuitos Virtuales Permanentes. Según el origen y destino de los PVC, se distinguen dos categorías de Circuitos Virtuales Permanentes:

- **PVC Ambito Local:** Origen y destino del PVC en la misma ciudad;
- **PVC Ambito LDN:** Origen y destino del PVC en distintas ciudades.

Para los PVC El Operador definirá los DLCIs asociados a cada PVC para ambos extremos de Red. Los DLCIs disponibles están dentro del rango 16 - 1003 (ambos valores incluidos), ya que el 0 está reservado para la señalización del protocolo, y del 1-15 son reservados por la Red.

6. Interacción con otros servicios

Como hemos comentado ya anteriormente el Servicio Frame Relay es un Servicio de Red que puede ser utilizado como transporte y como base para el desarrollo de servicios más avanzados:

UniRed - Servicio Conexión a Internet

Este servicio permite a las empresas conectarse de forma permanente a Internet, mediante línea de datos Frame Relay a través de la Red del Operador. Para ello se ofrecen, a parte del acceso, todos los servicios adicionales necesarios para que la empresa pueda establecerse como Proveedor de Servicios de Internet.

7. Calidad de servicio

Se definen a continuación los procedimientos y valores mínimos de los parámetros de calidad de servicio.

7.1 Disponibilidad

Se define la disponibilidad de la Red de Cliente, y se calcula mensualmente, como la media de la disponibilidad de todas las interfaces de acceso que la componen, esto es:

$$\text{Disponibilidad} = \left(1 - \frac{\text{Tiempo_incomunicación_mensual}}{\text{N}^\circ \text{ de_conexiones} \times \text{periodo_de_medición}}\right) \times 100$$

Donde:

- **Tiempo_incomunicación_mensual:** es la sumatoria de las horas de averías imputables al Operador en el periodo de un mes.
- **Nº_de_conexiones:** cantidad de circuitos contratados por el Cliente.
- **Periodo_de_medición:** es el tiempo del periodo de medición de la disponibilidad expresado en horas (30 días x 24 horas).

La disponibilidad que garantiza el Servicio se basa en las siguientes condiciones:

No se contabilizarán dentro del tiempo de no disponibilidad las interrupciones de Servicio que pudieran producirse por causas imputables al cliente.

El cliente está obligado a facilitar el acceso a sus dependencias al personal designado por El Operador para la resolución de averías o la operativa del Servicio que así lo requiera. El tiempo que pudiera demorarse dicho permiso queda fuera del cálculo de la disponibilidad.

El equipo de línea de la conexión de acceso estará permanentemente encendido para todas las interfaces de la Red de Cliente.

El Operador se reserva el derecho de efectuar, previo aviso al cliente, paradas técnicas que no se contabilizarán en el cómputo de la disponibilidad.

Quedan excluidas interrupciones del Servicio debidas a causas de fuerza mayor (por ejemplo, desastres naturales).

7.2 Retardo

El Servicio va a sufrir un retardo medio en la Red del Operador que se calculará en base a medidas estadísticas realizadas sobre la misma red tomando los datos continuamente, siguiendo diversos trayectos y teniendo en cuenta la estructura jerárquica de la Red. El valor obtenido de retardo en Red no considera los accesos de cliente.

El Retardo de la red Frame Relay de MODEM A MODEM es de 70 milisegundos promedio.

7.3 Compromiso de Calidad del Servicio

El Compromiso de Calidad del Servicio adquirido por El Operador con el Cliente, será aplicable durante la fase postventa.

7.3.1 Fase de Post-venta

Durante la fase de postventa se fijarán los siguientes compromisos:

7.4 Disponibilidad

- Disponibilidad de Red sin backup (mínimo 10 circuitos): 99.80 %
- Disponibilidad por circuito sin backup en Lima y capitales de Provincias: 99.50 %
- Disponibilidad de Red con backup (mínimo 20 circuitos): 99.98 %
- Disponibilidad por circuito con backup en Lima y capitales de Provincias: 99.75%

7.5 Indemnizaciones

Red sin backup:

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 99.80% y el 98%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 5% del abono mensual total del servicio aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 98% y el 97%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 10% del abono mensual total del servicio aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

Circuito sin backup:

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 99.50% y el 98%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 5% del abono mensual total del circuito aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 98% y el 97%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 10% del abono mensual total del circuito aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

Red con backup:

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 99.98% y el 98%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 5% del abono mensual total del servicio aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 98% y el 97%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 10% del abono mensual total del servicio aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

Circuito con backup:

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 99.75% y el 98%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 5% del abono mensual total del circuito aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

Si la disponibilidad semestral resultante se encuentra entre el 98% y el 97%, el Operador acreditará al Cliente un monto igual al 10% del abono mensual total del circuito aplicable solo a aquellos meses en que la disponibilidad tuvo un valor menor al acordado.

8. Atención al cliente

Se distinguen tres fases en la relación cliente/suministrador para la provisión de servicio: fase de oferta o pre-venta, fase de instalación y fase de post-venta. En cada una de estas fases se identifican en El Operador unos responsables y unos procedimientos que garantizan una completa atención al cliente.

8.1 Fase Pre-Venta

La Gerencia de Marketing proporcionará a las Gerencias de Ventas y Canales Indirectos (en adelante "Ventas"), la documentación necesaria y actualizada: Manual de Marketing, Argumentario de Ventas, Presentación a Clientes, Hoja de características, etc.

8.2 Fase Comercial e instalación

Fuerza de Venta y/o Canales Indirectos:

- Ofrecer los servicios a los Clientes.
- Se encargará de presentar y obtener la aceptación de la Propuesta Económica por parte del Cliente.
- En caso el Cliente no acepte la propuesta, el Comercial será el responsable de Registrar el motivo de la negativa.

Tramitación Comercial:

- Recibirá el pedido por parte del Comercial.
- Se encargará de solicitar la reserva de Recursos y de Facilidades Técnicas para la atención del pedido.
- Elabora Propuesta Económica para se presentada por el Comercial.
- Obtenida la aceptación del cliente, procederá a generar el pedido para la instalación del servicio.

Centro Gestión:

- Se encargará de reservar los recursos de red tanto para la parte del acceso como para el servicio.
- De no contar con Recursos de Red, lo comunicará a Planificación y Desarrollo para que le facilite esos recursos.
- Posteriormente en la etapa de instalación, se encargará de realizar las verificaciones del caso y de estar conforme procederá a comunicarlo a Explotación. De no ser correcta las pruebas lo comunicará a Explotación para que realicen las correcciones del caso.

Comunicaciones de Empresas (OTF):

- Recibirá la solicitud de Reserva de Facilidades Técnicas.
- De ser necesario, se encargará de la elaboración del Estudio Especial que se requiera para atender lo solicitado.
- Se encargará de presentar su mejor propuesta, indicando el tiempo de atención.

- Obtenida la aceptación del servicio, coordinará internamente con las áreas involucradas la atención de lo solicitado.
- Culminada sus labores procederá a Liquidar Técnicamente.

Explotación:

- Con la Liquidación Técnica de OTF, procederá a realizar las pruebas que sean necesarias para garantizar el óptimo servicio al cliente.
- Con la conformidad de las pruebas procederá a instalar y/o configurar router.
- Luego de obtener la conformidad de las pruebas realizadas por el Centro de Gestión, procederá a Liquidar Técnicamente.

Planificación y Desarrollo:

- Recibirá del Centro de Gestión, el pedido de habilitación de Recursos de Red.
- Comunicará si esta habilitación se producirá a corto o largo plazo.
- Si es a corto plazo, procederá a habilitar los recursos de red.
- Si es a largo plazo se encargará de realizar la ampliación de los recursos de red.

(*) Según Planificación y Desarrollo, las probabilidades que se presenten estos casos son mínimas.

Seguimiento Comercial:

- En el caso que no se cuente con Recursos de Red o de facilidades Técnicas, o que estas requieran de un tiempo mayor al establecido, se encargará de comunicarlo al cliente.
- Posteriormente cuando el trabajo ha sido concluido procederá a comunicarle al cliente la fecha de inicio de la facturación.
- De no obtener respuesta en el lapso de..... días se dará por aceptada la fecha de inicio de facturación. QUE TIEMPO ES EL ESTIMADO

Facturación:

- Con la Liquidación Comercial que le remitirá Seguimiento Comercial, se dará inicio a la facturación, teniendo en cuenta las características del servicio que posee el cliente.

(*) El Tiempo de Entrega del Servicio comienza con la entrada en Provisión del pedido completo (todos los datos necesarios para su implementación). El valor objetivo de la Entrega del Servicio queda reflejado en la tabla adjunta:

SERVICIO	TIPO DE ACCESO	
	Lima	Provincias
Frame Relay	15	23

La fase de instalación finaliza con la entrega del Servicio, esto es, de la Red de Cliente y la verificación de la puesta en marcha de dicho Servicio.

8.3 Fase Post-Venta

8.3.1 Entrada de Incidencias: Help Desk

Durante la fase de prestación del servicio, estará a disposición del cliente el número 0800-16600 operativo 24 horas/día, 365 días año de Help Desk del Operador. Este número actuará como ventanilla única donde se recogen las incidencias del Servicio.

El Servicio incluye el mantenimiento y gestión de todos los elementos implicados en la provisión del servicio: recursos de Red, circuitos punto a punto de acceso, así como para los equipos instalados en casa del cliente que hayan sido contratados en régimen de alquiler.

Cuando se detecta un problema que afecta al buen funcionamiento del servicio, bien por aviso del cliente, bien por los procedimientos de supervisión que forman parte de la Gestión de Red propia del Servicio, se abrirá un boletín de avería, y desde ese momento se desencadenan las actuaciones previstas para el tratamiento y resolución de incidencias.

8.3.2 Tratamiento de incidencias: Tiempo de Resolución de Averías y horarios de prestación del Servicio

El tiempo dedicado para el mantenimiento de las averías individuales ocurridas en:

- La Red, son las 24 hrs. del día. Es decir el Centro de Gestión del Operador esta en capacidad en atender, diagnosticar y resolver una avería de la Red en forma remota las 24hrs. continuas todos los días del año incluyendo feriados.
- Planta externa son de 08:00 hrs. a las 19:00 hrs., Es decir si la causa de la avería es localizada después de las 19:00 hrs. y los cables aéreos crucen techos de locales o viviendas particulares, la avería será solucionada a partir de las 8:00 hrs. del día siguiente del reporte.
- Domicilio del cliente, dependerá de las facilidades que brinde el cliente desde las 08:00 hasta las 21:30 hrs.

Se establecen los siguientes tiempos medios para el tratamiento y resolución de averías:

Para circuitos en Lima y capitales de provincias:

- Tiempo medio de respuesta del Operador tras efectuar el primer diagnóstico de la avería: el valor objetivo es de 30 minutos;
- Tiempo medio de respuesta para desplazamiento a domicilio de cliente tras el diagnóstico inicial: el valor objetivo es de 2 horas;
- Tiempo medio de Resolución de Averías: el objetivo es de 2.5 horas.

Para provincias zona rural:

Entre 4 y 8 horas dependiendo de la localidad.

Para campamentos mineros:

24 horas

Los requerimientos de servicio que impliquen un tiempo de respuesta inferior al estándar o una cobertura horaria superior, se garantizan mediante contratos específicos que cubren las necesidades concretas desean nuestros clientes.

Los Tiempos de Resolución de Averías empezarán a contabilizarse desde la notificación por parte del cliente de una avería siempre tras la comprobación por parte del personal de Centro de Gestión del Operador de la existencia real de dicha avería.

Se tiene como objetivo la resolución como mínimo del 90% de las averías en los tiempos que se han expuesto anteriormente.

9. Aspectos contractuales

Hasta el momento no existen contratos, se firma la oferta comercial /propuesta.

10. Estructura de precios

La tarificación del Servicio conlleva los siguientes conceptos facturables:

- Conexión a la Red
- Programación del Circuito Virtual Permanente por extremo
- Instalación del Servicio por Puerta
- Acceso a Frame Relay vía TDM por puerta
- Servicio Frame Relay local por puerta
- Servicio Frame Relay LDN por puerta
- Alquiler de módem por puerta
- Cuotas por cambios y traslados

11. Conceptos facturables

1. CONEXIÓN A LA RED -Por un par telefónico, puertas existentes : De 0 hasta 19 puertas (2) -Por un par telefónico, puertas existentes : De 20 hasta 99 puertas (2) -Por un par telefónico, puertas existentes : Más de 100 puertas -Por otros medios de transmisión INSTALACION DEL SERVICIO POR PUERTA -Por puerta al lado del cliente -Programación Circuito Virtual Permanete , por Extremo de PVC Acceso InterLan Via DigiRed , por puerta -Por Velocidad de Transmisión . Hasta 64 Kbps. . Hasta 128 Kbps. . Hasta 192 Kbps. . Hasta 256 Kbps. . Hasta 384 Kbps. . Hasta 512 Kbps. . Hasta 1,024 Mbps. . Hasta 2,048 Mbps.	PAGO POR UNICA VEZ		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
	500,00	90,00	590,00
	300,00	54,00	354,00
	150,00	27,00	177,00
	Según Estudio Especial		
	PAGO POR UNICA VEZ		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
	100,00	18,00	118,00
	0,00	0,00	0,00
SUSCRIPCION MENSUAL			
US (\$)	I.G.V.	Total (\$)	
130,00	23,40	153,40	
175,50	31,59	207,09	
206,70	37,21	243,91	
236,60	42,59	279,19	
278,20	50,08	328,28	
319,80	57,56	377,36	
650,00	117,00	767,00	
1.267,50	228,15	1.495,65	

	SUSCRIPCION MENSUAL		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
2. SERVICIO InterLAN LOCAL			
INDEPENDIENTE DEL TIEMPO DE CONEXION			
2.1 Según Velocidad de Transmisión, Por Puerta			
. Hasta 64 Kbps.	30,00	5,40	35,40
. Hasta 128 Kbps.	40,00	7,20	47,20
. Hasta 192 Kbps.	50,00	9,00	59,00
. Hasta 256 Kbps.	60,00	10,80	70,80
. Hasta 384 Kbps.	78,00	14,04	92,04
. Hasta 512 Kbps.	94,00	16,92	110,92
. Hasta 1,024 Mbps.	150,00	27,00	177,00
. Hasta 2,048 Mbps.	239,00	43,02	282,02
2.1 Por Extremo de PVC Local con CIR de:			
. Hasta 0 Kbps.	8,00	1,44	9,44
. Hasta 8 Kbps.	11,00	1,98	12,98
. Hasta 16 Kbps.	14,00	2,52	16,52
. Hasta 32 Kbps.	18,00	3,24	21,24
. Hasta 48 Kbps.	22,00	3,96	25,96
. Hasta 64 Kbps.	27,00	4,86	31,86
. Hasta 96 Kbps.	31,00	5,58	36,58
. Hasta 128 Kbps.	37,00	6,66	43,66
. Hasta 192 Kbps.	47,00	8,46	55,46
. Hasta 256 Kbps.	57,00	10,26	67,26
. Hasta 384 Kbps.	75,00	13,50	88,50
. Hasta 512 Kbps.	91,00	16,38	107,38
. Hasta 1,024 Mbps.	147,00	26,46	173,46
. Hasta 2,048 Mbps.	236,00	42,48	278,48
3. SERVICIO InterLAN LARGA DISTANCIA NACIONAL			
INDEPENDIENTE DEL TIEMPO DE CONEXION			
3.1 Según velocidad de transmisión, Por Puerta			
. Hasta 64 Kbps.	900,00	162,00	1 062,00
. Hasta 128 Kbps.	1 035,00	186,30	1 221,30
. Hasta 192 Kbps.	1 153,00	207,54	1 360,54
. Hasta 256 Kbps.	1 278,00	230,04	1 508,04
. Hasta 384 Kbps.	1 411,00	253,98	1 664,98
. Hasta 512 Kbps.	1 628,00	293,04	1 921,04
. Hasta 1,024 Mbps.	2 011,00	361,98	2 372,98
. Hasta 2,048 Mbps.	2 919,00	525,42	3 444,42
3.2 Por Extremo de PVC Nacional con CIR de:			
. Hasta 0 Kbps.	72,00	12,96	84,96
. Hasta 8 Kbps.	99,00	17,82	116,82
. Hasta 16 Kbps.	126,00	22,68	148,68
. Hasta 32 Kbps.	162,00	29,16	191,16
. Hasta 48 Kbps.	198,00	35,64	233,64
. Hasta 64 Kbps.	243,00	43,74	286,74
. Hasta 96 Kbps.	279,00	50,22	329,22
. Hasta 128 Kbps.	333,00	59,94	392,94
. Hasta 192 Kbps.	423,00	76,14	499,14
. Hasta 256 Kbps.	513,00	92,34	605,34
. Hasta 384 Kbps.	675,00	121,50	796,50
. Hasta 512 Kbps.	819,00	147,42	966,42
. Hasta 1,024 Mbps.	1 323,00	238,14	1 561,14
. Hasta 2,048 Mbps.	2 124,00	382,32	2 506,32
Notas:			
- La tarifa por velocidad de transmisión del servicio InterLAN Local o LDN en la puerta vértice se aplicará a la velocidad resultante de la suma de las velocidades de transmisión de las puertas remotas Local o LDN respectivamente con las cuáles establece circuitos virtuales permanentes (PVC).			
Si la velocidad resultante fuera mayor a la de la puerta vértice, la mencionada tarifa se aplicará a la velocidad de transmisión de la citada puerta vértice.			
Cabe resaltar que de producirse la adición de una nueva puerta remota Local o LDN, la citada velocidad resultante y la tarifa deben reactualizarse siguiendo éste procedimiento.			

SERVICIO InterLAN ADICIONALES	PRECIO AQUILER MENSUAL		
	US (\$)	I.G.V.	Total (\$)
Módems (Lado Usuario)			
DESCRIPCION			
-Módem, por puerta hasta 128 Kbps	60,00	10,80	70,80
-Módem, G703	104,00	18,72	122,72
-Módem Óptico : 2 Mbps	104,00	18,72	122,72
-Módem Óptico : Velocidad Variables	124,00	22,32	146,32

12. Evolución del servicio

El servicio Frame Relay ha sido superado tecnológicamente por el nuevo servicio IP basado en la Red IP del Operador. Por esta razón no habrá futuras mejoras a Frame Relay, y se espera que los clientes vayan migrando paulatinamente al nuevo Servicio IP. Asimismo, el servicio Internet basado en Frame Relay será sustituido por el nuevo Servicio Internet basado en Red IP.

13. Anexo A: glosario

- ATM: Asynchronous Transfer Mode
- CIR: Committed Information Rate.
- EIR: Excessed Information Rate.
- IP: Internet Protocol
- LAN: Red de Area Local (Local Area Network)
- PP: Punto a Punto
- PPP: Point to Point Protocol
- PVC: Circuito Virtual Permanente.
- Red IP: nueva red de datos del Operador basada en tecnología IP. Este nombre está sujeto a posibles modificaciones previas al lanzamiento de los servicios.
- RDSI: Red Digital de Servicios Integrados
- RTB: Red Telefónica Básica
- RTC: Red Telefónica Conmutada

ANEXO C

MODEM EBANO

Tecnología HDSL



Descripción

El EBANO es un módem diseñado con los últimos avances en tecnología HDSL, que permite transmitir datos a velocidades de hasta 2.3 Mbps, sobre pares telefónicos convencionales de 2 ó 4 hilos.

Tanto las operadoras como las organizaciones privadas pueden utilizar el EBANO para obtener un aprovechamiento óptimo de la infraestructura de cableado de cobre ya existente.

Tecnología CAP

El módem EBANO está basado en la tecnología CAP. Se trata de la modulación más avanzada de las disponibles en tecnología HDSL, con apoyo adicional de los últimos avances en procesado digital de la señal.

Supera ampliamente a modulaciones antiguas, en los aspectos que más definen la calidad HDSL como su gran alcance y su bajo nivel de interferencias debido a su confinamiento espectral.

De este modo se hace un uso eficaz y de calidad de los pares de cobre disponibles.

Amplia variedad de interfaces

Los interfaces entre el EBANO y el terminal de datos pueden ser de tres tipos de forma modular sobre el mismo equipo base:

A) Interfaz V.35, V.36 o X.21 a velocidades de hasta 2.304 Kbps en saltos de 64 Kbps.

B) Interfaz E1 (G.703) a 2 Mb/s. Este interfaz podrá ser estructurado o no según la norma G.704, pudiéndose transmitir todos los canales o escoger sólo “n” de ellos.

C) Interfaz LAN, para interconexión de redes locales Ethernet distantes. En este caso el EBANO realiza funciones de bridge inteligente, ya que aprende dinámicamente las direcciones MAC existentes en ambos lados, y se transmiten solo las tramas relevantes.

Es posible utilizar el módem EBANO con mucha flexibilidad de interfaces. Una posibilidad consiste en conectar entre sí un EBANO con interfaz V.35/V.36 en un extremo con otro EBANO con interfaz E1, de modo que se haga una conversión de interfaz. También es posible conectar entre sí un EBANO con interfaz LAN con un EBANO con interfaz E1 o V.35/V.36.

Modularidad

El equipo se presenta en dos formatos:

A) Tarjeta de bastidor, insertable en los bastidores BM-18, BM-17TL o caja metálica de sobremesa.

B) Equipo autónomo de sobremesa.

En cualquiera de las prácticas de equipo es posible emplear alimentación CC o CA.

Programación local

El EBANO dispone en el frontal de una pantalla de cristal líquido y de un teclado. Mediante un sistema de cómodos menús es posible configurar completamente tanto el EBANO local como el EBANO remoto conectado en el otro extremo de la línea. Además se dispone de información de supervisión sobre el estado de conexión y sobre la calidad del enlace.

TELDAGES: Gestión SNMP

TELDAGES es una completa plataforma integrada estándar SNMP para gestión de todos los equipos de TELDAT de transmisión, respaldo e internetworking. Es perfectamente integrable en otro tipo de plataformas como HP OpenView y está disponible en distintos sistemas operativos: Windows-NT, Solaris, AIX, HP-UX.

TELDAGES permite realizar cómodamente tareas como configurar completamente los equipos, supervisar los enlaces y los interfaces, realizar informes de disponibilidad, etc.

Es posible, además, automatizar tareas de forma definida por el gestor, como por ejemplo, actualizar de forma remota y automática el programa de un conjunto de equipos.

TELDAGES maneja de una forma eficaz los eventos SNMP relativos a los equipos que componen la red. De este modo el operador puede saber en todo momento el estado de ésta, además de disponer de informes a medida en base a los eventos almacenados.

Mediante TELDAGES se pueden realizar las siguientes funciones:

- Configuración completa de los equipos de ambos extremos de la línea.
- Operaciones de supervisión de enlaces, como conocer la calidad de la línea, así como supervisar el estado del interfaz hacia el Terminal.
- Activar bucles y generador interno de secuencias aleatorias, para medir la tasa real de error de la línea.
- Realizar operaciones sobre grupos de equipos, de forma desasistida, incluyendo telecargas de programa.
- Visualización de eventos SNMP generados en la red de transmisión.
- Generar completos y flexibles informes históricos de disponibilidad de la red.

Beneficios del EBANO

- El EBANO disminuye el coste de instalación de líneas E1, y primarios, así como el tiempo necesario para instalarlas.
- El EBANO obtiene alcances muy superiores a otras tecnologías en el bucle de abonado.
- Permite transmitir en línea a velocidades $n \times 64\text{Kbps}$ para aumentar aún más el alcance.
- Reduce significativamente el nivel de interferencias entre líneas de datos en comparación con otros equipos.
- Los algoritmos empleados permiten obtener una gran calidad de transmisión en cualquier línea.
- Usado sobre un único par permite velocidades de transmisión de hasta 2,3 Mbps.
- Permite medir tasa de error de la línea, mediante secuencias 511, 2047, etc. sin necesidad de usar equipos externos. Y desde un único extremo gracias a la posibilidad de comandar bucles remotos.
- Permite el montaje simultáneo de varios interfaces, como V.35 y G.703, de forma que por simple configuración se elige entre uno u otro.
- Dispone de una pantalla que presenta información variada (seleccionable por el operador) sobre el estado del enlace. Además, su teclado se puede inhibir desde el sistema de gestión, para evitar manipulaciones maliciosas.
- Permite una gestión integrada con otros equipos de TELDAT como módems, equipos de respaldo, de internetworking, etc.
- Programa telecargable, lo que permite disponer en todo momento de lo últimos avances y desarrollos.

Alcance en kilómetros

Velocidad (Kbps)	Sección hilo		
	0,4mm.	0,5mm.	0,9mm.
2 hilos 28	7,5	9,8	15,4
2 hilos 256	7,0	9,3	14,8
2 hilos 384	6,5	8,8	14,2
2 hilos 512	6,0	8,2	13,7
2 hilos 768	5,1	7,1	12,8
2 hilos 1024	4,9	6,3	11,9
2 hilos 1536	3,9	5,4	10,1
2 hilos 2048	3,5	5,0	9,0
4 hilos 2048	4,3	5,9	11,4

Características Técnicas

Arquitectura hardware

- Memoria RAM de 8MB; FLASH de 8MB.
- Unidad de almacenamiento EEPROM de 4KB; EPROM de 8MB.
- Periféricos Puerto de gestión, generador secuencia aleatoria, puertos de E/S, interfaz G.703, interfaz LAN, interfaz WAN, interfaz HDSL.

Puerta HDSL

- Normas: ETSI ETR 152.
- Modulación: Modulación en amplitud y fase con portadora suprimida (CAP).
- Corrección de errores: Reed Salomon y Trellis-Viterbi.
- Ancho de banda utilizado: Adaptativo, hasta 80 KHz/450 KHz, según velocidad.
- Constelación: Adaptativa, entre 8 y 128 estados, según velocidad.
- Potencia transmitida: Entre 7,4 dBm_{135W} y 13 dBm_{135W}, , según velocidad.
- Velocidades en línea (en Kbps) en 2 hilos:
64, 128, 192, 256, 320, 384, 448, 512, 576, 640, 704, 768, 832, 896, 960,

1024, 1088, 1152, 1216, 1280, 1344, 1408, 1472, 1536, 1600, 1664, 1728, 1792, 1856, 1920, 1984, 2048, 2112, 2176, 2240 y 2304.

- Velocidades en línea (en Kbps) en 4 hilos: 2048.
- Adaptación al enlace (entrenamiento): Sí.
- Conector: RJ45.

Puerta de datos V.35/V.36

- Conector: Winchester hembra de 34 pines.
- Interfaz: V.35/V.36.
- Velocidad:
 - 2 hilos: de 64 Kbps a 2304 Kbps, en saltos de 64 Kbps.
 - 4 hilos: 2048 Kbps.

Puerta de datos X.21

- Conector: DB15H.
- Interfaz: X.21.
- Velocidad: 2 hilos: de 64 Kbps a 2304 Kbps, en saltos de 64 Kbps.
- 4 hilos: No disponible.

Puerta de datos G.703

- Conector: Coaxiales (2 x BNC) y par trenzado (RJ45).
- Terminación: 75 W (coaxial) o 120 W (par trenzado).
- Interfaz: G.703 HDB3.
- Velocidad:
 - 2 hilos: de 64 Kbps a 2048 Kbps en 2 hilos, en saltos de 64 Kbps, mediante selección de canales significativos.
 - 4 hilos: 2048 Kbps.
- Protocolos:
 - G.703: transparente (2048 Mb).
 - G.703 entramado (E1) G.704/G.706/ G823.
- CRC4: Con o sin inserción de CRC4.

Puerta LAN

- Conector: RJ45 (STP/UTP).
- Interfaz: Ethernet 10BaseT.
- Velocidad: 2 hilos: de 64 Kbps a 2304 Kbps, en saltos de 64 Kbps.
- 4 hilos: No disponible.
- Protocolos: Modo bridge transparente.

Indicadores

- Luminosos (leds): ERR, RD (cto 104), CD (cto 109), TD (cto 103), RTS (cto 105), y DTR (cto 108).
- Pantalla: Pantalla de cristal líquido de 2 líneas, 16 caracteres por línea.

Alimentación

- Tensión de entrada: +5Vdc y ± 12 Vdc (tarjeta bastidor) o desde 90 a 240 Vac (caja sobremesa).
- Frecuencia de entrada: Continua (tarjeta bastidor) o Alterna 47Hz a 63 Hz (caja sobremesa).

Dimensiones y peso

- Largo x Ancho x Alto: 295mm x 220mm x 24,5mm.
- Peso: 450 gr.

Especificaciones ambientales

- Temperatura ambiente: Encendido: de 5 a 40°C; Apagado: de -20 a 60°C.
- Humedad relativa: Encendido: del 8 al 80% , Apagado: del 5 al 90%. Sin condensación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Behrouz A. Forouzan. "Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones". Ediciones. Mc Graw-Hill, 2002.
2. Philip Smith. "Frame Relay Reading". Ediciones Addison-Wesley, 1993.
3. RAD COM. "Guía completa de protocolos de telecomunicaciones". Ediciones. Mc Graw-Hill, 2002
4. Estándares ANSI :
 - ANSI T1.602-1990, Telecommunications ISDN Data Link Layer Signaling Specification for Application at the User Network Interface.
 - ANSI T1.606-1990, Integrated Services Digital Network (ISDN) Architectural Framework and Services Description for Frame-Relaying Bearer Service.
 - ANSI T1.606-1990, Addendum to T1.606 --Integrated Services Digital Network (ISDN) Architectural Framework and Services Description for Frame-Relaying Bearer Service.
 - ANSI T1.607-1991, Digital Subscriber Signaling System No 1. Layer 3 Signaling Specification for Circuit Switched Bearer Service.
 - ANSI T1.617-1991, Signaling Specification Frame Relay Bearer Service.
 - ANSI T1.617-1991 Annex D, Additional Procedures for PVCs Using Unnumbered Information Frames.
 - ANSI T1.618-1991, Integrated Services Digital Network (ISDN). Core Aspects of Frame Protocols for Use with Frame Relay Bearer Service.
5. Frame Relay Forum :
 - FRF.1.1, User-to-Network (UNI) Implementation Agreement, FRF.1.1, Date: January 19, 1996
 - FRF.2.1, Frame Relay Network-to-Network (NNI) Implementation Agreement Version 2.1, FRF.2.1, Date: July 10,1995
 - FRF.3.1, Multiprotocol Encapsulation Implementation (MEI) Agreement, FRF.3.1, Date: June 22, 1995
 - FRF.4, Switched Virtual Circuit Implementation Agreement (SVC), FRF.4, Date: not available.
 - FRF.5, Frame Relay/ATM Network Interworking Implementation Agreement, FRF.5, Date: December, 20 1994.
 - FRF.6, Frame Relay Service Customer Network Management Implementation Agreement, FRF.6 (FRFTC93.111R3),Date: March 1994.

- FRF.7, Frame Relay PVC Multicast Service and Protocol Description, FRF.7, Date: October 21, 1994.
 - FRF.8, Frame Relay/ATM PVC Service Interworking Implementation Agreement, FRF.8, Date: April 14, 1995.
 - FRF.9, Data Compression over Frame Relay Implementation Agreement, FRF.9, Date: January 22, 1996.
 - FRF.10, Frame Relay Network-to-Network SVC Implementation Agreement, FRF.10, Date: September 10, 1996.
 - FRF.11, Voice over Frame Relay Implementation Agreement, FRF.11, Date: May 5, 1997.
 - FRF.12, Frame Relay Fragmentation Implementation Agreement, FRF.12, Date: December 15, 1997.
6. Estándares ITU-T:
- ITU-T I.233 Architecture and Service Description equivale a T1.606
 - ITU-T Q.922 Annex A Data Link Layer Core Aspects equivale a T1.618
 - ITU-T Q.933 Annex A PVC Management equivale a T1.617 Annex D
 - ITU-T I.370 Congestion Management equivale a T1.606a
 - ITU-T Q.933 SVC Signaling equivale a T1.617
 - ITU-T Q.920 LAPD Description equivale a T1.602
 - ITU-T Q.921 LAPD Formats and Procedures equivale a T1.602