

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**I.371**

(03/2004)

SERIE I: RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Aspectos y funciones globales de la red – Funciones y  
requisitos generales de la red

---

**Control de tráfico y control de congestión en  
RDSI-BA**

Recomendación UIT-T I.371

UIT-T

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE I  
RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

<b>ESTRUCTURA GENERAL</b>	
Terminología	I.110–I.119
Descripción de las RDSI	I.120–I.129
Métodos generales de modelado	I.130–I.139
Atributos de las redes de telecomunicaciones y los servicios de telecomunicación	I.140–I.149
Descripción general del modo de transferencia asíncrono	I.150–I.199
<b>CAPACIDADES DE SERVICIO</b>	
Alcance	I.200–I.209
Aspectos generales de los servicios en una RDSI	I.210–I.219
Aspectos comunes de los servicios en una RDSI	I.220–I.229
Servicios portadores soportados por una RDSI	I.230–I.239
Teleservicios soportados por una RDSI	I.240–I.249
Servicios suplementarios en RDSI	I.250–I.259
<b>ASPECTOS Y FUNCIONES GLOBALES DE LA RED</b>	
Principios funcionales de la red	I.310–I.319
Modelos de referencia	I.320–I.329
Numeración, direccionamiento y encaminamiento	I.330–I.339
Tipos de conexión	I.340–I.349
Objetivos de calidad de funcionamiento	I.350–I.359
Características de las capas de protocolo	I.360–I.369
<b>Funciones y requisitos generales de la red</b>	<b>I.370–I.399</b>
<b>INTERFACES USUARIO-RED DE LA RDSI</b>	
Aplicación de las Recomendaciones de la serie I a interfaces usuario-red de la RDSI	I.410–I.429
Recomendaciones relativas a la capa 1	I.430–I.439
Recomendaciones relativas a la capa 2	I.440–I.449
Recomendaciones relativas a la capa 3	I.450–I.459
Multiplexación, adaptación de velocidad y soporte de interfaces existentes	I.460–I.469
Aspectos de la RDSI que afectan a los requisitos de los terminales	I.470–I.489
<b>INTERFACES ENTRE REDES</b>	<b>I.500–I.599</b>
<b>PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>ASPECTOS DE LOS EQUIPOS DE RDSI-BA</b>	
Equipos del modo de transferencia asíncrono	I.730–I.739
Funciones de transporte	I.740–I.749
Gestión de equipos del modo de transferencia asíncrono	I.750–I.759
Aspectos de multiplexación	I.760–I.769

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

# **Recomendación UIT-T I.371**

## **Control de tráfico y control de congestión en RDSI-BA**

### **Resumen**

Esta Recomendación trata funciones y parámetros para el control de tráfico y el control de congestión en la red digital de servicios integrados de banda ancha.

Se define un contrato de tráfico usuario-red y uno interredes en términos de un descriptor de tráfico que incluye parámetros de tráfico, las tolerancias asociadas de una capacidad de transferencia de capa ATM y requisitos de calidad de servicio asociados a una clase de calidad de servicio (QoS). Se especifican los parámetros de tráfico pertinentes y la definición de conformidad genérica de estos parámetros. Se proporcionan capacidades de transferencia ATM que utilizan estos parámetros de tráfico para que pueda haber diferentes combinaciones de objetivos de calidad de servicio (QoS) y esquemas de multiplexación, así como definiciones de conformidad específicas.

Se especifican además, con más detalles, las funciones de control de tráfico y de control de congestión, entre las cuales están las funciones de control de parámetros de tráfico en interfaces usuario-red e interredes. Se describen algunas configuraciones específicas de interfuncionamiento para control de tráfico.

Por último, se definen procedimientos para control de tráfico, control de congestión y gestión de recursos. Se incluye la información y los formatos específicos soportados por células de gestión de recursos.

### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T I.371 fue aprobada el 29 de marzo de 2004 por la Comisión de Estudio 13 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2006

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Abreviaturas y terminología .....	3
3.1 Abreviaturas, siglas o acrónimos .....	3
3.2 Terminología .....	5
3.3 Terminología externa.....	7
4 Introducción.....	7
4.1 Generalidades .....	7
4.2 Objetivos generales .....	8
4.3 Funciones genéricas.....	8
4.4 Una configuración de referencia para control de tráfico y control de congestión.....	9
4.5 Eventos, acciones, escalas de tiempo y tiempos de respuesta.....	10
4.6 Calidad de servicio y calidad de funcionamiento de la red.....	10
5 Parámetros y descriptores de tráfico.....	11
5.1 Definiciones.....	11
5.2 Requisitos .....	12
5.3 Contrato de tráfico.....	12
5.4 Especificaciones de parámetros de tráfico .....	17
6 Capacidades de transferencia ATM.....	26
6.1 Generalidades .....	26
6.2 Descripción de alto nivel de capacidades de transferencia ATM.....	27
6.3 Posibilidades de utilizar capacidades de transferencia ATM en aplicaciones .....	30
6.4 Capacidad de transferencia de velocidad binaria determinística (DBR).....	31
6.5 Capacidad de transferencia de velocidad binaria estadística (SBR) .....	37
6.6 Capacidad de transferencia de bloques ATM (ABT) .....	42
6.7 Capacidad de transferencia de velocidad binaria disponible (ABR).....	59
6.8 Capacidad de transferencia de velocidad de tramas garantizada (GFR) .....	72
7 Funciones para control de tráfico y control de congestión .....	76
7.1 Introducción.....	76
7.2 Funciones de control de tráfico .....	77
7.3 Funciones de control de congestión .....	91
7.4 Funciones de control de tráfico en situaciones de interfuncionamiento.....	92
8 Procedimientos para el control de tráfico y el control de congestión.....	93
8.1 Formato de las células de gestión de recursos.....	93
8.2 Condiciones de error en las células RM .....	94

	<b>Página</b>
Anexo A – Algoritmo genérico de velocidad de célula GCRA( $T, \tau$ ) .....	95
A.1 Algoritmo de calendarización virtual (VSA, <i>virtual scheduling algorithm</i> ) .....	96
A.2 Algoritmo de cubo no estanco de estado continuo .....	96
Anexo B – Aplicación del GCRA a la definición de conformidad para SBR .....	97
Anexo C – Mensajes de control ABT/DT a través de una interfaz normalizada .....	100
Anexo D – Mensajes de control ABT/IT a través de una interfaz normalizada .....	102
Anexo E – Forma de evitar que haya pendientes múltiples negociaciones de velocidad de célula de bloque .....	104
Anexo F – Mensajes de control ABR a través de una interfaz normalizada .....	106
Apéndice I – Ejemplos de aplicación del terminal equivalente para la definición de la velocidad de células de cresta .....	108
I.1 Configuración 1 .....	108
I.2 Configuración 2 .....	109
Apéndice II – Reglas de transcodificación de información de señalización en parámetros de tráfico OAM en la capa ATM .....	112
Apéndice III – Comportamiento del algoritmo genérico de velocidad de célula (GCRA) .....	113
Apéndice IV – Requisitos de la exactitud del control UPC/NPC .....	114
Apéndice V – Ejemplos de métodos para asegurar la unicidad de la numeración de las células en ABT .....	115
V.1 Segmentación del campo SN entre diferentes redes .....	115
V.2 Tratamiento particular del campo SN .....	115
V.3 Segmentación del campo SN para indicar la ubicación relativa de una célula RM .....	116
Apéndice VI – Obtención de los parámetros de la definición de conformidad para ABT .....	117
Apéndice VII – Comportamientos de referencia de la fuente, el destino y los elementos de red, para ABR .....	119
VII.1 Comportamiento de referencia de la fuente .....	119
VII.2 Comportamiento de referencia del destino .....	121
VII.3 Comportamiento de referencia de los elementos de red .....	121
VII.4 Influencia del comportamiento de referencia de la fuente sobre las características de tráfico .....	122
Apéndice VIII – Algoritmo de dos etapas para la determinación de $T(k)$ en el modo explícito ABR .....	123
VIII.1 Algoritmo de dos etapas para la determinación de $T(k)$ en el modo explícito ABR .....	123
VIII.2 Ajuste de $ACR(t)$ basado en el campo ECR de células RM hacia atrás .....	124
Apéndice IX – Posibilidades de utilizar capacidades de transferencia ATM en aplicaciones .....	126

	<b>Página</b>
Apéndice X – Información adicional relacionada con el F-GCRA .....	129
X.1    Soporte de compromisos de QoS a través del F-GCRA.....	129
X.2    Ejemplo de implementación que ilustra cómo puede utilizarse el F-GCRA para soportar compromisos de QoS.....	130
X.3    Límites de la implementación para el caso en que haya muchas tramas no conformes .....	130
X.4    Prueba de un resultado relacionado con el F-GCRA.....	130
Apéndice XI – Suministro de QoS GFR con el CF-GCRA.....	132
Apéndice XII – Expectativas del comportamiento de un elemento de red GFR .....	133
Apéndice XIII – Aplicabilidad de la capacidad de transferencia ATM GFR a aplicaciones ..	134
Apéndice XIV – Soporte de OAM para conexiones GFR.....	135





## Recomendación UIT-T I.371

### Control de tráfico y control de congestión en RDSI-BA

#### 1 Alcance

Esta Recomendación describe los procedimientos de control de tráfico y de control de control de congestión de la RDSI-BA en la capa modo de transferencia asíncrono (ATM, *asynchronous transfer mode*).

El control de tráfico de la capa ATM comprende todas las acciones de la red tendientes a satisfacer los objetivos de funcionamiento y los compromisos de calidad de servicio negociados, de la red, y a evitar las condiciones de congestión. El control de la congestión de la capa ATM comprende todas las acciones de la red tendientes a reducir al mínimo la intensidad, difusión y duración de la congestión.

En esta Recomendación se presenta una descripción general, así como los objetivos y procedimientos para el control de tráfico y el control de congestión. Describe además los conceptos del contrato de tráfico. Especifica las capacidades de transferencia ATM (ATC, *ATM transfer capabilities*), incluyendo, para cada ATC, el descriptor de tráfico de fuente, tolerancias asociadas y definición de conformidad aplicables.

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación

- [1] Recomendación UIT-T I.326 (2003), *Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en el modo de transferencia asíncrono*.
- [2] Recomendación UIT-T I.113 (1997), *Vocabulario de términos relativos a los aspectos de banda ancha de las redes digitales de servicios integrados*.
- [3] Recomendación UIT-T I.150 (1999), *Características funcionales del modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA*.
- [4] Recomendación UIT-T I.311 (1996), *Aspectos generales de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)*.
- [5] Recomendación UIT-T I.321 (1991), *Modelo de referencia de protocolo RDSI-BA y su aplicación*.
- [6] Recomendación UIT-T I.356 (2000), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA*.
- [7] Recomendación UIT-T I.357 (2000), *Disponibilidad de conexiones semipermanentes de la RDSI-BA*.
- [8] Recomendación UIT-T I.358 (2003), *Calidad del procesamiento de llamadas para conexiones de canal virtual conmutado en una RDSI-BA*.

- [9] Recomendación UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA.*
- [10] Recomendaciones UIT-T I.363.1 (1996), I.363.3 (1996) e I.363.5 (1996), *Especificación de la capa de adaptación del modo transferencia asíncrono de la RDSI-BA.*
- [11] Recomendación UIT-T I.413 (1993), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [12] Recomendaciones UIT-T I.432.1 (1999), I.432.2 (1999), I.432.3 (1999) e I.432.4 (1999), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física.*
- [13] Recomendación UIT-T I.610 (1999), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA.*
- [14] Recomendación UIT-T I.630 (1999), *Conmutación de protección del modo de transferencia asíncrono.*
- [15] Recomendación UIT-T I.731 (2000), *Tipos y características generales del equipo del modo de transferencia asíncrono.*
- [16] Recomendación UIT-T I.732 (2000), *Características funcionales del equipo del modo de transferencia asíncrono.*
- [17] Recomendación UIT-T Q.2650 (1999), *Interfuncionamiento entre la parte usuario de la red digital de servicios integrados de banda ancha del sistema de señalización N.º 7 y el sistema de señalización de abonados digitales N.º 2.*
- [18] Recomendación UIT-T Q.2660 (1999), *Interfuncionamiento de la parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N.º 7 y la parte usuario de la RDSI-BE.*
- [19] Recomendación UIT-T Q.2761 (1999), *Descripción funcional de la parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N.º 7.*
- [20] Recomendación UIT-T Q.2762 (1999), *Funciones generales de mensajes y señales de la parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N.º 7.*
- [21] Recomendación UIT-T Q.2763 (1999), *Parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N.º 7 – Formatos y códigos.*
- [22] Recomendación UIT-T Q.2764 (1999), *Parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N.º 7 – Procedimientos de llamada básica.*
- [23] Recomendación UIT-T Q.2931 (1995), *Sistema de señalización digital de abonado N.º 2 – Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red para el control de llamada/conexión básica.*
- [24] Recomendaciones UIT-T Q.2961.1 (1995) y Q.2961.2 (1997), *Sistema de señalización digital de abonado N.º 2 – Parámetros de tráfico adicionales.*
- [25] Recomendación UIT-T Q.2962 (1998), *Sistema de señalización digital de abonado N.º 2 – Negociación de las características de conexión durante la fase de establecimiento de la comunicación/conexión.*
- [26] Recomendación UIT-T Q.2963.1 (1999), *Sistema de señalización digital de abonado N.º 2 – Modificación de la conexión: Modificación de la velocidad de cresta de células por el propietario de la conexión.*

### 3 Abreviaturas y terminología

#### 3.1 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

AAL	Capa de adaptación ATM ( <i>ATM adaptation layer</i> )
ABR	Velocidad binaria disponible ( <i>available bit rate</i> )
ABT	Transferencia de bloques ATM ( <i>ATM block transfer</i> )
ACR	Velocidad de células autorizada ( <i>allowed cell rate</i> )
ADT	Tiempo de disminución de la velocidad de células autorizada ( <i>ACR decrease time</i> )
ATC	Capacidad de transferencia ATM ( <i>ATM transfer capability</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
ATM_PDU	Unidad de datos de protocolo ATM ( <i>ATM protocol data unit</i> )
AUU	Indicación de usuario ATM a usuario ATM ( <i>ATM user to ATM user indication</i> ) [I.361]
BCR	Velocidad de células de bloque ( <i>block cell rate</i> )
BECN	Notificación explícita de congestión hacia atrás (o en sentido de retorno) ( <i>backward explicit congestion notification</i> )
B-NT1	Terminación de red 1 de banda ancha ( <i>broadband network termination 1</i> )
B-NT2	Terminación de red 2 de banda ancha ( <i>broadband network termination 2</i> )
B-TE	Equipo terminal de banda ancha ( <i>broadband terminal equipment</i> )
CAC	Control de admisión de conexión ( <i>connection admission control</i> )
CBR	Velocidad binaria constante ( <i>constant bit rate</i> )
CCR	Velocidad de células en curso ( <i>current cell rate</i> )
CDV	Variación del retardo de célula ( <i>cell delay variation</i> )
CEQ	Equipo de cliente ( <i>customer equipment</i> )
CF-GCRA	F-GCRA de célula conforme ( <i>conforming cell F-GCRA</i> ) (apéndice XI)
CI	Indicación de congestión ( <i>congestion indication</i> )
CLP	Prioridad de pérdida de células (bit de) ( <i>cell loss priority</i> ) ( <i>bit</i> )
CLR	Tasa de pérdida de células ( <i>cell loss ratio</i> )
CRC	Verificación por redundancia cíclica ( <i>cyclic redundancy check</i> )
CRF(VC)	Funciones relacionadas con la conexión de canal virtual ( <i>virtual channel connection-related functions</i> )
CRF(VP)	Funciones relacionadas con la conexión de trayecto virtual ( <i>virtual path connection-related functions</i> )
CS	Subcapa de convergencia ( <i>convergence sublayer</i> )
CT	Terminación de conexión ( <i>connection termination</i> )
CTD	Retardo de transferencia de células ( <i>cell transfer delay</i> )
DBR	Velocidad binaria determinística ( <i>deterministic bit rate</i> )
DGCRA	Algoritmo genérico dinámico de velocidad de células ( <i>dynamic GCRA</i> )

DIR	Dirección ( <i>direction</i> )
DT	Transmisión retardada ( <i>delayed transmission</i> )
ECR	Velocidad de célula explícita ( <i>explicit cell rate</i> )
EDC	Código de detección de errores ( <i>error detection code</i> )
EFCI	Indicación explícita de congestión hacia adelante (o en sentido de ida) ( <i>explicit forward congestion indication</i> )
F-GCRA	Algoritmo genérico de velocidad de células basado en trama ( <i>frame based generic cell rate algorithm</i> )
FIFO	Primero en entrar, primero en salir ( <i>first-in first-out</i> )
FMBS	Servicio portador en modo trama ( <i>frame mode bearer service</i> )
FRM	Gestión rápida de recursos ( <i>fast resource management</i> )
GCRA	Algoritmo genérico de velocidad de células ( <i>generic cell rate algorithm</i> )
GFC	Control de flujo genérico ( <i>generic flow control</i> )
GFR	Velocidad de tramas garantizada ( <i>guaranteed frame rate</i> )
IACR	Velocidad de células inicial permitida ( <i>initial allowed cell rate</i> )
IBT	Tolerancia intrínseca a las ráfagas ( <i>intrinsic burst tolerance</i> )
INI	Interfaz inter-red ( <i>inter-network interface</i> )
IT	Transmisión inmediata ( <i>immediate transmission</i> )
ITT	Instante de transmisión ideal ( <i>ideal transmission time</i> )
IWF	Función de interfuncionamiento ( <i>interworking function</i> )
LCT	Último instante (o tiempo) de conformidad ( <i>last conformance time</i> )
LIT	Último instante (o tiempo) de incremento ( <i>last increment time</i> )
LVMT	Último instante de modificación virtual ( <i>last virtual modification time</i> )
LVST	Último instante de planeamiento virtual ( <i>last virtual schedule time</i> )
MBS	Tamaño máximo de ráfaga ( <i>maximum burst size</i> )
MCR	Velocidad mínima de célula ( <i>minimum cell rate</i> )
MFS	Tamaño máximo de trama ( <i>maximum frame size</i> )
NE	Elemento de red ( <i>network element</i> )
NI	Ningún aumento ( <i>no increase</i> )
NPC	Control de parámetros de red ( <i>network parameter control</i> )
NRM	Gestión de recursos de red ( <i>network resource management</i> )
$N_{RM}$	Para cada célula de gestión de recursos (RM) hacia adelante, $N_{RM}$ es el número máximo de células dentro de velocidad (incluida esta célula RM en particular) que puede enviar una fuente ABR
OAM	Operaciones y mantenimiento ( <i>operation and maintenance</i> )
PACR	Velocidad de células potencial permitida ( <i>potential allowed cell rate</i> )
PC	Control de prioridad ( <i>priority control</i> )
PCR	Velocidad de células de cresta ( <i>peak cell rate</i> )

PDU	Unidad de datos de protocolo ( <i>protocol data unit</i> )
PEI	Intervalo de emisión de cresta ( <i>peak emission interval</i> )
PHY	Capa física ( <i>physical layer</i> )
PM	Supervisión de la calidad de funcionamiento ( <i>performance monitoring</i> )
PTI	Indicador de tipo de carga útil ( <i>payload type indicator</i> )
QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )
RDF	Factor de decremento de la velocidad ( <i>rate decrease factor</i> )
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RIF	Factor de aumento de velocidad ( <i>rate increase factor</i> )
RM	Gestión de recursos ( <i>resource management</i> )
SAP	Punto de acceso al servicio ( <i>service access point</i> )
SBR	Velocidad binaria estadística ( <i>statistical bit rate</i> )
SCR	Velocidad de células sostenible ( <i>sustainable cell rate</i> )
SDU	Unidad de datos de servicio ( <i>service data unit</i> )
SN	Número secuencial ( <i>sequence number</i> )
TAT	Instante de llegada teórico ( <i>theoretical arrival time</i> )
TBE	Exposición transitoria en memoria tampón ( <i>transient buffer exposure</i> )
TPT	Terminación de trayecto de transmisión ( <i>transmission path termination</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user-network interface</i> )
UPC	Control de parámetros de utilización ( <i>usage parameter control</i> )
VBR	Velocidad binaria variable ( <i>variable bit rate</i> )
VCC	Conexión de canal virtual ( <i>virtual channel connection</i> )
VCCT	Terminación de conexión de canal virtual ( <i>virtual channel connection termination</i> )
VCI	Identificador de canal virtual ( <i>virtual channel identifier</i> )
VCLT	Terminación de enlace de canal virtual ( <i>virtual channel link termination</i> )
VD	Destino virtual ( <i>virtual destination</i> )
VPC	Conexión de trayecto virtual ( <i>virtual path connection</i> )
VPCT	Terminación de conexión de trayecto virtual ( <i>virtual path connection termination</i> )
VPI	Identificador de trayecto virtual ( <i>virtual path identifier</i> )
VPLT	Terminación de enlace de trayecto virtual ( <i>virtual path link termination</i> )
VS	Fuente virtual ( <i>virtual source</i> )
VSA	Algoritmo de calendarización virtual ( <i>virtual scheduling algorithm</i> )

## 3.2 Terminología

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

**3.2.1 bloque ATM:** Véase 6.6.

**3.2.2 gestión de recursos de capa ATM (RM, *ATM layer resource management*):** Véase 4.3.

- 3.2.3 control de admisión de conexión (CAC, *connection admission control*):** Véase 4.3.
- 3.2.4 conformidad:** La conformidad es la aplicación, en una determinada interfaz normalizada, de uno o más criterios a una célula en bloque ATM o una trama.
- 3.2.5 congestión:** En la RDSI-BA, la congestión se define como un estado de los elementos de red (por ejemplo conmutadores, concentradores, repartidores y enlaces de transmisión) en los que la red no puede satisfacer ni los objetivos de calidad de funcionamiento de la red ni los compromisos sobre la calidad de servicio negociados para conexiones ya establecidas o para las peticiones de nuevas conexiones. (Véase 4.1.)
- 3.2.6 descriptor de tráfico de una conexión:** Reunión del descriptor de tráfico de fuente y parámetros de tolerancia asociados para captar las características de tráfico de una conexión ATM en una interfaz normalizada. Véase 5.1.2.
- 3.2.7 controles de retroalimentación:** Véase 4.3.
- 3.2.8 secuencia de células de trama:** Véase 7.2.5.
- 3.2.9 descarte de trama:** Véase 7.2.5.
- 3.2.10 interfaz interredes:** Véase la figura 1.
- 3.2.11 gestión de recursos de red (NRM, *network resource management*):** Véase 4.3.
- 3.2.12 control de prioridad:** Véase 4.3.
- 3.2.13 interfaz normalizada:** Una UNI (véase la Rec. UIT-T I.413) o una INI.
- 3.2.14 descriptor de tráfico de fuente:** Colección de parámetros de tráfico para captar características intrínsecas de una fuente. Véase 5.1.2.
- 3.2.15 contrato de tráfico:** Especifica las características negociadas de una conexión. Véase 5.3.
- 3.2.16 descriptor de tráfico:** Conjunto de parámetros de tráfico y tolerancias asociadas para captar las características de una conexión ATM. Véase 5.1.2.
- 3.2.17 parámetro de tráfico:** Describe una característica inherente de una fuente de tráfico. Un parámetro de tráfico puede ser cuantitativo o cualitativo. Véase 5.1.1.
- 3.2.18 control de parámetro de utilización/red (UPC/NPC):** Véase 4.3.
- 3.2.19 usuario:** Entidad que concierta un contrato de tráfico en la UNI e intercambia células ATM con la red en la UNI. Esto queda en estudio.
- 3.2.20 célula de datos de usuario (en una conexión de trayectos virtuales):** Toda célula con  $CLP = 0$  y  $CLP = 1$  generada por el usuario, excluidas las células OAM F4 y las células RM con  $VCI = 6$  y  $PTI = 110$ .
- 3.2.21 célula de datos de usuario (en una conexión de canales virtuales):** Toda célula con  $CLP = 0$  y  $CLP = 1$  generada por el usuario, excluidas las células OAM F5 y las células RM con  $PTI = 110$ .
- 3.2.22 célula generada por el usuario (en una conexión de trayectos virtuales):** Toda célula de datos de usuario, célula OAM de usuario, o célula RM de usuario.
- 3.2.23 célula generada por el usuario (en una conexión de canales virtuales):** Toda célula de datos de usuario, célula OAM de usuario, o célula RM de usuario.
- 3.2.24 célula de operaciones y mantenimiento de usuario (en una conexión de trayectos virtuales):** Toda célula OAM F4 de extremo a extremo en la VPC generada por el usuario.
- 3.2.25 célula operaciones y mantenimiento de usuario (en una conexión de canales virtuales):** Toda célula OAM F5 de extremo a extremo en la VCC generada por el usuario.

**3.2.26 célula de gestión de recursos de usuario (en una conexión de trayectos virtuales):** Toda célula RM con VCI = 6 y PTI = 110 en la VPC generada por el usuario.

**3.2.27 célula de gestión de recursos de usuario (en una conexión de canales virtuales):** Toda célula RM con PTI = 110 en la VCC generada por el usuario.

### 3.3 Terminología externa

<b>Término</b>	<b>Acrónimo</b>	<b>Referencia</b>
Variación del retardo de célula	CDV ( <i>cell delay variation</i> )	Rec. UIT-T I.356
Tasa de errores de células	CER ( <i>cell error rate</i> )	Rec. UIT-T I.356
Tasa de pérdida de células	CLR ( <i>cell loss ratio</i> )	Rec. UIT-T I.356
Retardo de transferencia de célula	CTD ( <i>cell transfer delay</i> )	Rec. UIT-T I.356
Prioridad de pérdida de células	CLP ( <i>cell loss priority</i> )	Rec. UIT-T I.150

## 4 Introducción

### 4.1 Generalidades

El cometido esencial de los parámetros y procedimientos de control de tráfico y control de congestión es proteger la red y el usuario con el fin de alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento y los compromisos sobre la calidad de servicio de la red. Tienen asimismo por cometido optimizar el uso de los recursos de red.

En la RDSI-BA, la congestión se define como un estado de los elementos de red (por ejemplo, conmutadores, concentradores, repartidores y enlaces de transmisión) en el cual la red no es capaz de satisfacer los objetivos de calidad de funcionamiento de red negociados para las conexiones ya establecidas y/o para las peticiones de nuevas conexiones.

En general, la congestión puede ser causada por:

- fluctuaciones estadísticas imprevisibles de los flujos de tráfico;
- condiciones de avería dentro de la red.

Hay que diferenciar entre la congestión y el estado en el cual el desbordamiento de una memoria tampón produce una pérdida de células pero se sigue proporcionando la calidad de servicio negociada.

Las incertidumbres de los esquemas de tráfico de banda ancha y la complejidad del control de tráfico y del control de congestión sugieren la aplicación de un método por pasos para la definición de los parámetros de tráfico y de los mecanismos de control de tráfico y de control de congestión de la red. Esta Recomendación define un conjunto de capacidades de control de tráfico y de control de congestión.

Puede ser conveniente considerar conjuntos adicionales de tales capacidades, para los cuales se utilizarán mecanismos adicionales de control de tráfico, para obtener una mayor eficiencia de red.

En esta Recomendación, y en aras de la coherencia con las Recs. UIT-T I.150 e I.113, las conexiones ATM son unidireccionales. Dos conexiones ATM se asocian para los dos sentidos de transmisión de una comunicación y se identifican por el mismo VPI/VCI en una interfaz dada. Debe observarse que los procedimientos de control de tráfico aplicables a una conexión unidireccional (en el sentido de ida, o hacia adelante) pueden implicar flujos de células en la conexión asociada en el sentido opuesto (en sentido de retorno, o hacia atrás). Asimismo, los procedimientos de control de tráfico pueden emplear flujos de células en el sentido de ida para controlar el sentido de retorno.

En esta Recomendación, por requisitos de la calidad de servicio ha de entenderse las clases de calidad de servicio solicitadas por el usuario. Se hace referencia a compromisos sobre la calidad de servicio cuando la red se compromete de hecho a satisfacer los objetivos de calidad de servicio, suponiendo que el flujo de células generadas por el usuario es conforme con el contrato de tráfico. Las indicaciones de calidad de servicio entran en juego cuando no existe un contrato de tráfico entre el usuario y la red, por ejemplo cuando se utilizan reglas de ingeniería de tráfico para operar la red y estas reglas no permiten compromisos con el usuario.

Los flujos OAM de segmento no forman parte del contrato de tráfico negociado por el usuario. La forma de tratarlos no está actualmente especificada en esta Recomendación.

## 4.2 Objetivos generales

Los objetivos de control de tráfico y control de congestión para la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) son los siguientes:

- El control de tráfico y el control congestión de la capa ATM deben soportar un conjunto de clases de calidad de servicio (QoS, *quality of service*) de la capa ATM, suficiente para todos los servicios RDSI-BA previsibles; estas clases de calidad de servicio se especifican en la Rec. UIT-T I.356.
- El control de tráfico y el control de congestión de la capa ATM no debe basarse en protocolos AAL que son específicos de los servicios de la RDSI-BA, ni tampoco en protocolos de capa superior que son específicos de la aplicación. Los protocolos de capas que se encuentren por encima de la capa ATM pueden utilizar la información que puede ser proporcionada por esta capa para que estos protocolos puedan sacar un mayor provecho de la red.
- En el diseño de un conjunto óptimo de controles de tráfico y controles de congestión de la capa ATM se debe minimizar la complejidad de la red y de los sistemas de extremo y maximizar la utilización de la red.

## 4.3 Funciones genéricas

Para alcanzar estos objetivos, las siguientes funciones ofrecen un marco para la gestión y el control del tráfico y la congestión en las redes ATM, y pueden utilizarse en combinaciones adecuadas. Este marco se basa en el concepto fundamental de un contrato de tráfico (véase 5.3) negociado entre el usuario y la red, así como entre redes, cuando se establece una conexión.

- Gestión de recursos de red (NRM, *network resource management*): pueden tomarse disposiciones para asignar recursos de red con miras a separar los flujos de tráfico de acuerdo con las características del servicio.
- Control de admisión de conexión (CAC, *connection admission control*) se define como el conjunto de acciones ejecutadas por la red durante la fase de establecimiento de la comunicación (o durante la fase de renegociación de la llamada) para determinar si puede aceptarse o habrá de rechazarse una petición de conexión de canal virtual/trayecto virtual (o si puede acomodarse una petición de reasignación). La elección de un trayecto a través de la red forma parte del control de admisión de la conexión por la red.
- Las funciones de gestión de recursos (RM, *resource management*) de la capa ATM utilizan células de gestión de recursos, por ejemplo para modificar recursos asignados a conexiones ATM.
- Los controles de retroalimentación se definen como el conjunto de acciones ejecutadas por la red y por el usuario para regular el tráfico ofrecido en conexiones ATM según el estado de los elementos de red.
- El control de parámetros de utilización/red (UPC/NPC, *usage/network parameter control*) se define como el conjunto de acciones ejecutadas por la red para supervisar y controlar



tráfico, en términos del tráfico ofrecido y la validez de la conexión ATM, en el acceso de usuario y en el acceso de red, respectivamente. Su finalidad principal es proteger los recursos de red contra todo comportamiento voluntario o involuntario que pueda afectar la calidad de servicio de otras conexiones ya establecidas, detectando violaciones de valores de parámetros negociados, o de procedimientos, y ejecutando las acciones pertinentes.

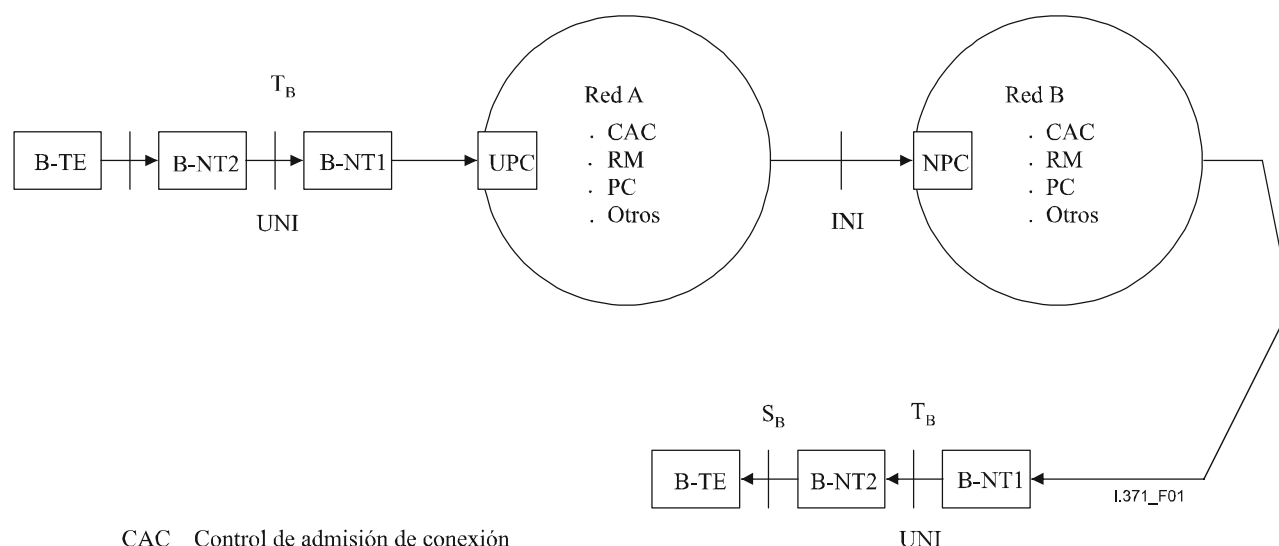
- Control de prioridad: las funciones de control de prioridad analizan los modos de tratamiento de las células por la red y los diferencian unos de otros atendiendo a la prioridad con respecto al tiempo (control de calendarización) y a la prioridad con respecto al descarte.

En general, es conveniente alcanzar un alto nivel de coherencia entre las mencionadas capacidades de control de tráfico.

Un subconjunto particular de estas funciones genéricas se combinan con parámetros de tráfico pertinentes, y valores de parámetros, así como con funciones y procedimientos de control adecuados, para crear una capacidad de transferencia ATM (ATC) (véase la cláusula 6). Esta Recomendación incluye un conjunto de esas capacidades, destinado a satisfacer los requisitos de diferentes conjuntos de aplicaciones de banda ancha.

#### 4.4 Una configuración de referencia para control de tráfico y control de congestión

La siguiente configuración de referencia se utiliza para control de tráfico y control de congestión (figura 1).



CAC Control de admisión de conexión  
 INI Interfaz inter-red  
 NPC Control de parámetros de red  
 PC Control de prioridad  
 RM Gestión de recursos  
 UNI Interfaz usuario-red  
 UPC Control de parámetros de utilización

NOTA 1 – El NPC también puede aplicarse en algunas interfaces interiores de la red (interfaces intra-red) dentro de una misma red.

NOTA 2 – Las flechas indican el sentido del flujo de células.

NOTA 3 – Los controles de retroalimentación por medio de células RM van en sentido de retorno.

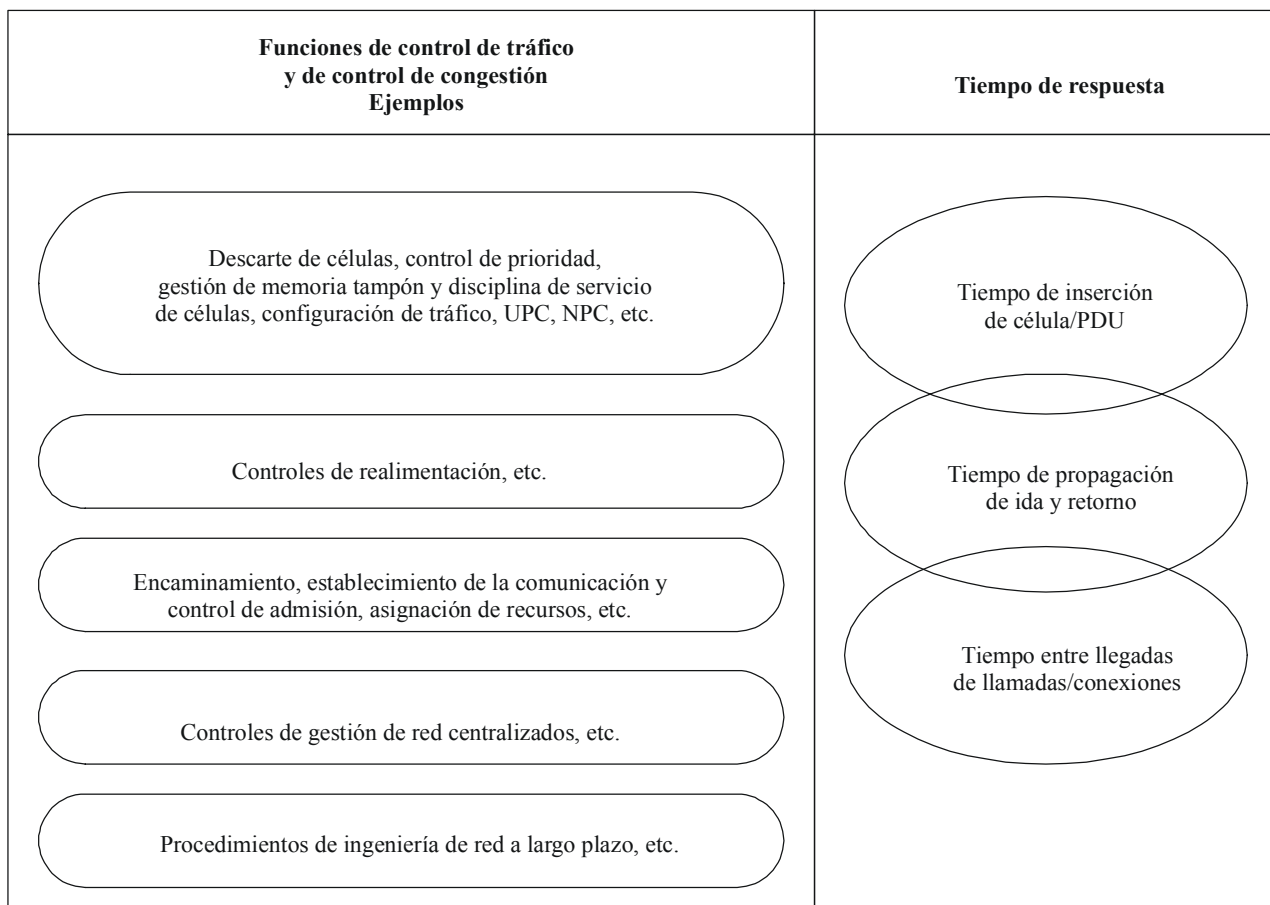
NOTA 4 – La B-NT1 no tiene ninguna función de capa ATM (véase la Rec. UIT-T I.413). Se incluye en la figura para que esté completa y concuerde mejor con la Rec. UIT-T I.413.

NOTA 5 – En esta Recomendación, UNI se refiere a la interfaz en el punto de referencia T<sub>B</sub>.

**Figura 1/I.371 – Configuración de referencia para control de tráfico y control de congestión**

#### 4.5 Eventos, acciones, escalas de tiempo y tiempos de respuesta

La figura 2 ilustra las escalas de tiempo en las que operan las diversas funciones de control de tráfico y control de congestión. El tiempo de respuesta define cuán rápidamente reaccionan los controles. Por ejemplo, el descarte de célula puede reaccionar en el orden de magnitud del tiempo de inserción de una célula. De manera similar, los controles de retroalimentación pueden reaccionar en la escala de tiempo de los tiempos de propagación de ida y retorno. Puesto que se necesitan funciones de control de tráfico y de gestión de recursos en escalas de tiempo diferentes, probablemente no baste con una sola función.



I.371\_F02

**Figura 2/I.371 – Tiempos de respuesta de las funciones de control**

#### 4.6 Calidad de servicio y calidad de funcionamiento de la red

La RDSI-BA deberá poder cumplir diferentes requisitos de calidad de servicio. Estos requisitos de calidad de servicio se especifican en términos de valores objetivos de algunos de los parámetros de calidad de funcionamiento de la red especificados en la Rec. UIT-T I.356. Estos parámetros de calidad de funcionamiento de la red incluyen la tasa de pérdida de células (CLR, *cell loss ratio*), el retardo de transferencia de células (CTD, *cell transfer delay*) y la variación del retardo de célula (CDV, *cell delay variation*). En esta Recomendación, los compromisos de calidad de servicio relativos a los retardos incluyen el retardo de transferencia de célula y la variación de retardo de célula entre dos puntos (véase la Rec. UIT-T I.356).

Aunque las exigencias de calidad de servicio de los usuarios de la RDSI-BA pueden variar en un espectro continuo de valores, una red sólo puede tratar un conjunto limitado de clases de calidad de servicio que corresponden a valores objetivos específicos de los parámetros de calidad de

funcionamiento de la red pertinentes. La utilización de la prioridad de pérdida de células (CLP, *cell loss priority*) se trata en 5.3.3.

La especificación de las diferentes clases de calidad de servicio en términos de valores objetivos para los parámetros de calidad de funcionamiento de la red pertinentes está fuera del ámbito de esta Recomendación y se proporcionará en la Rec. UIT-T I.356. Cuando la conformidad relativa a un parámetro determinado se especifica como "no especificada", el UIT-T no establece objetivos para este parámetro, y puede ignorarse cualquier objetivo por defecto I.356. Cuando el objetivo relativo a un parámetro se pone en "no especificado", la calidad con respecto a este parámetro puede, a veces, ser arbitrariamente baja. Los operadores de redes pueden elegir unilateralmente asegurar un nivel de calidad mínimo para estos parámetros, pero el UIT-T no recomendará ninguno de tales valores mínimos.

La negociación de una clase de calidad de servicio específica de la capa ATM se efectúa en la fase de establecimiento de la conexión. La clase de calidad de servicio resultante forma parte del contrato de tráfico (véase 5.3). Es un compromiso de la red satisfacer la calidad de servicio solicitada mientras el usuario cumpla el contrato de tráfico. Si el usuario incumple el contrato de tráfico, la red no está obligada a respetar la calidad de servicio convenida (véase 5.3).

La clase de calidad de servicio prevista en el contrato de tráfico capta solamente la calidad de servicio de la capa ATM. Incumbe a las capas superiores, incluida la AAL, traducir esta calidad de servicio de capa ATM en cualquier calidad de servicio solicitada por cualquier aplicación específica.

## **5 Parámetros y descriptores de tráfico**

Muchos aspectos de tráfico pueden describirse en términos de parámetros cualitativos y cuantitativos. En esta cláusula se definen varios parámetros concretos que describen y especifican el tráfico de acuerdo con un contrato de tráfico. Los parámetros de tráfico describen las características de tráfico de una conexión ATM. Los parámetros de tráfico se agrupan en descriptores de tráfico de fuente, para captar características intrínsecas de una fuente. El descriptor de tráfico de fuente y los parámetros de tolerancia asociados se agrupan en descriptores de tráfico de la conexión para captar las características de tráfico de conexiones ATM en una interfaz normalizada. Se han definido parámetros adicionales para la operación de ABR. Otras ATC además de ABR no se basan en ningún parámetro que esté fuera del descriptor de tráfico de la conexión.

### **5.1 Definiciones**

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

#### **5.1.1 Parámetros de tráfico**

Un parámetro de tráfico es una especificación de un aspecto particular del tráfico. Puede ser cualitativo o cuantitativo.

Los parámetros de tráfico pueden por ejemplo describir los valores de cresta o promedio de la velocidad de células, las tolerancias de variación del retardo de células, el coeficiente de ráfaga, la duración de cresta.

Algunos de los parámetros mencionados pueden depender unos de otros (por ejemplo, el coeficiente de ráfaga puede depender de la velocidad de células promedio y de la velocidad de cresta).

#### **5.1.2 Descriptores de tráfico**

El descriptor de tráfico ATM es la lista genérica de parámetros de tráfico que pueden utilizarse para captar las características de tráfico de una conexión ATM.

Un descriptor de tráfico de fuente es un conjunto de parámetros de tráfico pertenecientes al descriptor de tráfico ATM utilizado durante el establecimiento de la conexión para captar las características de tráfico intrínsecas de la conexión solicitada por la fuente.

Un descriptor de tráfico de conexión es un conjunto de parámetros de tráfico pertenecientes al descriptor de tráfico ATM utilizado durante el establecimiento de la conexión para captar las características de tráfico de la conexión en una interfaz normalizada dada. El descriptor de tráfico de conexión consiste en el descriptor de tráfico de fuente y las tolerancias a la variación del retardo de célula (CDV) asociadas aplicables en esa interfaz (véase 5.3.5).

Los procedimientos de control de admisión de la conexión emplearán el descriptor de tráfico de fuente y las tolerancias CDV asociadas, incluidas en el descriptor de tráfico de la conexión, para aceptar o rechazar solicitudes de conexión.

El usuario deberá proporcionar, en la fase de establecimiento de la conexión, una descripción de las características del tráfico que cualquier conexión solicitada puede ofrecer.

## **5.2 Requisitos**

Todo parámetro de tráfico que intervenga en un descriptor de tráfico de fuente deberá:

- ser comprensible por el usuario o el terminal; será posible establecer su conformidad;
- participar en esquemas de asignación de recursos que satisfagan los requisitos de calidad de funcionamiento de la red;
- ser ejecutable por el UPC y el NPC.

Estos criterios deben ser respetados ya que los usuarios pueden tener que proporcionar estos parámetros de tráfico en la fase de establecimiento de la conexión. Además, dichos parámetros de tráfico deben servir para el procedimiento CAC, de modo que los objetivos de calidad de funcionamiento de la red puedan mantenerse una vez aceptada la conexión. Finalmente, deberán poder ser aplicados por el UPC/NPC para mantener la calidad de funcionamiento de la red en caso de no conformidad.

## **5.3 Contrato de tráfico**

### **5.3.1 Definición del contrato de tráfico**

Para funcionar eficazmente, los procedimientos CAC y UPC/NPC deben conocer y tener en cuenta ciertos parámetros: la capacidad de transferencia ATM (véase la cláusula 6), el descriptor de tráfico de fuente, la clase de calidad de servicio solicitada y las tolerancias CDV (véase 5.3.5), para decidir si se puede aceptar la conexión solicitada.

El usuario declara una capacidad de transferencia ATM, un descriptor de tráfico de fuente, tolerancias CDV asociadas y una clase de calidad de servicio en la fase de establecimiento de la conexión por medio de señalización, o con ocasión del abono.

La capacidad de transferencia ATM seleccionada (incluidos procedimientos y opciones asociados tales como el rotulado), el descriptor de tráfico de fuente, las clases de calidad de servicio para una determinada conexión ATM y las tolerancias CDV asignadas al equipo de cliente (CEQ, *customer equipment*) convenidas en la fase de establecimiento de la conexión definen el contrato de tráfico en el punto de referencia  $T_B$ . Se aplica un contrato similar en la interfaz inter-red (INI, *inter-network interface*). Las tolerancias CDV pertenecientes a un contrato de tráfico en una INI tienen en cuenta la CDV introducida por la porción de la conexión hacia el origen, incluido el CEQ.

Para una conexión ATM dada, el descriptor de tráfico de fuente perteneciente al contrato de tráfico y todos los valores de parámetros de este descriptor de tráfico de fuente son los mismos en todas las interfaces normalizadas a lo largo de la conexión.

Para satisfacer los compromisos de calidad de servicio se especifica una definición de conformidad en  $T_B$  para cualquier capacidad de transferencia ATM dada (véase la cláusula 6). Corresponde también una definición de conformidad en cada interfaz entre redes normalizada. Un contrato de tráfico puede ser aplicable a una conexión VP o VC. En consecuencia, la definición de conformidad en una interfaz se aplica en el nivel en que se define el contrato de tráfico (VP o VC). Además, un contrato de tráfico para una conexión puede implicar un flujo de células en la conexión, en el sentido opuesto de transmisión de una comunicación. En tal caso, corresponde también una definición de conformidad para la conexión en sentido opuesto.

Los procedimientos de control de admisión de conexión (CAC) y de control de parámetros de utilización/red (UPC/NPC) son específicos del operador de red. Una vez aceptada la conexión, el valor de los parámetros CAC y UPC/NPC son fijados por la red en base a la política del operador de la red.

NOTA 1 – Todas las conexiones ATM tratadas por las funciones relacionadas con la conexión de red (CRF, véanse las Recs. UIT-T I.311 e I.732) tienen que ser declaradas.

NOTA 2 – Las VCC individuales en el interior de una VPC de extremo a extremo no son declaradas ni ejecutadas en el UPC (VP) y, por tanto, sólo se puede asegurar una calidad de servicio de capa ATM a la VPC.

### **5.3.2 Contrato de tráfico y calidad de servicio**

La Rec. UIT-T I.356 especifica los objetivos de calidad de servicio para la conexión de extremo a extremo y reglas de distribución que establecen objetivos de calidad de servicio para cada porción de conexión normalizada. Una calidad de servicio de capa ATM es un compromiso a largo plazo. La calidad de servicio de capa ATM se asegura a todas las células cuando todas las células (o bloques, véase 6.6) de usuario pasan las pruebas de conformidad pertinentes.

Debe señalarse que la calidad de servicio es un concepto bipuntual que se aplica a una conexión o a una porción de una conexión, en tanto que la conformidad es un concepto unipuntual que se aplica a una interfaz (véase la Rec. UIT-T I.356). En consecuencia, la definición de conformidad en una interfaz se aplica a todos los flujos de células que pasan por dicha interfaz; la porción de la conexión hacia el origen, es decir, el usuario en la UNI, y las redes de usuario y redes hacia el origen en una INI, es globalmente responsable de la conformidad en esa interfaz.

No es necesario proporcionar la calidad de servicio de capa ATM a las conexiones que el proveedor de red haya identificado como no acordes. Los proveedores de red pueden decidir unilateralmente cuándo una conexión que contiene células (o bloques) no conformes es no acorde. La definición exacta de la discordancia (o incumplimiento) es responsabilidad del proveedor de red. Aun en caso de que una conexión sea no acorde, un operador de red puede optar por respetar algunos compromisos de calidad de servicio, véase, por ejemplo, 6.4.6.

### **5.3.3 Contrato de tráfico y prioridad de pérdida de células**

En función de la capacidad de transferencia ATM, un usuario puede solicitar para una conexión ATM una clase de calidad de servicio que comprenda dos niveles de prioridad, indicados por el valor del bit CLP. Las características de tráfico intrínsecas de ambos componentes del flujo de células tienen que ser establecidas en el descriptor de tráfico de fuente. Esto se efectúa por medio de un conjunto de parámetros de tráfico asociados con el componente  $CLP = 0$  y un conjunto de parámetros de tráfico asociados con el componente de flujo de células  $CLP = 0 + 1$  agregado.

La red puede proporcionar un objetivo de tasa de pérdida de células para cada uno de los componentes ( $CLP = 0$  y  $CLP = 0 + 1$ ) de una conexión ATM. El contrato de tráfico especifica los objetivos de CLR particulares a partir de los ofrecidos por el operador de red para cada uno de los componentes de la conexión ATM. Esta Recomendación actualmente limita la utilización de esa capacidad a dos casos:

- cuando hay un objetivo de CLR para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$ , independientemente del valor del bit CLP;
- cuando hay un objetivo de CLR para el flujo de células  $CLP = 0$ , mientras que la CLR para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$  es no especificada.

### **5.3.4 Contrato de tráfico y rotulado**

Que el rotulado (véase 7.2.3.6) sea o no aplicable a una conexión depende de la ATC negociada para la conexión (véase la cláusula 6). Cuando el rotulado es aplicable a una conexión puede efectuarse en todas las interfaces normalizadas a lo largo de la conexión. Las redes sólo pueden rotular células si la capacidad de transferencia ATM especifica que es aplicable el rotulado. En la presente Recomendación, las únicas ATC a que se aplica el rotulado son SBR3 y GFR2.

### **5.3.5 Efecto de la variación del retardo de célula en el UPC/NPC y la asignación de recursos**

Las funciones de la capa ATM (por ejemplo, la multiplexación de células) puede cambiar las características de tráfico de las conexiones ATM al introducir una variación del retardo de células. Cuando se multiplexan células procedentes de dos o más conexiones ATM, las células de una determinada conexión ATM pueden ser demoradas mientras las células de otra conexión ATM se insertan en la salida del multiplexor. De manera similar, algunas células pueden ser demoradas mientras se inserta tara de la capa física o células OAM. Por consiguiente, alguna aleatoriedad influye en el intervalo que transcurre entre el instante en que se reciben peticiones de datos de células ATM en el punto extremo de una conexión ATM y el instante en que se recibe una indicación de datos de célula ATM en el UPC/NPC. Además, la multiplexación AAL puede originar una CDV (por ejemplo, cuando una señal vídeo codificada en dos capas debe comprender dos flujos transferidos por células ATM que se diferenciaran por el valor del CLP).

Los orígenes de la variación del retardo de célula se ilustra en la figura 3.

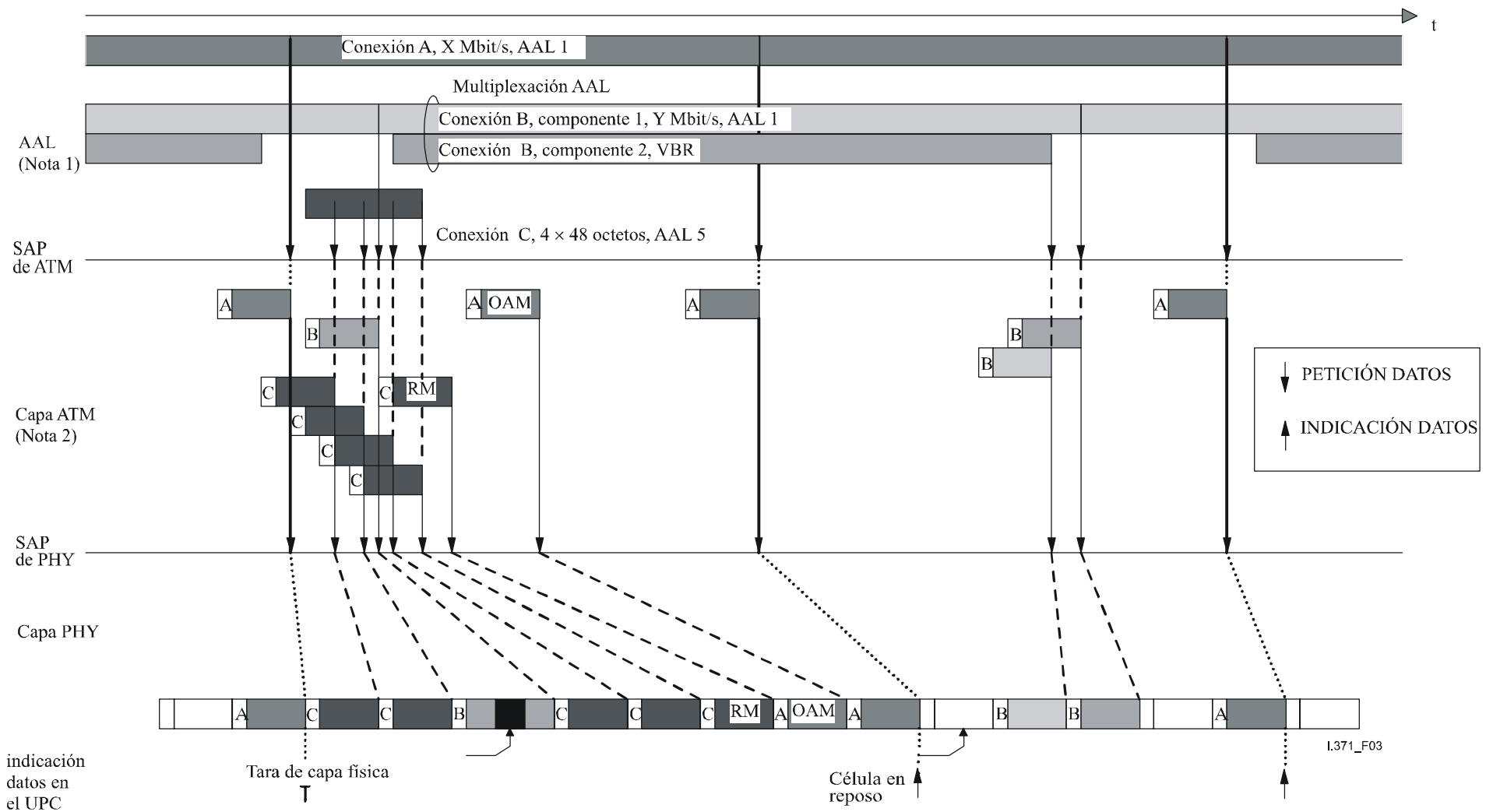
La definición de conformidad con el descriptor de tráfico de fuente en una interfaz dada (por ejemplo, una interfaz usuario-red o una interfaz inter-red), así como la ejecución de las funciones UPC/NPC, requieren la especificación de la CDV asignada a la porción de la conexión situada hacia el origen y que afecta a cada uno de los parámetros pertinentes que habrán de especificarse.

El UPC/NPC debe tener en cuenta el efecto de la CDV máxima autorizada en conexiones ATM que se produce como consecuencia de la CDV acumulada asignada a subredes situadas hacia el origen (incluido el CEQ).

En general, cada componente de una conexión (por ejemplo, el componente de datos de usuario  $CLP = 0$ , el componente de datos de usuario  $CLP = 0 + 1$ , el componente OAM de usuario y el componente RM de usuario) puede requerir la especificación de un valor diferente de tolerancia CDV para cada uno de sus parámetros de tráfico (por ejemplo, el conjunto de parámetros de velocidad de células de cresta, y de velocidad de células sostenible). Por tanto, el número de valores de tolerancia CDV pertenecientes a una conexión depende del descriptor del tráfico de fuente de la conexión y, finalmente, de la capacidad de transferencia ATM requerida por la conexión. Se espera que sólo se necesite un subconjunto de las tolerancias posibles. La modalidad de la negociación de los valores de tolerancia CDV pertinentes entre el usuario y la red y entre dos redes (por ejemplo, basada en el abono, o conexión por conexión) depende del parámetro de tráfico a que se refiere la tolerancia CDV. Una información más detallada se proporciona, respectivamente, en 5.4.1.3 para la velocidad de células de cresta y en 5.4.2.3 para la velocidad de células sostenible.

La conformación del tráfico compensa parcialmente los efectos de la CDV y produce una tolerancia CDV reducida que se aplica a las interfaces subsiguientes en la conexión ATM. Son ejemplos de mecanismos de conformación de tráfico las células de reespaciamiento de conexiones ATM individuales de acuerdo con su velocidad de células de cresta o esquemas adecuados de un servicio de cola.

La definición de un descriptor de tráfico de fuente y la normalización de tolerancias CDV máximas admisibles pueden no ser suficientes para que una red asigne debidamente los recursos. Cuando asigna recursos, la red debe tener en cuenta el tráfico de caso más desfavorable que atraviesa el UPC/NPC para evitar que se causen degradaciones a otras conexiones ATM. Este tráfico de caso más desfavorable depende de la implementación específica del UPC/NPC. Las soluciones transaccionales entre la complejidad del UPC/NPC, el tráfico de caso más desfavorable y la optimización de los recursos de red son discrecionales de los operadores de red. La cantidad de recursos de red disponibles y la calidad de funcionamiento de la red que deben proporcionarse para satisfacer las exigencias de calidad de servicio pueden influir en estas soluciones transaccionales.



NOTA 1 – Las unidades de datos de servicio de ATM se acumulan en la velocidad binaria de servicio de capa superior. Además, puede producirse CDV también debido a la multiplexación en AAL.  
 NOTA 2 – El retardo y la variación del retardo debidos al control de flujo genérico (GFC) forman parte del retardo y de la variación del retardo introducidos por la capa ATM.  
 NOTA 3 – La CDV puede también ser causada por la red, debido a los retardos de cola aleatorios que sufre cada célula en los concentradores, conmutadores y transconectores.

**Figura 3/I.371 – Orígenes de la variación del retardo de célula**



La figura 3 tiene por finalidad únicamente ilustrar las funciones que generan CDV. No implica una relación cualquiera con la definición de parámetros de tráfico (por ejemplo, con el intervalo de emisión de cresta).

#### 5.4 Especificaciones de parámetros de tráfico

La definición de conformidad con un determinado contrato de tráfico se basa en una especificación inequívoca de parámetros de tráfico. Los parámetros de tráfico correspondientes y la conformidad con cualquier parámetro dado pueden depender de la capacidad de transferencia ATM que se aplica a una conexión (véase la cláusula 6).

Cuando corresponde, una tolerancia se especificará en combinación con cada parámetro de tráfico en una interfaz en que se aplica una definición de conformidad para tener en cuenta el efecto de las funciones de multiplexación en el sentido de retorno sobre los valores de los parámetros de tráfico de fuente.

Para que una especificación de parámetro de tráfico sea inequívoca se normaliza, en esta Recomendación, una lista de valores discretos que cualquier parámetro y cualquier tolerancia CDV dados pueden adoptar, expresados en la unidad apropiada. Además, se normalizan reglas de traducción, por ejemplo cuando un parámetro necesita más de una representación en más de una unidad en la capa ATM o en los planos de gestión y de control (por ejemplo la traducción de una velocidad de células de cresta en un intervalo de emisión de cresta, la traducción de un tamaño máximo de ráfaga en una tolerancia intrínseca de ráfaga).

Los parámetros referentes a intervalos de tiempo se especificarán como subconjuntos de una sola lista genérica de valores especificados por un esquema de codificación de coma flotante con una mantisa de 10 bits y un exponente de 6 bits, de la forma siguiente:

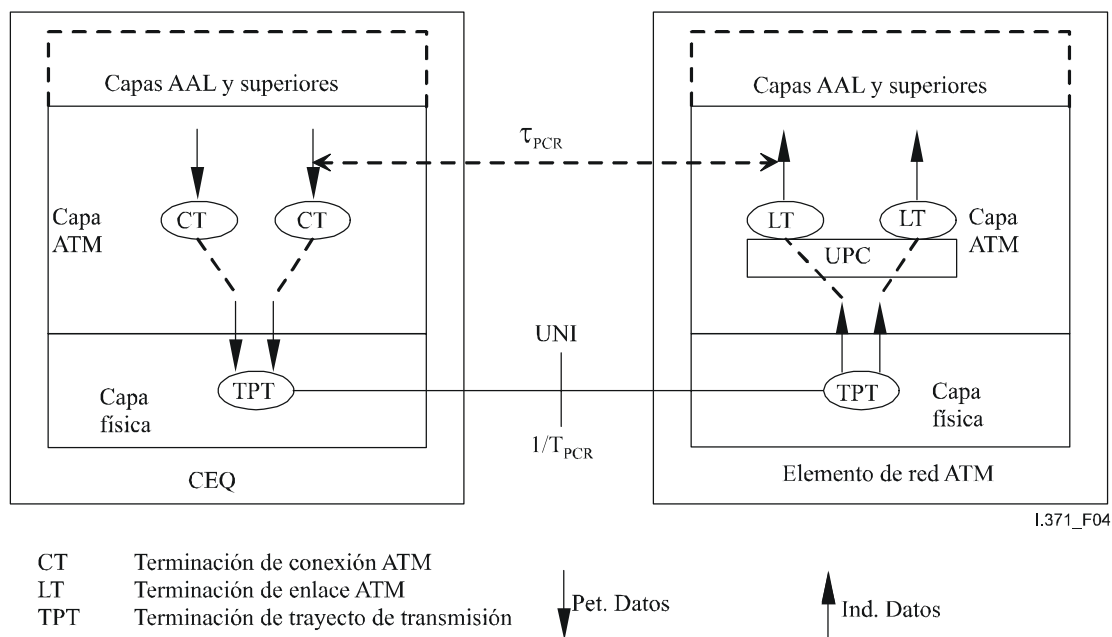
$$2^{e-32} \left( 1 + \frac{w}{2^{10}} \right) [\text{segundos}]$$
$$0 \leq e \leq 41$$
$$0 \leq w \leq 1023$$

Esta Recomendación define el conjunto de parámetros velocidad de células de cresta (PCR, *peak cell rate*, véase 5.4.1) y velocidad de células sostenible (SCR/IBT, véase 5.4.2). Parámetros adicionales basados en estas definiciones aparecen también en las especificaciones de capacidades de transferencia ATM cuando son pertinentes (véase la cláusula 6). Los parámetros normalizados adicionales que puedan especificarse en el futuro deberán proporcionar una mejora significativa de la utilización de la red.

La velocidad de células de cresta es un parámetro de tráfico obligatorio que se declarará explícita o implícitamente en todo descriptor de tráfico de fuente. Además de la velocidad de células de cresta de una conexión ATM, el usuario deberá declarar obligatoriamente, explícita o implícitamente, la correspondiente tolerancia de la variación del retardo de célula  $\tau_{PCR}$  en la UNI dentro del contrato de tráfico pertinente.

#### Configuración de referencia y terminal equivalente para la especificación de parámetros de tráfico

La configuración de referencia de la figura 4 se aplica a la especificación de parámetros de tráfico y tolerancias asociadas en la UNI.



NOTA 1 – La terminación de conexión ATM puede ser una terminación de conexión VP (VPCT, *VP connection termination*) o una terminación de conexión VC (VCCT, *VC connection termination*).

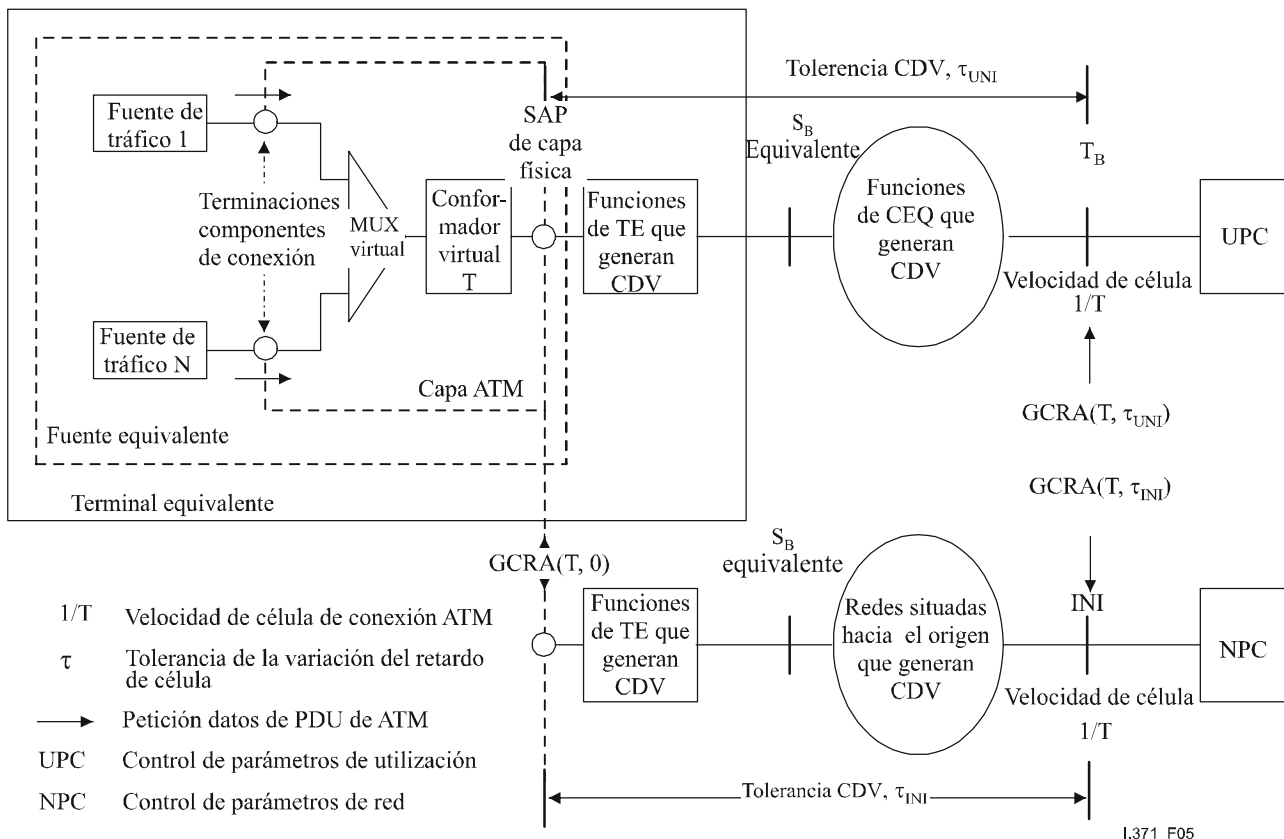
NOTA 2 – La terminación de enlace ATM puede ser una terminación de enlace VP (VPLT, *VP link termination*) o una terminación de enlace VC (VCLT, *VC link termination*).

NOTA 3 – Para más detalles sobre las TPT, VPLT, VPCT, VCLT y VCCT, véanse las Recs. UIT-T I.731 e I.732.

**Figura 4/I.371 – Configuración de referencia para la especificación de parámetros de tráfico**

Cuando una conexión ATM comprende un número de componentes de conexión (por ejemplo varias VCC dentro de una VPC) que son generados por fuentes diferentes en lugares diferentes, la figura 5 ilustra la velocidad de células de una conexión ATM y su tolerancia CDV asociada, por medio de una fuente equivalente y de un terminal equivalente. En esta figura, las peticiones de datos de PDU de ATM procedentes de fuentes individuales son virtualmente fusionadas y espaciadas en el intervalo de emisión correspondiente a la velocidad de células de la conexión. Las peticiones de datos de PDU de ATM resultantes de la fuente equivalente serían, en un plano ideal, conformes con un GCRA(T,0) (véase el anexo A). La variación del retardo de célula, producida por el equipo terminal diferente (multiplexación de la capa AAL o ATM, funciones de la capa física, incorporadas en un terminal equivalente) y por el equipo de cliente (CEQ), es captada por una tolerancia CDV,  $\tau_{UNI}$ , en la UNI, de modo que el flujo de células en la UNI es conforme con un GCRA(T,  $\tau_{UNI}$ ). De manera similar, una tolerancia CDV,  $\tau_{INI}$ , tiene en cuenta la CDV introducida por la porción situada hacia el origen de la conexión en una INI dada.

Con respecto a la figura 5 debe observarse que la fuente equivalente puede consistir en una sola fuente de tráfico y un conformador virtual (caso en que hay una tolerancia intrínseca ligada a la fuente, véase por ejemplo el conjunto de parámetros de velocidad de células sostenible) o en una sola fuente de tráfico, sin conformador (caso en que la fuente produce, efectivamente, una petición de datos de PDU de ATM en el intervalo T).



NOTA – Esta figura es solamente ilustrativa y no implica ningún método de implementación.

**Figura 5/I.371 – Fuente equivalente y terminal equivalente para la definición de una velocidad de células de una conexión**

#### 5.4.1 Velocidad de células de cresta

La siguiente definición se aplica a conexiones ATM para cualquier capacidad de transferencia ATM definida en la cláusula 6.

La velocidad de células de cresta en el descriptor de tráfico de fuente especifica un límite superior del tráfico que puede ofrecerse a una conexión ATM. La observancia de esta limitación por el UPC/NPC permite al operador de red asignar recursos suficientes para asegurar que puedan alcanzarse los objetivos de calidad de funcionamiento (por ejemplo para la tasa de pérdida de células).

El valor de la velocidad de células de cresta negociado y convenido en la fase de establecimiento de la conexión o modificado ulteriormente mediante procedimientos de señalización o de gestión de red serán los mismos a todo lo largo de una conexión ATM dada. La tolerancia CDV,  $\tau_{PCR}$ , asociada a la velocidad de células de cresta puede ser diferente en diferentes interfaces a lo largo de la conexión ATM.  $\tau_{PCR}$  puede no ser la misma para todos los flujos de células de una conexión ATM en una interfaz dada.

##### 5.4.1.1 Definición de velocidad de células de cresta para una VPC/VCC

###### Ubicación

- En el SAP de la capa física para un terminal equivalente que representa la VPC/VCC (véase la figura 5); o
- de manera equivalente, en la terminación del trayecto de transmisión (TPT, *transmission path termination*) para la configuración de referencia que representa la VPC/VCC, véase la figura 4.

## Evento básico

Petición de envío de una PDU de ATM (ATM\_PDU).

### Definición

La velocidad de células de cresta de la conexión ATM es la inversa del tiempo mínimo entre llegadas  $T_{PCR}$  entre dos eventos básicos definidos como se ha indicado antes.  $T_{PCR}$  es el intervalo de emisión de cresta de la conexión ATM.

En un terminal con una sola entidad AAL y en el que no haya ni flujos OAM ni RM de la capa ATM, suponiendo que no se efectúa conformación en la capa ATM, la ubicación y el evento básico son equivalentes a los siguientes:

### Ubicación

- en el SAP de la capa ATM, para un terminal equivalente que representa la VPC/VCC (véase la figura 5); o
- de manera equivalente, en la terminación de conexión de trayecto virtual/canal virtual (VPCT/VCCT) para la configuración de referencia que representa la VPC/VCC, véase la figura 4.

## Evento básico

Petición de envío de una SDU de ATM (ATM\_SDU).

Con referencia a las ATC actualmente especificadas en la cláusula 6 y a fin de asignar debidamente recursos a una VPC/VCC, hay que especificar una velocidad de células de cresta, como la definida anteriormente, para cada componente de la conexión ATM, es decir, el componente datos de usuario (CLP = 0 + 1), el componente OAM de usuario y el componente RM. Algunos componentes pueden ser agregados (por ejemplo OAM de usuario con datos de usuario). Para cada componente, una tolerancia CDV correspondiente,  $\tau_{PCR}$  tiene en cuenta la variación del retardo de célula (véase 5.3.5).

En el apéndice I se presentan ejemplos de aplicación de la definición de velocidad de células de cresta a configuraciones específicas.

### 5.4.1.2 Especificación de velocidad de células de cresta

La siguiente lista de valores combinados de velocidades de células de cresta y de intervalos de emisión de cresta (PEI, *peak emission intervals*) define la granularidad de la velocidad de células de cresta de la capa ATM, que se utiliza para la definición de conformidad. En 7.2.3.2.1 se define un requisito relacionado con la exactitud del control de velocidad de células de una función UPC/NPC.

### Especificación de valores de la velocidad de células de cresta

Las siguientes fórmulas proporcionan una lista de 16 384 valores de velocidad de células de cresta  $\Lambda_{PCR}$  comprendidos entre 1 célula/s y 4,29077 Gcélula/s. Se utiliza un esquema de codificación de coma flotante con una mantisa de 9 bits y un exponente de 5 bits. La diferencia relativa entre cualquier par de valores sucesivos es cuasi constante en la gama completa y es siempre menor que 0,19%.

$$\Lambda_{PCR} = 2^{m_{PCR}} \cdot \left( 1 + \frac{k_{PCR}}{512} \right) \text{células por segundo}$$
$$0 \leq m_{PCR} \leq 31$$
$$0 \leq k_{PCR} \leq 511$$

## Especificación de valores del intervalo de emisión de cresta

La siguiente fórmula proporciona la correspondiente lista de 16 384 valores de intervalo de emisión de cresta  $T_{PCR}$ , comprendidos entre 0,9995 segundos y  $2,33 \times 10^{-10}$  segundos. La diferencia relativa entre cualquier par (los mismos valores de  $m_{PCR}$  y  $k_{PCR}$ ) de velocidad de células de cresta y 1/intervalo de emisión de cresta es menor que 0,0977%. Esta lista es un subconjunto de la lista genérica especificada anteriormente para los intervalos de tiempo. Con respecto al esquema de codificación basado en una mantisa de 9 bits y un exponente de 5 bits para  $\Lambda_{PCR}$ , se necesita un bit suplementario en el exponente para codificar el signo y un bit suplementario en la mantisa para aumentar la precisión de la codificación como consecuencia de la no linealidad ( $x \rightarrow 1/x$ ).

$$T_{PCR} = 2^{-(m_{PCR}+1)} \cdot \left( 1 + \frac{1023 - k'_{PCR}}{1024} \right) \text{segundos}$$

$$k'_{PCR} = \left\lfloor \frac{2047k_{PCR} - 512}{k_{PCR} + 512} \right\rfloor + 1$$

$$0 \leq m_{PCR} \leq 31$$

$$0 \leq k_{PCR} \leq 511$$

donde  $\lfloor x \rfloor$  representa redondeado en sentido decreciente al valor entero más cercano.

El esquema de codificación ha sido concebido de modo que todo valor de velocidad de células de cresta sea siempre menor que el correspondiente valor 1/intervalo de emisión cresta.

El valor  $PCR_{sig}$  negociado, soportado por la señalización se redondeará en sentido creciente al valor PCR de capa ATM más cercano dentro de la lista de valores especificada para la prueba de conformidad; esto puede hacerse utilizando las fórmulas siguientes siempre que  $PCR_{sig} > 0$ :

$$m_{PCR} = \left\lceil \log_2 \left( \frac{PCR_{sig}}{1023} \right) + 9 \right\rceil$$

$$k_{PCR} = \left\lceil \frac{PCR_{sig}}{2^{m_{PCR}-9}} - 512 \right\rceil$$

donde  $\lceil x \rceil$  representa redondeado en sentido creciente al valor entero más cercano.

### 5.4.1.3 Especificación de la tolerancia de la variación del retardo de célula para la velocidad de células de cresta

La tolerancia CDV referente al componente datos de usuario puede declararse explícitamente (por ejemplo, transportando el valor en el mensaje de señalización en cada conexión) o implícitamente. La declaración implícita se consigue especificando las características de la CDV en una interfaz dada (por ejemplo, UNI o INI) con ocasión del abono o por medio de acuerdos mutuos entre el operador y el usuario, o entre los operadores.

La caracterización de la tolerancia CDV en una interfaz dada tendrá en cuenta las funciones disponibles en esa interfaz. Por el momento se han identificado dos casos extremos:

- Tolerancia CDV impuesta como un requisito estricto: una petición de conexión no debe rechazarse por la sola razón de que la tolerancia CDV requerida es menor o igual que  $\tau_{PCR}$ , donde  $\tau_{PCR}$  viene dada por:

$$\frac{\tau_{PCR}}{\Delta} = \text{máx} \left[ \frac{T_{PCR}}{\Delta}, \alpha \left( 1 - \frac{\Delta}{T_{PCR}} \right) \right]$$

donde:

$T_{PCR}$  es el intervalo de emisión de cresta de la conexión (expresado en segundos)

$\Delta$  es el tiempo de transmisión de célula (en segundos) a la velocidad del enlace en la interfaz

$\alpha$  es un coeficiente adimensional, cuyo valor sugerido es  $\alpha = 80$

- Tolerancia CDV impuesta como un requisito flexible: puede tolerarse una gran cantidad de CDV. En este caso sólo se contempla la especificación del valor máximo de la tolerancia CDV,  $\tau_{MÁX}$  que puede asignarse a una conexión.  $\tau_{MÁX}$  deberá interpretarse como la cantidad máxima de CDV que puede tolerarse en el tren de células de datos de usuario.  $\tau_{MÁX}$  no se especifican en esta Recomendación.

Entre estos dos casos extremos hay casos intermedios que podrían corresponder a interfaces de red y para los cuales podría especificarse una regla por defecto, basada en el intervalo de emisión de cresta (PEI).

Los casos anteriormente citados no impiden que cualquier operador soporte diferentes valores de tolerancia CDV, que puedan especificarse con ocasión del abono o por acuerdos mutuos; en particular, pudiera especificarse un determinado valor de  $\tau_{PCR}$  para todas las conexiones en la interfaz. Además, la tolerancia CDV podría transportarse mediante señalización en cada una de las conexiones.

El subconjunto de la lista genérica especificado para intervalos de tiempo que se utilizarán para seleccionar valores de  $\tau_{PCR}$  se codificarán de la manera siguiente:

$$\tau_{PCR} = 2^{e_{PCR}-32} \cdot 2^9 \cdot \left( 1 + \frac{w_{PCR} \cdot 2^5}{2^{10}} \right) \text{segundos}$$
$$0 \leq e_{PCR} \leq 31$$
$$0 \leq w_{PCR} \leq 31$$

Este esquema de codificación debe utilizarse para soportar la declaración de  $\tau_{PCR}$  por medios de señalización o de gestión.

Los valores de  $\tau_{PCR}$  que serán efectivamente utilizados, entre los que figuran en la mencionada lista genérica, se dejan a la decisión de los operadores.

#### 5.4.2 Velocidad de células sostenible

La velocidad de células sostenible (SCR, *sustainable cell rate*) junto con un parámetro que caracteriza el tamaño máximo de ráfaga a la velocidad de células de cresta (tolerancia intrínseca ráfagas, (IBT, *intrinsic burst tolerance*)), tienen por finalidad describir fuentes VBR y tener en cuenta la multiplexación estadística de los flujos de tráfico provenientes de esas fuentes.

La definición de la tolerancia de la velocidad de células sostenible ( $\Lambda_{SCR}$ ) y la tolerancia intrínseca a las ráfagas ( $\tau_{IBT}$ ) utilizan el algoritmo de referencia del anexo A, denominado algoritmo genérico de velocidad de células (GCRA, *generic cell rate algorithm*). La tolerancia intrínseca a las ráfagas está soportada por señalización en forma de un tamaño máximo de ráfaga (MBS, *maximum burst size*).

El parámetro velocidad de células sostenible fijado tal como fue negociado y convenido en la fase de establecimiento de la conexión, o tal como fue posteriormente modificado y transportado por señalización, será el mismo a lo largo de una conexión ATM dada. La tolerancia CDV  $\tau'_{SCR}$  asociada con el parámetro velocidad de células sostenible fijado puede ser diferente en las diferentes interfaces a lo largo de esa conexión ATM. La determinación de si  $\tau'_{SCR}$  es el mismo para todos los componentes de una conexión ATM en una interfaz dada ha quedado en estudio.

### 5.4.2.1 Velocidad de células sostenible para una VPC/VCC

#### Ubicación

- en el SAP de la capa física, para un terminal equivalente que representa la VPC/VCC (véase la figura 5); o
- de manera equivalente, en la terminación del trayecto de transmisión (TPT), para la configuración de referencia que representa la VPC/VCC, véase la figura 4.

#### Evento

Petición de envío de una PDU de ATM (ATM\_PDU).

#### Definición

La velocidad de células sostenible, designada por  $\Lambda_{SCR}$ , y la tolerancia intrínseca a las ráfagas, designada por  $\tau_{IBT}$ , de una conexión ATM se definen por el GCRA( $T_{SCR}$ ,  $\tau_{IBT}$ ) basándose en las llegadas del evento básico antes mencionado.  $\Lambda_{SCR}$  es la inversa de  $T_{SCR}$ .

La velocidad de células sostenible y la tolerancia intrínseca a las ráfagas pertenecen al descriptor de tráfico ATM.

Para la definición de la conformidad en la UNI/INI hay que añadir una tolerancia  $\tau'_{SCR}$  a la tolerancia intrínseca a las ráfagas  $\tau_{IBT}$ .  $\tau'_{SCR}$  tiene en cuenta la CDV introducida por esquemas de multiplexación en el nivel de célula y en el nivel de ráfaga. Un límite superior para  $\tau'_{SCR}$  es la diferencia entre el retardo de transferencia de célula más largo y el más corto entre la fuente y la UNI/INI de esa conexión. También,  $\tau'_{SCR}$  puede elegirse de modo que corresponda a un pequeño cuantil, por ejemplo  $10^{-9}$ , de la posible variación de retardo.

Cuando la velocidad de células de cresta es complementada por el conjunto de parámetros de Velocidad de células sostenible ( $T_{SCR}$  y  $\tau_{IBT}$ ), el descriptor del tráfico de fuente contiene los parámetros de tráfico velocidad de células de cresta, velocidad de células sostenible y tolerancia intrínseca a las ráfagas. Además, el contrato de tráfico debe prever los parámetros de tolerancia de variación del retardo de célula  $\tau_{PCR}$  (relacionado con la velocidad de células de cresta) y  $\tau'_{SCR}$  (relacionado con la velocidad de células sostenible).

Cuando la velocidad de células de cresta es complementada por la velocidad de células sostenible para una conexión ATM,  $T_{SCR}$  siempre es mayor que  $T_{PCR}$  ( $\Lambda_{SCR}$  es menor que  $\Lambda_{PCR}$ ).

### 5.4.2.2 Especificación de la velocidad de células sostenible y la tolerancia intrínseca a las ráfagas

Los valores para  $T_{SCR}$  utilizarán el mismo subconjunto de la lista genérica de valores y la misma codificación que los especificados para  $T_{PCR}$ ; esto incluye reglas de traducción a partir de  $\Lambda_{SCR}$  y de la señalización (véase 5.4.1.2).

La tolerancia intrínseca a las ráfagas utilizará el mismo subconjunto de la lista genérica de valores y la misma codificación que la especificada para  $\tau_{PCR}$  (véase 5.4.1.3). Para la traducción del tamaño máximo de ráfaga soportado por la señalización se utilizará la fórmula siguiente:

$$\tau_{IBT} = \lceil (MBS - 1)(T_{SCR} - T_{PCR}) \rceil \text{segundos}$$

donde  $\lceil x \rceil$  representa el primer valor superior a  $x$  tomado de la lista genérica de valores.

Si el usuario conoce  $\tau_{IBT}$  y no el tamaño máximo de ráfaga, se aplica la regla siguiente:

$$MBS = 1 + \left\lfloor \frac{\tau_{IBT}}{T_{SCR} - T_{PCR}} \right\rfloor \text{células}$$

donde  $\lfloor x \rfloor$  significa que se redondea en sentido decreciente al valor entero más cercano.

Los valores de MBS o  $\tau_{IBT}$  que serán efectivamente seleccionados se dejan a la decisión de los operadores. No obstante, los valores MBS declarados por señalización no deberán producir un valor para  $\tau_{IBT}$  superior al valor máximo que puede obtenerse por el esquema de codificación para  $\tau_{IBT}$ .

#### 5.4.2.3 Especificación de la tolerancia a la variación del retardo de célula para la velocidad de células sostenible

El esquema de codificación aplicable a  $\tau'_{SCR}$  es el mismo que se aplica a  $\tau_{PCR}$ ; véase 5.4.1.3.

Este esquema de codificación debe utilizarse para soportar la declaración de  $\tau'_{SCR}$  por medios de señalización o gestión.

Los valores de  $\tau'_{SCR}$  que se utilizarán efectivamente tomándolos de la lista genérica, se dejan a la decisión de los operadores.

#### 5.4.3 Especificación de otros parámetros de tráfico

Además de la velocidad de células de cresta (véase 5.4.1) y la velocidad de células sostenible/tolerancia intrínseca a las ráfagas (véase 5.4.2), en la presente Recomendación se utilizan los siguientes parámetros de tráfico:

- Velocidad mínima de célula (MCR, *minimum cell rate*): límite inferior a la velocidad de célula autorizada para fuentes ABR; se especifica conexión por conexión. (ABR.)
- Velocidad de células inicial permitida (IACR, *initial allowed cell rate*): límite superior a la velocidad de células para fuentes ABR en la inicialización.
- Factor de decremento de la velocidad (RDF, *rate decrease factor*): parámetro que controla la disminución de la velocidad de transmisión de célula para fuentes ABR.
- Factor de aumento de velocidad (RIF, *rate increase factor*): parámetro que controla el aumento de la velocidad de transmisión de célula para fuentes ABR.
- Para cada célula RM hacia adelante,  $N_{RM}$  es el número máximo de células dentro de velocidad (incluida esta célula RM en particular) que puede enviar una fuente ABR.
- Tiempo fijo de ida y retorno (FRTT, *fixed round trip time*): estimación del tiempo mínimo de ida y retorno para la conexión. (ABR.)
- Exposición transitoria en memoria tampón (TBE, *transient buffer exposure*): número máximo de células al cual la red desearía limitar el número de células que la fuente puede enviar durante los períodos de arranque, antes de que retorne la primera célula RM. (ABR.)
- Velocidad mínima de célula (MCR): para una conexión GFR, se utiliza (junto con otros parámetros) para cuantificar el límite inferior de la cantidad de células a las que se aplica la QoS comprometida. Se especifica conexión por conexión.
- Tamaño máximo de trama (MFS, *maximum frame size*): cantidad máxima de células generadas por el usuario en una trama que pueden enviarse en una conexión GFR.

#### 5.4.4 Características de tráfico de interés para las ATC

En el cuadro 1 se recapitulan las características de tráfico, incluido el descriptor de tráfico de fuente y las tolerancias CDV, que son de interés para cada una de las capacidades de transferencia ATM definidas en la cláusula 6. Una X en una casilla significa que la característica de tráfico ofrece interés para la correspondiente ATC.



**Cuadro 1/I.371 – Características de tráfico de interés para las ATC**

Referencia de ATC	Referencia de parámetro	DBR	SBR1	SBR2, SBR3	ABT/DT, ABT/IT	ABR	GFR
		Sub-cláusula 6.4	Sub-cláusula 6.5	Sub-cláusula 6.5	Sub-cláusula 6.6	Sub-cláusula 6.7	Sub-cláusula 6.8
PCR(0+1)	5.4.1	X	X	X	X	X (nota 4)	X
$\tau_{PCR}(0+1)$	5.4.1	X	X	X	X		X
SCR(0)	5.4.2			X			
$\tau_{IBT}(0)$	5.4.2			X			X (nota 9)
$\tau'_{SCR}(0)$	5.4.2			X			
SCR(0+1)	5.4.2		X		X (nota 3)		
$\tau_{IBT}(0+1)$	5.4.2		X		X (nota 3)		
$\tau'_{SCR}(0+1)$	5.4.2		X		X (nota 3)		
MCR(0)	5.4.3, 6.7.2					X (nota 6)	X
$\tau_1$	6.7.5					X (nota 5)	
$\tau_2$	6.7.5					(Nota 7)	
$\tau_3$	6.7.5					(Nota 7)	
IACR(0)	6.7.2					X	
FRTT	6.7.3					X	
TBE	6.7.3					X	
RDF	6.7.3					X	
RIF	6.7.3					X	
Rotulado de células	5.3.4			(Nota 2)			(Nota 2)
$\tau_{MCR}(0)$	6.8.2						X
Rotulado de tramas	6.8						(Nota 10)
MFS	6.8.2						X
PCR(RM), $\tau_{PCR}(RM)$	5.4				X (nota 8)		
PCR(OAM), $\tau_{PCR}(OAM)$	5.4	X (nota 1)			X (nota 1)		

NOTA 1 – Una declaración por separado de características de tráfico OAM de usuario sólo es posible en el caso de las capacidades DBR y ABT, y esta declaración por separado es facultativa (véase 6.4). Si no se elige esta opción, las células OAM de usuario se agregan a células de datos de usuario cuando se caracteriza el tráfico ofrecido.

NOTA 2 – El rotulado de células (véase 7.2.3.6) se aplica a SBR3 (véase 6.5.2) y GFR2 (véase 6.8.1) solamente. SBR2 y SBR3 así como GFR1 y GFR2 son idénticas salvo en lo que respecta a la aplicación de rotulado de células.

NOTA 3 – La declaración de un conjunto de parámetros (SCR, IBT) para capacidades ABT es facultativa. Si se negocia este conjunto de parámetros y una clase de QoS con objetivos CLR especificados, hay un compromiso sobre la calidad de servicio en el nivel de bloque. Si no se negocia este conjunto de parámetros, se supone que SCR es 0 y no hay compromisos sobre la calidad de servicio en el nivel de bloque (véase 6.6).

NOTA 4 – El tráfico generado por usuario debe transmitirse con el bit CLP puesto a 0, aunque el tráfico de datos de usuario se especifica por medio de una PCR(0+1). Algunas células RM de usuario pueden transmitirse con el bit CLP puesto a 1 (véase 6.7).

NOTA 5 – El mismo parámetro CDVT  $\tau_1$  se aplica a velocidades ACR(0) comprendidas entre PCR(0+1) y MCR(0).

NOTA 6 – El tráfico generado por usuario debe transmitirse con el bit CLP puesto a 0. La MCR puede ponerse a 0.

## Cuadro 1/I.371 – Características de tráfico de interés para las ATC

NOTA 7 – La negociación de  $\tau_2$  y  $\tau_3$  queda en estudio.

NOTA 8 – En cada interfaz normalizada es necesario definir un valor por defecto de  $\tau_{RM}$  que sea válido para cualquier conexión ABT.

NOTA 9 – El valor de  $\tau_{IBT}$  se deriva de los parámetros MBS, PCR y MCR (véase 6.8.3.3).

NOTA 10 – El rotulado de tramas se aplica a GFR2 solamente.

## 6 Capacidades de transferencia ATM

### 6.1 Generalidades

#### 6.1.1 Definición y requisitos

Una capacidad de transferencia ATM tiene por finalidad soportar un modelo de servicio de capa ATM y la calidad de servicio mediante un conjunto de parámetros y procedimientos de tráfico de la capa ATM. La utilización de las ATC tiene la doble perspectiva: la del utilizador, donde una ATC se considera adecuada para un determinado conjunto de aplicaciones, y la del operador de la red, donde una ATC puede proporcionar ganancias mediante multiplexación estadística. Una capacidad de transferencia ATM puede incluir la especificación de primitivas que deberán ser observadas, y de información de control de tráfico que habrá de ser intercambiada a través de interfaces normalizadas.

Con el fin de que los proveedores de red puedan adquirir compromisos de calidad de servicio, la conformidad de tráfico debe definirse como se especifica en esta Recomendación en las interfaces normalizadas (UNI, INI). Con estas definiciones de conformidad, un proveedor de red puede adquirir compromisos de calidad de servicio con relación a una parte del tráfico sometido, dependiendo de la conformidad de ese tráfico (véase la Rec. UIT-T I.356). Puede haber más de una clase de calidad de servicio para una ATC dada (véase la Rec. UIT-T I.356).

Habida cuenta de que un usuario puede comprometerse a someter células conformes con descriptores de tráfico además del PCR, la razón por la cual un usuario elegiría un servicio basado en una capacidad de transferencia ATM, aparte de la capacidad de transferencia a una velocidad binaria determinística, es la posibilidad de obtener un costo más bajo del proveedor de red. Las especificidades de tales ahorros de costos están fuera del ámbito de esta Recomendación.

Es obligatorio que la capacidad de transferencia ATM utilizada en una conexión ATM dada, entre las que son puestas a disposición por la red, sea implícita o explícitamente declarada en la fase de establecimiento de la conexión.

Una vez establecida una conexión ATM, la ATC convenida es la misma en todas las interfaces normalizadas a lo largo de la conexión (véase 5.3.1). Sin embargo, incumbirá al operador de la red determinar la manera de soportar una determinada capacidad de transferencia ATM, a condición de que ésta cumpla las especificaciones en las interfaces normalizadas.

No hay una correspondencia biunívoca entre servicios o clases de servicio (por ejemplo categorías de servicios portadores de banda ancha) y las capacidades de transferencia ATM que puedan utilizarse. Por ejemplo, un servicio de datos de capa superior, como el servicio portador en modo trama (FMBS, *frame mode bearer service*), puede utilizar una capacidad de transferencia DBR, SBR, ABR o ABT. En consecuencia, la capacidad de transferencia ATM solicitada como soportada por señalización no debe ser cotejada por el control CAC contra cualquier otra información que no sea la contenida en el contrato de tráfico (es decir, la clase de calidad de servicio, el descriptor de tráfico de fuente y las tolerancias CDV asociadas). La DBR es la capacidad de transferencia ATM por defecto.

Una comunicación ATM dada utiliza la misma capacidad de transferencia ATM en ambos sentidos de transmisión. La utilización de capacidades de transferencia diferentes para las dos conexiones de una comunicación plantea cuestiones relacionadas, por ejemplo, con las células de OAM y de gestión de recursos o con el encaminamiento y actualmente no está especificada en esta Recomendación. Esto es también aplicable a las conexiones multidifusión.

### **6.1.2 Capacidades ATC y multiplexación**

Las normativas de multiplexación y de calendarización de células dentro de un elemento de red (véase la Rec. UIT-T E.736) son esenciales para llevar a efecto compromisos sobre la calidad de servicio, en particular para soportar más combinaciones de ATC y clase de QoS en una red, y además, para optimizar la utilización de los recursos de red. Estas normativas deben tener en cuenta las ATC y las clases de QoS que habrán de soportarse. Una vez satisfechos estos criterios, el funcionamiento de estas normativas es propio de cada operador. La implementación está fuera del ámbito de esta Recomendación.

La multiplexación de varias VCC en una VPC plantea la cuestión de mantener la calidad de servicio de cada VCC multiplexada. Las VCC que tienen la misma ATC pueden ser multiplexadas para formar una VPC de DBR. Puede utilizarse una VCC o VPC de DBR con calidad de servicio de clase 1 para emular una VCC o VPC con cualquier ATC diferente. Con excepción de estos dos casos, los siguientes no se tratan actualmente en esta Recomendación:

- la multiplexación de VCC con diferentes ATC y/o clases de QoS para formar una sola VPC (por ejemplo, VCC de ABR y VCC de ABT dentro de una VPC de SBR);
- la multiplexación de VCC en una VPC con una misma ATC o con una ATC diferente (por ejemplo una VPC de ABR que transporta VCC de ABR);
- la emulación de una ATC por otra ATC (por ejemplo, la utilización de SBR para transportar un servicio ABR).

## **6.2 Descripción de alto nivel de capacidades de transferencia ATM**

Una capacidad de transferencia ATM (ATC) especifica un conjunto de parámetros y procedimientos de la capa ATM que tiene por finalidad soportar un modelo de servicio de capa ATM y una gama de clases de calidad de servicio (QoS) asociadas. Cada ATC individual se especifica ulteriormente en términos de un modelo de servicio, un descriptor de tráfico, procedimientos específicos cuando sean pertinentes, una definición de conformidad y compromisos sobre QoS asociados. Las ATC controladas en bucle abierto (DBR y SBR) y las ATC controladas en bucle cerrado (ABT y ABR) se especifican como sigue.

### **6.2.1 Capacidad de transferencia determinística – DBR**

La capacidad de transferencia DBR se utiliza para satisfacer los requisitos de tráfico a velocidad binaria constante (CBR, *constant bit rate*) y por lo tanto para prever compromisos sobre QoS en términos de tasa de pérdida de células, retardo de transferencia de células y variación del retardo de célula adecuados para tal tráfico. Sin embargo, la DBR no está limitada a aplicaciones a CBR y puede utilizarse en combinación con requisitos menos restrictivos, incluidos requisitos no especificados como se indica en la Rec. UIT-T I.356.

La DBR se basa solamente en la velocidad de células de cresta PCR(0+1) para flujo agregado de células con CLP = 0 y CLP = 1, células OAM generadas por el usuario las cuales se tratan en forma agregada o separada. La definición de conformidad para DBR se especifica por una o dos aplicaciones del algoritmo GCRA, lo que depende de la forma en que se tratan las células OAM de usuario. A la DBR no se aplica ni el descarte selectivo de células (véase 7.2.4) ni el rotulado de células (véase 7.2.3.6).

Para una especificación completa de la ATC para DBR véase 6.4.

### 6.2.2 Capacidad de transferencia de velocidad binaria estadística – SBR

La capacidad de transferencia SBR utiliza la velocidad de células sostenible y la tolerancia intrínseca a las ráfagas además de la velocidad de células de cresta y es adecuada para aplicaciones en las que existe un previo conocimiento de las características de tráfico más allá de la velocidad de células de cresta, con base en el cual la red puede obtener una ganancia estadística. Puede o no haber compromisos sobre la calidad de servicio en cuanto al retardo.

Hay tres variantes de SBR, que dependen del conjunto de parámetros que se utilice además de PCR(0+1). En los tres casos, la conformidad con PCR(0+1) se especifica por un GCRA( $T_{PCR}$ ,  $\tau_{PCR}$ ). La SBR de tipo 1 trata las células sin atender al valor del bit CLP. Las SBR de tipo 2 o de tipo 3 pueden utilizarse para aplicaciones capaces de diferenciar una información más sensible a las pérdidas (células con CLP = 0) de una información menos sensible a las pérdidas (células con CLP = 1).

La SBR de tipo 1 utiliza SCR(0+1)  $\tau_{IBT}(0+1)$ . La conformidad con SCR(0+1) y  $\tau_{IBT}(0+1)$  se especifica por un GCRA( $T_{SCR}$ ,  $\tau_{SCR}$ ). Los compromisos sobre QoS se hacen en células CLP = 0 + 1 tanto para tasa de pérdida de células como, facultativamente, para el retardo. Ni el descarte selectivo de células (véase 7.2.4) ni el rotulado de células (véase 7.2.3.6) son aplicables a la SBR de tipo 1.

Las SBR de tipo 2 y de tipo 3 utilizan SCR(0) y  $\tau_{IBT}(0)$ . La conformidad con SCR(0) y  $\tau_{IBT}(0)$  se especifica por un GCRA( $T_{SCR}$ ,  $\tau_{SCR}$ ). Los compromisos sobre QoS en términos de tasa de pérdida de células se efectúan en células CLP = 0. La tasa de pérdida de células para células CLP = 0 + 1 no está especificada. Puede haber un compromiso sobre QoS relativo al retardo, en cuyo caso se aplica al flujo de células CLP = 0 + 1. El descarte selectivo de células (véase 7.2.4) se aplica a las SBR de tipo 2 y de tipo 3. El rotulado de células (véase 7.2.3.6) sólo se aplica a la SBR de tipo 3.

Para una especificación completa de las ATC SBR, véase 6.5.

### 6.2.3 Transferencia de bloques ATM – ABT

La capacidad de transferencia de bloques ATM (ABT, *ATM block transfer*) está destinada a aplicaciones que pueden adaptar su velocidad de células de cresta instantánea para cada bloque. Un bloque ATM es un grupo de células delimitado por células RM. La ABT utiliza parámetros estáticos declarados en la fase de establecimiento de la conexión y parámetros dinámicos renegociables para cada bloque ATM mediante procedimientos de gestión de recursos en los que se utilizan células RM.

Los parámetros estáticos son PCR(0+1), SCR(0+1) y tolerancias asociadas. Los parámetros dinámicos son la velocidad de células de cresta para un bloque ATM: velocidad de célula de bloque BCR(0+1), y la tolerancia asociada. PCR(0+1) especifica la BCR(0+1) máxima que puede negociarse mediante procedimientos RM para la conexión. Las células OAM generadas por el usuario pueden tratarse en forma agregada o separada. La SCR(0+1) especifica un comportamiento promedio a más largo plazo de la conexión; es facultativa y se puede fijar a 0.

Hay dos variantes de ABT. En ABT/DT (transmisión retardada), la fuente puede comenzar a transmitir un bloque ATM solamente después de haber recibido un acuse de recibo positivo de la red por medio de una célula RM. En ABT/IT (transmisión inmediata), la fuente comienza a transmitir células de datos inmediatamente después de haber recibido la célula RM de petición; el bloque ATM se transfiere completo si los recursos solicitados para ese bloque están disponibles en la red; de lo contrario se descarta. En ambas situaciones, la petición de BCR puede ser elástica, en cuyo caso la red puede optar por seleccionar una BCR menor que la solicitada por la fuente.

En ABT/DT, los compromisos sobre QoS en el nivel de célula son en términos de tasa de pérdida de células, retardo de transferencia de célula y variación del retardo de célula dentro de un bloque ATM. La definición de conformidad en el nivel de célula se especifica dentro de un bloque por una o dos aplicaciones del algoritmo genérico dinámico de velocidad de célula DGCRA, cuyas variables

se actualizan de acuerdo con la información transportada por células RM. Si se especifica una SCR, para que una petición de BCR tenga éxito los compromisos sobre QoS en el nivel de bloque ATM serán en términos del retardo máximo.

En ABT/IT, los compromisos sobre QoS en el nivel de célula son en términos de la tasa de pérdida de células dentro de un bloque ATM, suponiendo que la petición de BCR se acepta a lo largo de la conexión. Los compromisos QoS sobre retardos dentro de un bloque ATM sólo entran en juego cuando no se utiliza el modo elástico. En ABT/DT, la definición de conformidad en el nivel de célula se especifica dentro de un bloque por una o dos aplicaciones del DGCRA. Si se especifica una SCR, los compromisos sobre QoS en el nivel de bloque son en términos de la tasa de pérdida de bloques. En cuanto a esto, la ABT/IT implementa descarte de trama.

El descarte selectivo de células (véase 7.2.4) y el rotulado de células (véase 7.2.3.6) no se aplican a ABT.

La cláusula 6.6 describe los modelos de servicios ABT/DT y ABT/IT, y especifica el formato de las células RM ABT y los tipos de mensajes intercambiados en las interfaces normalizadas. La conformidad con la ABT se define en 6.6.1.4 y 6.6.2.4.

#### **6.2.4 Velocidad binaria disponible – ABR**

La capacidad de transferencia ABR está destinada a soportar aplicaciones elásticas que pueden adaptarse a la anchura de banda instantánea disponible dentro de la red y no tienen requisitos de retardo estrictos. En tal caso, la red puede compartir los recursos disponibles entre conexiones que soporten esas aplicaciones. La ABR utiliza parámetros estáticos declarados en la fase de establecimiento de la conexión y parámetros dinámicos renegociables mediante procedimientos de gestión de recursos basados en células RM.

Los parámetros estáticos son la velocidad de células de cresta  $PRC(0+1)$ , velocidad mínima de célula  $MCR(0)$  y velocidad de célula autorizada inicial  $IACR(0)$ . Las células de datos de usuario y las células OAM de usuario tienen el bit CLP puesto a 0. Los parámetros dinámicos transportados por células RM son la velocidad de célula explícita (ECR, *explicit cell rate*), indicación de congestión (CI, *congestion indication*), indicación de ningún aumento (NI, *no-increase indication*), y longitud de cola. El valor de la velocidad de células autorizada  $ACR(0)$  para la fuente se deriva de estos parámetros y está comprendido entre el valor de la MCR y el de la PCR.

En ABR, el usuario interroga regularmente a la red sobre la anchura de banda disponible en cada momento enviando células RM que transportan a la red una velocidad solicitada. Hay dos modos de funcionamiento: el modo velocidad explícita y el modo binario. En el modo velocidad explícita, la red devuelve regularmente a la fuente la ECR, a partir de la cual la fuente deriva su ACR. En el modo binario, la red puede también devolver indicadores binarios; la fuente debe utilizar los indicadores binarios para calcular su ACR.

La cláusula 6.7 describe el modelo de servicio ABR, especifica el formato de las células RM ABR y los tipos de mensajes intercambiados en las interfaces normalizadas.

La cláusula 6.7.5 especifica la definición de conformidad para ABR en el modo velocidad explícita solamente. En el apéndice VII se presentan los comportamientos de referencia de la fuente y del destino, para indicaciones de la red, tanto en el modo velocidad explícita como en el modo binario.

En ABR, los compromisos sobre QoS son en términos de la tasa de pérdida de células para células CLP = 0. En el modo binario, no pueden contraerse compromisos sobre QoS, pero se puede proporcionar a las conexiones indicaciones de QoS con respecto a los comportamientos de referencia de la fuente y del destino.

#### **6.2.5 Velocidad de tramas garantizada – GFR**

La capacidad de transferencia GFR proporciona una velocidad mínima de célula (MCR) para aplicaciones no en tiempo real, no tolerantes a las pérdidas, con la expectativa de transmitir datos a

velocidades en exceso de la MCR. Se supone que las células generadas por el usuario están organizadas en forma de tramas que están delimitadas en la capa ATM. La red no proporciona al usuario, en retroalimentación, información concerniente a los recursos de red disponibles en el momento.

Son parámetros de tráfico PCR(0+1), MCR(0), un tamaño máximo de ráfaga MBS(0), un tamaño máximo de trama MFS(0+1) y tolerancias asociadas con PCR(0+1) y MCR(0). Una célula GFR es conforme si es conforme a la PCR(0+1), si es conforme al tamaño máximo de trama y si es conforme a la puesta a 1 homogénea del bit CLP de células en la misma trama. Una trama GFR es conforme si todas las células son conformes y si la trama es conforme con el GCRA basado en trama, F-GCRA( $T, \tau$ ), con parámetros  $T = 1/MCR$  y  $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$ , donde  $\tau_{IBT} = (MBS - 1) \times (1/MCR - 1/PCR)$ . Enviando una trama con todas las células CLP = 1, el usuario indica a la red que esa trama tiene menos importancia que otra con todas las células CLP = 0 en la misma conexión GFR.

La ATC GFR permite el compromiso de transmitir el número de células en tramas conformes, con la QoS correspondiente a la clase de QoS asociada. Los compromisos de QoS sólo pueden aplicarse a células en tramas CLP = 0 todas cuyas células son conformes. Además, con GFR, la red trata de entregar tramas completas más allá del compromiso de velocidad mínima de célula, si todas las células en la trama son conformes, y a condición de que estén disponibles recursos suficientes.

Hay dos variantes de GFR: GFR1 y GFR2. En GFR1, el rotulado no es aplicable. En GFR2, la red puede aplicar rotulado de tramas a las tramas no conformes. Rotulado de tramas significa que el bit CLP de cada célula de la trama se conmuta a 1. Las tramas rotuladas por la red y las tramas marcadas con CLP = 1 por el usuario son tratadas idénticamente por la red.

Para una especificación completa de la ATC GFR, véase 6.8.

### 6.3 Posibilidades de utilizar capacidades de transferencia ATM en aplicaciones

Esta cláusula proporciona directrices sobre la posible utilización de capacidades de transferencia ATM individuales para transportar datos pertenecientes a cierto número de aplicaciones de banda ancha a título de ejemplo. El objetivo de esta cláusula no es crear una correspondencia restrictiva entre capacidades de transferencia ATM y aplicaciones, sino más bien servir el doble propósito de presentar ejemplos sobre la manera de utilizar las capacidades de transferencia ATM y de crear objetivos de diseño para estas capacidades de transferencia.

Se espera que, en último término, la elección de las capacidades de transferencia ATM que deberán utilizarse para transportar datos de aplicaciones se vean influidas por varios factores, entre los cuales cabe citar:

- La disponibilidad de capacidades de transferencia: no todas las redes pueden desear proporcionar todas las capacidades de transferencia descritas en esta Recomendación.
- La calidad de servicio que puede obtenerse de hecho para cada capacidad de transferencia ATM: depende, entre otras cosas, de la política de gestión de recursos adoptada y de las reglas de ingeniería de tráfico aplicadas.
- Capacidad de la aplicación para hacer frente a la degradación de las características de transferencia de la capa ATM: para algunas aplicaciones, una reducción de la anchura de banda disponible se traduciría en fracaso (por ejemplo, emulación de circuito); para otras aplicaciones dicha reducción pudiera traducirse en una reducción aceptable de la calidad de uno o más componentes (por ejemplo, una menor definición de la imagen o una menor velocidad de animación para aplicaciones vídeo).
- Tarifación: la elección del usuario viene determinada en parte por las tarifas aplicadas a cada combinación de una capacidad de transferencia ATM y una clase de QoS.

Los puntos mencionados se ilustran en dos ejemplos:

- La capacidad DBR en combinación con una clase de QoS apropiada puede utilizarse, desde luego, con el valor PCR apropiado, para transportar datos para todas las aplicaciones fuera de banda. La decisión del usuario de si deberá utilizar DBR o una de las otras capacidades de transferencia ATM dependerá de ciertos factores, entre los cuales está la tarificación de la red.
- La capacidad ABR puede también utilizarse para transportar datos pertenecientes a todas las aplicaciones, siempre que la gestión de recursos de la red ofrezca una anchura de banda no utilizada y de manera que, en efecto, no se impongan limitaciones a la aplicación.

Estos dos casos deben considerarse como casos extremos, que ilustran la interacción entre la tarificación, la gestión de recursos y las reglas de ingeniería de tráfico aplicadas en la red. Una situación típica es aquella en que existen correspondencias adecuadas entre las aplicaciones y las capacidades de transferencia ATM.

## **6.4 Capacidad de transferencia de velocidad binaria determinística (DBR)**

### **6.4.1 Definición y modelo de servicio**

La capacidad de transferencia de velocidad binaria determinística puede ser utilizada por conexiones que caracterizan el tráfico por un solo parámetro, el valor de la velocidad de células de cresta. La fuente puede emitir células a la velocidad de células de cresta negociada, o a una velocidad inferior a ésta, y puede incluso mantenerse en silencio durante periodos de tiempo.

El compromiso básico ofrecido por la red a un usuario que reserva recursos mediante la capacidad DBR consiste en que, una vez establecida la conexión, la calidad de servicio de capa ATM negociada se asegura a todas las células cuando todas ellas pasan las correspondientes pruebas de conformidad.

En la capacidad DBR, la fuente puede emitir células a la velocidad de células de cresta en cualquier momento y en un intervalo de cualquier duración, y se mantienen los compromisos de calidad de servicio.

La capacidad DBR tiene por finalidad permitir que las redes hagan compromisos de calidad de servicio que permitan a la red soportar aplicaciones CBR, pero no está limitada a estas aplicaciones; véase 6.4.6 sobre "Aspectos de calidad de servicio".

La capacidad DBR puede ser utilizada por las VPC y las VCC. A la capacidad DBR no son aplicables ni el rotulado de células (véase 7.2.3.6), ni el descarte selectivo de células (véase 7.2.4). Las células RM de VC en una VCC y las células RM de VP en una VPC no se utilizan para operar la DBR; sin embargo, si dichas células están presentes en la conexión, se considera que forman parte del flujo de células de datos de usuario  $CLP = 0 + 1$  agregado.

Se recomienda que cada elemento de red sea capaz de soportar VPC DBR con QoS de clase 1 (véase la Rec. UIT-T I.356).

NOTA 1 – La manera de cumplir con la tolerancia CDV en el nivel de VP es una opción en la implementación o en la operación, por ejemplo controlando el número de VCC multiplexadas y la carga, o conformando la colección de VCC para constituir la VPC.

NOTA 2 – El último párrafo no implica que cada operador de red deba ofrecer un servicio VPC DBR.

### **Utilización de DBR con QoS de clase U**

Si el usuario de la conexión DBR selecciona la clase de calidad de servicio no especificada, no hay compromisos sobre QoS relativos a la conexión. En este caso es una opción de la red cómo proporcionar los recursos para la conexión, cómo aplicar una calendarización de células inteligente y esquemas de asignación de memoria tampón, y cómo descartar células en caso de desbordamiento. Por ejemplo, podría ser preferible descartar células consecutivas de una sola

conexión, en lugar de distribuir el descarte de células entre varias conexiones. Esto puede efectuarlo una función de tráfico como la de descarte de trama.

#### **6.4.2 Opciones relativas al descriptor de tráfico de fuente y a la definición de conformidad**

La DBR permite la utilización de diferentes descriptores de tráfico de fuente con una sola velocidad de células de cresta o con dos velocidades de células de cresta, una para células de datos de usuario y la otra para células OAM de usuario. Las diferentes opciones para el descriptor de tráfico de fuente DBR se presentan en 6.4.3.

La DBR permite al operador aplicar diferentes definiciones de conformidad. La cláusula 6.4.5 describe la definición de conformidad agregada y la definición de conformidad separada. Si se utiliza el descriptor de tráfico de fuente con una sola velocidad de células de cresta, se aplica la definición de conformidad agregada. Si se utiliza el descriptor de tráfico de fuente con velocidades de células de cresta separadas, el operador aplica, sea la definición de conformidad separada, sea la agregada, teniendo presente las condiciones específicas sobre conformación enunciadas en 6.4.5.

En dependencia de la definición de conformidad utilizada, se necesita una o dos tolerancias CDV; en dependencia del descriptor de tráfico de fuente que se utilice, puede ser necesario calcular la tolerancia CDV que habrá de aplicarse. La cláusula 6.4.4 da información detallada sobre las tolerancias CDV.

La definición de conformidad aplicada ejerce cierta influencia sobre los compromisos de calidad de servicio para una conexión DBR. Este efecto se describe en 6.4.6 sobre aspectos de calidad de servicio. La definición de conformidad aplicada ejerce cierta influencia sobre la función UPC/NPC. Este efecto se describe en 6.4.5, sobre los mecanismos UPC/NPC.

#### **6.4.3 Descriptor de tráfico de fuente**

La DBR utiliza la velocidad de células de cresta y la tolerancia CDV asociada como se especifica en 5.4.1.

En la fase de establecimiento de la conexión o con ocasión del abono, el usuario y la red se ponen de acuerdo sobre uno de los tres descriptores de tráfico de fuente siguientes:

- i) Dos velocidades de células de cresta, a saber, PCR para células de datos de usuario con el intervalo de emisión de cresta asociado  $T_{PCR}(\text{data})$  y PCR para células OAM de usuario de extremo a extremo con el intervalo de emisión de cresta asociado  $T_{PCR}(\text{OAM})$ .
- ii) Una velocidad de células de cresta, a saber, PCR para células generadas por usuario con el intervalo de emisión de cresta  $T_{PCR}(\text{agg})$ .

Los valores de la velocidad de células de cresta no se renegociarán en interfaces normalizadas por medio de procedimientos de RM durante el tiempo de vida de la conexión, pero podrían renegociarse mediante procedimientos de señalización de red.

#### **Utilización de descriptor de tráfico i)**

Si el usuario tiene el propósito de transmitir células OAM de usuario y no permite conformación agregada de datos de usuario y OAM de usuario, se aplicará el descriptor de tráfico i).

Cuando se utiliza el descriptor de tráfico i), la PCR de las células OAM de usuario puede especificarse declarando el periodo nominal  $n$  del tren de células de supervisión de la calidad de funcionamiento hacia adelante (véase la Rec. UIT-T I.610); en este caso se aplican las siguientes reglas por defecto para calcular la  $T_{PCR}(\text{OAM})$  por defecto,  $T_{PCR}(\text{agg})$ .

- cuando el operador utiliza una definición de conformidad separada (véase 6.4.5):  
 $T_{PCR}(\text{OAM}) = n \cdot T_{PCR}(\text{data});$



- cuando el operador utiliza una definición de conformidad agregada (véase 6.4.5):

$$T_{PCR}(agg) = \frac{n}{n+1} T_{PCR}(data).$$

Estas reglas por defecto presuponen que los flujos de células generadas por usuario OAM están destinadas únicamente a la supervisión de la calidad de funcionamiento. El caso en que el usuario genera células OAM de usuario de otros tipos queda en estudio. Las reglas para calcular los parámetros de tráfico y las tolerancias CDV asociadas, a partir de la información pertinente transportada por el presente protocolo de señalización (véase la Rec. UIT-T Q.2931), se indican en el apéndice II.

### Utilización de descriptor de tráfico ii)

La utilización del descriptor de tráfico ii) por el usuario no implica que se hayan excluido las células OAM de usuario. Si está presente cualquier célula OAM, se agrega a las células de datos de usuario en el descriptor  $T_{PCR}(agg)$ .  $T_{PCR}(agg)$  se calcula por:

$$T_{PCR}(agg) = \frac{1}{\frac{1}{T_{PCR}(data)} + \frac{1}{T_{PCR}(OAM)}}.$$

Cuando se utiliza el descriptor de tráfico ii), si el usuario desea enviar células OAM de usuario y conoce los valores de  $T_{PCR}(data)$  y  $T_{PCR}(OAM)$ , podría obtener el valor de  $T_{PCR}(agg)$  por la misma fórmula antes indicada.

### 6.4.4 Tolerancias CDV

La DBR utiliza la tolerancia CDV especificada en 5.4.1.

Para cada PCR negociada y en cada interfaz en que se aplique la conformidad de célula, corresponde un valor de tolerancia CDV que tiene en cuenta la variación del retardo de célula que puede afectar a los respectivos flujos de células de la conexión (véase 5.4.1).

La renegociación de la PCR (véase 6.4.3) puede también implicar la modificación de la tolerancia CDV asociada.

#### Tolerancia CDV para descriptor de tráfico de fuente i) y conformidad separada

Cuando se utiliza el descriptor de tráfico de fuente i) y se aplica una definición de conformidad separada, se requieren los siguientes valores de tolerancia CDV:

- la tolerancia CDV correspondiente a la PCR de células CLP = 0 + 1 de datos de usuario,  $\tau_{PCR}(data)$ ;
- la tolerancia CDV correspondiente a la PCR de células OAM de usuario de extremo a extremo,  $\tau_{PCR}(OAM)$ .

En este caso,  $\tau_{PCR}(data)$  puede ser transportada mediante señalización o asignada con ocasión del abono (véase 5.4.1.3). Por el contrario,  $\tau_{PCR}(OAM)$  siempre se calcula sobre la base de la PCR de las células OAM de usuario de extremo a extremo como  $\tau_{PCR}(OAM) = T_{PCR}(OAM)$ .

La regla para calcular la tolerancia a CDV  $\tau_{PCR}(OAM)$  a partir de la información transportada por el presente protocolo de señalización (véase la Rec. UIT-T Q.2931) se presenta en el apéndice II.

#### Tolerancia CDV para descriptor de tráfico de fuente i) y conformidad agregada

Cuando se utiliza el descriptor de tráfico de fuente i) y se aplica una definición de conformidad agregada, sólo se requiere el valor de tolerancia CDV correspondiente a la PCR de células CLP = 0 + 1 generadas por usuario,  $\tau_{PCR}(agg)$ . En este caso,  $\tau_{PCR}(agg)$  se calcula como  $\tau_{PCR}(agg) = T_{PCR}(agg) + \tau_{PCR}(data)$ , donde  $\tau_{PCR}(data)$  se transporta mediante señalización o se asigna con ocasión del abono y  $T_{PCR}(agg)$  se calcula como se ha indicado en 6.4.3.

La regla para calcular la tolerancia CDV  $\tau_{PCR}(\text{agg})$  a partir de la información pertinente transportada por el presente protocolo de señalización (véase la Rec. UIT-T Q.2931) se presenta en el apéndice II.

### **Tolerancia CDV para descriptor de tráfico de fuente ii)**

Cuando se utiliza el descriptor de tráfico de fuente ii), sólo se requiere el valor de tolerancia CDV correspondiente a la PCR de células CLP = 0 + 1 generadas por usuario,  $\tau_{PCR}(\text{agg})$ . En este caso,  $\tau_{PCR}(\text{agg})$  puede transportarse mediante señalización o asignarse con ocasión del abono. Obsérvese que cuando se utiliza el descriptor de tráfico de fuente ii), si el usuario desea enviar células OAM de usuario y conoce los valores de  $T_{PCR}(\text{data})$ ,  $\tau_{PCR}(\text{data})$  y  $T_{PCR}(\text{OAM})$ , podría obtener el valor para  $\tau_{PCR}(\text{agg})$  por la misma fórmula indicada para descriptor de tráfico de fuente i) y conformidad agregada.

La regla para calcular la tolerancia a CDV  $\tau_{PCR}(\text{agg})$  a partir de la información pertinente transportada por el presente protocolo de señalización (véase la Rec. UIT-T Q.2931) se presenta en el apéndice II.

### **6.4.5 Definición de conformidad**

La definición de conformidad con la velocidad de células de cresta ( $\Lambda_{PCR} = 1/T_{PCR}$ ) de un tren de células requiere que se especifique la tolerancia CDV  $\tau_{PCR}$  asignada a la porción de la conexión situada hacia el origen (véanse 5.3.1, 5.4.1). Estos dos parámetros completan la especificación del algoritmo genérico de velocidad de célula que figura en el anexo A.

El número de células no conformes, en un tren de células, se define como el número de células que cualquiera de las dos versiones equivalentes del GCRA determinaría como no conformes.

De acuerdo con esta definición, la conformidad de un flujo de células podría determinarse por el proceso de medición unipuntual descrito en la Rec. UIT-T I.356.

La conformidad con el tipo de servicio no está actualmente especificada, cualquiera que sea el valor del bit CLP.

Si el usuario tiene el propósito de transmitir células OAM de usuario y si no permite la conformación agregada de flujos de células de datos de usuario y de células OAM de usuario, y si la red ejecuta acciones de conformación del tráfico PCR (véase 7.2.7), la definición de conformidad es una definición separada para el componente OAM de usuario y el componente de datos de usuario. En otro caso, la definición es una definición agregada.

#### **Conformidad separada**

Si se trata de una conformación separada para células de datos de usuario y células OAM de usuario, se aplica lo siguiente:

- la conformidad de célula del flujo de células de datos de usuario CLP = 0 + 1 agregadas se verifica con respecto al descriptor PCR negociado para el tráfico CLP = 0 + 1 de datos de usuario;
- la conformidad de célula del flujo de células OAM de usuario se verifica con respecto al descriptor PCR negociado para tráfico OAM de usuario.

La definición de conformidad separada para la capacidad DBR se ilustra en la figura 6-a.

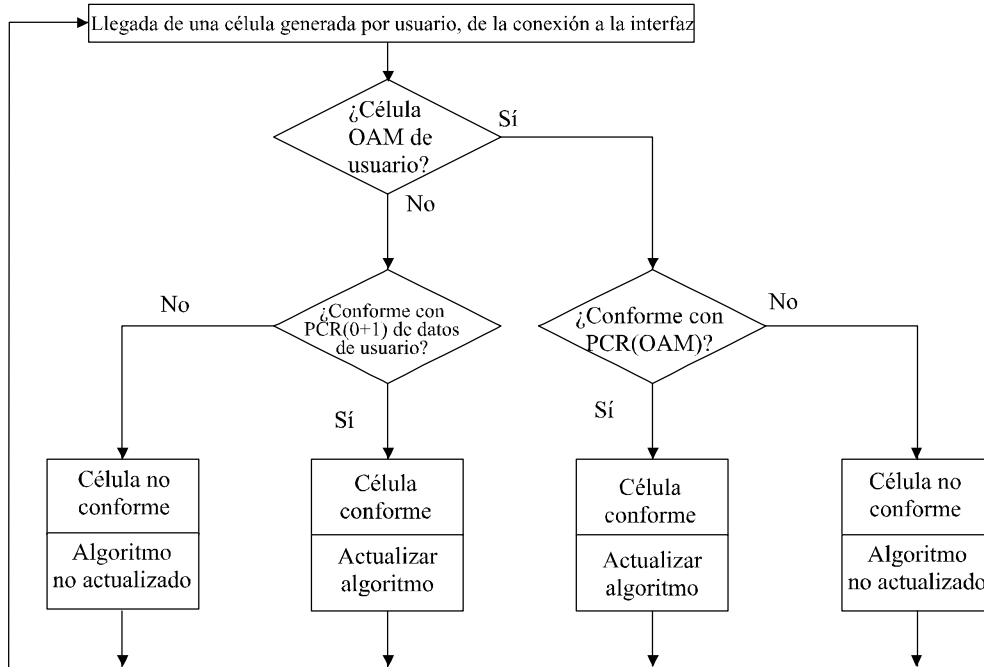
#### **Conformidad agregada**

Si la conformidad es agregada, la conformidad de célula del flujo de células CLP = 0 + 1 generadas por usuario, agregadas, se verifica con respecto al descriptor PCR;

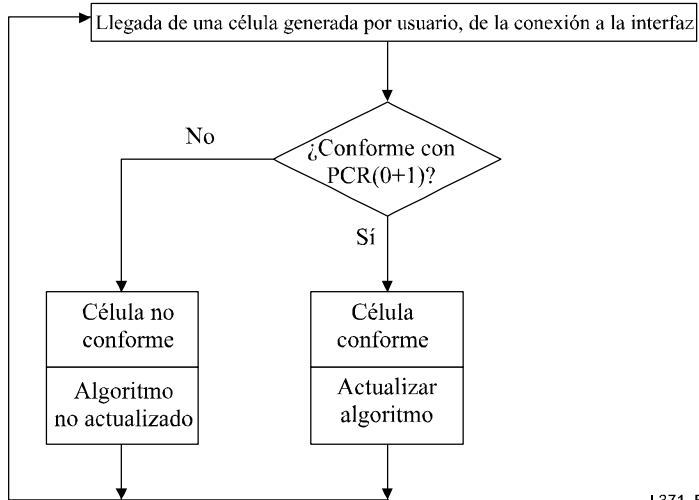
- en el caso del descriptor de tráfico ii): con respecto al descriptor PCR negociado para el tráfico CLP = 0 + 1 generado por usuario;

- en el caso del descriptor de tráfico i): con respecto al descriptor PCR para el tráfico  $CLP = 0 + 1$  generado por el usuario que se obtiene a partir de los descriptores PCR negociados para tráfico  $CLP = 0 + 1$  de datos de usuario y para tráfico OAM de usuario (véase 6.4.3).

La definición de conformidad separada y de conformidad agregada para la capacidad DBR se ilustra en la figura 6-b.



a) Definición de conformidad separada



I.371\_F06

b) Definición de conformidad agregada

Figura 6/I.371 – Definición de conformidad para DBR

## Mecanismo UPC/NPC

Durante el tiempo de vida de la conexión, la conformidad con descriptores de tráfico de velocidad de células de cresta puede ser verificada continuamente dentro de la red por mecanismos UPC/NPC estáticos, a condición de que dichos mecanismos UPC/NPC estén presentes (véase 7.2.3). Cuando están presentes, los mecanismos UPC/NPC aplicables a células de datos de usuario se aplican al flujo agregado de datos de usuario  $CLP = 0 + 1$ , cualquiera que sea el valor del bit CLP.

La definición de conformidad antes expresada no implica ninguna implementación particular del UPC/NPC. Además, incluso en el caso de la definición de conformidad separada, puede aplicarse el UPC/NPC en el flujo de células agregadas. Sin embargo, el UPC/NPC debe cumplir ciertos requisitos como se indica en 7.2.3.2.

### 6.4.6 Aspectos de calidad de servicio

La clase de calidad de servicio se negocia en la fase de establecimiento de la comunicación o con ocasión del abono para la conexión. La calidad de servicio negociada de la capa ATM queda asegurada para todas las células cuando todas éstas satisfacen las pruebas de conformidad pertinentes. La clase de calidad de servicio por defecto para la capacidad DBR será la QoS de clase 1 (véase la Rec. UIT-T I.356), que incluye un compromiso de CLR especificado para el flujo de células agregadas  $CLP = 0 + 1$ , cualquiera que sea el valor del bit CLP, y un compromiso de CDV de extremo a extremo adecuado para aplicaciones de emulación de circuitos. El soporte de clases de calidad de servicio adicionales con compromisos menos estrictos es optativo para el operador de la red. En particular, la QoS de clase U (véase la Rec. UIT-T I.356) puede utilizarse en combinación con DBR. En tal caso no hay compromisos QoS para la conexión, y la manera de asignar recursos a la conexión es una opción de la red. Sin embargo, la red podrá, de todas formas, dar algunas indicaciones sobre la QoS mediante reglas adecuadas de ingeniería de tráfico. Los compromisos sobre QoS siempre se especifican, cualquiera que sea el valor del bit CLP.

Si algunas células no satisfacen algunas de las pruebas de conformidad pertinentes, la red puede considerar que la conexión es no acorde (véase 5.3.2). Si la red opta por ofrecer compromisos de calidad de servicio a una conexión algunas de cuyas células son no conformes, la calidad de servicio de la capa ATM sólo se asegura para un volumen de células que hayan pasado todas las pruebas de conformidad pertinentes. Esto se obtiene si el operador de red opta por asegurar la calidad de servicio de capa ATM a todas las células admitidas por el UPC/NPC cuando los parámetros del UPC/NPC se han fijado con margen suficiente para que dicho control no descarte células incorrectamente.

Se aplican los siguientes principios (véase la Rec. UIT-T I.356):

#### Definición de conformidad separada de datos de usuario y de OAM de usuario

- El compromiso de la calidad de servicio de capa ATM para células de datos de usuario se aplica al volumen de células de datos de usuario equivalente al volumen de células de datos de usuario conformes.
- La conformidad de célula del tren de células OAM de usuario no influye en el cálculo antes mencionado. El compromiso de calidad de funcionamiento de capa ATM para el tren de células OAM de usuario, si existe, se aplica al volumen de células OAM de usuario equivalente al volumen de células OAM de usuario conformes.
- Las células RM, si existen, se tratan como células de datos de usuario.
- Cuando no hay células no conformes, el método para determinar cuántas células tienen asegurada la calidad de servicio de capa ATM es específico de la red (véase la Rec. UIT-T I.356).

## **Compromisos de QoS para definición de conformidad agregada**

- El compromiso de calidad de servicio de capa ATM para células de datos de usuario y células OAM de usuario se aplica al volumen de esas células equivalente al volumen de células conformes.
- Las células OAM de usuario y las células RM, si existen, se tratan como células de datos de usuario.
- Cuando no hay células no conformes, el método para determinar cuántas células tienen asegurada la calidad de servicio de capa ATM es específico de la red (véase la Rec. UIT-T I.356).

## **6.5 Capacidad de transferencia de velocidad binaria estadística (SBR)**

### **6.5.1 Definición y modelo de servicio**

En la capacidad de transferencia de velocidad binaria estadística (SBR, *statistical bit rate*), el sistema de extremo utiliza parámetros de tráfico normalizados (SCR/IBT) para describir, en mayor detalle que el proporcionado simplemente por la velocidad de células de cresta, el flujo de células que se emitirá en la conexión.

La capacidad SBR es adecuada para aplicaciones en que existe un conocimiento previo de algunas características de tráfico de la aplicación.

La calidad de funcionamiento desde el punto de vista del retardo, de la capacidad SBR, puede especificarse negociando una clase de QoS adecuada (véase la Rec. UIT-T I.356).

La capacidad SBR puede utilizarse para conexiones VPC y para conexiones VCC. En dependencia de la configuración, la capacidad SBR permite el rotulado de células (véase 7.2.3.6). También en dependencia de la configuración se aplica el descarte selectivo de células (véase 7.2.4). No se utilizan células RM de VC en una VCC ni células RM de VP en una VPC para trabajar con la SBR; sin embargo, se considera que tales células, que todavía estarían presentes en la conexión, forman parte de los flujos de células de datos de usuarios.

### **6.5.2 Descriptor de tráfico de fuente y tolerancias CDV**

La SBR utiliza la velocidad de células de cresta y la tolerancia CDV asociada como se especifica en 5.4.1, y la velocidad de células sostenible, la tolerancia intrínseca a las ráfagas y la tolerancia CDV asociada como se especifica en 5.4.2.

En la fase de establecimiento de la conexión, o con ocasión del abono, el usuario y la red se ponen de acuerdo sobre el descriptor de tráfico de fuente subsiguiente:

PCR y SCR/IBT.

En la capacidad SBR, los parámetros de tráfico (PCR y SCR/IBT) caracterizan el flujo de células generadas por el usuario que se negocia.

Se especifican las siguientes configuraciones de los parámetros de tráfico PCR y SCR/IBT con el bit CLP y rotulado de células (véase 7.2.3.6):

- 1) Parámetro de tráfico PCR para el flujo de células CLP = 0 + 1 generadas por usuario y parámetro de tráfico SCR/IBT para el flujo de células CLP = 0 + 1 generadas por usuario. No se aplica el rotulado de células (véase 7.2.3.6).
- 2) Parámetro de tráfico PCR para el flujo de células CLP = 0 + 1 generadas por usuario y parámetro de tráfico SCR/IBT para el flujo de células CLP = 0; no se aplica el rotulado de células (véase 7.2.3.6).
- 3) Parámetro de tráfico PCR para el flujo de células CLP = 0 + 1 y parámetro de tráfico SCR/IBT para el flujo de células CLP = 0; se aplica el rotulado de células (véase 7.2.3.6).

El descarte selectivo de células (véase 7.2.4) no se aplica a la configuración 1. El descarte selectivo de células puede aplicarse a las configuraciones 2) y 3).

Cuando se utiliza la configuración 1), se necesitan los siguientes valores de tolerancia CDV:

- la tolerancia CDV correspondiente a la PCR de las células generadas por usuario  $CLP = 0 + 1$ ,  $\tau_{PCR}(0 + 1)$ ;
- la tolerancia CDV correspondiente a la SCR de las células generadas por el usuario  $CLP = 0 + 1$ ,  $\tau'_{SCR}(0 + 1)$ .

Cuando se utilizan las configuraciones 2) o 3) se necesitan los siguientes valores de tolerancia CDV:

- la tolerancia CDV correspondiente a la PCR de las células generadas por el usuario  $CLP = 0 + 1$ ,  $\tau_{PCR}(0 + 1)$ ;
- la tolerancia CDV correspondiente a la SCR de las células generadas por el usuario  $CLP = 0$ ,  $\tau'_{SCR}(0)$ .

En estos dos casos, tanto  $\tau_{PCR}$  como  $\tau'_{SCR}$  podrían ser transportadas por señalización o ser asignadas con ocasión del abono.

El protocolo de señalización presente transporta el parámetro MBS en lugar del parámetro IBT. La regla para calcular IBT a partir de MBS se da en 5.4.2.2.

El descriptor de tráfico de fuente no se renegociará en interfaces normalizadas por medio de procedimientos RM durante el tiempo de vida de la conexión, pero podría renegociarse por señalización o mediante procedimientos de gestión de red. La renegociación del descriptor de tráfico de fuente puede implicar también la modificación de las tolerancias CDV asociadas.

### 6.5.3 Definición de conformidad y compromisos de calidad de servicio

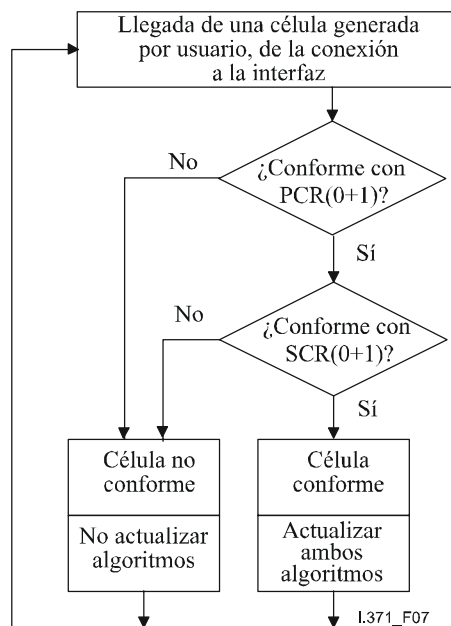
#### Definición de conformidad

La definición de conformidad en una interfaz se basa en dos ejemplares del algoritmo genérico de velocidad de células (GCRA) (véase el anexo A) de modo que los dos ejemplares funcionan de modo coordinado. Por funcionar de modo coordinado ha de entenderse que los estados del GCRA son actualizados únicamente si una célula que llega es conforme con los ejemplares pertinentes del GCRA (para más detalles, véase el anexo B). En las figuras 7, 8 y 9 se representan las definiciones de conformidad para estas tres configuraciones, y los algoritmos de referencia se detallan en el anexo B. En estas configuraciones:

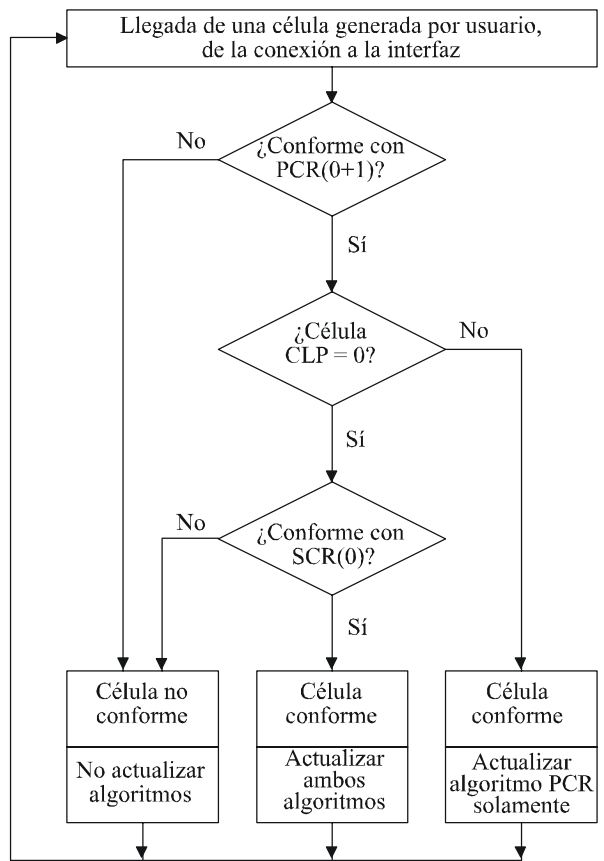
- Para la configuración de parámetro de tráfico 1, figura 7, una célula de datos de usuario o una célula OAM de usuario es conforme cuando pasa las dos pruebas de conformidad  $PCR(0+1)$  y  $SCR(0+1)$ .
- Para las configuraciones de parámetro de tráfico 2 y 3, figuras 8 y 9, una célula de datos de usuario  $CLP = 0$  o una célula OAM de usuario es conforme cuando pasa las dos pruebas de conformidad  $PCR(0+1)$  y  $SCR(0)$ .
- Para las configuraciones de parámetro de tráfico 2 y 3, figuras 8 y 9, una célula  $CLP = 1$  es conforme si pasa la prueba de conformidad  $PCR(0+1)$ . En este caso, el estado de la prueba de conformidad  $SCR(0)$  se mantiene inalterado, y el estado de la prueba  $PCR(0+1)$  se actualiza (esto es independiente del rotulado de células (véase 7.2.3.6)).
- Para la configuración de parámetro de tráfico 3, figura 9, una célula de datos de usuario  $CLP = 0$  o una célula OAM de usuario que pasa la prueba de conformidad  $PCR(0+1)$ , pero que no pasa la prueba de conformidad  $SCR(0)$ , es rotulada virtualmente, o sea, es considerada por la definición de conformidad como una célula  $CLP = 1$  conforme. En este

caso, se mantiene inalterado el estado de la prueba de conformidad SCR(0), y se actualiza el estado de la prueba PCR(0+1).

Esta definición de conformidad no implica una implementación particular del UPC/NPC.



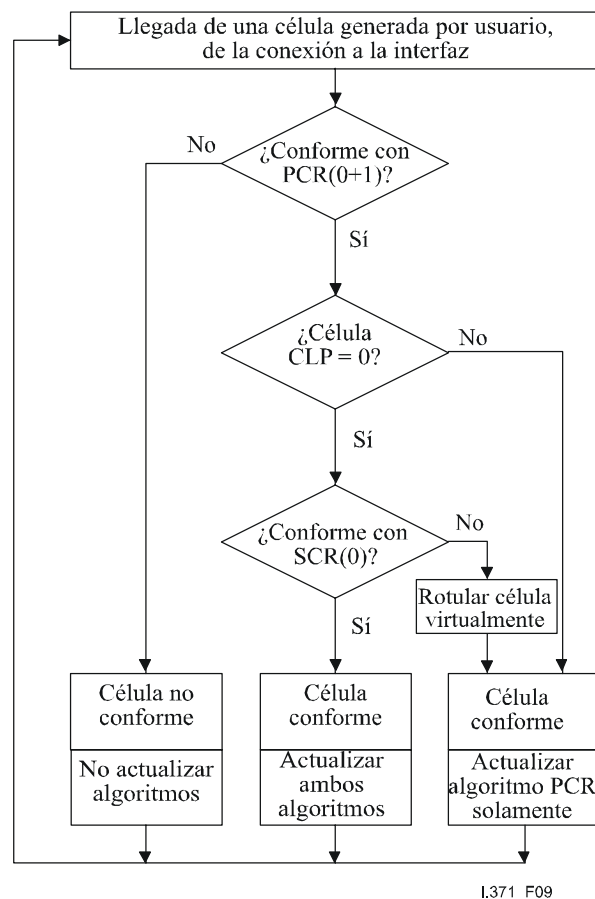
**Figura 7/I.371 – Definición de conformidad para SBR Configuración 1**



I.371\_F08

**Figura 8/I.371 – Definición de conformidad para SBR  
Configuración 2**





NOTA – Se utiliza el término "virtualmente" debido a que una definición de conformidad, dado que no es un dispositivo físico, no puede alterar un bit en una célula ATM. Sin embargo, un UPC/NPC que implemente la opción de rotulado cambiaría efectivamente el bit CLP de 0 a 1.

**Figura 9/I.371 – Definición de conformidad para SBR  
Configuración 3 (nota)**

### Aspectos de calidad de servicio

En el caso de la configuración 1 de los parámetros de tráfico, todo compromiso sobre la calidad de servicio se aplica al flujo de células CLP = 0 + 1 agregado. Por tanto, los compromisos sobre QoS son independientes del bit CLP. Puede negociarse una clase de QoS con objetivos de CLR especificados para el flujo de células agregado (véase la Rec. UIT-T I.356) o una clase de QoS con objetivos de CLR especificados y con objetivos de retardo especificados para el flujo de células CLP = 0 + 1 (véase la Rec. UIT-T I.356).

En el caso de las configuraciones 2 y 3 de los parámetros de tráfico, puede negociarse una clase de QoS con objetivos de CLR especificados para el flujo de células CLP = 0 (véase la Rec. UIT T I.356). No se especifica el compromiso de calidad de servicio sobre el objetivo de CLR del flujo de células CLP = 0 + 1 agregado. En consecuencia, tampoco se especifica el compromiso de QoS sobre el objetivo de CLR del flujo de células CLP = 1. Como una alternativa, puede negociarse una clase de QoS con objetivos de CLR especificados para el flujo de células CLP = 0 y objetivos de retardo especificados para el flujo de células CLP = 0 + 1 (véase la Rec. UIT-T I.356).

Si algunas células no pasan algunas de las pruebas de conformidad pertinentes, la red puede considerar que la conexión es no acorde (véase 5.3.2). Si la red opta por ofrecer compromisos de calidad de servicio a una conexión algunas de cuyas células son no conformes, la calidad de servicio de la capa ATM sólo se asegura para un volumen de células que hayan pasado todas las pruebas de conformidad pertinentes. Esto se obtiene si el operador de red opta por asegurar la

calidad de servicio de capa ATM a todas las células admitidas por el UPC/NPC, estando los parámetros del UPC/NPC fijados con margen suficiente para que este control no descarte células incorrectamente.

Se aplican los siguientes principios:

- Para la configuración 1, el compromiso de calidad de servicio de capa ATM para células generadas por usuario se aplica al volumen de tales células equivalente al volumen de células conformes.
- Para las configuraciones 2 y 3, cuando la células generadas por usuario son conformes con el descriptor de tráfico PCR(0+1), el compromiso de calidad de servicio de capa ATM sobre el componente CLP se aplica al volumen de células CLP = 0 que pasan la prueba de conformidad SCR(0).
- Para las configuraciones 2 y 3, cuando algunas células generadas por usuario no pasan la prueba de conformidad CLP = 0 + 1, los compromisos de calidad de servicio de capa ATM para los componentes CLP = 0 y CLP = 0 + 1 son específicos de la red.

## 6.6 Capacidad de transferencia de bloques ATM (ABT)

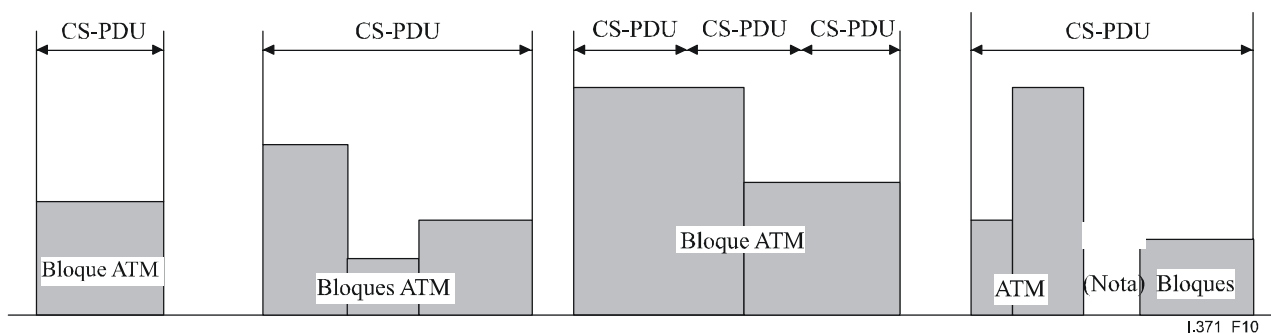
Una capacidad de transferencia de bloques ATM (ABT) es un mecanismo de capa ATM para proporcionar un servicio en que las características de transferencia de la capa ATM se negocian para cada bloque ATM. Dentro de un bloque ATM aceptado por la red, la red asigna recursos suficientes de modo que la calidad de servicio recibida por el bloque ATM sea equivalente a la calidad de servicio recibida por una conexión DBR con la misma velocidad de células de cresta que la velocidad de células de cresta negociada del bloque ATM, designada por velocidad de células de bloque (BCR, *block cell rate*), y con la misma clase de QOS negociada.

Específicamente, un bloque ATM se define como sigue.

### Definición (bloque del modo de transferencia asíncrono; bloque ATM)

Un bloque ATM es un grupo de células de una conexión ATM delimitadas por dos células de gestión de recursos (RM), una que precede a la primera célula del bloque ATM (célula RM inicial) y otra que sigue a la última célula del bloque ATM (célula RM final). La definición exacta de las células RM que delimitan un bloque ATM depende de la utilización específica de células RM, es decir, de la capacidad ABT. La célula RM final de un bloque ATM puede ser la célula RM inicial del siguiente bloque ATM (véanse también los anexos C y D). La BCR de un bloque ATM es constante durante todo el período del bloque ATM.

Los bloques ATM no tienen necesariamente que estar relacionados con protocolos de capas superiores, por ejemplo en el nivel de unidad de datos de protocolo de la subcapa de convergencia (unidad CS-PDU) (véase la figura 10).



NOTA – Bloque ATM con BCR = 0.

**Figura 10/I.371 – Ejemplos de relaciones entre bloques ATM y unidades CS-PDU**

La capacidad ABT puede utilizarse tanto para conexiones de trayecto virtual (VPC) como para conexiones de canal virtual (VCC). Específicamente, ABT puede aplicarse a cualquier flujo de células de una VCC o de una VPC. Si la ABT se aplica a algunas VCC dentro de una VPC, el flujo de células  $CLP = 0 + 1$  que las VCC de ABT comparte la capacidad del flujo de células  $CLP = 0 + 1$  de la VPC que está asociada a la ABT. En este caso, se asigna a la VPC una anchura de banda estática. El cambio dinámico de la anchura de banda de la VPC mediante la ABT no se especifica actualmente en esta Recomendación.

La ABT no soporta el rotulado de células (véase 7.2.3.6). Las funciones de descarte selectivo de células (véase 7.2.4) no se utilizan actualmente en ABT. En caso de células RM para ABT que se utilicen para delimitar bloques ATM, la integridad de la secuencia de las células RM de usuario y la integridad de la secuencia de las células RM para ABT son obligatorias a todo lo largo de la conexión.

En la fase de establecimiento de la conexión, la conectividad entre dos usuarios se establece por medio de dos conexiones unidireccionales punto a punto, pero se asigna a las células de usuario una BCR igual a cero. En la presente especificación de ABT sólo se considera la comunicación punto a punto. La utilización de ABT para la comunicación de punto a multipunto no se especifica en esta Recomendación.

Asimismo, en la fase de establecimiento de la conexión, el usuario negocia los siguientes parámetros por señalización o mediante gestión de red:

- i) la velocidad máxima de célula, especificando las velocidades de células de cresta y las tolerancias CDV de todos los flujos de células pertinentes, a saber, los flujos de células  $CLP = 0 + 1$  (incluidas las células OAM de usuario) y los flujos de células OAM de usuario de la conexión;
- ii) la frecuencia máxima de transacciones de renegociación de la BCR, especificando las velocidades de células de cresta y las tolerancias CDV de los flujos de células RM para ABT en los sentidos de ida y de retorno;
- iii) una velocidad de células sostenible (SCR/IBT) para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$ , donde SCR puede fijarse igual a 0.

Los parámetros antes mencionados son estáticos y no se especifica en esta Recomendación que serán renegociados durante el tiempo de vida de una conexión.

Se definen dos capacidades de tratamiento de tráfico ABT: la capacidad de transferencia de bloque ATM con transmisión retardada (ABT/DT) y la capacidad de transferencia de bloque ATM con transmisión inmediata (ABT/IT).

## **6.6.1 ABT con transmisión retardada (ABT/DT)**

### **6.6.1.1 Definición y modelo de servicio**

En la ABT/DT, durante el tiempo de vida de la conexión, la BCR de bloques ATM sucesivos se negocia dinámicamente con la red. Las renegociaciones de la BCR pueden ser iniciadas por cualquiera de los usuarios de extremo, en el sentido de ida y en el sentido de retorno. Para un sentido de transmisión dado, únicamente una renegociación iniciada por un usuario dado puede estar en curso en la red. Para obtener una modificación de la BCR se envía a la red una petición por medio de una célula RM para ABT/DT.

Dado que un usuario puede iniciar renegociaciones de la BCR en cualquiera de los dos sentidos de transmisión, puede darse el caso de que dos renegociaciones de BCR iniciadas por ambos usuarios de extremo entren en colisión en el interior de la red. Designense por fuente y destino, para un bloque ATM dado, las entidades que respectivamente generan y reciben tráfico. En el caso de renegociaciones de BCR que entran en colisión, la renegociación de BCR iniciada por el destino en sentido de retorno tiene prioridad sobre la renegociación de BCR iniciada por la fuente en sentido

de ida. Además, las renegociaciones de BCR iniciadas por la red tienen prioridad sobre las renegociaciones de BCR iniciadas por usuarios de extremo (véase 6.6.1.4).

Una anchura de banda comprometida para el flujo de células CLP = 0 + 1 de datos de usuario y de OAM de usuario se especifica como sigue.

### **Definición (anchura de banda comprometida)**

Una anchura de banda comprometida para el flujo de células CLP = 0 + 1 de datos de usuario y de OAM de usuario en un sentido de transmisión dado se define cuando se especifica una velocidad de células sostenible mayor que 0 en la fase de establecimiento de la conexión para este flujo de células en el sentido pertinente, y se negocia una clase de QoS con objetivos de CLR especificados. La anchura de banda comprometida se relaciona con la cantidad de recursos reservados y su valor es igual al de la velocidad de célula sostenida especificada. El promedio a largo plazo de recursos, que podrían reservarse, tiene una magnitud por lo menos igual a la de la SCR. Además, si la cantidad de tráfico es conforme con el descriptor de tráfico de velocidad de células sostenible (véase 6.6.1.2), la red deberá aceptar una nueva reservación de BCR dentro de un intervalo de tiempo finito de acuerdo con los compromisos de calidad de servicio (véase 6.6.1.4).

Cuando se ha especificado una velocidad de células sostenible igual a 0, la red puede aceptar, o puede denegar, negociaciones de BCR, y no asume ningún compromiso en cuanto al tiempo de acceso a recursos de red (no hay compromisos sobre el tiempo necesario para que una petición de aumento de la BCR tenga éxito). Obsérvese, sin embargo, que la red puede alcanzar algunos objetivos de retardo (indicaciones de calidad de servicio) mediante reglas adecuadas de ingeniería de tráfico. La red podrá satisfacer los compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula mientras no haya renegociado la BCR asignada.

### **6.6.1.2 Descriptor de tráfico de fuente y tolerancias CDV**

En la fase de establecimiento de la conexión o con ocasión del abono, el usuario y la red se ponen de acuerdo sobre un descriptor de tráfico de fuente que incluye los siguientes parámetros de tráfico:

- velocidad máxima de célula PCR para las células CLP = 0 + 1 generadas por usuario (incluye las células OAM de usuario, pero no las células RM);
- facultativamente, la velocidad máxima de célula  $PCR_{OAM}$  para uso en células OAM;
- parámetros de tráfico SCR/IBT para células CLP = 0 + 1 generadas por usuario (no incluye células RM); la SCR puede fijarse a 0;
- velocidad de renegociación de cresta, es decir la velocidad de células de cresta PCR(RM) de los flujos de células RM para ABT/DT.

Los parámetros mencionados son estáticos y no se especifica en esta Recomendación que deban ser renegociados durante el tiempo de vida de una conexión.

Además del descriptor de tráfico de fuente antes mencionado, se requieren los siguientes valores de la tolerancia CDV:

- la tolerancia CDV correspondiente a la PCR del flujo de células CLP = 0 + 1;
- la tolerancia CDV correspondiente a la PCR del flujo de células OAM (cuando este parámetro se incluye en el descriptor de tráfico de fuente);
- la tolerancia CDV correspondiente a la SCR/IBT (si SCR  $\neq$  0);
- la tolerancia CDV correspondiente a la PCR del flujo de células RM en los sentidos de ida y de retorno.

Todos estos parámetros pueden ser transportados por señalización o asignados con ocasión del abono.

### 6.6.1.3 Parámetros de tráfico dinámicamente modificables y formato de célula RM para ABT/DT

Durante el tiempo de vida de la conexión, los valores de los siguientes parámetros dinámicos se renegocian entre el usuario de la capacidad ABT y elementos de red a lo largo de la conexión, mediante células RM: velocidad de células de bloque (BCR) para el flujo de células de datos de usuario más células OAM de usuario y la BCR de OAM de usuario. La BCR no puede ser superior a la PCR negociada en la fase de establecimiento de la conexión.

El cuadro 2 contiene el formato de las células RM para las capacidades de transferencia ABT.

**Cuadro 2/I.371 – Formato de célula RM para ABT**

Campo	Octeto(s)	Bit(s)	Codificación
Encabezamiento ATM (nota 1)	1-5	Todos	Como en Rec. UIT-T I.361
Identificador de protocolo (nota 5)	6	Todos	2 (ABT/DT) 3 (ABT/IT)
Tipo de mensaje: Sentido de transmisión	7	8	(Nota 2)
Tipo de mensaje: Célula de gestión de tráfico	7	7	
Tipo de mensaje: Indicación de congestión	7	6	
Tipo de mensaje: Mantenimiento	7	5	
Tipo de mensaje: Petición/acuse de recibo	7	4	
Tipo de mensaje: Elástico/rígido	7	3	
Tipo de mensaje: Reservado	7	1-2	Cláusula 8.1
BCR CLP = 0 + 1 (células de datos de usuario + células OAM de usuario)	8-9	Todos	
BCR de OAM de usuario	10-11	Todos	
Reservado	12-13	Todos	Cláusula 8.1
Tamaño de bloque	14-17	Todos	(Nota 3)
Número secuencial	18-21	Todos	(Nota 4)
Reservado	22-51	Todos	Cláusula 8.1
Reservado	52	3-8	Cláusula 8.1
CRC-10	52	1-2	
	53	Todos	

NOTA 1 – En esta Recomendación, actualmente, sólo se especifican las células RM para ABT que tienen el bit CLP fijado a 0.

NOTA 2 – El bit de sentido de transmisión tiene el valor 0 para las células RM en sentido de ida y el valor 1 para las células RM en sentido de retorno.

NOTA 3 – Valor entero. El bit menos significativo es el bit 1 del octeto 17.

NOTA 4 – Valor entero. El bit menos significativo es el bit 1 del octeto 21.

NOTA 5 – Las conexiones ABR y ABT utilizan sus propias células RM con un identificador de protocolo especificado para fines de gestión de tráfico (PID = 1 para ABR, PID = 2 para ABT/DT, PID = 3 para ABT/IT). Todas las demás células RM en el mismo nivel (VPC o VCC) con un PID diferente son no conformes y pueden descartarse a la entrada de una red o donde se efectúe el primer procesamiento de célula RM para esta conexión en la red.

#### Identificador de protocolo

Las células RM para ABT/DT se identifican por el identificador de protocolo 2.

## Tipo de mensaje

El tipo de mensaje es un octeto que contiene seis campos de un solo bit, y dos bits reservados. El campo de tipo de mensaje da el significado semántico de la célula RM para ABT/DT.

**Sentido de transmisión:** Este bit indica el sentido de transmisión aplicable a la célula RM para ABT/DT. Si DIR = 0, la célula RM para ABT/DT se aplica al sentido de ida. Si DIR = 1, la célula RM para ABT/DT se aplica al sentido de retorno.

**Gestión de tráfico:** El bit de gestión de tráfico distingue una célula RM para ABT/DT normal utilizada por el usuario para fines de renegociación de la BCR, de una célula RM para ABT/DT generada por la red para fines de control de tráfico (célula de gestión de tráfico). El bit de gestión de tráfico se fija a 1 para una célula de gestión de tráfico y se fija a 0 en todo otro caso.

**Indicación de congestión (CI):** Cuando la célula RM para ABT/DT interviene en una modificación de la BCR, este bit indica si la renegociación de la BCR ha tenido éxito o ha fracasado. Si CI = 0, la modificación de la BCR ha tenido éxito; si CI = 1, la modificación de BCR ha fracasado.

**Mantenimiento:** En ABT/DT se definen dos tipos de células RM para ABT/DT. Las células RM para ABT/DT utilizadas para modificaciones de la BCR por el usuario, y posiblemente por la red, se identifican por mantenimiento = 0 y las células RM para ABT/DT utilizadas para mantenimiento de procedimientos ABT/DT se identifican por mantenimiento = 1. Los procedimientos de mantenimiento quedan en estudio.

**Petición/acuse de recibo:** Este bit indica si la célula RM para ABT/DT es un mensaje de petición o de accuse de recibo. Concretamente, su significado exacto es el siguiente:

- 1) cuando envía el usuario y petición/acuse de recibo = 0, la célula RM es una petición de modificación de la BCR;
- 2) cuando lo envía el usuario y petición/acuse de recibo = 1, la célula RM para ABT/DT es un accuse de recibo de una petición o un accuse de recibo de una modificación de la BCR enviada por la red;
- 3) cuando lo envía la red y petición/acuse de recibo = 1, la célula RM para ABT/DT es una célula RM de accuse de recibo de una modificación de la BCR;
- 4) cuando lo envía la red y petición/acuse de recibo = 0, la célula RM para ABT/DT es la petición de una modificación de la BCR.

**Bit elástico/rígido:** La fuente da el valor 0 a este bit para indicar que la red puede, facultativamente, sobrescribir los campos de velocidad de célula; en todo otro caso, este bit se fija a 1.

## Velocidad de célula de bloque CLP = 0 + 1

Este campo se utiliza en células RM para ABT/DT para la modificación de la BCR, el mantenimiento y otros fines (en relación con la codificación del tipo de mensaje) concernientes al flujo de células CLP = 0 + 1 (incluidas células OAM de usuario). En el caso de un mensaje de petición de BCR enviado por el usuario, el valor de este campo es igual a la BCR solicitada. En el caso de un mensaje de asignación de BCR enviado por la red, el valor de este campo es igual a la BCR asignada. En el modo rígido, la BCR asignada a un bloque ATM aceptado será igual a la BCR solicitada. En el modo elástico, la BCR asignada será igual o menor que la BCR solicitada y no deberá ser inferior a la SCR si la BCR solicitada era mayor que la SCR.

La BCR solicitada/asignada se codifica de acuerdo con el esquema de codificación basado en un exponente de 5 bits y una mantisa de 9 bits indicado en 5.4.1.2. Además, un bit, designado por  $nz$ , indica si la BCR es nula o no. Específicamente, una  $\Lambda$  de BCR se codifica como sigue:

$$\Lambda = \left[ 2^m \cdot \left( 1 + \frac{k}{512} \right) \right] \cdot nz$$
$$0 \leq m \leq 31 \text{ y } 0 \leq k \leq 511$$
$$nz \in \{0,1\}$$

La BCR solicitada/asignada se codifica en 16 bits, con el bit más significativo reservado, el bit siguiente es el bit  $nz$ , los cinco bits siguientes contienen el exponente y los bits restantes la mantisa.

### **BCR de OAM de usuario**

Es similar a la BCR solicitada/asignada para un flujo de células CLP = 0 + 1, pero se aplica al flujo de células OAM de usuario.

### **Tamaño de bloque y número secuencial**

Estos campos se utilizan en ABT/IT (véase 6.6.2.3).

#### **6.6.1.4 Definición de conformidad y compromisos de QoS para ABT/DT**

La conformidad para ABT/DT en una interfaz normalizada se define en el nivel de célula; se define además la conformidad en el nivel de bloque si la velocidad de células sostenible es mayor que cero. La definición de conformidad en el nivel de célula incluye la conformidad de las células RM y la de las células dentro de un bloque con respecto a las velocidades de célula de bloque actuales. La definición de conformidad en el nivel de bloque se comprueba con respecto a la velocidad de células sostenible.

Ambas definiciones de conformidad dependen de las células RM que atraviesan la interfaz. Los principios generales de la definición de conformidad para la ABT/DT se describen en 6.6.1.4.1.

##### **6.6.1.4.1 Principios generales de la definición de conformidad para la ABT/DT**

Los mensajes de control que definen el bloque ATM para ABT/DT en una interfaz se describen en el anexo C.

Las células RM que delimitan bloques ATM en el sentido de ida son:

- 1) o bien células RM de disminución de la BCR enviadas por la fuente (TM = 0);
- 2) o bien células RM de acuse de recibo enviadas por la fuente en respuesta a:
  - un acuse de recibo positivo enviado por la red que sigue a una petición de aumento de la BCR procedente de la fuente;
  - una modificación de la BCR iniciada por el destino o por la red.

Es conveniente no tener pendientes múltiples negociaciones de la BCR. Esto puede conseguirse estableciendo niveles de prioridad entre las negociaciones de BCR (véase el anexo E).

Una red no debe iniciar una negociación de BCR mientras esté pendiente otra que tenga un nivel de prioridad igual o superior.

La conformidad en el caso de una conexión ABT se prueba con respecto:

- 1) al valor de BCR del flujo de células CLP = 0 + 1 de los datos de usuario y, facultativamente, del flujo de células OAM (conformidad de células);
- 2) a la velocidad de células sostenible para el flujo de células agregado CLP = 0 + 1 (incluyendo células OAM de usuario) de una conexión ABT/DT (conformidad de bloques ATM).

#### 6.6.1.4.2 Conformidad de células RM

##### 6.6.1.4.2.1 Conformidad de células RM generadas por el usuario

La conformidad de células RM de petición enviadas por el usuario se define en una interfaz dada por un algoritmo GCRA( $T_{RM}$ ,  $\tau_{RM}$ ), donde  $1/T_{RM}$  velocidad de células de cresta del flujo de células RM de petición de ABT/DT y  $\tau_{RM}$  es la tolerancia CDV asociada.

La conformidad de una célula RM de acuse de recibo enviada por el usuario tras una petición de usuario o de red se verifica mediante las tres pruebas siguientes:

- 1) Es la respuesta de la fuente a una célula RM de acuse de recibo o a una célula RM de petición enviadas por la red a la fuente (véase el anexo C).
- 2) Llega dentro de un periodo de temporización que comienza después de que la célula RM, enviada por la red a la fuente a que responde, ha atravesado la interfaz. El valor del periodo de temporización depende del tiempo de propagación de ida y retorno de la interfaz a la fuente. Este valor lo determina el operador de red o, si se aplica a una INI, se negocia entre operadores de red. Se puede especificar con ocasión del abono o para cada conexión.
- 3) Transporta información (valores BCR, número secuencial, bit CI, etc.) consecuente con el mensaje enviado por la red. En particular, son valores BCR válidos los valores BCR que sean inferiores o iguales a los valores BCR transportados por la célula RM enviada por la red a la fuente.

El procesamiento de células RM no conformes es propio de cada operador de red. Si una célula RM de acuse de recibo enviada por el usuario llega después de expirado el periodo de temporización o si el contenido de dicha célula no es válido, es posible que la red no satisfaga los compromisos sobre QoS. Las acciones que ejecutará la red en tales condiciones (por ejemplo, procedimientos de recuperación definidos) no se especifican en esta Recomendación.

##### 6.6.1.4.2.2 Conformidad de células RM generadas por la red

Las células RM generadas por la red son conformes hasta un cierto límite fijado de común acuerdo entre los operadores de red.

##### 6.6.1.4.3 GCRA dinámico para ABT/DT

En ABT/DT, la conformidad de las células se prueba por un algoritmo GCRA dinámico, tanto en el caso de células de datos de usuario como en el de células OAM de usuario.

Tan pronto como se negocia una BCR mayor que 0 para el flujo de células OAM de usuario, la conformidad de las células se prueba separadamente en el caso de células OAM de usuario. Por tanto, para una conexión ABT/DT, la conformidad de las células se verifica:

- i) con respecto a la BCR negociada dinámicamente para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$ ;
- ii) con respecto a la BCR del flujo de células OAM tan pronto como la BCR asignada a este flujo de células OAM de usuario es mayor que 0.

Puesto que la BCR de los flujos de células de una conexión ABT/DT pueden variar en función del tiempo, los algoritmos de prueba de la conformidad deben tener en cuenta las modificaciones de la BCR efectuadas por medio de algunas células RM. Por tanto, estos algoritmos deben interpretar ciertas células RM, a saber:

- $RM_1$ , células RM de disminución de la anchura de banda en sentido de ida con  $TM = 0$ ;
- $RM_2$ , células RM de acuse de recibo enviadas en sentido de ida (con  $TM = 0$  ó 1).

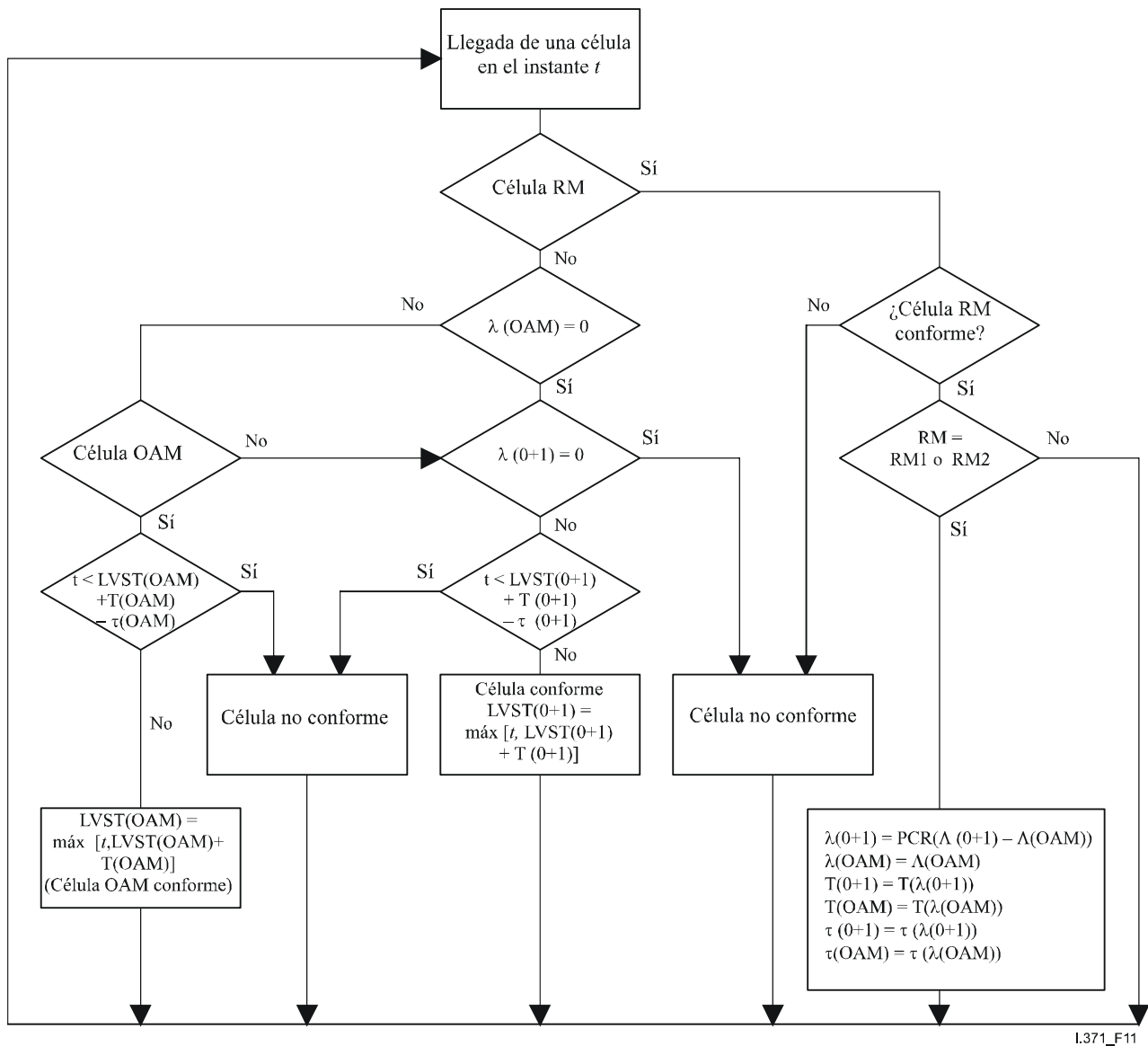
El algoritmo de conformidad de células utiliza el último instante de planeamiento virtual (LVST, *last virtual schedule time*), que es el instante calendarizado de la última célula de datos conforme, en lugar del instante de llegada teórico (TAT, *theoretical arrival time*).



El algoritmo de conformidad de células se describe en la figura 11.

En la figura 11 se utiliza la siguiente notación:

- $\lambda(x)$  BCR actual del flujo de células  $x$ ;
- $T(x)$  intervalo de emisión de cresta actual del componente que corresponde a BCR  $\lambda(x)$ ;
- $\tau(\lambda(x))$  tolerancia CDV utilizada para probar la conformidad del flujo de células  $x$  para la BCR  $\lambda(x)$  asignada; la función  $\tau(\lambda)$  se especifica en la fase de establecimiento de la conexión para flujos de células de datos de usuario; puede especificarse un valor único; para tráfico de OAM,  $\tau(\lambda)$  debe ser consecuente con la regla normalizada aplicable por defecto para el tráfico de OAM (véase el apéndice II); si  $\lambda = 0$ ,  $t$  toma un valor por defecto;
- $\Lambda(x)$  BCR del flujo de células  $x$  transportado en una determinada célula RM de la ABT/DT;
- $T(\lambda)$  intervalo de emisión de cresta que corresponde a la BCR  $\lambda$  en la lista normalizada de las granularidades de la velocidad de células de cresta de la capa ATM indicada en 5.4.1.2; si  $\lambda = 0$ ,  $T$  toma un valor por defecto igual al valor máximo soportado por la red;
- $PCR(\Lambda)$  designa el valor mayor más cercano indicado en la lista de las granularidades de la velocidad de células de cresta de la capa ATM que corresponde a la velocidad  $\Lambda$ ;
- $x$  designa el flujo de células CLP = 0 + 1 o el flujo de células OAM.



I.371\_F11

NOTA 1 – LVST(0+1) y LVST(OAM) se inicializan a  $-\infty$ , que es un valor por defecto para identificar la primera célula de una conexión ATM;  $\lambda(0+1)$  y  $\lambda(OAM)$  se inicializan a 0.

NOTA 2 – Por definición  $\Lambda(0+1) \geq \Lambda(OAM)$ ; en otro caso, la renegociación de la velocidad de célula de cresta no sería válida.

**Figura 11/I.371 – Conformidad de células para una conexión ABT/DT**

#### 6.6.1.4.4 Conformidad de bloques ATM para ABT/DT

La conformidad de los bloques ATM se prueba con respecto a la velocidad de células sostenible, si es mayor que 0, que se especifica para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$ . Las pruebas de la conformidad de los bloques ATM se basan en un algoritmo que calcula un número de créditos. Los bloques ATM son no conformes cuando el número de créditos es nulo. Además, el algoritmo de conformidad de bloques ATM utiliza un instante virtual  $u$  definido, en el instante de llegada de una célula, como el valor que sea mayor entre este instante de llegada y el LVST de la última célula de datos  $CLP = 0 + 1$  conforme, que se calcula por el algoritmo de conformidad en el nivel de célula (véase 6.6.1.4.3). Expresado de una manera más precisa,  $u = \max\{LVST, t\}$ , donde  $t$  es el instante actual.

La velocidad de células sostenible  $\Lambda_{SCR}$  y la tolerancia  $\tau_{SCR}$  utilizadas en este algoritmo de conformidad son las que son válidas en la interfaz considerada y se deducen de la velocidad de

células sostenible  $\Lambda_{SCR}^0$  y el tamaño máximo de ráfaga  $MBS^0$ , negociados en la fase de establecimiento de la conexión (véase el apéndice VI) como:

$$\Lambda_{SCR} = \min\left(\Lambda_{SCR}^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left(\frac{1}{T_{RM}} + \frac{1}{T'_{RM}}\right), \frac{1}{T}\right)$$

$$\tau_{SCR} = \left(MBS^0 - 1 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left[2 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} + \frac{\tau'_{RM}}{T'_{RM} - \Delta}\right]\right)(T_{SCR} - T)$$

donde:

- 1)  $1/T$  es la velocidad de células de cresta de la conexión y  $T_{SCR}$  es el intervalo de emisión correspondiente a  $\Lambda_{SCR}$ ;
- 2) se supone que los flujos de células RM de petición de usuario en los sentidos de ida y de retorno enviados por ambos usuarios de la comunicación ABT/DT, en la interfaz considerada, son conformes a GCRA( $T_{RM}$ ,  $\tau_{RM}$ ) y GCRA( $T'_{RM}$ ,  $\tau'_{RM}$ ), respectivamente;
- 3)  $\tau''_M$  es la diferencia entre el máximo y el mínimo (o cuantiles equivalentemente alejados) de los retardos de transferencia virtual para células RM que delimitan bloques ATM. El retardo de transferencia virtual para una célula RM que delimita un bloque ATM se define como la diferencia entre el instante en que la célula RM se transmite en el punto PHY-SAP del terminal equivalente y el instante virtual u en que se recibe en la interfaz;
- 4)  $\Delta$  es el tiempo (en segundos) de transmisión de la célula a la velocidad de enlace de interfaz.

La conformidad de los bloques ATM se prueba teniendo en cuenta el volumen de los recursos reservados. El algoritmo de prueba de la conformidad de los bloques ATM se presenta en la figura 12. Los principios de la conformidad de los bloques ATM son los siguientes (véase la figura 13):

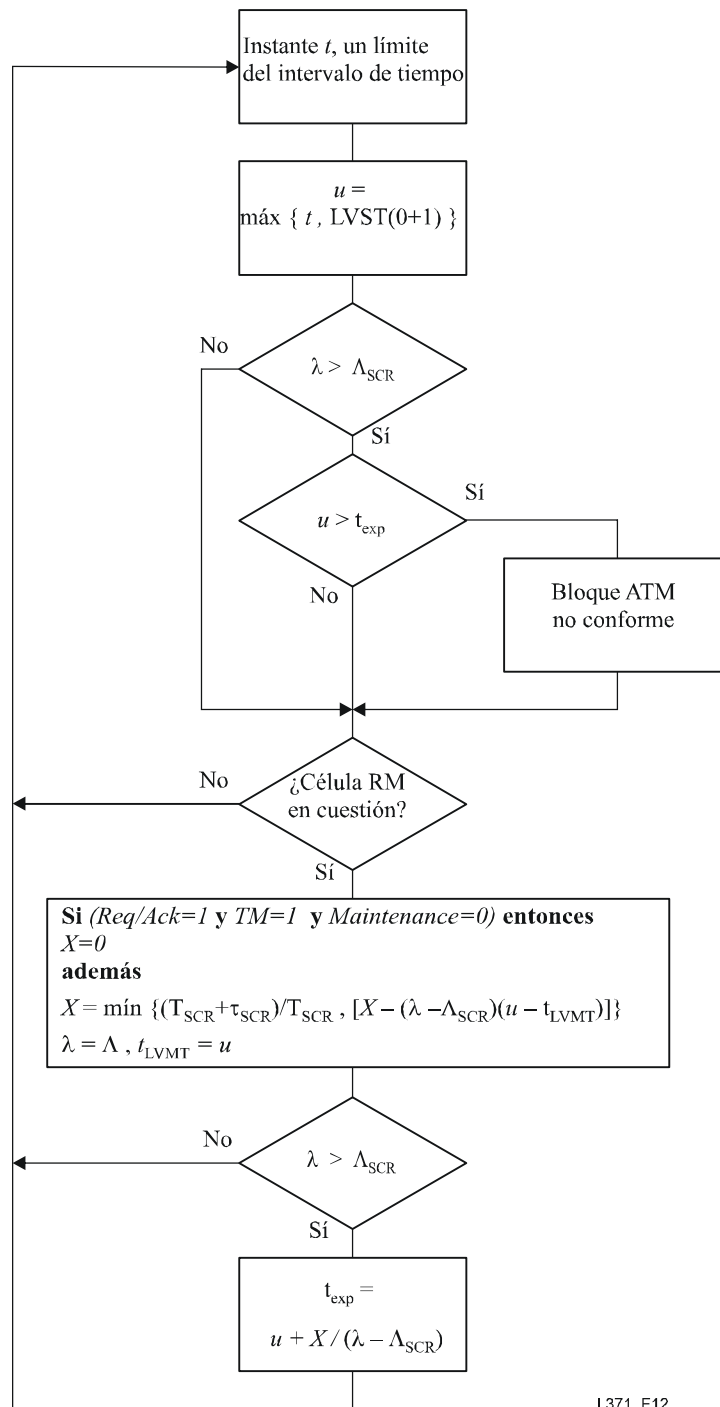
- Las células RM en cuestión son células RM de los tipos  $RM_1$  y  $RM_2$  antes definidos.
- La conformidad de los bloques ATM se prueba para cada intervalo de tiempo, comparando el instante actual  $t$  con una fecha (o instante) de no conformidad  $t_{exp}$ .
- La fecha de no conformidad sólo ofrece interés cuando la BCR  $\lambda$  asignada es mayor que la velocidad de células sostenible  $\Lambda_{SCR} = 1/T_{SCR}$ .
- El instante de no conformidad  $t_{exp}$  se calcula utilizando una variable  $X$ , la velocidad de células sostenible  $\Lambda_{SCR}$ , y la BCR  $\lambda$  asignada al flujo de células.
- $X$  se actualiza en cada instante concreto de llegada de una célula RM y representa el número de créditos para la nueva reserva de BCR ( $X$  se calcula utilizando la BCR asignada a la anterior reserva de BCR).
- Al recibirse una célula RM de acuse de recibo de anchura de banda hacia adelante con los bits de gestión de tráfico y mantenimiento puestos a 1 y 0, respectivamente, la variable  $X$  (número de créditos) se reinicia a 0. Esto tiene por finalidad realinear los algoritmos de conformidad de bloques ATM cuando se emplea un procedimiento de aplicación de normativas.
- El instante de no conformidad  $t_{exp}$  y la variable  $X$  se calculan a partir del valor que sea mayor entre el instante actual y el último instante de planeamiento virtual (LVST) del flujo de células (LVST se calcula mediante la prueba de conformidad de células para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$ ).

Se cumplen las siguientes relaciones:

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \min \left\{ \frac{T_{SCR} + \tau_{SCR}}{T_{SCR}}, [X - (\lambda - \Lambda_{SCR})(u - t_{LVMT})]^+ \right\} \\ \lambda = \Lambda, t_{exp} = u + \frac{X}{\lambda - \Lambda_{SCR}} \text{ si } \lambda > \Lambda_{SCR} \end{array} \right\}$$

donde  $u$  es el instante virtual,  $t_{LVMT}$  el instante virtual que corresponde a la anterior modificación de la BCR, es decir, el último instante de modificación virtual (LVMT, *last virtual modification time*) y  $x^+ = \max\{0, x\}$ .

- El instante de no conformidad sólo ofrece interés si  $\lambda > \Lambda_{SCR}$ ; en otro caso, la necesidad de la fuente es menor que la esperada y el bloque ATM es conforme.

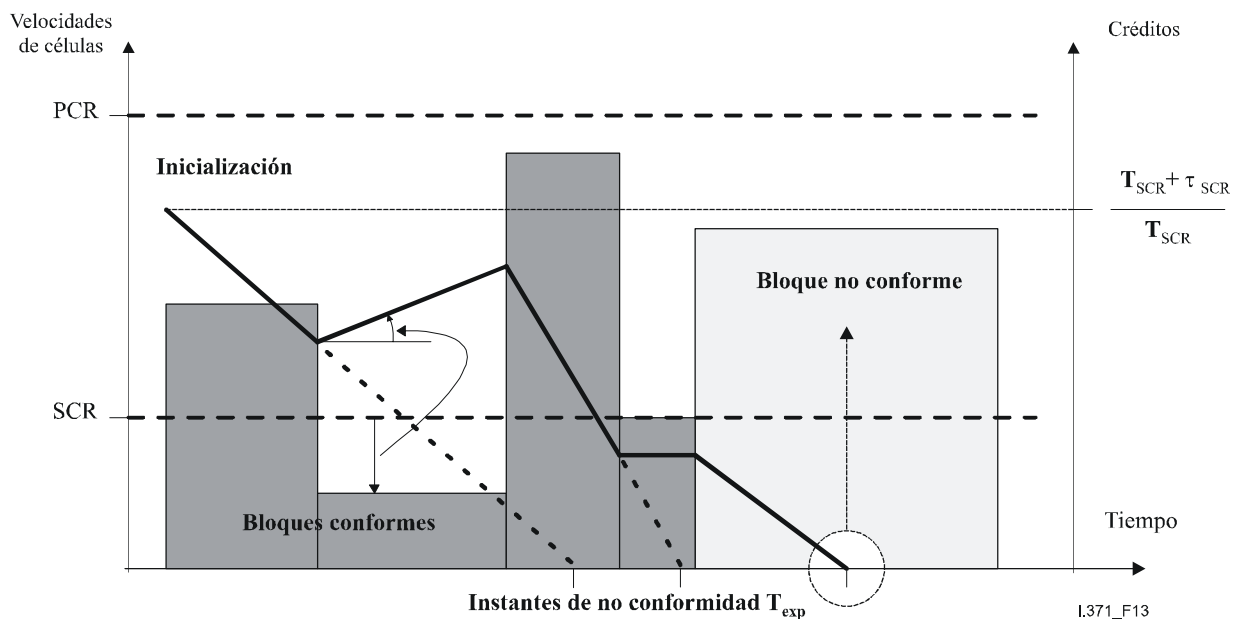


I.371\_F12

NOTA 1 –  $t_{LVMT}$  y  $u$  se inicializan a  $-\infty$ , que es un valor por defecto para identificar la primera célula de una conexión ATM;  $X$  se inicializa a  $\frac{T_{SCR} + \tau_{SCR}}{T_{SCR}}$ ,  $\lambda$  se inicializa a 0.

NOTA 2 – BCR y LVST son los del flujo de células considerado; LSVT viene dado por el algoritmo de conformidad de células (véase la figura 11).

**Figura 12/I.371 – Conformidad de los bloques ATM para un flujo de células de una conexión ABT/DT**



NOTA – La finalidad de esta figura es puramente ilustrativa. La línea de trazo grueso representa el número instantáneo de créditos. La pendiente de esta curva es igual a la diferencia entre la SCR y la BCR. El cálculo de  $t_{exp}$  para un bloque ATM dado se basa en el número de créditos disponibles en el límite del bloque ATM.

**Figura 13/I.371 – Ejemplos de la evolución de las variables de la conformidad de bloques**

La pérdida de células RM puede producir, indebidamente, una no conformidad de los bloques y, en el caso de pérdida de células  $RM_1$  o  $RM_2$ , puede ser necesaria la recuperación o reinicialización de las variables de conformidad. Los algoritmos de conformidad de bloques ATM se realinean mediante procedimientos de aplicación de normativas (véase 7.2.3.6).

### Aspectos de calidad de servicio

En la fase de establecimiento de la comunicación o con ocasión del abono, el usuario puede negociar una clase de calidad de servicio para la conexión. Los compromisos de calidad de servicio, si se aplican, se aplican en el nivel de célula y en nivel de bloque ATM. Los compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula pueden incluir objetivos de CDV y CLR de extremo a extremo.

### Compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula

El compromiso de calidad de servicio básico en el nivel de célula que se ofrece a la conexión es que, en el interior de un bloque ATM, mientras la conexión sea conforme con la BCR negociada para el bloque ATM, son aplicables los compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula. Se espera que, dentro de un bloque ATM, esta calidad de servicio sea equivalente a la ofrecida normalmente a la DBR con la misma PCR y tolerancia CDV, y con la misma clase de QoS negociada. Además, la calidad de servicio en el nivel de célula se asegura a todas las células cuando todas ellas pasan las pruebas correspondientes de conformidad de la BCR. Si algunas células no pasan las pruebas correspondientes de conformidad de la BCR, la red puede considerar la conexión como no acorde y, en consecuencia, no estará obligada a satisfacer los compromisos de calidad de servicio. Si la red opta por ofrecer compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula a una conexión que tenga células no conformes, la calidad de servicio de capa ATM sólo se asegura para un volumen de células que pasen todas las pruebas correspondientes de conformidad de la BCR.

## **Compromisos de calidad de servicio en el nivel de bloque**

En el caso de que en la fase de establecimiento de la conexión se ha especificado una velocidad de células sostenible mayor que 0 y se ha negociado una clase de QoS con objetivos de CLR especificados, el compromiso que la red puede ofrecer a la conexión en el nivel de bloque ATM es que, mientras los bloques ATM sean conformes con el descriptor de tráfico de velocidad de células sostenible, la red deberá aceptar una nueva reserva de BCR dentro de límites de tiempo finitos. Estos límites forman parte de la clase de calidad de servicio negociada en la fase de establecimiento de la comunicación. En el caso de no conformidad de un bloque ATM o si la velocidad de células sostenible se fija igual a 0, la red no asume ningún compromiso de calidad de servicio en el nivel de bloque. Además, en este caso, la red puede iniciar una renegociación de la BCR. La calidad de servicio en el nivel de célula queda de todas formas asegurada mientras la red no haya renegociado la BCR asignada.

Cuando la SCR se ha fijado a 0, la gestión de recursos se efectúa mediante reglas adecuadas de ingeniería de tráfico. La red puede así alcanzar algunos objetivos de retardo en el nivel de bloque (indicaciones de calidad de servicio sobre el tiempo de acceso a recursos de red). Estas indicaciones de calidad de servicio no tienen carácter contractual entre el usuario y la red, sino exclusivamente indicativo.

NOTA – El retardo experimentado por una aplicación que emplea la ABT/DT no es constante durante el tiempo de vida de la conexión.

### **6.6.2 ABT con transmisión inmediata (ABT/IT)**

#### **6.6.2.1 Definición y modelo de servicio**

En la ABT/IT, el usuario transmite bloques ATM sin un acuse de recibo positivo de la red. En consecuencia, la red puede descartar bloques ATM de ABT/IT si no dispone de recursos de red suficientes. La probabilidad de pérdida de bloques ATM puede hacerse pequeña reservando recursos mediante una SCR. Al igual que en el caso de ABT/DT, hay una PCR que se negocia en la fase de establecimiento de la comunicación. Cada bloque ATM tiene asociada una BCR. Si el bloque ATM está marcado como "elástico" (bit elástico/rígido = 0), un elemento de red puede almacenar en memoria tampón el bloque ATM, reducir la BCR de bloque ATM, y transmitir el bloque ATM a una nueva BCR.

Durante el tiempo de vida de la conexión, la fuente de tráfico transmite bloques ATM directamente a la red. La célula RM para ABT/IT inicial de un bloque ATM, que puede ser también la célula RM para ABT/IT final del bloque ATM precedente, solicita recursos de red calculados sobre la base de las BCR de los diferentes flujos de células de la conexión ABT/IT transportada por esta célula RM para ABT/IT. La célula RM para ABT/IT final, que puede ser también la célula RM para ABT/IT inicial del bloque ATM siguiente, libera los recursos de red o solicita recursos para el bloque ATM siguiente. Si la red tiene a su disposición los recursos necesarios para la transferencia de un bloque ATM, se transfiere el bloque ATM; de lo contrario, se descarta el bloque ATM.

Una anchura de banda comprometida para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$  de datos de usuario y de OAM de usuario se especifica como sigue.

#### **Definición (anchura de banda comprometida)**

Se define una anchura de banda comprometida para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$  de datos de usuario y de OAM de usuario en un determinado sentido de transmisión cuando se especifica en la fase de establecimiento de la conexión, para el flujo de células en el sentido de transmisión pertinente, una velocidad de células sostenible mayor que 0 y se negocia una clase de QoS con objetivos de CLR especificados. La anchura de banda comprometida está relacionada con la cantidad de recursos reservados y su valor es igual al de la velocidad de células sostenible especificada. El promedio a largo plazo de recursos, que pueden ser potencialmente reservados, es por lo menos tan grande como la anchura de banda comprometida. Además, si el tráfico es

conforme con el descriptor de tráfico a la velocidad de células sostenible especificada, negociada para este flujo de células (véase 6.6.2.4), la probabilidad de que una transferencia de bloque ATM fracase (es decir, de que el bloque ATM se descarte en la red), es inferior a un umbral determinado.

La red no asegura ninguna anchura de banda comprometida, para el flujo de células, si para dicho flujo de células se ha especificado una velocidad de células sostenible igual a 0 o se ha negociado una QoS de clase U. En estos casos, la ABT/IT no asume ningún compromiso en cuanto al éxito de la transferencia de los bloques ATM, ni tampoco ofrece ninguna garantía sobre la probabilidad de descarte de los bloques ATM. Obsérvese, sin embargo, que la red puede tratar de alcanzar algunos objetivos relativos a esta probabilidad (indicaciones de calidad de servicio) sin que se requiera una especificación de la Velocidad de células sostenible.

### **6.6.2.2 Descriptor de tráfico de fuente y tolerancias CDV**

Los descriptores de tráfico de fuente y las tolerancias CDV pertinentes de ABT/IT son idénticos a los indicados para la ABT/DT (véase 6.6.1.2).

### **6.6.2.3 Parámetros de tráfico dinámicamente modificables y formato de célula RM para ABT/IT**

Los parámetros dinámicamente modificables y el formato de célula RM para ABT/IT son idénticos a los indicados de ABT/DT y se recapitulan en el cuadro 2, con la salvedad de que las células RM para ABT/IT están señaladas por el identificador de protocolo 3.

#### **Tipo de mensaje y BCR CLP = 0 + 1**

Los campos de tipo de mensaje (sentido de transmisión, gestión de tráfico, indicación de congestión, mantenimiento, petición/acuse de recibo, elástico/rígido) y los campos BCR CLP = 0 + 1 y BCR OAM son los mismos que en las células RM para ABT/DT (véase 6.6.1.3).

#### **Tamaño de bloque**

El campo de tamaño de bloque transporta la longitud del bloque ATM expresada en células. El valor transportado en este campo es exclusivamente indicativo y puede ser utilizado por implementaciones específicas. No se emplea en la definición de conformidad.

#### **Número secuencial**

Una fuente puede, facultativamente, utilizar el campo de número secuencial incrementando el valor del número secuencial (módulo  $2^{32}$ ) en cada una de las células RM para ABT/IT subsiguientes. Si lo utiliza, se aplica lo siguiente:

- el número secuencial siempre está presente en células RM para ABT/IT;
- el número secuencial siempre se incrementa en una unidad en células RM para ABT/IT.

Una fuente que no utiliza el campo SN pone su valor en 0.

Ninguna entidad que no sea la fuente está autorizada para modificar el número secuencial.

Cuando el destino envía una célula RM para ABT/IT en respuesta a una célula RM para ABT/IT generada por la fuente, el número secuencial se copia, sin modificarlo, en esa célula. El número secuencial de cualquier otra célula RM generada por la red o el destino deberá fijarse a 0.

### **6.6.2.4 Definición de conformidad y compromisos de calidad de servicio para ABT/IT**

La conformidad para ABT/IT en una interfaz normalizada se define en el nivel de célula; además, se define la conformidad en el nivel de bloque si la velocidad de células sostenible es mayor que cero. La definición de conformidad en el nivel de célula incluye la conformidad de células RM y de células dentro de un bloque con respecto a las velocidades de célula de bloque actuales. La definición de conformidad en el nivel de bloque se prueba con respecto a la velocidad de células



sostenible. Ambas definiciones de conformidad dependen de células RM que atraviesan esa interfaz.

#### 6.6.2.4.1 Conformidad de células para ABT/IT

La conformidad de células para ABT/IT es idéntica a la conformidad de células para ABT/DT, excepto lo siguiente:

- Las células RM que delimitan bloques ATM son:
  - 1) o bien células RM de petición de modificación de la velocidad de célula de bloque (gestión de tráfico = 0) enviadas por la fuente;
  - 2) o células RM de acuse de recibo con gestión de tráfico = 1 enviadas por la fuente en el sentido de ida en respuesta a una modificación de la BCR iniciada por la red.
- El usuario debe enviar solamente células RM de petición en el sentido de ida. Las células RM de petición en el sentido de retorno son no conformes.

Las células RM que deben tenerse específicamente en cuenta para la definición de la conformidad son por tanto:

- RM<sub>1</sub>: células RM de petición de aumento o disminución de la anchura de banda conformes, enviadas por la fuente (TM = 0);
- RM<sub>2</sub>: células RM de acuse de recibo (TM = 1) enviadas por la fuente en el sentido de ida en respuesta a una negociación de la BCR iniciada por la red.

#### 6.6.2.4.2 Conformidad de bloques ATM para ABT/IT

El algoritmo de conformidad en el nivel de bloque ATM para ABT/IT es el mismo algoritmo para ABT/DT (presentado en la figura 12), con la diferencia de que las células RM que específicamente se tienen en cuenta son las células RM de petición de aumento o disminución de la anchura de banda conformes, enviadas por la fuente (TM = 0) y las células RM de acuse de recibo (TM = 1) enviadas por la fuente en el sentido de ida. Además, la velocidad de células sostenible  $\Lambda_{SCR}$  y la tolerancia  $\tau_{SCR}$  que se tienen en cuenta en la definición de conformidad de bloques ATM son aquellas que son válidas en la interfaz considerada y que se deducen de la velocidad de células sostenible  $\Lambda^0_{SCR}$  del tamaño máximo de ráfaga  $MBS^0$  negociados en la fase de establecimiento de la conexión (véase el apéndice VI) como:

$$\Lambda'_{SCR} = \min\left(\Lambda^0_{SCR} + \frac{1}{T} \times \tau''_{SCR} \times \frac{1}{T_{RM}}, \frac{1}{T}\right)$$

$$\tau_{SCR} = \left( MBS^0 - 1 + \frac{1}{T} \times \tau''_{SCR} \times \left[ 1 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} \right] \right) (T_{SCR} - T)$$

donde la notación es la misma utilizada en 6.6.1.4.3.

La pérdida de células puede tener por efecto que se produzcan indebidamente bloques no conformes, lo cual, en el caso de pérdida de células RM<sub>1</sub> o RM<sub>2</sub>, puede requerir la recuperación o reinicialización de variables de conformidad. Los algoritmos de conformidad de bloques ATM se resincronizan cuando la red inicia una acción de aplicación de normativa a lo largo de la comunicación ABT/IT.

#### Aspectos de calidad de servicio

En la fase de establecimiento de la conexión, o con ocasión del abono, el usuario puede negociar una clase de calidad de servicio para la conexión. Los compromisos de calidad de servicio si se aplican, se aplican en el nivel de célula y en el nivel de bloque ATM. Los compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula pueden incluir objetivos de CDV y de CLR de extremo a extremo.

## **Compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula**

La calidad de servicio en el nivel de célula comprende compromisos de CLR y compromisos de CDV de extremo a extremo. El compromiso de CLR básico en el nivel de célula que se ofrecen a la conexión consiste en que, una vez aceptada la BCR dentro de la red para un bloque ATM por medio de células RM para ABT/IT, las células de ese bloque ATM se transfieren con una CLR equivalente a la ofrecida a una conexión DBR con la misma PCR y tolerancia CDV y la misma clase de QoS negociada. Además, si un bloque ATM tiene el bit elástico fijado a 1 (es decir, no está autorizada en la red la conformación para reducir la BCR del bloque ATM), las células del bloque ATM se transfieren con una CDV de extremo a extremo equivalente a la ofrecida a la conexión utilizando una combinación de DBR y clase de QoS con objetivos de CDV especificados, como se ha expresado anteriormente. Si, fijando el bit elástico/rígido a 0, el usuario acepta que el bloque ATM se conforme dentro de la red a una BCR que es rigurosamente inferior a la BCR solicitada para el bloque, los objetivos de CDV de extremo a extremo son no especificados.

La calidad de servicio en el nivel de célula se garantiza a todas las células cuando todas ellas pasan las pruebas de conformidad de BCR pertinentes. Si algunas células no pasan las pruebas de conformidad de BCR pertinentes, la red puede considerar que la conexión es no acorde y, en consecuencia, no está obligada a satisfacer los compromisos de calidad de servicio. Si la red opta por ofrecer compromisos de calidad de servicio en el nivel de célula a una conexión que comprende células no conformes, la calidad de servicio de capa ATM sólo se asegura para un volumen de células que hayan pasado todas las pruebas de conformidad BCR pertinentes.

En ABT/DT, los bloques ATM son negociados (requieren un acuse de recibo implícito o explícito de la red), mientras que en ABT/IT, los bloques son aceptados o descartados.

## **Compromisos de calidad de servicio en el nivel de bloque**

Cuando se ha especificado, en la fase del establecimiento de la conexión, una velocidad de células sostenible mayor que 0 y se ha negociado una clase de QoS con objetivos de CLR especificados, los compromisos que la red puede asumir en el nivel de célula con una conexión consisten en que, mientras los bloques sean conformes con el descriptor de tráfico de velocidad de células sostenible, una nueva reserva de BCR deberá ser aceptada por la red con una probabilidad de descarte de bloque especificada, lo cual es una característica de calidad de servicio en el nivel de bloque de la conexión que emplea ABT/IT. En caso de no conformidad del bloque ATM o cuando la velocidad de células sostenible está fijada a 0, la red no asegura ningún compromiso de calidad de funcionamiento en el nivel de bloque. Además, en tal caso, la red puede iniciar una renegociación de la BCR. La calidad de servicio en el nivel de célula queda asegurada, de todas formas, mientras la red no haya renegociado la BCR asignada.

Los compromisos de calidad de servicio en el nivel de bloque cuando se emplea la ABT/IT se diferencian de los correspondientes a la ABT/DT, en lo siguiente:

- En ABT/IT, los bloques ATM pueden descartarse.
- En ABT/DT, el retardo experimentado por la aplicación es mayor que el experimentado cuando se utiliza ABT/IT, debido a la fase de negociación de la BCR en ABT/DT.

La gestión de recursos cuando la SCR está puesta a 0 se efectúa mediante reglas adecuadas de ingeniería de tráfico. De esta forma, la red puede alcanzar algunos de los objetivos de calidad de funcionamiento en el nivel de bloque (se dan indicaciones de calidad de servicio sobre la probabilidad de descarte de los bloques). Estos objetivos no pertenecen al contrato de tráfico entre el usuario y la red, sino que tienen carácter indicativo (indicaciones de calidad de servicio).

## 6.7 Capacidad de transferencia de velocidad binaria disponible (ABR)

Muchas aplicaciones tienen la facultad de reducir su velocidad de transferencia de información si la red les exige que lo hagan. Asimismo, dichas aplicaciones pueden desear aumentar su velocidad de transferencia de información si hay una anchura de banda suplementaria disponible en la red. Puede haber no solamente parámetros de tráfico estáticos, sino también parámetros de tráfico dinámicos, porque los usuarios desean aceptar una anchura de banda no reservada. Para soportar tráfico procedente de tales fuentes en una red ATM se define una capacidad de transferencia ATM que se denominará velocidad binaria disponible (ABR, *available bit rate*).

### 6.7.1 Definición y modelo de servicio

La ABR es una capacidad de transferencia ATM en la cual las características de transferencia de capa ATM limitantes proporcionadas por la red pueden cambiar después del establecimiento de la conexión. Es de esperar que un usuario que adapte su tráfico a las características de transferencia cambiantes de la capa ATM experimente una baja tasa de pérdida de células (CLR, *cell loss ratio*). La variación del retardo de célula y el retardo de transferencia de célula no son controlados. No se pretende que la capacidad ABR soporte aplicaciones de CBR.

El usuario se adapta a las características de transferencia cambiantes de la capa ATM cuando la red le aplica una retroalimentación. Debido al retardo de transferencia de célula, esta retroalimentación refleja el estado de la red en un instante anterior a aquel en que el usuario lo recibe. Por tanto, incluso si el usuario se adapta correctamente a la retroalimentación, la red, aún así, puede tener que proporcionar cierta memoria intermedia para hacer posible la operación de la ABR con una baja tasa de pérdida de células.

Las acciones del usuario y sus respuestas a la retroalimentación proveniente de la red, junto con la retroalimentación aplicada por la red, constituyen un bucle de control en la conexión ABR.

En la fase de establecimiento de la conexión ABR, un usuario solicita de la red una anchura de banda máxima. La anchura de banda máxima requerida se negocia entre el usuario y la red, o entre uno y otro usuario, en la fase de establecimiento de la conexión. Una anchura de banda mínima utilizable (denominada también velocidad mínima de célula o MCR) se especificará para cada conexión, pero puede también especificarse con un valor 0. La anchura de banda disponible proporcionada por la red puede hacerse tan pequeña como la anchura de banda mínima utilizable. La anchura de banda máxima requerida (denominada también velocidad de células de cresta o PCR) y la MCR son definidas por el algoritmo GCRA. El valor de PCR y MCR pueden ser diferentes en las conexiones en sentido de ida y de retorno.

Una capacidad ABR puede aplicarse a conexiones de canal virtual (VCC) o a conexiones de trayecto virtual (VPC). Si la ABR se aplica a algunas de las VCC dentro de una VPC, las VCC de ABR comparten la capacidad de la VPC que se asignó a la ABR.

En la ABR, las células de datos de usuario tienen el bit CLP puesto a 0. El rotulado de células (véase 7.2.3.6) no está soportado actualmente por la ABR. Se requiere más estudio para determinar si la ABR puede utilizar también células de datos de usuario con  $CLP = 1$  y si se puede aplicar el rotulado de células.

La anchura de banda disponible en una conexión ABR es la suma de una MCR, que podría ser 0, y de una velocidad de célula variable que se obtiene como consecuencia de la compartición de la anchura de banda disponible entre conexiones ABR mediante una política de asignación definida. Por una política de asignación definida ha de entenderse que la asignación que el usuario recibe por encima de la velocidad mínima de célula está determinada no solamente por lo que el usuario solicita o presenta, sino también por la política de la red. Las políticas de asignación definidas no están sujetas a normalización. Sin embargo, la estabilidad de la red requiere que para una determinada configuración de las peticiones de anchura de banda de usuario ABR, la política de

asignación soporte la convergencia hacia una asignación estable de anchura de banda dentro de la red.

Existe un compromiso cuantitativo, asumido por la red, con arreglo al cual el usuario puede enviar continuamente células a la velocidad MCR, subsistiendo el compromiso relativo a la CLR.

Una fuente no se ve impedida de transmitir a una velocidad inferior a la MCR cuando se ha negociado una MCR mayor que 0. La MCR convenida entre los sistemas de extremo y la red (o redes) que transportan la conexión puede estar comprendida entre 0 y el valor máximo soportado por la red o redes. Este valor máximo puede ser 0. Aunque la red se compromete a soportar la MCR, una fuente puede recibir indicaciones de reducir su velocidad a un valor inferior al de la MCR. Si una fuente recibe tal indicación y si su velocidad es superior a la MCR, deberá reducir la velocidad a la MCR. De la misma forma, si una fuente recibe esa indicación y su velocidad es igual o inferior a la MCR, no tiene por qué cambiar su velocidad.

Para que la red pueda proporcionar información de retorno a la fuente, cada conexión ABR utiliza células de gestión de recursos (RM). Las células RM que se incluyen con las células de datos de usuario en la velocidad de célula autorizada actual, denominadas células RM dentro de la velocidad, tienen el bit CLP puesto a 0. Las células RM que se excluyen de la velocidad de célula autorizada, denominadas células RM fuera de velocidad, tienen el bit CLP puesto a 1. Las células RM fuera de velocidad pueden ser generadas por una fuente o por un elemento de red durante aquellos periodos en que la generación de células RM dentro de velocidad no es adecuada. Se espera que, en cada conexión ABR, las células RM CLP = 1 no sean sistemáticamente descartadas. Los procedimientos y restricciones relativos a la generación de células RM fuera de velocidad no están actualmente especificados en la presente Recomendación.

Los elementos de red y los destinos ABR pueden insertar células RM para notificación explícita de congestión hacia atrás (o en sentido de retorno) (BECN, *backward explicit congestion notification*). Estas células se denominan células RM BECN. El bit BECN de una célula RM BECN se pone a 1. Una célula RM BECN tiene CLP = 0. La célula RM BECN tiene por finalidad indicar a la fuente que disminuya o no aumente su velocidad.

### **Seguridades de red**

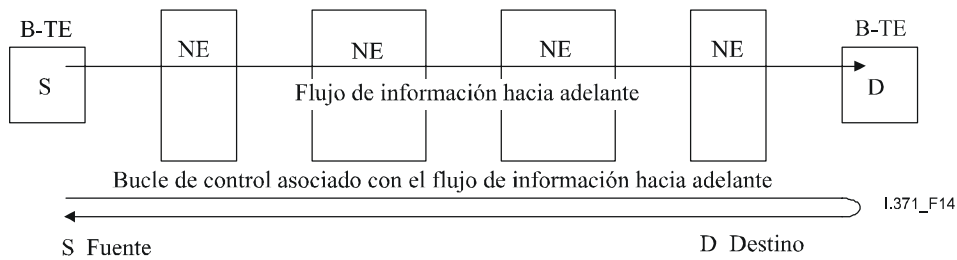
En el caso de la ABR, la red no ofrece seguridades cuantitativas sobre la anchura de banda por encima de la anchura de banda mínima utilizable. En este caso, la red puede ofrecer dos tipos de seguridades: seguridades relativas y seguridades de procedimiento.

Una de las seguridades relativas es, por ejemplo, en el caso de conexiones que comparten el mismo trayecto, el que ninguna conexión pueda ser perjudicada ni favorecida arbitrariamente, no obstante lo cual se pueden asignar recursos según una política definida. Obsérvese que esta seguridad relativa no puede depender de supuestos sobre el comportamiento de otras fuentes.

Las seguridades de procedimiento significan que, si todas las células de la fuente se ajustan a la definición de conformidad, la red ofrece compromisos de calidad de servicio (véase 6.7.5).

### **Modelo de control de flujo de ABR**

El control de flujo de ABR se aplica actualmente entre un terminal emisor (fuente) y un terminal receptor (destino). Las fuentes y los destinos están enlazados por una conexión para cada sentido de transmisión. En una conexión ABR bidireccional, cada uno de los terminales es a la vez fuente y destino. Por razones de simplicidad, sólo se considerará el flujo de información de la fuente al destino, con sus flujos RM asociados. El sentido de ida es el sentido de la fuente al destino, y el sentido de retorno es el sentido del destino hacia la fuente. Para el flujo de información de la fuente al destino hay un bucle de control de dos flujos RM, uno en sentido de ida (o hacia delante) y el otro en sentido de retorno (o hacia atrás) (véase la figura 14).



**Figura 14/I.371 – Ejemplo de un bucle de control ABR de la fuente al destino**

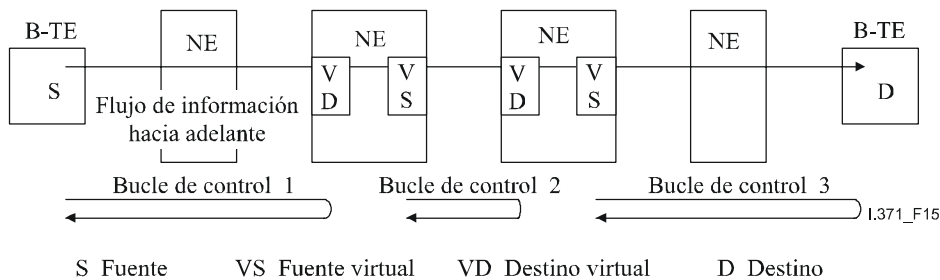
La recuperación tras condiciones de error debidas a la pérdida de células RM es específica de la implementación.

### Segmentación del bucle de control ABR

Una conexión ABR puede ser segmentada en elementos de red seleccionados, en dos o más segmentos ABR controlado separadamente. Cada segmento de control ABR (excepto el primero) comienza por una fuente virtual. Una fuente virtual supone el comportamiento de un punto extremo fuente de ABR. Las células RM en sentido de retorno recibidas por una fuente virtual se suprimen en el bucle de control.

Cada segmento de control ABR (salvo el último) está terminado por un destino virtual. Un destino virtual supone el comportamiento de un punto extremo destino de ABR.

La figura 15 ilustra una conexión virtual ABR con segmentación.



**Figura 15/I.371 – Ejemplo de una conexión virtual segmentada**

El acoplamiento entre dos segmentos de control adyacentes asociados con una conexión ABR (por ejemplo, dentro de un elemento de red o a través de un grupo de elementos de red cuya operación no se ha especificado) es específico de la implementación. El efecto de tales configuraciones en la calidad de funcionamiento del servicio ABR requiere más estudio.

### 6.7.2 Descriptor de tráfico de fuente y tolerancias CDV

Hay tres tipos de parámetros de tráfico asociados con ABR:

- 1) parámetros de tráfico que están en el descriptor de tráfico de fuente, son negociados en la fase de establecimiento de la comunicación y no pueden ser modificados por procedimientos RM. Estos parámetros de tráfico se tienen en cuenta en la definición de conformidad ABR.
- 2) parámetros de tráfico que no están en el descriptor de tráfico de fuente, son negociados en la fase de establecimiento de la comunicación y no pueden ser modificados por procedimientos RM (véase 6.7.3).

- 3) parámetros de tráfico dinámicamente cambiantes que pueden ser modificados por procedimientos RM (véase 6.7.4).

En la fase de establecimiento de la comunicación, el usuario negocia un descriptor de tráfico de fuente para las conexiones en cada sentido de transmisión; el descriptor de tráfico consta de:

- una PCR(0+1) para el flujo agregado de células generadas por el usuario que es la velocidad máxima de célula solicitada por la aplicación (véase 5.4.1);
- un parámetro de tráfico MCR(0) para el flujo CLP = 0 generado por el usuario, que es la velocidad mínima de célula solicitada por la aplicación. La ubicación, el evento básico y la codificación de la MCR son idénticos a los de la PCR (véase 5.4.1);
- una velocidad de células inicial permitida para el flujo de células CLP = 0 generado por el usuario: IACR(0). La ubicación, el evento básico y la codificación de la IACR son idénticos a los de la PCR (véase 5.4.1). En particular, IACR es positiva. También, IACR es menor o igual que PCR.

En la capacidad de transferencia ABR, el flujo de células OAM de usuario y el flujo de células RM de usuario se agregan al flujo de células de datos de usuario en los parámetros de tráfico y en la definición de conformidad. Cuando un componente OAM de usuario se incluye en el flujo de células de usuario, el usuario debe seleccionar parámetros de tráfico de fuente, en particular MCR, para acomodar también el componente OAM de usuario.

En la capacidad de transferencia ABR, el funcionamiento del bucle de control requiere que se transporten células RM en el sentido de retorno (véase 4.1). El usuario debe negociar parámetros de tráfico de fuente PCR(0+1), MCR(0) e IACR(0) para la conexión en el sentido de retorno con el fin de acomodar también el tráfico relacionado con el funcionamiento del bucle de control.

Con respecto a la conformidad, se requieren valores CDVT en cada interfaz normalizada para los siguientes parámetros de tráfico: PCR(0+1), MCR(0) e IACR(0); véase 6.7.5. Para los tres parámetros se utiliza la tolerancia CDV  $\tau_1$  asociada con la ACR. Además de los descriptores de tráfico de fuente anteriormente mencionados se requieren los siguientes valores de tolerancia (6.7.5.1):

- la tolerancia CDV  $\tau_1$  que ha de asociarse con el valor dinámicamente cambiante de ACR;
- el límite superior al tiempo de propagación de ida y retorno de retroalimentación entre la interfaz y la fuente:  $\tau_2$ ;
- el límite inferior al tiempo de propagación de ida y retorno de retroalimentación entre la interfaz y la fuente:  $\tau_3$ .

La tolerancia CDV  $\tau_1$  puede transportarse por señalización o asignarse con ocasión del abono. El mismo esquema de codificación que se aplica a  $\tau_{PCR}$  se aplica a  $\tau_1$  (véase 5.4.1.3). Se estudiará más a fondo si los parámetros de tolerancia  $\tau_2$  y  $\tau_3$  pueden transportarse por señalización o si sólo deben establecerse con ocasión del abono.

### 6.7.3 Parámetros de tráfico ABR adicionales utilizados en el comportamiento de referencia

Los siguientes parámetros de la conexión ABR se utilizan en los comportamientos de referencia de la fuente, pero no en la definición de conformidad.

- Factor de decremento de la velocidad (RDF) es el parámetro que controla la disminución de la velocidad de transmisión. Lo asigna la red.
- Factor de aumento de la velocidad (RIF) es el parámetro que controla el aumento de la velocidad de transmisión de las células al recibirse una célula RM. Lo asigna la red.
- Para cada célula RM hacia adelante,  $N_{RM}$  es el número máximo de células dentro de velocidad (incluida esta célula RM en particular) que puede enviar una fuente ABR.

El presente protocolo de señalización transporta también los parámetros FRTT y TBE. Estos dos parámetros se definen como sigue:

- El tiempo fijo de propagación de ida y retorno (FRTT) es una estimación del tiempo mínimo de propagación de ida y retorno para la conexión. El valor de FRTT se asigna a una conexión y se proporciona al usuario. Este valor es una indicación proporcionada por la red, no un compromiso. Este valor puede asignarse mediante procedimientos de gestión de red o por señalización.
- Exposición transitoria en memoria tampón (TBE) es el número máximo de células que la fuente puede enviar durante los períodos de arranque, antes de que retorne la primera célula RM. Este número lo asigna la red.

#### **6.7.4 Parámetros de tráfico dinámicamente modificables y formato de célula RM para ABR**

Los valores de los siguientes parámetros dinámicos son determinados por elementos de red a lo largo de la conexión y enviados al usuario de la capacidad ABR mediante células RM: velocidad de célula explícita (ECR), indicación de congestión (CI) y ningún aumento (NI), y la longitud de cola. La velocidad de células autorizada (ACR, *allowed cell rate*) es la velocidad máxima autorizada que la fuente deriva de la retroalimentación antes mencionada proveniente de la red. La ACR está comprendida entre los valores de la MCR(0) y la PCR(0+1).

NOTA – La aplicación puede utilizar la EFCI como un parámetro de retroalimentación.

El cuadro 3 contiene el formato de la célula RM para la capacidad de transferencia ABR.

**Cuadro 3/I.371 – Formato de célula RM para ABR**

<b>Campo</b>	<b>Octeto(s)</b>	<b>Bit(s)</b>	<b>Codificación</b>
Encabezamiento	1-5	Todos	Como en Rec. UIT-T I.361
Identificador de protocolo (nota 7)	6	Todos	1
Tipo de mensaje: Sentido de transmisión	7	8	(Nota 1)
Tipo de mensaje: Indicación de BECN	7	7	
Tipo de mensaje: Indicación de congestión	7	6	(Nota 2)
Tipo de mensaje: Ningún aumento	7	5	(Nota 3)
Tipo de mensaje: Reservado	7	1-4	Cláusula 8.1
Velocidad de célula explícita (ECR)	8-9	Todos	(Nota 4)
Velocidad de células en curso (CCR, <i>current cell rate</i> )	10-11	Todos	(Nota 4)
Velocidad mínima de célula (MCR)	12-13	Todos	(Nota 4)
Longitud de cola	14-17	Todos	(Nota 5)
Número secuencial	18-21	Todos	(Nota 6)
Reservado	22-51	Todos	Cláusula 8.1
Reservado	52	3-8	Cláusula 8.1
CRC-10	52	1-2	
	53	Todos	
<p>NOTA 1 – El bit de sentido de transmisión tiene el valor 0 para las células RM en sentido de ida y el valor 1 para las células RM en sentido de retorno.</p> <p>NOTA 2 – El bit de indicación de congestión tiene el valor 1 para indicar congestión y el valor 0 en los demás casos.</p> <p>NOTA 3 – El bit de ningún aumento tiene el valor 1 para indicar que la fuente no está autorizada a aumentar la velocidad de célula y el valor 0 en caso contrario.</p> <p>NOTA 4 – La codificación se basa en un exponente de 5 bits y una mantisa de 9 bits para la velocidad de células de cresta. Los detalles se dan en 6.7.4.1.</p> <p>NOTA 5 – Valor entero. El bit menos significativo es el bit 1 del octeto 17.</p> <p>NOTA 6 – Valor entero. El bit menos significativo es el bit 1 del octeto 21.</p> <p>NOTA 7 – Las conexiones ABR y ABT utilizan sus propias células RM con un identificador de protocolo especificado para fines de gestión de tráfico (PID = 1 para ABR, PID = 2 para ABT/DT, PID = 3 para ABT/IT). Todas las demás células RM en el mismo nivel (VPC o VCC) con un PID diferente son no conformes y pueden descartarse a la entrada de una red o donde se efectúe el primer procesamiento de célula RM para esta conexión en la red.</p>			

#### **6.7.4.1 Detalles de los campos**

##### **Identificador de protocolo**

Las células RM para ABR se identifican mediante el identificador de protocolo 1.

##### **Tipo de mensaje**

El tipo de mensaje es un octeto que tiene cuatro campos de un solo bit y cuatro bits reservados. Los bits definidos se interpretan como sigue:



**Sentido de transmisión:** Este bit distingue las células RM que se transmiten de una fuente (células "hacia adelante") a un destino, de las células que se transmiten de un destino (células "hacia atrás") a una fuente.

**Indicación de BECN:** Este bit distingue una célula RM normal generada por una fuente y devuelta en bucle por el destino, de una célula RM generada por un conmutador congestionado intermedio o por un destino ABR. La indicación de BECN se fija a 1 en la célula RM BECN.

**Indicación de congestión (CI):** Este bit indica congestión existente o inminente en el trayecto de ida.

**Ningún aumento (NI):** Este bit, cuando se utiliza en combinación con el bit CI, puede indicar a la fuente que debe continuar transmitiendo a su velocidad actual, lo cual es deseable cuando la red se encuentra en un estado estacionario, o para evitar oscilaciones innecesarias. En particular, cuando  $CI = 0$  y  $NI = 0$ , la fuente puede aumentar la velocidad en emisión y cuando  $CI = 0$  y  $NI = 1$ , la velocidad de células autorizada no se aumenta.

### Velocidad de célula explícita (ECR)

Este campo lo fija la red a un valor que es, como máximo, la velocidad de células de cresta y puede ser reducido por un conmutador intermedio para notificar a la fuente la velocidad de células autorizada (ACR) en ese conmutador. El valor ECR recibido por una fuente determinará explícitamente la velocidad máxima de célula de la fuente. La codificación es la representación binaria, en 14 bits, de un número de coma flotante utilizada para la velocidad de células de cresta en 5.4.1.2, que emplea un exponente de 5 bits,  $m$ , y una mantisa de 9 bits,  $k$ , más un campo  $nz$  de 1 bit, como se describe a continuación:

$$ECR = \left[ 2^m \cdot \left( 1 + \frac{k}{512} \right) \right] \cdot nz \text{ células por segundo}$$
$$0 \leq m \leq 31 \text{ y } 0 \leq k \leq 511$$
$$nz = \{0,1\}$$

Las siguientes son las posiciones de bit en una palabra de 16 bits: el bit más significativo está reservado; el bit siguiente contiene el valor de  $nz$ ; los cinco bits siguientes contienen el valor de  $m$ ; los nueve bits restantes contienen el valor de  $k$ .

### Velocidad de células en curso (CCR)

El campo CCR contiene la velocidad de célula de fuente autorizada que estaba en vigor en el momento en que la fuente transmitió la célula RM. La información en este campo puede utilizarse facultativamente para el cálculo del valor del campo de velocidad de célula explícita (ECR) antes descrito. Para el campo CCR se emplea la misma codificación y formato utilizados para el campo ECR.

### Velocidad mínima de célula (MCR)

Este campo contiene la velocidad mínima de célula, que se determina en la fase de establecimiento de la conexión. La información en este campo puede utilizarse facultativamente para el cálculo del valor del campo de velocidad de célula explícita descrito anteriormente. Para el campo MCR se emplea la misma codificación y formato utilizados para el campo ECR.

### Longitud de cola

El parámetro longitud de cola es soportado facultativamente por elementos de red. Representa el número máximo de células que se encuentran actualmente en la cola para esta conexión entre los elementos de red que soportan este parámetro. Cualquier elemento de red escribe en este campo el que sea mayor de estos dos valores: valor actual del campo y el número de células, de la conexión

de que se trate, que se encuentran en una cola de espera en este elemento de red. La fuente lo fija a 0.

Si el elemento de red no sabe el "número de células de la conexión dada que se encuentran en espera en la memoria tampón en el elemento de red", el elemento de red deja inalterado el valor del campo.

### **Número secuencial**

Una fuente real o virtual puede, facultativamente, utilizar el campo de número secuencial incrementando su valor en una unidad (módulo  $2^{32}$ ) en cada célula RM subsiguiente transmitida en sentido de ida por el emisor. Si utiliza este campo, se aplica lo siguiente:

- el número secuencial está siempre presente en células RM;
- el emisor lo incrementa siempre en una unidad en las células RM hacia adelante.

Una fuente que no utiliza el campo de número secuencial, lo fija a 0.

El número secuencial no puede ser modificado por ninguna otra entidad que la fuente.

Cuando el destino forma una célula RM hacia atrás a partir de una célula RM hacia adelante, el número secuencial se copia en la célula RM hacia atrás, sin modificarlo. Toda célula RM hacia atrás no generada a partir de una célula RM hacia adelante debe tener el número secuencial puesto a cero y el bit BECN puesto a 1.

### **6.7.5 Definición de conformidad y compromisos sobre la calidad de servicio para ABR**

La siguiente definición de conformidad se aplica al flujo de células constituido por células generadas por el usuario y células RM (CLP = 0) dentro de velocidad, excluidas las células RM BECN.

NOTA – Aunque las células RM con CLP = 0, incluidas las células BECN, se tienen en cuenta en la velocidad de célula autorizada actual (de acuerdo con 6.7.1), las células BECN no se incluyen en el flujo probado según la definición de conformidad. En consecuencia, cuando el equipo emite células BECN como parte del flujo a la velocidad de célula autorizada, estas células BECN no causarán ninguna pérdida de conformidad.

La conformidad de las células BECN se determina por mutuo acuerdo entre la fuente y las redes. Un dispositivo de aplicación de normativas podría, aun así, aplicar una normativa al flujo de células CLP = 0 agregado fijando márgenes a la velocidad sometida a la normativa.

Las células de datos de usuario (CLP = 1) fuera de velocidad son no conformes. La definición de conformidad para las células RM (CLP = 1) fuera de velocidad no se trata en esta Recomendación.

Los conceptos de concordancia de una conexión ABR y de conformidad de células individuales en esa conexión definen las condiciones bajo las cuales un operador de red es responsable del cumplimiento de objetivos de calidad de servicio para la conexión. La conformidad es aplicable a las células cuando éstas son probadas a su llegada a la interfaz usuario-red o a la interfaz inter-red. Cada una de ellas es entonces conforme o no conforme. Basándose en parte en los resultados de la prueba de conformidad, un operador de red designará una conexión como acorde o no acorde.

Si algunas células son no conformes según algunas pruebas de conformidad pertinentes, la red puede considerar la conexión no acorde (véase 5.3.2). Si la red opta por ofrecer compromisos sobre la calidad de servicio a una conexión algunas de cuyas células son no conformes, la calidad de servicio de la capa ATM sólo queda asegurada en cuanto a un volumen de células que es conforme según todas las pruebas de conformidad pertinentes. La definición precisa de una conexión ABR acorde se deja al operador de red. Toda definición de una conexión ABR acorde considerará que una conexión es acorde si todas las células en la conexión son conformes y si las células RM en la conexión satisfacen los requisitos, si existen, del mecanismo aplicado por el operador o los operadores de red.

En el caso de conexiones acordes en la interfaz usuario-red o en la interfaz inter-red, la clase de QoS deberá estar soportada al menos para un número de células igual a las células conformes según la definición de conformidad.

En el caso de conexiones no acordes, la red no está obligada a respetar la clase de QoS convenida.

Una fuente recibe información de retroalimentación por medio de células RM transmitidas en el sentido de retorno. La retroalimentación puede incluir información en el campo velocidad de célula explícita (ECR), el campo longitud de cola, el bit indicador de congestión (CI), y el bit de ningún aumento (NI) de cada célula RM hacia atrás en la correspondiente conexión en sentido de retorno. Una fuente que se comporte como se describe en el apéndice VII es conforme.

La comprobación de los valores de los campos de las células CCR y MCR no forma parte de la definición de conformidad ABR.

Obsérvese que en la capacidad ABR no se requiere que una fuente envíe células RM. Sin embargo, si no hay un flujo de células RM hacia atrás generadas por el usuario, y si la red desea transportar información de retroalimentación al usuario, la red puede recurrir a la capacidad de generar por sí misma células RM (BECN) hacia atrás (véase 6.7.4.1).

#### **6.7.5.1 Definición de retardos ABR utilizados en la definición de conformidad**

El algoritmo que define la conformidad en una interfaz debe tener en cuenta el retardo entre el instante en que se conoce una velocidad en la interfaz y el instante en que llegan a la interfaz células que han sido emitidas por la fuente después de que ésta conoce la nueva velocidad. Estos retardos son variables.

Las características de tráfico recibidas en la interfaz usuario-red (UNI) y la interfaz inter-red en una conexión ABR dada dependen en grado crítico de los retardos entre esa interfaz y la fuente (o la fuente virtual) que genera el tráfico. Los retardos más importantes para las características de un flujo recibido en la interfaz se definen con relación a los tiempos de transmisión de cada célula por la fuente de tráfico. Obsérvese que la fuente puede tener células en colas de espera de transmisión. La transmisión de la siguiente célula prevista para enviarse se calendarizaría (nominalmente) de acuerdo con la inversa del valor de la ACR actual. Mientras transcurre el periodo de espera, podría llegar una célula RM en el sentido de retorno y determinarse una nueva ACR. La fuente podría mantener sin modificación el tiempo de transmisión calendarizado de la célula inicial (lo cual sería plausible), o actualizar, de acuerdo con la nueva ACR, el tiempo de transmisión calendarizado. En el contexto de la definición de conformidad se supone que la fuente puede elegir la alternativa que conduzca a una más pronta transmisión. Por tanto, un tiempo de transmisión de una célula se denomina instante de transmisión ideal (ITT, *ideal transmission time*) si la diferencia entre dicho tiempo y el tiempo de transmisión de la célula precedente en la conexión es mayor o igual que el menor de los dos valores siguientes:

- a) la inversa de la ACR que entra en efecto inmediatamente después del tiempo de transmisión de la primera de las dos células; y
- b) la inversa de la ACR que entra en efecto inmediatamente antes del tiempo de transmisión de la segunda de las dos células.

El tiempo de transmisión para la primera célula en la conexión es automáticamente un tiempo ideal de transmisión (ITT).

Dos retardos,  $t_1$  y  $t_2$ , son especialmente importantes para las características de tráfico en una interfaz:

- El retardo  $t_1$  designa el tiempo que transcurre entre el instante en que la fuente de tráfico transmite una célula y el instante en que esa célula se recibe en la interfaz en cuestión.

- El retardo  $t_2$  designa la suma:
  - 1) del tiempo que transcurre entre el instante en que una célula RM transmitida en sentido de retorno por la conexión sale de la interfaz considerada y el instante en que la fuente de tráfico recibe dicha célula RM; y
  - 2) el tiempo que transcurre entre el instante en que la siguiente célula es transmitida en el sentido de ida por la conexión (después de que la fuente de tráfico ha recibido la célula RM) y el instante en que esa célula llega a la interfaz considerada.

Por consiguiente,  $t_1$  es el retardo de transferencia en un solo sentido de la fuente a la interfaz y  $t_2$  es el retardo de retroalimentación de ida y retorno entre la interfaz y la fuente, excluyendo el residuo del intervalo intercélulas entre tiempos de transmisión sucesivos.

Los retardos  $t_1$  y  $t_2$  varían en el curso de la sesión. Supóngase que  $\tau_1$  es un límite superior a la variación de  $t_1$  y que  $\tau_2$  y  $\tau_3$  son, respectivamente, el límite superior y el límite inferior de  $t_2$ .

Los parámetros  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  y  $\tau_3$  se especifican en una determinada interfaz para la conexión dada. (Obsérvese que, para simplificar la exposición,  $\tau_3$  podría fijarse a cero, aunque esto conduciría a una definición de conformidad menos estricta.) En la definición de conformidad de 6.7.5.3 se utilizan estos parámetros, así como las ACR determinadas por células RM hacia atrás en la correspondiente conexión en el sentido de retorno.

### 6.7.5.2 Requisitos de la definición de conformidad para ABR

La definición de conformidad ABR debe satisfacer las siguientes constricciones de diseño con relación a los parámetros  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  y  $\tau_3$  especificados para la conexión y los retardos  $t_1$  y  $t_2$ :

- 1) La definición de conformidad identificará cada célula como conforme o no conforme.
- 2) La definición de conformidad deberá poder probarse en cada interfaz.
- 3) Si se ha negociado una  $MCR > 0$ , la definición de conformidad encontrará todas las células  $CLP = 0$  que no sean células BECN en una conexión conforme si estas células son conformes con  $GCRA(mcr^{-1}, \tau_1)$ .
- 4) La definición de conformidad utilizada en una interfaz encontrará una célula no conforme solamente si su tiempo de llegada a dicha interfaz y los tiempos de llegada de las células conformes precedentes en la conexión no podrían haberse producido si la fuente ABR hubiera tenido tiempos de transmisión ideales y si los retardos  $t_1$  y  $t_2$  para la conexión satisficieran la relación  $\tau_3 \leq t_2 \leq \tau_2$  y  $\max(t_1) - \min(t_1) \leq \tau_1$ . Para determinar si una célula es conforme se puede suponer que el intervalo intercélulas entre esa célula y la precedente en la conexión:
  - i) tendrá en cuenta la retroalimentación transportada en células RM hacia atrás transmitidas a través de la interfaz en la conexión en sentido de retorno más de  $\tau_2$  antes que la célula precedente; y
  - ii) no tendrá en cuenta la retroalimentación transportada en células RM hacia atrás transmitidas a través de la interfaz en la conexión en sentido de retorno menos de  $\tau_3$  antes que la célula precedente.

### 6.7.5.3 Algoritmo de conformidad para ABR

#### 6.7.5.3.1 Algoritmo genérico dinámico de velocidad de célula (DGCRA) para ABR

La definición de conformidad se basa en el algoritmo genérico de velocidad de célula (GCRA) dinámico. El GCRA dinámico (DGCRA) es una ampliación del GCRA definida en el anexo A. El DGCRA se diferencia del GCRA en que el incremento  $T$  varía en función del tiempo, siendo determinado por la información de retroalimentación ABR transportada en la correspondiente conexión en el sentido de retorno.

El DGCRA comprueba la conformidad de células  $CLP = 0$  en la conexión ABR, excluyendo las células RM BECN.

Supóngase que  $T(k)$  designa el incremento que corresponde a la  $k$ -ésima célula en la conexión que se prueba por el DGCRA. La tolerancia  $\tau_1$ , que tiene en cuenta la fluctuación y las ráfagas, es una constante que no depende de  $k$ .

En el instante de llegada  $t_a(k)$  de la  $k$ -ésima célula, el DGCRA calcula primero  $T(k)$  (véase 6.7.5.3.2), después de lo cual comprueba la conformidad de la célula y actualiza su propio último instante de planeamiento virtual (LVST) como sigue:

**Inicializar:**

$$LVST = t_a(1), T_{old} = T(1)$$

**En cada instante de llegada  $t_a(k)$  de una célula para  $k \geq 2$ :**

si:  $t_a(k) \geq LVST + \min(T(k), T_{old}) - \tau_1$ , # la célula es conforme

entonces fijar  $LVST = \max(t_a(k), LVST + \min(T(k), T_{old}))$

si no: # la célula no es conforme

no actualizar el estado del algoritmo.

$$T_{old} = T(k)$$

En el caso especial en que  $T(k) = T$  (una constante) para todas las  $k$ , el mencionado algoritmo es equivalente a  $GCRA(T, \tau_1)$ . El término " $\min(T(k), T_{old})$ " tiene en cuenta la opción de la fuente de recalendarizar o no recalendarizar la célula inicial introducida en cola de espera para transmisión cuando se recibe nueva información de retroalimentación.

La selección de  $T(k)$  depende de otros dos parámetros más,  $\tau_2$  y  $\tau_3$  para la conexión. El intervalo  $T(k)$  debe satisfacer las siguientes constricciones:

- $T(0) =$  la inversa del valor inicial de la ACR;
- $T(k) \geq \frac{1}{PCR}$  para  $k \geq 1$ , donde PCR es la velocidad de células de cresta para la conexión;
- si  $MCR > 0$ ,  $T(k) \leq \frac{1}{MCR}$  para  $k \geq 1$ , donde MCR es la velocidad mínima de célula para la conexión;
- $T(k) \leq 1$  s para  $k \geq 1$

La secuencia  $\{T(k), k \geq 1\}$  de incrementos, que se utilizan sucesivamente en los instantes de llegada  $\{t_a(k), k \geq 1\}$  de células a la interfaz, depende de la información de retroalimentación en la célula RM hacia atrás enviada a través de la interfaz en los instantes de salida  $\{t_b(j), j \geq 1\}$  por la conexión en el sentido de retorno (véase 6.7.5.3.2). Cada célula RM hacia atrás determina una velocidad de célula autorizada que podría aplicarse a algunas células futuras en el sentido de ida.

La forma en que habrán de tenerse en cuenta otros eventos relativos a la conexión no se especifica.

Obsérvese que es posible que esta velocidad nunca se aplique efectivamente a células que se transmitan en el sentido de ida, ya que ninguna célula podrá transmitirse en el intervalo durante el cual la definición de conformidad esté aplicando esta velocidad.

Por tanto, estas velocidades calculadas se conocen por "velocidades de células potenciales permitidas" (PACR, *potential allowed cell rates*). Sea  $PACR(j)$  la velocidad de célula potencial permitida determinada en la interfaz por la célula RM hacia atrás enviada a través de la interfaz en el instante de salida  $t_b(j)$ .

En el modo 1 (modo velocidad explícita), el campo ECR es el único campo de las células RM pertinentes (véase en 6.7.5.3.2 la definición de células RM hacia atrás pertinentes) que se utiliza en el cálculo de  $T(k)$ . La conformidad con el modo 1 se especifica en esta Recomendación.

En el modo 2 (modo binario), para determinar  $T(k)$  pueden también utilizarse los campos longitud de cola, CI, y NI. El modo 2 está en estudio y puede depender de una ulterior especificación del comportamiento de referencia de la fuente.

El DGCRA difiere el establecimiento de la correspondencia de los aumentos en la secuencia  $\{PACR(j)\}$  con los incrementos  $\{T(k)\}$  hasta que haya transcurrido un lapso  $\tau_1$ , y difiere el establecimiento de la correspondencia de las disminuciones en la secuencia  $\{PACR(j)\}$  con los  $\{T(k)\}$  hasta que haya transcurrido un lapso  $\tau_2$ . Con esto se tiene en cuenta el comportamiento de una conexión que requiere como mínimo un tiempo  $\tau_3$  y como máximo un tiempo  $\tau_2 > \tau_3$  para efectuar los cambios ordenados de la velocidad a que llegan las células a la interfaz.

### 6.7.5.3.2 Algoritmo para la determinación de $T(k)$ en el modo explícito

Esta cláusula presenta el algoritmo de referencia para determinar la secuencia de incrementos  $\{T(k), k \geq 1\}$  en el caso del modo velocidad explícita. En el instante de la llegada de la  $k$ -ésima célula a la interfaz en el sentido de ida  $t_a(k)$ , el algoritmo determina primero la velocidad de células autorizada  $ACR(k)$ , después de lo cual se fija  $T(k)$  al valor de la inversa de  $ACR(k)$ . Si al calcular  $ACR$  se obtiene un valor inferior a 1 célula/s,  $T(k)$  se fija a 1 s. Por tanto, incluso si al calcular  $ACR$  se obtiene un valor  $< 1$  célula/s, el algoritmo puede identificar todas las células conformes si la velocidad no es superior a 1 célula/s. De esta forma se determina el incremento para el algoritmo DGCRA a cada llegada de célula en el sentido de ida.

En el algoritmo se utilizan los siguientes valores de tiempo y velocidad:

- $t_a(k)$  es el instante de llegada de la  $k$ -ésima célula en el sentido de ida;
- $PACR(j)$  es la velocidad de célula autorizada potencial determinada en la interfaz por la célula RM hacia atrás enviada a través de la interfaz en el instante de salida  $t_b(j)$ ;
- $ACR$  es el valor de una variable auxiliar  $ACR$  calculada en el instante  $t_a(k)$ .

Sólo se utilizan los valores  $PACR(j)$  del campo ECR transportado en células RM pertinentes. Las células RM pertinentes son células RM con CRC-10 en el campo EDC (véase 8.1), las cuales o bien no son células BECN, o son células BECN con  $ECR < PACR(j-1)$  para  $j > 1$ .

Inicializar:  $t_a(0) = 0$ .

En cada instante de llegada  $t_a(k)$  de una célula para  $k \geq 1$ ,

- a) si el conjunto de índices  $j$  de células RM hacia atrás tal que  $0 < t_b(j) \leq t_a(k) - \tau_2$  no está vacío, siendo su elemento más grande  $j_{m\acute{a}x}$ , entonces:
  - fijar  $ACR = PACR(j_{m\acute{a}x})$ ,
  - si no:
  - fijar  $ACR = IACR$ ;
- b) si el conjunto de índices  $j$  de células RM hacia atrás tal que  $t_a(k) - \tau_2 < t_b(j) \leq t_a(k) - \tau_3$  no está vacío, entonces:
  - fijar  $ACR = m\acute{a}x(ACR, PACR_{m\acute{a}x})$ , donde  $PACR_{m\acute{a}x}$  es la velocidad de célula explícita más alta  $PACR(j)$  para  $j$  en el conjunto;
- c)  $ACR = m\acute{a}x(ACR, MCR)$ ;  $ACR = m\acute{i}n(ACR, PCR)$ ;
- d) Si  $ACR > 1$  célula/s, entonces  $T(k) = 1/ACR$ ; si no  $T(k) = 1$  s.

## Aclaración del algoritmo

El cambio de velocidad inducido por una célula RM hacia atrás que sale de la interfaz (por la conexión en el sentido de retorno) en el instante  $t_b$  puede observarse en la conexión en el sentido de ida después de algún tiempo  $t_a$  tal que  $t_b + \tau_3 < t_a < t_b + \tau_2$ .

Si una célula llega por la conexión en el sentido de ida en el instante  $t_a$ , se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- a) El cambio de velocidad debido a células hacia atrás que pasaron en instantes  $t_b$  tales que  $t_a \geq t_b + \tau_2$  se habrán producido en la interfaz en el instante  $t_a$ . Si hay tales células RM, la más reciente se selecciona con el índice  $j_{m\acute{a}x}$  y se utiliza la correspondiente velocidad de células potencial permitida (PACR). Si tales células RM hacia atrás no están presentes, se utiliza el valor inicial para la velocidad de célula autorizada. Esto se refleja en la parte a) del algoritmo.
- b) Las células RM hacia atrás que pasaron en instantes  $t_b$  tales que  $t_b + \tau_3 < t_a < t_b + \tau_2$  pueden también influir en la velocidad en el instante  $t_a$ . Para tener un margen de seguridad, se selecciona la mayor de estas velocidades. Luego se selecciona el valor que sea más alto entre el obtenido por esta operación y el obtenido como resultado del primer paso. Esto se refleja en la parte b) del algoritmo.
- c) El valor resultante debe estar comprendido entre MCR y PCR.
- d) Por último, si  $ACR > 1$  célula/s,  $T(k)$  se fija a la inversa de  $ACR$ ; en otro caso  $T(k)$  se fija a 1 segundo.

NOTA – Para la implementación de este algoritmo puede ser necesario almacenar un gran número de valores PACR. El mismo resultado puede conseguirse, aproximadamente, utilizando una variante menos compleja y restrictiva, con la que se almacenará un menor número de valores PACR. En el apéndice VIII se propone un algoritmo que limita a 2 el número de valores PACR almacenados y es siempre menos restrictivo que el algoritmo de conformidad para ABR.

## Aspectos de calidad de servicio

Los compromisos de calidad de servicio para la ABR se expresan en términos de CLR para células  $CLP = 0$ . No hay compromisos sobre la CDV o el retardo de transferencia de célula.

En el caso de un usuario cuyo tráfico se ajusta a la definición de conformidad anteriormente indicada, es aplicable el compromiso de calidad de servicio sobre la tasa de pérdida de células. En particular, el usuario puede transmitir a la MCR en cualquier momento sin que por ello deje de obtener el compromiso sobre la calidad de servicio.

Los compromisos sobre la calidad de servicio corresponden a células de usuario con  $CLP = 0$  y la conformidad se comprueba sobre el flujo agregado de células RM y OAM de usuario, con  $CLP = 0$ . La red debe esforzarse para proporcionar una CLR muy baja para células RM con  $CLP = 0$ , aunque puede haber limitaciones técnicas en cuanto a la cantidad de células RM que un determinado elemento de red puede procesar.

## Capacidad ABR sin utilización de la definición de conformidad

La capacidad ABR puede también emplearse en un modo en que no se utiliza la definición de conformidad con esta cláusula. En este modo, pueden proporcionarse indicaciones de calidad de servicio que se proporcionan los comportamientos de referencia de la fuente, el destino y los elementos de red (en estudio). En dicho modo, la red puede proporcionar esas indicaciones de calidad de servicio sobre las tasas de pérdida de células mediante reglas adecuadas de ingeniería de tráfico y de operación.

Incluso si no se utiliza la definición de conformidad, el operador de red deberá, de todas formas, proporcionar retroalimentaciones de acuerdo con la política de asignación definida y podrá poner en práctica asignaciones de recursos según métodos específicos de la red.

## 6.8 Capacidad de transferencia de velocidad de tramas garantizada (GFR)

Algunos usuarios tienen características que dificultan la determinación de los parámetros de tráfico requeridos por las capacidades de transferencia ATM existentes. A menudo esos usuarios tampoco pueden reaccionar a una información explícita procedente de la red ATM, comunicada como retroalimentación. Además, los datos de usuario suelen estar organizados en tramas y pueden tolerar pérdidas. A las fuentes de tales datos de usuario les puede bastar con obtener un compromiso de baja pérdida de células que se aplique a una velocidad mínima de células y esperar que algunas de las tramas en exceso de la velocidad mínima de células serán entregadas. Para soportar ese tráfico en una red ATM se define una capacidad de transferencia ATM denominada velocidad de tramas garantizada (GFR, *guaranteed frame rate*).

### 6.8.1 Definición y modelo de servicio

La capacidad de transferencia ATM velocidad de tramas garantizada (GFR) tiene por objeto soportar aplicaciones no en tiempo real. La ATC GFR requiere que las células de datos de usuario estén organizadas en forma de tramas que puedan ser delimitadas en la capa ATM. La GFR se aplica a conexiones ATM que delimitan tramas utilizando la indicación AUU. Todo otro método de delimitación, por ejemplo el uso de células RM, queda en estudio. La ATC GFR sólo se aplica a VCC, porque la indicación AUU no es una delimitación de trama fiable en la capa VP.

En la ATC GFR, el usuario puede enviar una trama marcada o no marcada. Marcando una trama el usuario indica que ésta tiene menos importancia que una trama no marcada en esa conexión GFR concreta. Una trama no marcada tiene todas sus células fijadas a  $CLP = 0$ ; una trama marcada tiene todas sus células fijadas a  $CLP = 1$ . Las tramas enviadas por el usuario deben tener, en todas las células, el bit CLP fijado al mismo valor. Los compromisos de QoS no son aplicables a células en tramas cuyas células tienen sus bits CLP fijados indistintamente a valores 1 ó 0, ni a las células en tramas marcadas.

La ATC GFR utiliza una velocidad mínima de célula (MCR), junto con una determinada velocidad mínima de trama (MFS) y un determinado tamaño máximo de ráfaga (MBS). El MFS y MBS se expresan ambos en células. Los compromisos de QoS sólo son aplicables si MCR es mayor que cero. Es una opción de la red determinar si la ATC GFR soporta MCR mayores que cero.

Además de MCR, MBS y MFS, se define para la ATC GFR una PCR para las células con  $CLP = 0 + 1$  generadas por el usuario. PCR siempre es mayor que MCR.

Los dos ejemplos siguientes describen el compromiso aplicable al usuario de una conexión GFR:

- Si  $MCR > 0$  y si el usuario envía tramas no marcadas que no exceden la velocidad mínima de trama y el usuario las envía a una velocidad constante que es igual o menor que la MCR, el compromiso es que todas estas tramas se entreguen a través de la red de acuerdo con la clase de QoS.
- Si  $MCR > 0$  y si el usuario envía tramas no marcadas que no exceden la velocidad mínima de trama y el usuario no ha enviado células durante un largo periodo de tiempo y el usuario las envía en una ráfaga cuya longitud no excede el tamaño máximo de ráfaga y a una velocidad que no excede la PCR, el compromiso es que todas estas tramas se entreguen a través de la red de acuerdo con la clase de QoS.

La ATC GFR también permite al usuario enviar tráfico a velocidades que excedan la MCR negociada, pero este tráfico sólo se entregará dentro de los límites de los recursos disponibles.

La ATC GFR no proporciona, como retroalimentación, una información de capa ATM explícita a la fuente con relación al nivel de congestión de la red en ese momento. En lugar de esto, el nivel de congestión lo obtienen los protocolos de capa superior a partir de las tramas de la conexión que han sido entregadas o descartadas. Las células RM VC en un VCC no se utilizan para aplicar la GFR; sin embargo, se considera que esas células que estarían aún presentes en la conexión forman parte



del flujo de células de datos de usuario. El soporte de células OAM dentro de una conexión GFR no está excluido. Véase el apéndice XIV sobre el soporte de OAM para conexiones GFR.

El modelo de servicio distingue entre tramas todas cuyas células son conformes y tramas no todas cuyas células son conformes. La conformidad de las células con GFR se define en 6.8.3.1.

- Para una trama todas cuyas células son conformes, la red trata de entregar todas las células, o bien no entrega ninguna. Sin embargo, si la red sólo entrega parte de una trama, tratará también de entregar la última célula de esa trama. Para las tramas todas cuyas células son conformes, la razón de la cantidad de células en tramas parcialmente entregadas a la cantidad de células en todas estas tramas no debe ser mayor que el número de células en MFS multiplicado por la CLR de QoS clase 2, cualquiera que sea la clase de QoS con la cual está asociada la conexión.

NOTA – Australia mantiene su reserva técnica en cuanto al modelo de servicio GFR. La reserva refleja la posición de Australia en el sentido de que GFR entrega tramas parciales con una probabilidad no mayor que la CLR asociada con la QoS clase 1.

- Para una trama no todas cuyas células son conformes, no hay compromisos ni expectativas acerca de la entrega de la trama por la red. Sin embargo, si la red entrega parte de la trama en cuestión, deberá tratar de entregar también la última célula de esa trama.

Hay dos versiones de GFR: GFR1 y GFR2. Difieren con respecto al tratamiento del bit CLP de las tramas no conformes:

- GFR1: La red transporta el bit CLP transparentemente. El rotulado no es aplicable.
- GFR2: La red puede aplicar rotulado de trama, rotulando todas las células de una trama que no pasa la prueba de trama F-GCRA (véase 6.8.3.2).

## 6.8.2 Descriptor de tráfico fuente y tolerancia a CDV

El usuario y la red se ponen de acuerdo sobre un descriptor de tráfico fuente con los siguientes parámetros de tráfico:

- una velocidad de células de cresta PCR(0+1) para las células CLP = 0 + 1 generadas por el usuario y la tolerancia a CDV  $\tau_{PCR}(0+1)$  asociada;
- una velocidad mínima de célula MCR(0) para las células CLP = 0 generadas por el usuario y la tolerancia a CDV  $\tau_{MCR}(0)$  asociada. Si  $MCR > 0$ , la ubicación, eventos básicos, y codificación son idénticos a los de la PCR (véase 5.4.1);
- una velocidad mínima de trama MFS(0+1) expresada en células;
- un tamaño máximo de ráfaga MBS(0) para células CLP = 0 expresado en células. MBS debe ser mayor o igual que MFS.

Todos estos valores pueden ser transportados por señalización o asignados con ocasión del abono.

Cuando se eligen valores para el descriptor de tráfico y las tolerancias a CDV se tiene en cuenta el fenómeno descrito en 6.8.3.3 bajo el subtítulo "Selección de parámetros para caudal mínimo".

## 6.8.3 Definición de conformidad y compromisos de QoS

### 6.8.3.1 Conformidad de células

Una célula generada por un usuario GFR es conforme si se cumplen las tres condiciones siguientes:

- La célula es conforme a los efectos de la prueba GCRA(1/PCR,  $\tau_{PCR}$ ) para células CLP = 0 + 1.
- La célula es la última de la trama, o bien la cantidad de células en esta trama hasta esta inclusive es menor que MFS.
- El bit CLP de la célula tiene el mismo valor que el bit CLP de la primera célula de la trama.

La prueba GCRA se aplica a cada célula y el GCRA se actualiza (incrementando por  $T = 1/PCR$ ) cuando la célula es conforme con la prueba GCRA( $1/PCR, \tau_{PCR}$ ).

Véase 6.8.3.4 en lo que respecta a las acciones UPC/NPC.

### 6.8.3.2 Conformidad de trama y F-GCRA( $T, \tau$ )

En esta cláusula se define la conformidad de trama para GFR1 y GFR2. Una trama es conforme si todas las células de la trama son conformes (véase 6.8.3.1) y si la trama pasa el algoritmo genérico de velocidad de células basado en trama F-GCRA que se describe a continuación.

El F-GCRA utiliza el valor negociado de una velocidad de célula  $1/T$ , suponiendo que se permite una tolerancia  $\tau$ .

Las variables del F-GCRA son las siguientes:

- $t_a$  designa el instante en que la última célula llega a una interfaz normalizada;
- $X$  designa el valor del contador tipo cubo no estanco (*leaky bucket*), como el algoritmo cubo no estanco en estado continuo;
- $LIT$  (*last incrementing time*) designa el instante en que se efectuó el último incremento;
- $X\_I$  y  $LIT\_I$  designan los valores de los parámetros  $X$  y  $LIT$  al final de la última trama cuya primera célula era una célula  $CLP = 0$ . Los parámetros  $LIT\_I$  y  $X\_I$  se utilizan de tal manera que el F-GCRA no se actualiza para una trama  $CLP = 0$  todas cuyas células son conformes pero no pasaron la prueba de trama. Se actualiza para todas las otras tramas que comienzan por una célula  $CLP = 0$ ;
- *Frame\_test\_passed* designa una variable específica de la conexión que almacena el resultado de la prueba de trama;
- *Frame\_tagging* designa una variable específica de la conexión que sólo se utiliza en GFR2. Almacena el estatus de rotulado de trama. Si se implementa rotulado de trama para GFR, esta información de estatus podría utilizarse para conmutar el bit CLP de 0 a 1;
- $X'$  es una variable auxiliar.

Inicialización de las variables F-GCRA:

- En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz dada,  $X = X\_I = 0$  y  $LIT = LIT\_I = t_a$ .
- Los valores iniciales de *frame\_test\_passed* y *frame\_tagging* son intrascendentes.

El F-GCRA se define como sigue:

El algoritmo que sigue tiene tres partes. La parte 1 se ejecuta antes que la parte 2, y la parte 2 se ejecuta antes que la parte 3.

Parte 1: A la llegada de la *primera* célula de una trama a una interfaz dada  $T_B$  o a la interfaz entre redes, en la conexión ATM.

#### GFR1

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false
else
   $X' = X - (t_a - LIT)$ 
  if ( $X' > \tau$ )
    then frame_test_passed = false
    else frame_test_passed = true
```

#### GFR2

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false;
  frame_tagging = false
else
   $X' = X - (t_a - LIT)$ 
  if ( $X' > \tau$ )
    then frame_test_passed = false;
    frame_tagging = true
    else frame_test_passed = true;
    frame_tagging = false
```

Parte 2: A la llegada de *cada* célula de una trama cuya primera célula era una célula CLP = 0.

#### **GFR1 and GFR2**

$$\begin{aligned} X' &= X - (t_a - LIT) \\ X &= \max(0, X') + T \\ LIT &= t_a \end{aligned}$$

Parte 3: A la llegada de la *última* célula de una trama cuya primera célula era una célula CLP = 0.

#### **GFR1 and GFR2**

```
if (frame contained a non-conforming cell) or (frame_test_passed = true)
  then X_1 = X; LIT_1 = LIT
  else X = X_1; LIT = LIT_1
```

NOTA – Para un algoritmo denominado CF-GCRA, véase el apéndice XI. Este algoritmo es menos exacto que F-GCRA en las pruebas de conformidad de las tramas, pero podría servir de base a implementaciones sencillas, a condición de que las tolerancias se fijen a valores suficientemente grandes.

### **6.8.3.3 Compromisos de QoS**

Los compromisos de QoS son los mismos para GFR1 y GFR2.

Los compromisos de QoS se aplican solamente a conexiones con MCR mayor que cero. Por tanto, en adelante, se supone que MCR es mayor que cero. No hay compromisos en cuanto a la CDV ni al retardo de transferencia de célula.

ATC GFR proporciona un compromiso de QoS en términos de una tasa de pérdida de células de acuerdo con la clase de QoS para la cantidad de células en tramas conformes (véase 6.8.3.2), donde, en una interfaz normalizada, el F-GCRA( $T, \tau$ ) se aplica con los parámetros  $T = 1/MCR$  y  $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$ , y donde  $\tau_{IBT} = (MBS - 1) \cdot (1/MCR - 1/PCR)$ .

#### **Compromisos adicionales relativos al procedimiento**

Además de los compromisos relativos a la QoS, la ATC GFR incluye el compromiso relativo al procedimiento, que consiste en que, cuando hay disponibles recursos suficientes, algunas tramas CLP = 0 todas cuyas células son conformes dejan, no obstante, de pasar la prueba F-GCRA, y algunas tramas CLP = 1 todas cuyas células son conformes serán entregadas. Para entregar estas tramas más allá de los compromisos de QoS se aplica una política específica de la red para asignar una parte de los recursos disponibles a cada conexión GFR que interviene. Las políticas específicas de la red no están sujetas a normalización. En tal política de red, la red podría, por ejemplo, tomar en consideración el estatus CLP de las tramas descartando preferentemente las tramas CLP = 1 con respecto a las tramas CLP = 0 en esa conexión GFR dada.

No existen compromisos sobre tramas no todas cuyas células son conformes y se permite que la red descarte cualquier célula de estas tramas. Sin embargo, si la red entrega parte de esa trama, debe tratar de entregar también su última célula. Si algunas células de una conexión GFR son no conformes, la red puede considerar la conexión GFR como no acorde, véase 5.3.2.

#### **Selección de parámetro para caudal mínimo**

El F-GCRA puede mostrar un fenómeno similar al que se produce para el GCRA, descrito en el apéndice III. En ciertas condiciones, y cuando tramas CLP = 0, todas cuyas células son conformes, llegan al F-GCRA( $1/MCR, \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$ ) con una velocidad de célula mayor que MCR, la velocidad de célula de *tramas conformes* puede ser menor que MCR. Puede demostrarse que este fenómeno no está presente si  $\tau_{IBT} + \tau_{MCR} \geq MFS/MCR$ .

### **6.8.3.4 Acciones UPC/NPC**

Durante el tiempo de vida de la conexión, la conformidad de las células puede comprobarse continuamente dentro de la red mediante mecanismos UPC/NPC estáticos, siempre que estos

mecanismos UPC/NPC estén presentes (véase 7.2.3). La definición de conformidad no implica una implementación dada cualquiera del UPC/NPC.

Para una trama no todas cuyas células son conformes se permite a la red que descarte cualquier célula de la trama, por ejemplo que descarte células aisladas, o que descarte la parte final de la trama. Para una trama todas cuyas células excepto la última son conformes, puede ser conveniente retener la última célula y actualizar el GCRA, incluso si esa célula no pasó la prueba  $GCRA(1/PCR, \tau_{PCR})$ .

## **7 Funciones para control de tráfico y control de congestión**

### **7.1 Introducción**

Las funciones genéricas de control de tráfico y control de congestión se definen como el conjunto de acciones ejecutadas por la red en todos los elementos de red para evitar situaciones de congestión o reducir al mínimo los efectos de la congestión, y para evitar la propagación de sus efectos una vez aparecida la congestión.

En condiciones normales de funcionamiento, es decir, cuando no se producen fallos, las funciones designadas en la presente Recomendación por funciones de control de tráfico tienen por finalidad evitar la congestión de la red.

Sin embargo, la congestión puede producirse, por ejemplo, por un funcionamiento incorrecto de las funciones de control de tráfico causado por fluctuaciones estadísticas imprevisibles de los flujos de tráfico o de los fallos de las redes. Por consiguiente, las funciones designadas en esta Recomendación por funciones de control de congestión tienen por finalidad reaccionar a la congestión de red para reducir al mínimo su intensidad, propagación y duración.

#### **7.1.1 Funciones de control de tráfico y de control de congestión**

En la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) se utilizará una gama de funciones de control de tráfico y de control de congestión para mantener la calidad de servicio de las conexiones ATM.

En esta Recomendación se describen las siguientes funciones.

##### *Funciones de control de tráfico*

- i) Gestión de recursos de red (7.2.1).
- ii) Control de admisión de conexión (7.2.2).
- iii) Control de parámetros de utilización/red (7.2.3).
- iv) Control de prioridad de descarte (7.2.4).
- v) Descarte de trama (7.2.5).
- vi) Control de calendarización (7.2.6).
- vii) Conformación de tráfico (7.2.7).
- viii) Gestión rápida de recursos (7.2.8).

##### *Funciones de control de congestión*

- ix) Control de prioridad de descarte (7.3.1).
- x) Indicación explícita de congestión hacia adelante (7.3.2).
- xi) Descarte de trama (7.3.4).
- xii) Control de calendarización (7.3.5).

Pueden utilizarse más funciones de control. A continuación se indican algunas funciones que podrían ser útiles pero que quedan en estudio para precisar sus detalles:

- xiii) Control de admisión de conexión que tiene en cuenta y reacciona a la carga medida de la red.
- xiv) Variación de los parámetros de utilización supervisados por la red. Por ejemplo, reducción de la cantidad de recursos de red (por ejemplo, velocidad de célula permitida) que se pone a disposición del usuario (por ejemplo, como en ABR o utilizando control de flujo genérico como se describe en la Rec. UIT-T I.361).

Otras funciones de control de tráfico (por ejemplo, funciones de reencaminamiento, liberación de la conexión, OAM) quedan en estudio.

Los efectos de la utilización de estas funciones adicionales sobre la normalización (por ejemplo, los efectos sobre la gestión de la capa ATM, la señalización usuario-red y el plano de control) requieren más estudio.

En conexiones ATM pueden proporcionarse diferentes niveles de compromisos sobre la calidad de servicio mediante un encaminamiento, conformación de tráfico, control de prioridad de descarte y asignación de recursos adecuados.

## **7.2 Funciones de control de tráfico**

### **7.2.1 Utilización de trayectos virtuales para la gestión de recursos de red**

Los trayectos virtuales son un importante componente del control de tráfico y de la gestión de recursos en la red digital de servicios integrados de banda ancha. En relación con el control de tráfico, las VPC pueden utilizarse para:

- simplificar el CAC;
- implementar una forma de control de prioridad mediante la separación de tipos de tráfico que requieren diferentes calidades de servicio;
- distribuir eficientemente los mensajes para la aplicación de esquemas de control de tráfico (por ejemplo, indicar congestión en la red mediante la distribución de un mismo mensaje a todas las VCC que constituyen una VPC);
- agrupar servicios de usuario a usuario de forma que el UPC/NPC pueda aplicarse al agregado de tráfico;
- agrupar capacidades de red de forma que el NPC pueda aplicarse al agregado de tráfico.

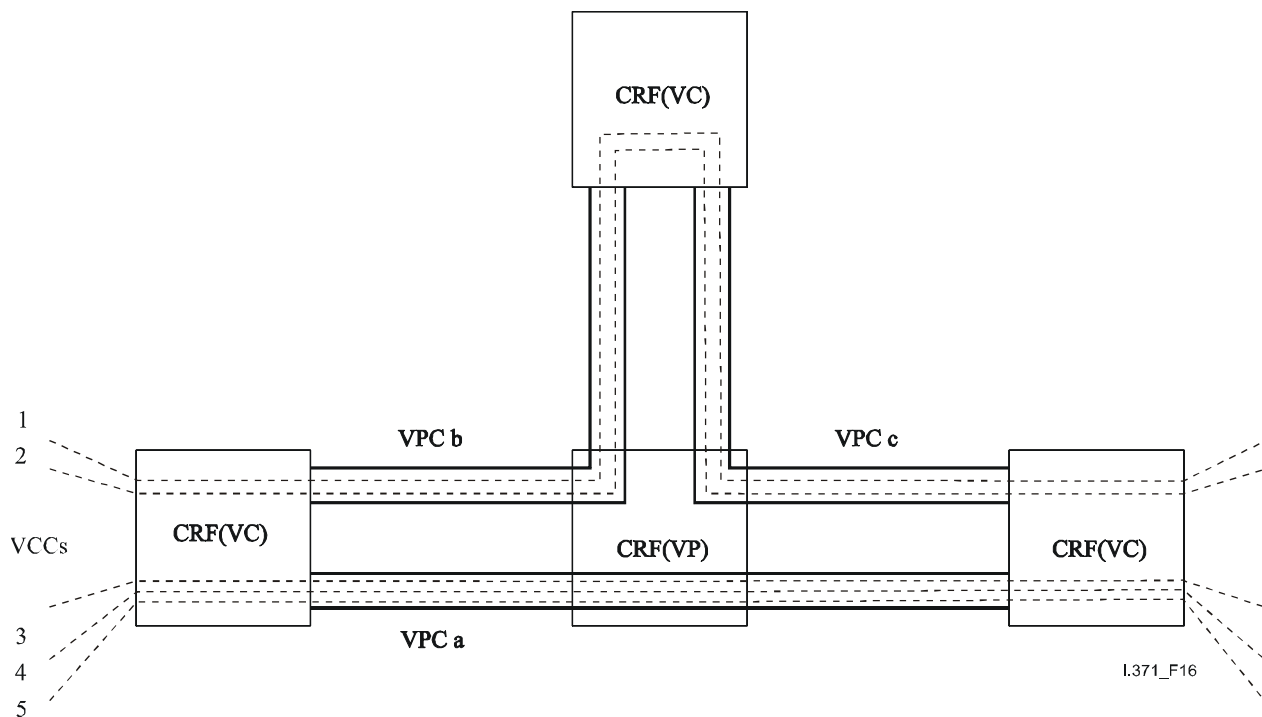
Las VPC desempeñan también un papel fundamental en la gestión de recursos de red. Si se reserva capacidad en las VPC, se reduce el procesamiento necesario para establecer VCC individuales. Pueden establecerse VCC individuales tomando decisiones simples de admisión de conexiones en los nodos en que terminan las VPC. Las estrategias para la reserva de capacidad en las VPC estarán determinadas por la solución de compromiso entre los costes del aumento de la capacidad y los costes de la reducción del control. Estas estrategias quedan al criterio de los operadores.

La calidad de funcionamiento de red de entidad par a entidad par en una VCC determinada depende de la calidad de funcionamiento de las VPC consecutivas utilizadas por dicha VCC y de la manera en que ésta es tratada en las CRF(VC) (funciones relacionadas con la conexión en el nivel de VC, por ejemplo un multiplexor de VC, un conmutador de VC, véase la figura 16).

Si las CRF(VC) las tratan de manera similar, VCC diferentes encaminadas a través de una misma secuencia de VPC perciben una calidad de funcionamiento similar (por ejemplo en lo que respecta a la tasa de pérdida de células, el retardo de transferencia de célula y la variación del retardo de célula) a lo largo de esta ruta.

Por el contrario, cuando las VCC dentro de una VPC requieren una gama de calidades de servicio, los objetivos de calidad de funcionamiento de la VPC deben fijarse con arreglo a la VCC más exigente transportada.

El control de admisión de conexión puede combinar un control común de encaminamiento y de prioridad para servicios que requieren cierto número de VCC con bajos retardos diferenciales y diferentes tasas de pérdida de células (por ejemplo, los servicios multimedia).



CRF(VC) Funciones relacionadas con la conexión en el nivel de VC.

NOTA 1 – La calidad de funcionamiento de red que encuentran las VCC 1 y 2 depende de la calidad de funcionamiento de red de las VPC b y c y de la manera en que estas VCC son tratadas por las CFR(VC). Puede ser diferente de la calidad de funcionamiento de las VCC 3, 4 y 5, por lo menos debido a las diferentes calidades de funcionamiento de red proporcionadas por las VPC.

NOTA 2 – La calidad de funcionamiento de red que encuentran las VCC 3, 4 y 5 es similar en lo que respecta al retardo de célula y a la variación del retardo de célula si las CRF(VC) las tratan de manera similar, al tiempo que disponen de dos tasas de pérdida de células diferentes mediante la utilización del bit CLP.

NOTA 3 – En una VPC de usuario a usuario, la calidad de servicio experimentada por las diferentes VCC depende de la capacidad de los equipos del cliente para cursar tráfico.

**Figura 16/I.371 – Correspondencia entre las tasas de pérdida de células para conexiones de canal virtual y conexiones de trayecto virtual**

Las aplicaciones de VPC indicadas en la Rec. UIT-T I.311, a saber:

- Caso A Aplicación de usuario a usuario: la VPC está situada entre un par de puntos de referencia  $T_B$ .
- Caso B Aplicación usuario-red: la VPC está situada entre un punto de referencia  $T_B$  y un nodo de red.
- Caso C Aplicación de red a red: la VPC está situada entre nodos de red.

Entrañan lo siguiente:

En el caso A: puesto que la red no tiene conocimiento de la calidad de servicio de las VCC dentro de la VPC, incumbe al usuario determinar, de acuerdo con las capacidades de la red, la calidad de servicio necesaria para la VPC.

En los casos B y C: la red conoce las calidades de servicio de las VCC transportadas dentro de la VPC, y tiene que adaptarse a ellas. No obstante, la fijación de tolerancias CDV requiere más estudio.

La multiplexación estadística de los enlaces VC dentro de una VPC en la cual la suma de las PCR de todos los enlaces VC puede ser mayor que la PCR de la conexión de trayecto virtual, sólo es posible cuando todos los enlaces de canal virtual dentro de la conexión de trayecto virtual puede tolerar la calidad de servicio resultante de la multiplexación estadística.

En consecuencia, cuando el operador de red aplica la multiplexación estadística de enlaces de canal virtual, las conexiones de trayecto virtual se pueden utilizar para separar tráfico, impidiendo de ese modo la multiplexación estadística con otros tipos de tráfico. La exigencia de esta separación implica que puede necesitarse más de una conexión de trayecto virtual entre pares de origen/destino de la red para ofrecer una gama completa de calidades de servicio entre ellos.

### **7.2.2 Control de admisión de conexión**

El control de admisión de conexión se define como el conjunto de acciones ejecutadas por la red en la fase de establecimiento (o en la fase de renegociación) de la llamada para determinar si una conexión de canal virtual o una conexión de trayecto virtual puede ser aceptada o rechazada.

En un entorno RDSI-BA, una llamada puede requerir más de una conexión (por ejemplo, para servicios multimedia o pluripartitos como la videotelefonía o la videoconferencia). En este caso deben aplicarse procedimientos de control de admisión de conexión a cada conexión de canal virtual o de trayecto virtual.

El usuario negociará las características de tráfico de las conexiones ATM con la red en la fase de establecimiento de la conexión mediante señalización o procedimientos de gestión de red. Estas características pueden renegociarse durante el tiempo de vida de la llamada, a petición del usuario, mediante señalización o procedimientos de gestión de red. La red puede limitar la frecuencia de esas renegociaciones. Esto está fuera del ámbito de la presente Recomendación.

En el caso de un servicio permanente o reservado (por ejemplo, un servicio que empleara una conexión de trayecto virtual permanente o una conexión de canal virtual permanente), las características de tráfico son indicadas o renegociadas mediante un procedimiento apropiado, sea fuera de línea (por ejemplo, con ocasión del abono), o en línea mediante procedimientos gestión.

Según la ATC seleccionada (véase la cláusula 6), para las modificaciones dinámicas de características de tráfico podrán utilizarse también procedimientos de gestión de recursos de la capa ATM (véase 7.2.8).

Sobre la base del control de admisión de conexión en una red ATM, una petición de conexión para una llamada determinada se acepta únicamente cuando se dispone de recursos suficientes para establecer la conexión a través de la totalidad de la red, ajustarse a la calidad de servicio requerida y mantener la calidad de servicio convenida de las conexiones existentes. Esto se aplica asimismo a la renegociación de los parámetros de conexión en una llamada determinada.

Se pueden aplicar diferentes estrategias de asignación de recursos de red para los flujos de tráfico  $CLP = 0$  y  $CLP = 1$ . Además, al efectuar el control de admisión de conexión se pueden utilizar informaciones tales como la carga medida de la red. Esto puede permitir al operador de red obtener un mayor grado de utilización de la red, sin dejar de satisfacer los objetivos de calidad de servicio.

Los esquemas de asignación de recursos se dejan al criterio del operador de red.

Los procedimientos de establecimiento de la conexión permitirán al control de admisión de conexión obtener, al menos, la siguiente información (véase contrato de tráfico, 5.3):

- capacidad de transferencia de capa ATM requerida;
- descriptores de tráfico de fuente;
- tolerancias CDV;
- clase de calidad de servicio requerida.

El control de admisión de conexión utiliza esta información para determinar:

- si la conexión puede o no aceptarse;
- los parámetros de tráfico necesarios para el control de parámetros de utilización/red (UPC/NPC);
- la selección de trayecto y la asignación de recursos de red.

Para una determinada conexión ATM, un usuario indica una capacidad de transferencia ATM entre las capacidades de transferencia soportadas por la red. Los parámetros de tráfico normalizados correspondientes incluidos en el descriptor de tráfico de fuente además de la velocidad de células de cresta deben permitir al operador de red aplicar una política de control de admisión de conexión que alcance una ganancia de multiplexación estadística, en comparación con la política de control de admisión de conexión que asigna estáticamente recursos basándose únicamente en una velocidad de células de cresta para las conexiones, sin dejar de satisfacer los compromisos de calidad de servicio asumidos respecto a la conexión. Son posibles muchas de estas políticas de control de admisión de conexión, e incumbe al operador de red elegir entre ellas.

En el caso de una conexión ATM individual, un usuario indica una clase de calidad de servicio entre las clases de calidad de servicio soportadas por la red. El control de prioridad con el empleo del bit CLP permite, como máximo, especificar dos objetivos diferentes de la tasa de pérdida de células para una conexión ATM (véanse 5.3.3 y 7.2.4). El papel que desempeña el control de prioridad en el control de admisión de conexión está fuera del ámbito de esta Recomendación. La sensibilidad al retardo forma parte de la calidad de servicio requerida. Las clases de calidad de servicio específicas están dentro del ámbito de la Rec. UIT-T I.356.

### **7.2.3 Control de parámetros de utilización y control de parámetros de red**

El control de parámetros de utilización (UPC, *usage parameter control*) y el control de parámetros de red (NPC, *network parameter control*) funcionan de manera similar en interfaces diferentes: la función UPC se efectúa en la interfaz usuario-red (UNI), mientras que la función NPC se efectúa en la interfaz inter-red (INI).

La utilización de la función UPC está recomendada, y la utilización de la función NPC es una opción de red. Independientemente de que el operador opte o no por utilizar la función NPC, los objetivos de calidad de funcionamiento de borde de la red a borde de la red habrán de ser satisfechos, de todas formas, si la conexión cumple el contrato de tráfico (véase 5.3.2).

#### **7.2.3.1 Funciones del UPC/NPC**

El control de parámetros de utilización y el control de parámetros de red se definen como el conjunto de acciones ejecutadas por la red para supervisar y controlar que el contrato de tráfico se respeta en lo referente al tráfico ofrecido y a la validez de la conexión ATM, en el acceso de usuario y en el acceso de red, respectivamente. Su principal finalidad es proteger los recursos de red contra un comportamiento incorrecto, voluntario o involuntario, que pueda afectar la calidad de servicio de otras conexiones ya establecidas, mediante la detección de las violaciones de los parámetros y procedimientos negociados y la ejecución de acciones adecuadas.



La supervisión de conexión abarca todas las conexiones que atraviesan la interfaz usuario-red o la interfaz inter-red. El control de parámetros de utilización y el control de parámetros de red se aplican a las VCC/VPC de usuario y a los canales virtuales de señalización y metaseñalización. La red puede insertar más flujos de células para sus propios fines (por ejemplo, segmentación de flujos de células OAM, segmentación de flujos de células RM), y estos flujos pueden atravesar un UPC o NPC. Cuando se insertan estos flujos, el operador de red no debe permitir que el flujo de células afecte los compromisos de calidad de servicio asumidos con respecto a la conexión del usuario. Este aspecto no se trata en la presente Recomendación.

La tarea de supervisión para el control de parámetros de utilización y el control de parámetros de red se lleva a cabo con relación a las VCC y VPC, respectivamente, mediante las dos acciones siguientes:

- 1) Verificación de la validez de los identificadores de trayecto virtual (VPI, *virtual path identifier*) y de los identificadores de canal virtual (VCI, *virtual channel identifier*) (esto es, si se asignan o no valores VPI/VCI) y verificación de que el tráfico que llega a la red desde las VCC activas no contiene violaciones de los parámetros convenidos; esta acción debe ejecutarse en el ingreso de una CRF(VC), antes de que se produzca cualquier multiplexación o conmutación de la capa ATM en la subcapa VC.

NOTA – Se debe tener en cuenta la CDV debida a multiplexación en la subcapa VP.

- 2) Verificación de la validez de los VPI (esto es, si se asignan o no valores de VPI) y verificación de que el tráfico que llega a la red desde las VCC activas no contiene violaciones de los parámetros convenidos; esta acción debe ejecutarse en el ingreso de una CRF(VC), antes de que se produzca cualquier multiplexación o conmutación de la capa ATM.

### 7.2.3.2 Requisitos del UPC/NPC

Es preciso estudiar más a fondo la necesidad de un algoritmo UPC/NPC normalizado, así como su definición. Se pueden mencionar varias características que serían deseables en el algoritmo UPC/NPC:

- capacidad de detectar cualquier situación de tráfico ilegal;
- selectividad en la gama de los parámetros verificados (esto es, el algoritmo tendría que determinar si el comportamiento del usuario está dentro de la región de aceptación);
- corto tiempo de respuesta a las violaciones de los parámetros;
- simplicidad de implementación.

Hay dos conjuntos de requisitos relacionados con el UPC/NPC:

- los relacionados con las degradaciones de la calidad de servicio que el UPC/NPC podría causar directamente al flujo de células de usuario;
- los relacionados con los recursos que el operador debe asignar a una determinada VPC/VCC y la manera en que la red pretende proteger esos recursos contra un comportamiento incorrecto del usuario o de otra red (como consecuencia de averías o acciones intencionales).

Se han identificado dos parámetros de calidad de funcionamiento. Estos parámetros tienen que ser considerados al evaluar la calidad de funcionamiento de los mecanismos UPC/NPC. Los métodos de evaluación de la calidad de funcionamiento del UPC/NPC y la necesidad de normalizar estos métodos están fuera del ámbito de la presente Recomendación. Estos dos parámetros son:

- Tiempo de respuesta: tiempo necesario para detectar una situación dada en que intervienen células no conformes en una VPC/VCC, en determinadas condiciones de referencia.
- Transparencia: para el mismo conjunto de condiciones de referencia, exactitud con la cual el UPC/NPC inicia las acciones de control adecuadas sobre un tren de células algunas de las

cuales no son conformes y evita acciones de control inadecuadas sobre un tren de células conformes.

Un determinado mecanismo UPC/NPC puede cometer errores al ejecutar acciones de vigilancia excesivas, por ejemplo la declaración de un volumen de células no conformes mayor que el volumen de células que no cumplen el contrato de tráfico. Dicho mecanismo puede también dejar de ejecutar acciones de vigilancia suficientes sobre un tren de células algunas de las cuales no son conformes.

Las acciones excesivas del UPC/NPC sobre cualquier conexión forman parte de la degradación de la calidad de funcionamiento de red global, y su probabilidad debe mantenerse muy baja. La cuantificación de esta probabilidad está dentro del ámbito de la Rec. UIT-T I.356. Se pueden fijar márgenes de seguridad en función del algoritmo UPC/NPC para limitar la degradación introducida por el UPC/NPC.

Las acciones de vigilancia ejecutadas sobre el tráfico en exceso, en caso de violación del contrato de tráfico, no deben incluirse en la degradación de la calidad de funcionamiento de red atribuida al UPC/NPC.

Se debe considerar asimismo el efecto del UPC/NPC en el retardo de célula. El retardo de célula y la variación del retardo de célula introducidos por el UPC/NPC forman parte también del retardo y de la variación del retardo atribuidos a la red.

Puesto que la integridad de la secuencia de células se mantiene en toda conexión ATM, el UPC/NPC, incluida su acción facultativa de rotulado de células (véase 7.2.3.6), tiene que funcionar como un servidor único que sigue la regla de servicio de "primero en entrar, primero en salir" (FIFO, *first-in-first-out*) para cada conexión ATM.

#### **7.2.3.2.1 Calidad de servicio de UPC/NPC en el nivel de célula**

En la Rec. UIT-T I.356 se define un método para determinar la razón de las células no conformes a las células que se ajustan a la velocidad de célula negociada, en una determinada interfaz. Un proceso de medición unipuntual calcula la razón  $\gamma_M$  del número de células que excede las estipuladas en el contrato de tráfico al número total de células ofrecidas.

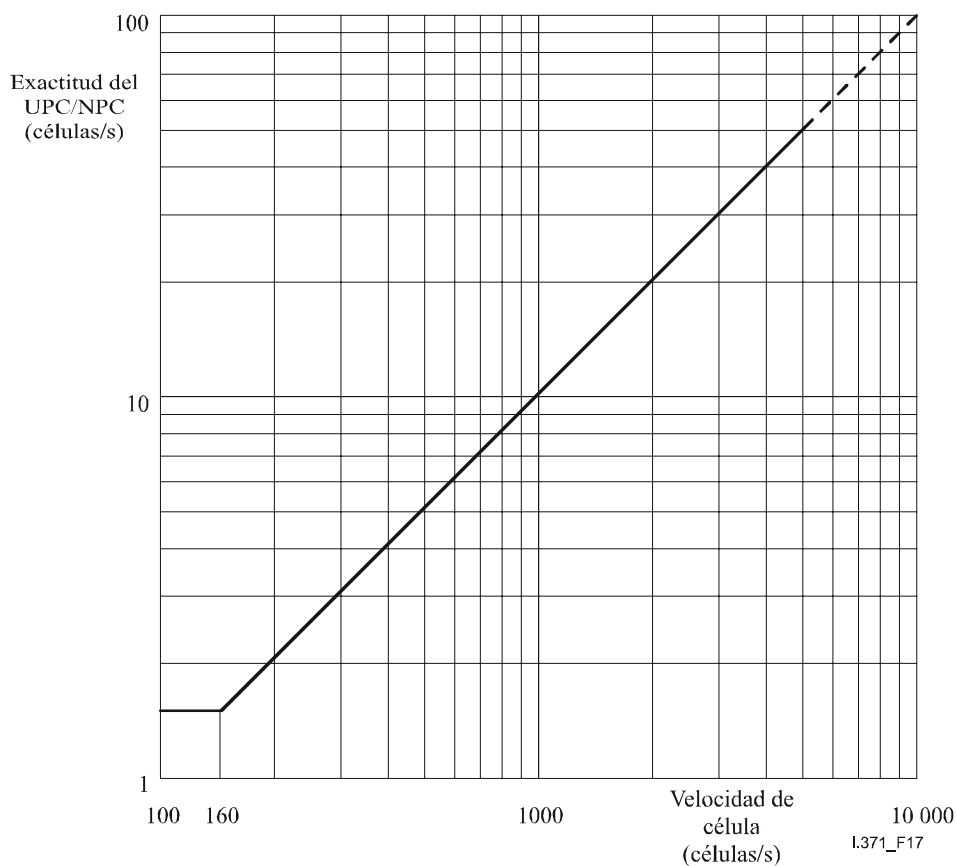
Lo siguiente se aplica cuando se utiliza un GCRA único para la definición de conformidad. Se encuentran en estudio otros casos (véase la Rec. UIT-T I.356).

Un UPC/NPC ideal que implementa el proceso de medición unipuntual a un flujo de células realizaría simplemente acciones de vigilancia sobre células de modo que la razón  $\gamma_p$  del número de células a las que se aplica la acción de ejecución (rotulado o descarte) al número de células procesadas se aproxima a  $\gamma_M$ . Aunque el UPC/NPC ideal tiene en cuenta una decisión basada en la célula, no es posible predecir que células particulares de una conexión sufrirán los efectos adversos de la acción de vigilancia ejecutada por este UPC/NPC ideal. Esto se debe a que la medición se efectúa por fases, o sea, las decisiones tomadas por el proceso de medición dependen de la célula con la que el proceso comienza, y de los valores iniciales de las variables de estado del proceso. La medición de  $\gamma_M$  podría proporcionar una estimación del grado de no conformidad del usuario con la velocidad negociada. La medición de la razón de no conformidad de la célula,  $\gamma_M$ , puede utilizarse para un arbitraje entre el usuario y la red en la interfaz usuario-red (UNI) o entre dos porciones de red en la interfaz inter-red (INI), en caso de conflicto. Estas mediciones pueden realizarse a petición, sea en servicio en conexiones establecidas antes o después de la petición en cuestión, o fuera de servicio en cualquier flujo que emule la operación del usuario.

La transparencia de un mecanismo UPC/NPC puede definirse por la exactitud con la que el mecanismo se aproxima al mecanismo ideal, es decir, por la diferencia entre la razón de vigilancia de referencia,  $\gamma_M$ , y la razón de vigilancia real,  $\gamma_p$ . Una diferencia positiva significa que el UPC/NPC está ejecutando la acción de vigilancia en un grado menor que aquel en que lo haría un proceso de

medición. Una diferencia negativa significa que el UPC/NPC está ejecutando acciones de vigilancia indebidas.

El método exacto para medir la transparencia de un mecanismo determinado para el UPC/NPC en el nivel de célula y su dependencia del tiempo requieren más estudio.



**Figura 17/I.371 – Requisito de exactitud del UPC/NPC**

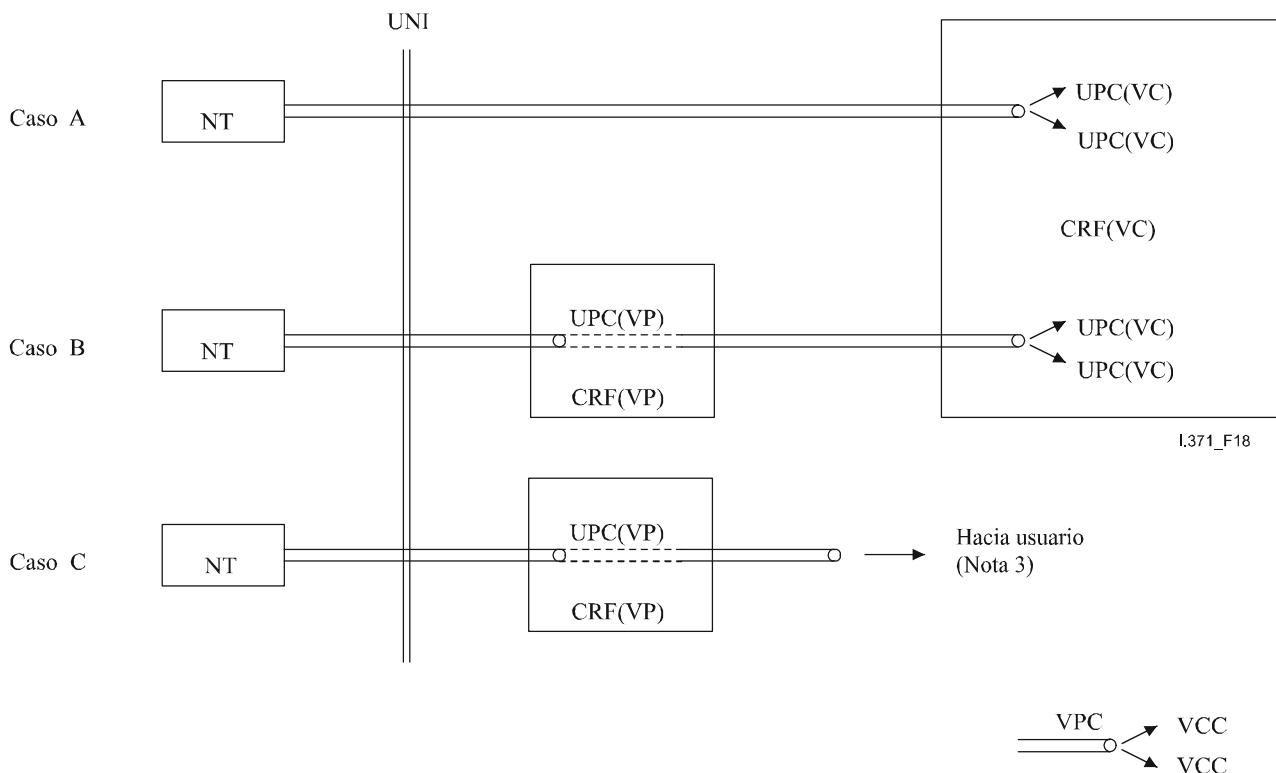
Un requisito relativo a la exactitud que debe cumplir el UPC/NPC es el siguiente: para el control de velocidad de célula (ya se trate de la velocidad de células de cresta o de la velocidad de células sostenible), el UPC/NPC debe poder codificar una velocidad de célula que sea, como máximo, un  $\delta = 1\%$  mayor que la velocidad de célula utilizada en la definición de conformidad de célula. Este requisito es aplicable a velocidades de célula bajas, de hasta sólo 160 células/s. Para velocidades de células comprendidas entre 100 y 160 células por segundo, la exactitud es 1,6 células/s (que es el 1% de 160 células/s) (véase la figura 17). La exactitud de UPC/NPC para velocidades de célula en la gama de 1 a 100 células por segundo se encuentra en estudio.

El mencionado requisito de calidad de funcionamiento es un requisito impuesto a la capacidad del UPC/NPC. No se requiere que un operador de red fije los parámetros del UPC/NPC de modo que estén dentro del margen dado por  $\delta$ .

La relación entre el requisito de exactitud y la supervisión de la calidad de funcionamiento se trata en el apéndice III.

### 7.2.3.3 Ubicación del UPC

El control de parámetros de utilización se aplica a las VCC o VPC en el punto en que los primeros enlaces VP o VC son terminados dentro de la red. Pueden darse tres casos, que se muestran en la figura 18.



- CRF            Función relacionada con la conexión
- CRF(VC)    Función relacionada con conexión de canal virtual
- CRF(VP)    Función relacionada con conexión de trayecto virtual
- NT            Terminación de red
- UPC          Control de parámetro de utilización

- NOTA 1 – En los casos B y C el valor del VPI no identifica una VPC negociada.
- NOTA 2 – En el caso B, CRF(VP) y CRF(VC) pueden pertenecer a diferentes operadores de red.
- NOTA 3 – Un usuario puede ser un servidor de capa superior dentro de la red.

**Figura 18/I.371 – Ubicación de las funciones de control de parámetros de utilización**

En los casos siguientes, CRF(VC) significa función relacionada con conexión de canal virtual, y CRF(VP) significa función relacionada con conexión de trayecto virtual. Una CRF(VC) o una CRF(VP) pueden ser, respectivamente, un concentrador de VC o de VP.

**Caso A (figura 18): Usuario conectado directamente a CRF(VC)**

El control de parámetros de utilización se aplica dentro de la CRF(VC) a VCC (acción 1, 7.2.3.1).

**Caso B (figura 18): Usuario conectado a CRF(VC) a través de una CRF(VP)**

El control de parámetros de utilización se aplica dentro de la CRF(VP) a VPC solamente (acción 2, 7.2.3.1) y dentro de la CRF(VC) a VCC solamente (acción 1, 7.2.3.1).

**Caso C (figura 18): Usuario conectado a usuario o a otro proveedor de red a través de una CRF(VP)**

El control de parámetros de utilización se aplica dentro de la CRF(VP) a VPC solamente (acción 2, 7.2.3.1).

En el caso B, el usuario puede negociar, y tiene que respetar, dos contratos de tráfico:

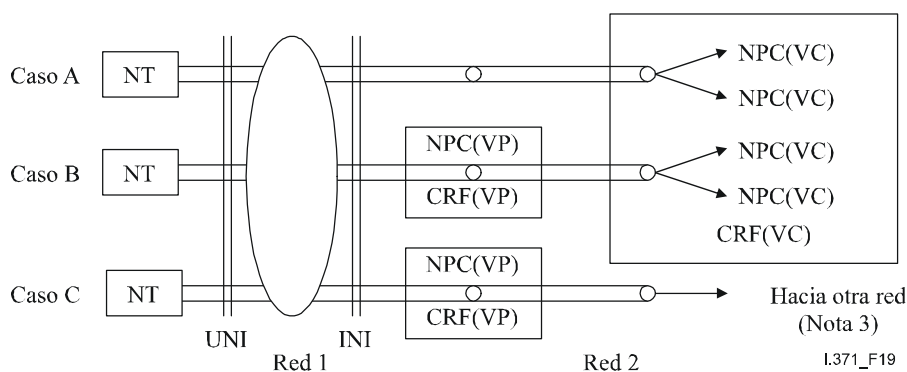
- en el nivel de VP con la CRF(VP) (cuando el usuario solicita al operador de la CRF(VP) una conexión de VP);
- en el nivel de VC con la CRF(VC) (cuando el usuario solicita al operador de la CRF(VC) una conexión de VC).

Las implicaciones de esto quedan en estudio.

NOTA – En el caso B, las características de tráfico que se controlan en el UPC(VC) dependen no solamente de las que son negociadas por el usuario, sino también de las características de transferencia de células dentro de las funciones relacionadas con la conexión de trayecto virtual (CRF(VP), *virtual path connection related functions*). La modificación de las características de tráfico no incumbe al usuario.

#### 7.2.3.4 Ubicación del NPC

El control de parámetros de red se aplica a las VCC o VPC en el punto en que son procesadas por primera vez en la red después de haber atravesado una interfaz entre redes. Pueden darse tres casos, que se muestran en la figura 19.



CRF	Función relacionada con la conexión
CRF(VC)	Función relacionada con conexión de canal virtual
CRF(VP)	Función relacionada con conexión de trayecto virtual
INI	Interfaz inter-red
NPC	Control de parámetro de red
UNI	Interfaz usuario-red

NOTA 1 – En el caso A, el valor del VPI no identifica una VPC negociada.

NOTA 2 – En los casos B y C, el valor de VPI no identifica una VPC negociada.

NOTA 3 – Otra red puede ser un usuario.

**Figura 19/I.371 – Ubicación de las funciones de control de los parámetros de red**

En los casos siguientes, CRF(VC) significa función relacionada con conexión de canal virtual, y CRF(VP) significa función relacionada con conexión de trayecto virtual.

#### **Caso A (figura 19): Red de origen conectada directamente a CRF(VC)**

El control de parámetros de red se aplica dentro de la CRF(VC) (acción 1, 7.2.3.1).

### **Caso B (figura 19): Red de origen conectada a CRF(VC) a través de una CRF(VP)**

El control de parámetros de red se aplica dentro de la CRF(VP) a VPC solamente (acción 2, 7.2.3.1) y dentro de la CRF(VC) a VCC solamente (acción 1, 7.2.3.1).

### **Caso C (figura 19): Red de origen conectada a otra red a través de una CRF(VP)**

El control de parámetros de red se aplica dentro de la CRF(VP) a VPC solamente (acción 2, 7.2.3.1).

En el caso B, el usuario puede negociar, y tiene que respetar, dos contratos de tráfico:

- en el nivel de VP con la CRF(VP) [cuando el usuario solicita al operador de la CRF(VP) una conexión de VP];
- en el nivel de VC con la CRF(VC) [cuando el usuario solicita al operador de la CRF(VC) una conexión de VC].

Las implicaciones de esto quedan en estudio.

NOTA – En el caso B, las características de tráfico que se controlan en el NPC(VC) dependen no solamente de las que son negociadas por el usuario, sino también de las características de transferencia de células dentro de las funciones relacionadas con la conexión de trayecto virtual (CRF(VP)). La modificación de las características de tráfico no incumbe al usuario.

#### **7.2.3.5 Parámetros de tráfico sometidos a control en el UPC/NPC**

Para cada capacidad de transferencia ATM, los parámetros de tráfico que pueden ser sometidos a control son los incluidos en el descriptor de tráfico de fuente, y posiblemente otros parámetros dinámicos específicos de una determinada ATC (véanse las cláusulas 5 y 6). El hecho de que todos estos parámetros, o un subconjunto de los mismos, se sometan a control depende de los mecanismos CAC, ATC y UPC/NPC. La velocidad de células de cresta nunca deberá rebasarse en ninguna conexión.

#### **7.2.3.6 Acciones del UPC/NPC**

El UPC/NPC está destinado a controlar el tráfico ofrecido por una conexión ATM para ejecutar el contrato de tráfico negociado. El objetivo es que el usuario nunca pueda rebasar las disposiciones del contrato más allá de un nivel de no conformidad que es específico del operador.

Las acciones de control concretas que habrán de ejecutarse dependen de la configuración de la red de acceso y de la capacidad de transferencia ATM negociada. Si esta capacidad permite la renegociación de parámetros de tráfico mediante la función de gestión rápida de recursos utilizando células MR, el mecanismo UPC/NPC debe ser dinámico, es decir, debe poder modificar dinámicamente sus parámetros utilizando la información transportada por las células RM. En algunas implementaciones, las funciones de UPC/NPC y las de conformación de tráfico pueden combinarse, en cuyo caso se producirán acciones de recalendarización de células como resultado de esta asociación.

#### **Acciones UPC/NPC en el nivel de célula**

En el nivel de célula, las acciones de la función UPC/NPC pueden ser:

- a) traspaso de células;
- b) rotulado de células para ATC específicas (véase 5.3.4). El rotulado de células se aplica únicamente a células con el bit CLP = 0, para lo cual se conmuta a 1 dicho bit. Los elementos de red no cambiarán el valor del bit CLP, salvo, posiblemente, si la capacidad de transferencia ATM (SBR3, GFR2) específica que se aplica el rotulado de células;
- c) descarte de células.

El traspaso de células se aplica a células que han sido identificadas por un UPC/NPC como conformes. El rotulado de células y el descarte de células se aplican a células que son identificadas por un UPC/NPC como no conformes con al menos un elemento del contrato de tráfico.

### **Acciones UPC/NPC adicionales**

En el caso de conexiones ABT (véase 6.6), una acción del UPC/NPC que controla la conformidad en el nivel de bloque puede ser:

- La iniciación de una modificación de los recursos asignados a la conexión.
- El descarte de todas las células restantes en el bloque ATM (descarte de trama, véase 7.2.5).

Además de las acciones en el nivel de célula y en el nivel de bloque antes mencionadas, el UPC/NPC puede iniciar la liberación de la conexión.

### **7.2.3.7 Relación entre el UPC/NPC, la prioridad de pérdida de células y la calidad de funcionamiento de la red**

Toda célula identificada como no conforme por la función UPC/NPC aplicada al flujo  $CLP = 0 + 1$  agregado se descarta.

Cuando se aplica el rotulado de células (véase 7.2.3.6) a una conexión ATM, las células  $CLP = 0$  identificadas por la función UPC/NPC aplicada al flujo  $CLP = 0$  como no conformes se convierten en células  $CLP = 1$  y se fusionan con el flujo de tráfico  $CLP = 1$  sometido por el usuario antes de que se verifique el flujo de tráfico  $CLP = 0 + 1$ . Si el rotulado de células (véase 7.2.3.6) no se aplica a una conexión, se descartan las células que son identificadas por el UPC/NPC como no conformes con al menos un elemento del contrato de tráfico.

Cuando una conexión ATM aplica la capacidad CLP (véanse las configuraciones 2 y 3 de SBR, 6.5.3) y algunas células no son conformes con el parámetro de tráfico  $CLP = 0 + 1$  y la correspondiente tolerancia de la variación del retardo de célula, la función UPC/NPC aplicada al flujo agregado puede descartar células  $CLP = 0$  que no fueron consideradas como células exceso por la función UPC/NPC aplicada al tren de células  $CLP = 0$ . Esto no constituye una degradación de la calidad de funcionamiento de la red.

### **7.2.3.8 Funciones de gestión de la capa ATM asociadas con el control de tráfico**

A continuación se presentan algunos ejemplos de funciones de gestión de capa ATM asociadas con funciones de control de tráfico.

Cuando el UPC/NPC encuentra niveles de no conformidad que exceden un umbral específico del operador de red, el control de tráfico puede generar indicaciones. Estas indicaciones pueden iniciar otras acciones de ejecución tales como:

- acciones de control en escalas de tiempo cortas, por ejemplo indicación de un nivel excesivo de no conformidad, destinada al usuario;
- iniciación de una renegociación de la cantidad de recursos asignados a la conexión (véase 7.2.3.6);
- liberación de la conexión.

Las indicaciones debidas a no conformidad en interfaces normalizadas detectadas por el UPC/NPC no deben propagarse a través de la red.

Las funciones anteriormente descritas, abstracción hecha del intento de renegociación, no están actualmente especificadas en esta Recomendación.

#### **7.2.4 Control de prioridad de descarte**

En el contexto de control de tráfico pueden aplicarse mecanismos de control de la prioridad de descarte con el fin de proteger, en la medida posible, los flujos de tráfico para los cuales la red haya negociado compromisos sobre la calidad de servicio.

El descarte selectivo de células es una función de control de prioridad de descarte de célula que consiste en la acción de descartar células  $CLP = 1$  (que fueron sometidas por el usuario como células  $CLP = 1$  de prioridad inferior o que fueron rotuladas (véase 7.2.3.6) por el UPC/NPC) en lugar de descartar células  $CLP = 0$  de conexiones con relación a las cuales se han negociado compromisos sobre la calidad de servicio.

El descarte selectivo de células puede ser efectuado por elementos de red sin que por ello dejen de satisfacerse los compromisos sobre la calidad de servicio.

Las posibilidades de aplicación del descarte selectivo de células depende de la capacidad de transferencia ATM (véase la cláusula 6).

Otra forma del control de prioridad de descarte consiste en descartar células de una conexión con una QoS de clase U para no descartar células en otra conexión con QoS de la clase 1.

#### **7.2.5 Descarte de trama**

Si una red necesita descartar células para no pasar a un estado congestionado, podría ser conveniente descartar células consecutivas en una conexión dada. Esto es especialmente cierto en el caso de conexiones que soportan aplicaciones en las que la información está organizada en tramas y cada trama da lugar a más de una célula ATM. En tales aplicaciones, la pérdida de una célula provoca la corrupción de una trama que puede ser necesario retransmitir.

#### **Secuencia de células de trama**

Una secuencia de células de trama es una secuencia de células generadas por el usuario en una determinada conexión. Existen dos métodos actualmente reconocidos en esta Recomendación para delinear una secuencia de células de trama en la capa ATM con el fin de efectuar descarte de trama: la delimitación de secuencia de células de trama basada en indicación de usuario ATM a usuario ATM (indicación AUU), y la basada en células RM.

Si el usuario desea aprovechar las ventajas de los mecanismos de descarte de trama en la capa ATM, debe cerciorarse de que la delimitación de trama en la capa ATM (es decir, mediante indicación AUU o células RM) corresponde a la delimitación de trama en una capa más alta.

#### **Delineación de la secuencia de células de trama basada en AUU**

En el caso de una VCC, puede utilizarse la indicación AUU (por ejemplo, la especificada para AAL 5) para definir una secuencia de células de trama como sigue:

- Una secuencia de células de trama comienza con la primera célula generada por el usuario en la conexión, o con una célula generada por el usuario que sigue a una célula en la que la indicación AUU está fijada.
- Una secuencia de células de trama termina con una célula de usuario en la que la indicación AUU está fijada.

NOTA 1 – Obsérvese que las posibilidades de aplicación de la delimitación de trama basada en AUU, en una VPC, no está actualmente especificada y requiere más estudio.

NOTA 2 – Si la última célula transmitida en una conexión antes de la terminación de la conexión no tiene fijada la indicación AUU, la secuencia de células de trama no ha sido terminada debidamente.



## **Delineación de la secuencia de células de trama basada en células RM**

En el caso de VPC o VCC con la capacidad ATC ABT/IT, una secuencia de células de trama es un bloque ATM, tal como está definido en 6.6. Las células RM que delinean la secuencia de células de trama (véase 6.6.2.4.1) no forman parte de la secuencia de células de trama.

### **Descartar toda la trama**

La función "descartar toda la trama" se define como una función que consiste en descartar, en una determinada conexión ATM, todas y cada una de las células generadas por el usuario en una secuencia de células de trama, desde el comienzo de la secuencia hasta, e inclusive, la célula de usuario que termina la secuencia, al mismo tiempo que se mantiene la delineación de la trama.

- Si se utiliza la delineación de secuencia de células basada en AUU, la célula de terminación forma parte de la secuencia de células de trama que habrá de descartarse.
- Si se utiliza la delineación de secuencia de células basada en células RM, las células RM que delinean un bloque ATM no forman parte de la secuencia de células de trama que habrán de descartarse.

### **Descarte de las células posteriores de la trama**

La función "descartar las células posteriores de la trama" se define, en una determinada conexión ATM, como la función que consiste en no descartar una o más células generadas por el usuario desde el comienzo de una secuencia de células de trama, a lo que sigue el descarte de cada una de las células generadas por el usuario en una secuencia de células de trama hasta la célula generada por el usuario que termina la secuencia, al mismo tiempo que se mantiene la delineación de la trama.

- Si se utiliza la delineación de secuencia de células basada en AUU, la célula de terminación, aunque forma parte de la secuencia de células de trama, no se descarta, con el fin de mantener la delineación de la trama.
- Si se utiliza la delineación de secuencia de células basada en células RM, las células RM que delinean un bloque ATM no forman parte de la secuencia de células de trama que habrán de descartarse.

### **Aplicación del descarte de trama**

En el caso de conexiones que han negociado ABT/IT como la ATC se aplica el descarte de la totalidad de la trama.

El descarte de trama (descarte de la totalidad de la trama y/o descarte de las células posteriores de la trama) puede aplicarse a conexiones para las que se ha negociado la calidad de servicio de clase U, cualquiera que sea la ATC.

La aplicación del descarte de trama a conexiones con otras ATC u otras clases de calidad de servicio no se especifica en esta Recomendación. La aplicación del descarte de trama en estos casos puede llevar a que la red no satisfaga el compromiso sobre la calidad de servicio. De una manera más específica, se señalan los dos casos siguientes:

- Aplicación del descarte de trama a conexiones para las que se haya negociado la calidad de servicio de clase 1 o de clase 2. El descarte de trama como una función UPC/NPC (véase 7.2.3.6) apropiada sólo se aplica a ABT/IT. La aplicación del descarte de trama en otros casos, por ejemplo en el caso de una congestión inminente en un elemento de red, puede conducir a que la red no satisfaga el compromiso sobre la calidad de servicio.
- Aplicación del descarte de trama a conexiones para las cuales se ha negociado la calidad de servicio de clase 3. La aplicación del descarte de trama a células  $CLP = 1$  conduce al resultado deseado solamente si el usuario marca consecuentemente, como  $CLP = 1$  o como  $CLP = 0$ , todas las células de cualquier secuencia dada de tramas de célula. En otros casos

puede suceder que la red no satisfaga el compromiso sobre la calidad de servicio para el flujo de células CLP = 0 en la conexión.

Cuando se asocian compromisos sobre la calidad de servicio a una conexión que reconoce la noción de trama (por ejemplo, una conexión ABT), hay que proporcionar una definición adecuada de conformidad en el nivel de trama.

NOTA 3 – La realización de la operación de descarte de trama sobre una secuencia de células de trama terminada de manera impropia no está definida, y las acciones correspondientes dependientes de la implementación pueden influir sobre la calidad de servicio proporcionada a la conexión.

### **7.2.6 Control de calendarización**

Con el fin de solucionar las contiendas relativas a la transmisión se introducen en los equipos mecanismos de calendarización de células. Un mecanismo de calendarización de células determina el orden en que se transmiten las células cuando varias células, en una cola, esperan ser transmitidas en un determinado intervalo de tiempo de célula. El mecanismo de calendarización de células incluye:

- el establecimiento de prioridades de tiempo entre diferentes colas de espera;
- la utilización de un mecanismo de cola de espera justo y ponderado, entre las diferentes colas de espera.

También pueden utilizarse mecanismos de calendarización para aplicar una normativa de asignación definida.

### **7.2.7 Conformación de tráfico**

La conformación de tráfico es un mecanismo que cambia las características de tráfico de un tren de células en una VCC o VPC para lograr una modificación deseada de esas características, con el fin de obtener una mayor eficiencia de la red al mismo tiempo que se satisfacen los objetivos de calidad de servicio, o para asegurar la conformidad en una interfaz subsiguiente. La conformación de tráfico debe mantener la integridad de la secuencia de células en una conexión ATM. La conformación modifica las características de tráfico de un flujo de células, lo que tiene por consecuencia un aumento del retardo medio de transferencia de células.

Son ejemplos de conformación de tráfico la reducción de la velocidad de células de cresta, la limitación de la longitud de las ráfagas, la reducción de la CDV mediante un espaciamiento adecuado de las células en el tiempo, y los esquemas del servicio de cola.

Incumbe al operador de red determinar si habrá o no de aplicarse la conformación de tráfico y, en su caso, en qué lugar. Por ejemplo, un operador de red puede optar por aplicar la conformación de tráfico conjuntamente con funciones UPC/NPC adecuadas.

Un operador de red puede también optar por aplicar la conformación de tráfico a flujos de células separadas o agregadas.

En consecuencia, toda conexión ATM puede ser objeto de conformación de tráfico.

El operador de red/proveedor de servicio tiene a su disposición las opciones siguientes:

- a) *Tráfico sin conformación*
  - Se dimensiona la red de modo que acomode cualquier flujo de células conformes en el ingreso en la red, al mismo tiempo que se asegura la conformidad en el egreso de la red sin aplicar ninguna función de conformación.
- b) *Conformación del tráfico*
  - Se dimensiona y opera la red de modo que todo flujo de células conformes en el ingreso sea transportado por la red, o por segmentos de red, al mismo tiempo que se

satisfacen los objetivos de calidad de servicio, y se aplica conformación de tráfico de salida para satisfacer las pruebas de conformidad en el egreso de la red.

- Se aplica conformación de tráfico en el ingreso de la red o del segmento de red, y se asignan recursos de acuerdo con las características de tráfico obtenidas por conformación, al mismo tiempo que se satisfacen los objetivos de calidad de servicio y se pasan las pruebas de conformidad subsiguientes en el egreso de la red, o del segmento de red.

La conformación de tráfico puede también aplicarse dentro del equipo de cliente, o en la fuente, para asegurar que las células generadas por la fuente o en la UNI sean conformes con el contrato de tráfico negociado correspondiente a la ATC utilizada (véase la cláusula 6).

### **7.2.8 Gestión rápida de recursos (FRM)**

Las funciones de gestión rápida de recursos (FRM, *fast resource management*) operan en la escala de tiempo del retardo de propagación de ida y retorno. Las capacidades de transferencia tanto ABT (véase 6.6) como ABR (véase 6.7) utilizan las funciones de gestión rápida de recursos para asignar dinámicamente recursos a conexiones que emplean estas capacidades. Otras posibles funciones de gestión rápida de recursos quedan en estudio.

Las funciones de gestión rápida de recursos utilizan células de gestión de recursos, descritas en 8.1.

## **7.3 Funciones de control de congestión**

Para algunos tipos de tráfico pueden utilizarse medios de control de red adaptativos en las capas ATM o superiores. En esta Recomendación se identifican las siguientes funciones de control de congestión en la capa ATM.

### **7.3.1 Control de prioridad de descarte**

En el contexto del control de congestión, el mecanismo de control de prioridad de descarte, como se especifica en 7.2.4, puede emplearse dentro de un elemento de red congestionado, principalmente para proteger, durante el mayor tiempo posible, los flujos de tráfico para los que la red ha negociado compromisos sobre la calidad de servicio.

En particular, el descarte selectivo de células  $CLP = 1$ , tal como se define en 7.2.4, puede aplicarse dentro de un elemento de red congestionado.

### **7.3.2 Indicación explícita de congestión hacia adelante**

La indicación explícita de congestión hacia adelante (EFICI, *explicit forward congestion indication*) es un mecanismo de notificación de congestión que puede utilizarse para ayudar a la red a evitar los estados de congestión y a recuperarse tras un estado de congestión. Dado que el empleo de este mecanismo por el equipo de cliente (CEQ) es facultativo, el operador de red no debe basarse en dicho mecanismo para controlar la congestión.

Un elemento de red que declara encontrarse en un estado de congestión inminente o en un estado de congestión puede fijar una indicación explícita de congestión hacia adelante en el encabezamiento de las células de datos de conexiones pertinentes, de modo que el CEQ de destino pueda examinarla. Por ejemplo, los CEQ de fuente y de destino pueden utilizar esta indicación para implementar protocolos que reducen, de manera autoadaptable, la velocidad de célula de la conexión durante la congestión. Un elemento de red que no declara encontrarse en un estado de congestión inminente o en un estado de congestión no modificará el valor de esta indicación.

Un elemento de red puede declarar que se encuentra en un estado de congestión o en un estado de congestión inminente. Las condiciones y el mecanismo para detectar estos estados son específicos de la implementación y no están sometidos a normalización. El mecanismo por el cual los

protocolos de capa superior del CEQ utilizan la indicación de congestión está fuera del ámbito de esta Recomendación.

Las repercusiones de la indicación implícita de congestión hacia adelante en las funciones de control de tráfico y de control de congestión requieren más estudio.

### **7.3.3 Reacción a los fallos del UPC/NPC**

A causa de fallos del equipo (por ejemplo, en los dispositivos de control de parámetros de utilización y/o en otros elementos de red), las características de tráfico controladas en el UPC/NPC pueden tener valores diferentes de los convenidos durante la fase de establecimiento de la comunicación. Para hacer frente a estas situaciones deben diseñarse procedimientos específicos del plano de gestión (por ejemplo, para aislar el enlace defectuoso).

### **7.3.4 Descarte de trama**

Si una red necesita descartar células para salir de un estado de congestión, podría ser conveniente descartar células consecutivas en una conexión dada. Esto es especialmente cierto en el caso de conexiones que soportan aplicaciones en las que la información está organizada en tramas y cada trama da lugar a más de una célula ATM. En tales aplicaciones, la pérdida de una célula provoca la corrupción de una trama que puede ser necesario retransmitir.

Las definiciones y enunciados relativos a las posibilidades de aplicar el descarte de trama a conexiones ATM, indicados en 7.2.5, son también aplicables al descarte de trama como una función de control de congestión.

### **7.3.5 Control de calendarización**

En el contexto del control de congestión, el mecanismo de calendarización de células descrito en 7.2.6 puede aplicarse dentro de un elemento de red congestionado, principalmente para proteger, en la medida posible, flujos de tráfico para los que la red haya negociado compromisos sobre la calidad de servicio.

Asimismo, pueden utilizarse mecanismos de calendarización para aplicar una normativa de asignación definida.

## **7.4 Funciones de control de tráfico en situaciones de interfuncionamiento**

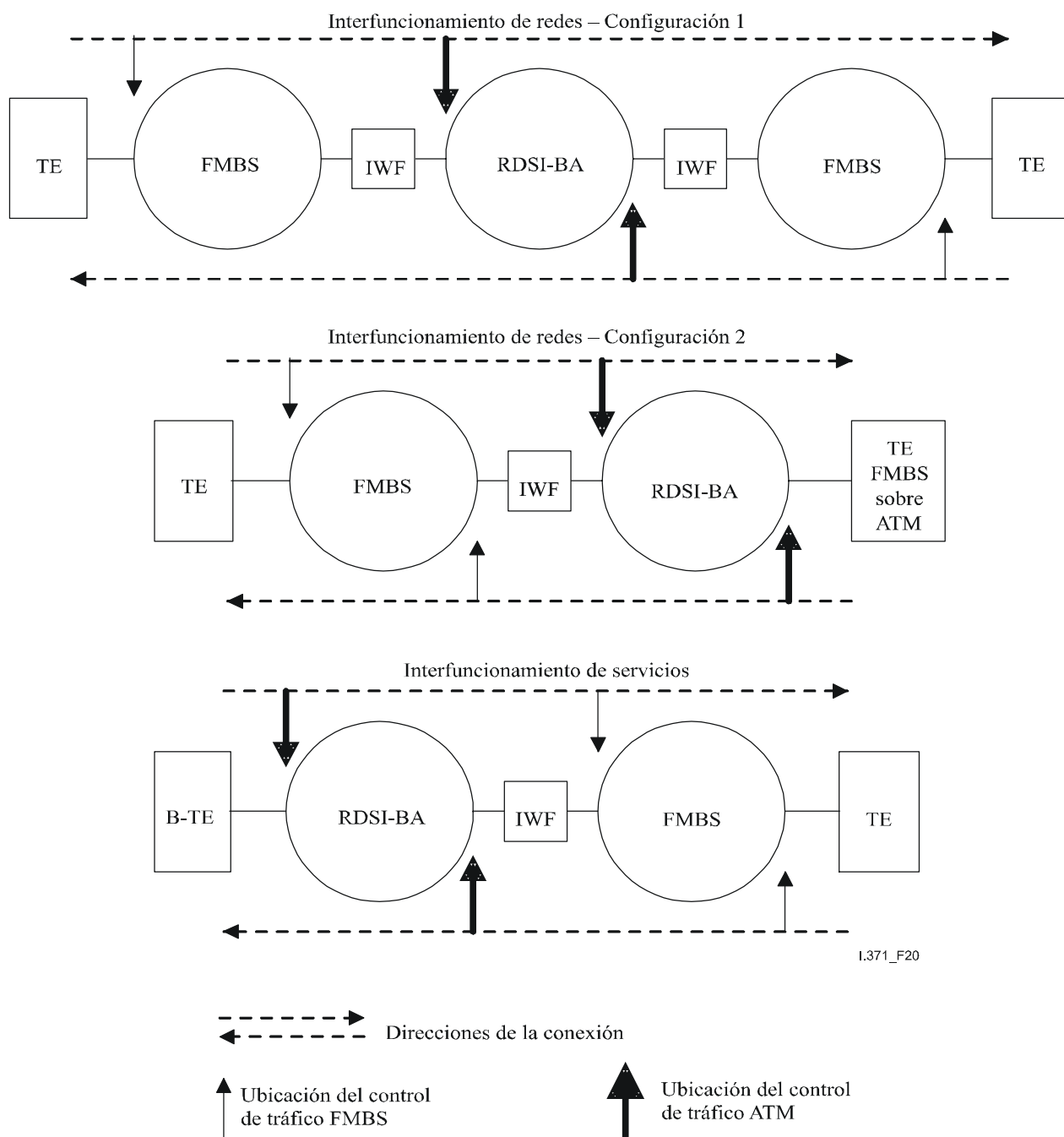
Se definen funciones y procedimientos de control de tráfico ATM de acuerdo con el objetivo de integrar servicios en la capa ATM y lograr objetivos de calidad de funcionamiento compatibles con la integración de servicios. Pueden considerarse funciones de tráfico utilizadas por otros servicios portadores. Sin embargo, no existe el compromiso de utilizar esas funciones para control de tráfico y control de congestión en ATM.

### **7.4.1 Interfuncionamiento del control de tráfico con el servicio portador en modo trama**

Las funciones de control de tráfico pueden emplearse en el ingreso de cada red subsiguiente de acuerdo con sus parámetros específicos, tanto si se considera el interfuncionamiento de redes como el interfuncionamiento de servicios.

Las siguientes configuraciones de referencia (véase la figura 20) son aplicables al control de tráfico en el caso del interfuncionamiento entre el servicio portador en modo trama (FMBS) y la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA). Se deja al criterio de los operadores de red determinar si estas funciones de control de tráfico están o no efectivamente presentes en las funciones de interfuncionamiento (IWF, *interworking functions*).

Obsérvese que en la RDSI-BA indicada en la figura 20 pueden intervenir múltiples operadores de red. La operación combinada de varios operadores de red no se trata en esta cláusula.



**Figura 20/I.371 – Configuraciones de referencia para el interfuncionamiento de control de tráfico entre el FMBS y la RDSI-BA**

Para el interfuncionamiento en el caso 2 de la figura 20 hay dos contratos de tráfico aplicables al terminal FMBS sobre ATM. Las implicaciones que esto puede tener en la definición de la conformidad quedan en estudio.

## 8 Procedimientos para el control de tráfico y el control de congestión

### 8.1 Formato de las células de gestión de recursos

Las funciones de gestión de recursos que tienen que actuar en la escala de tiempo de los retardos de propagación de ida y retorno pueden necesitar procedimientos de gestión de capa ATM para utilizar células de gestión de recursos asociadas con esa conexión ATM.

Las células RM de la capa ATM contienen campos comunes a todos los tipos de células RM (véase la figura 21) y campos específicos para cada tipo de célula RM.

Encabezamiento ATM	Identificador de protocolo RM	Campos específicos de función	Reservado	EDC (CRC-10)
5 octetos	8 bits	45 octetos	6 bits	10 bits

I.371\_F21

EDC Código de detección de errores

**Figura 21/I.371 – Formato de las células de gestión de recursos**

Los principios de codificación para los campos comunes y específicos no utilizados son los siguientes:

- los octetos de los campos de información de célula RM no utilizados se codifican 0110 1010 (6AH);
- los bits de los campos de información de célula RM no utilizados se codifican todos ceros.

Los octetos no utilizados y los bits no utilizados no serán examinados por el receptor para verificar su conformidad con esta regla de codificación.

En ulteriores perfeccionamientos de esta Recomendación se deberá asegurar que los equipos que empleen versiones anteriores no experimenten problemas de compatibilidad relacionados con el contenido de las células RM. Es decir, las funciones y codificaciones de campos definidos no serán redefinidas en el futuro.

No obstante, los campos no utilizados y los puntos de código no utilizados podrán ser definidos en futuras versiones de esta Recomendación, por lo cual están reservados.

A los fines de esta Recomendación, el bit más a la izquierda es el bit más significativo y se transmite primero.

Para la codificación del encabezamiento ATM en el caso de células de gestión de recursos de VC y VP, véase la Rec. UIT-T I.361.

El campo EDC transporta un código de detección de error CRC-10 calculado a través del campo información de la célula RM, sin incluir el campo EDC. Para el procedimiento de codificación, véase la Rec. UIT-T I.610.

Las células RM de VC deben excluirse de las funciones de supervisión de la calidad de funcionamiento de la VC. Las células RM de VC deben incluirse en las funciones de supervisión de la calidad de funcionamiento del VP. Las células RM de VP deben excluirse de las funciones de supervisión de la calidad de funcionamiento del VP.

Los identificadores de protocolo 248 a 255 están reservados para uso específico de la red. Las células RM identificadas por estos ID de protocolo deberán atravesar solamente interfaces normalizadas por acuerdos bilaterales.

## 8.2 Condiciones de error en las células RM

Cuando se utiliza la información contenida en una RM debe efectuarse la verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*) para determinar si la cabida útil de la célula RM está o no afectada por errores. Una célula RM errónea es una célula RM cuyo campo EDC contiene un código CRC-10 que no concuerda con los campos que protege.

La información contenida en una célula RM errónea se excluirá del procesamiento normal.

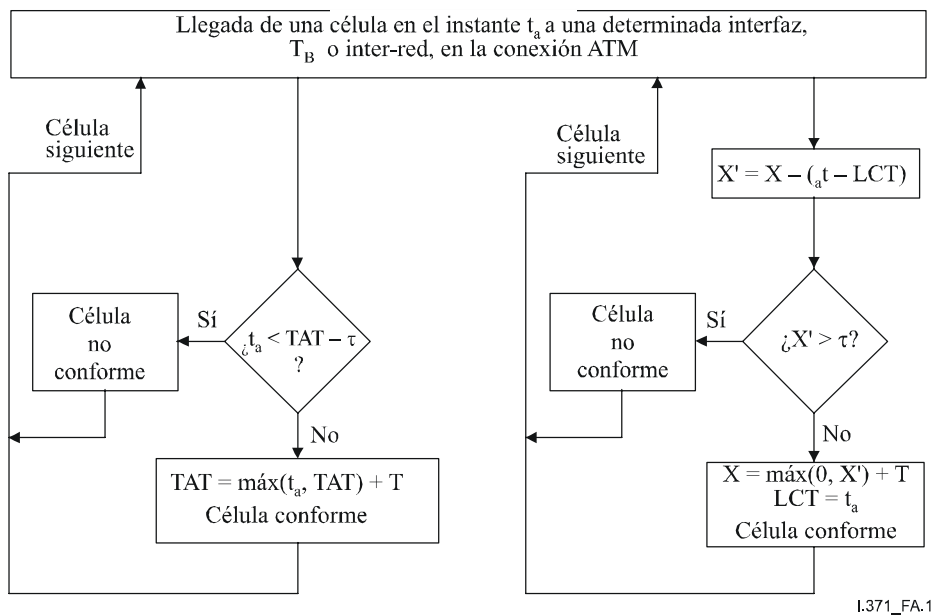
- Sobre las células RM que hayan sido detectadas como erróneas pueden ejecutarse dos acciones:
- la célula RM se reenvía sin modificación (si existe esta posibilidad), como célula errónea;
  - la célula RM errónea se descarta.

## Anexo A

### Algoritmo genérico de velocidad de célula GCRA(T,τ)

En este anexo se describe el algoritmo de referencia que se utiliza en 5.4 para definir la conformidad (por lo que a las células se refiere) de un tren de células con el valor negociado de una velocidad de célula  $\Lambda = 1/T$ , suponiendo que se asigna una tolerancia  $\tau$ . T y  $\tau$  se expresan en unidades de tiempo.

El algoritmo de referencia se describe en la figura A.1. Se muestran dos versiones equivalentes de este algoritmo: el algoritmo de calendarización virtual y el algoritmo de cubo no estanco de estado continuo.



**Algoritmo de calendarización virtual**

TAT Instante de llegada teórico

**Algoritmo de cubo no estanco de estado continuo**

X Valor del contador según una ley de "cubo no estanco"  
 X' Variable auxiliar  
 LCT Último instante (o tiempo) de conformidad (*last conformance time*)

$t_a$  Instante de llegada de la célula a la interfaz data

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz data,  $TAT = t_a$

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz data,  $X = 0$  y  $LCT = t_a$

**Figura A.1/I.371 – Versiones equivalentes del algoritmo genérico de velocidad de cresta**

### **A.1 Algoritmo de calendarización virtual (VSA, *virtual scheduling algorithm*)**

El algoritmo de calendarización virtual actualiza un instante de llegada teórico (TAT), que es el instante de llegada "nominal" de la célula, suponiendo que las células se envían uniformemente espaciadas en un intervalo de emisión  $T$  que corresponde a la velocidad de célula  $\Lambda$  cuando la fuente está activa. Si el instante de llegada real de una célula no es "demasiado temprano" con relación al instante TAT y a la tolerancia  $\tau$  asociada a la velocidad de célula, es decir, si el instante de llegada real es posterior a  $(TAT - \tau)$ , la célula es conforme, y en otro caso la célula es no conforme.

Siguiendo paso a paso el algoritmo de calendarización virtual (figura A.1), en el instante de llegada de la primera célula,  $t_a(1)$ , el instante de llegada teórico (TAT) se inicializa al instante actual  $t_a(1)$ . Para células subsiguientes, si el instante de llegada de la  $k$ -ésima célula,  $t_a(k)$ , es un instante anterior al valor actual de TAT menos la tolerancia  $\tau$ , la célula es no conforme y TAT no se modifica. Si el instante de llegada de célula  $t_a(k)$  es mayor o igual que  $(TAT - \tau)$  pero menor que TAT, la célula es conforme y TAT se incrementa por el valor  $T$ . Por último, si el instante de llegada de célula es mayor que TAT, la célula es conforme y TAT se actualiza a  $[t_a(k) + T]$ .

### **A.2 Algoritmo de cubo no estanco de estado continuo**

El algoritmo de cubo no estanco de estado continuo puede visualizarse como un cubo de capacidad finita cuyo contenido en valor real va disminuyendo como si estuviera escapándose por perforaciones del cubo a una velocidad constante de una unidad de contenido por unidad de tiempo, y cuyo contenido aumenta por el incremento  $T$  por cada célula conforme. Una visualización equivalente es la de una carga de trabajo en una cola de capacidad finita, o la de un contador de valor real. Si, a la llegada de una célula, el contenido es menor o igual que el valor límite  $\tau$ , la célula es conforme, y en otro caso la célula es no conforme. La capacidad del cubo (el límite superior del contador) es  $(T + \tau)$ .

Siguiendo paso a paso el algoritmo de cubo no estanco de estado continuo (figura A.1), en el instante de llegada de la primera célula,  $t_a(1)$ , el contenido del cubo  $X$  se pone a cero y el último instante de conformidad, LCT, se pone a  $t_a(1)$ . En el instante de llegada de la  $k$ -ésima célula,  $t_a(k)$ , primeramente el contenido del cubo se actualiza provisionalmente al valor  $X'$ , que es igual al contenido del cubo después de la llegada de la última célula conforme,  $X$ , menos la cantidad que se ha escapado del cubo desde el instante de esa llegada,  $[t_a(k) - LCT]$ . Si  $X'$  es menor o igual que el valor límite  $\tau$ , la célula es conforme y el contenido del cubo  $X$  se fija a  $X'$  (o a cero, si  $X'$  es negativo), más el incremento  $T$ , y el último instante de conformidad, LCT, se fija al instante actual  $t_a(k)$ . Si  $X'$  es mayor que el valor límite  $\tau$ , la célula es no conforme y los valores de  $X$  y LCT no se modifican.

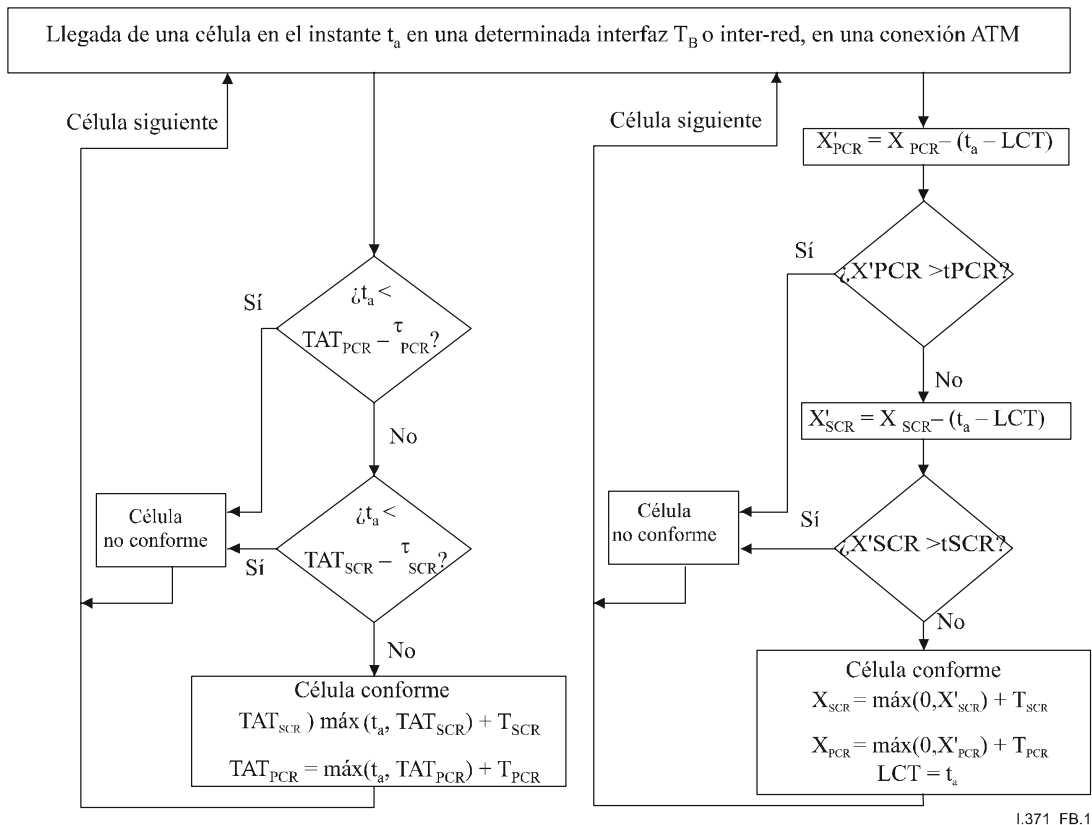
NOTA – Los dos algoritmos presentados en la figura A.1 son equivalentes en el sentido de que, para cualquier secuencia de instantes de llegada  $\{t_a(k), k \geq 1\}$ , las células determinadas como conformes por los dos algoritmos son las mismas y, por tanto, las determinadas como no conformes por los dos algoritmos son también las mismas. La comparación de los dos algoritmos es fácil de efectuar si se observa que en cada instante de llegada,  $t_a(k)$ , y después de haberse ejecutado los dos algoritmos,  $TAT = X + LCT$ .



## Anexo B

### Aplicación del GCRA a la definición de conformidad para SBR

Las figuras B.1, B.2 y B.3 muestran respectivamente el algoritmo de referencia que se obtiene de dos ejemplares del algoritmo genérico de velocidad de célula (GCRA) aplicadas de un modo coordinado. Obsérvese que, en estas figuras,  $T_{SCR}$  y  $T_{PCR}$  son respectivamente la inversa de SCR y PCR, y los parámetros  $\tau_{SCR}$  y  $\tau_{PCR}$  son respectivamente  $\tau_{IBT} + \tau'_{SCR}$  y la tolerancia  $\tau_{PCR}$ , los valores de los parámetros de tolerancia que corresponden a la interfaz dada. Estos algoritmos de referencia determinan la conformidad de células en la interfaz dada.



I.371\_FB.1

#### Algoritmo de calendarización virtual

$TAT_{SCR}, TAT_{PCR}$  Instantes de llegada teóricos

$t_a$  Instante de llegada de la célula a la interfaz dada  
 $T_{SCR}$  Recíproca de SCR para el flujo de células CLP = 0 + 1  
 $T_{PCR}$  Recíproca de PCR para el flujo de células CLP = 0 + 1  
 $\tau_{SCR}$  Tolerancia asociada con  $T_{SCR}$  ( $= \tau_{IBT} + \tau'_{SCR}$ )  
 $\tau_{PCR}$  Tolerancia asociada con  $T_{PCR}$

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz dada,

$$TAT_{SCR} = TAT_{PCR} = t_a$$

#### Algoritmo de cubo no estanco de estado continuo

$X_{SCR}, X_{PCR}$  Valores de los contadores según una ley de cubo no estanco

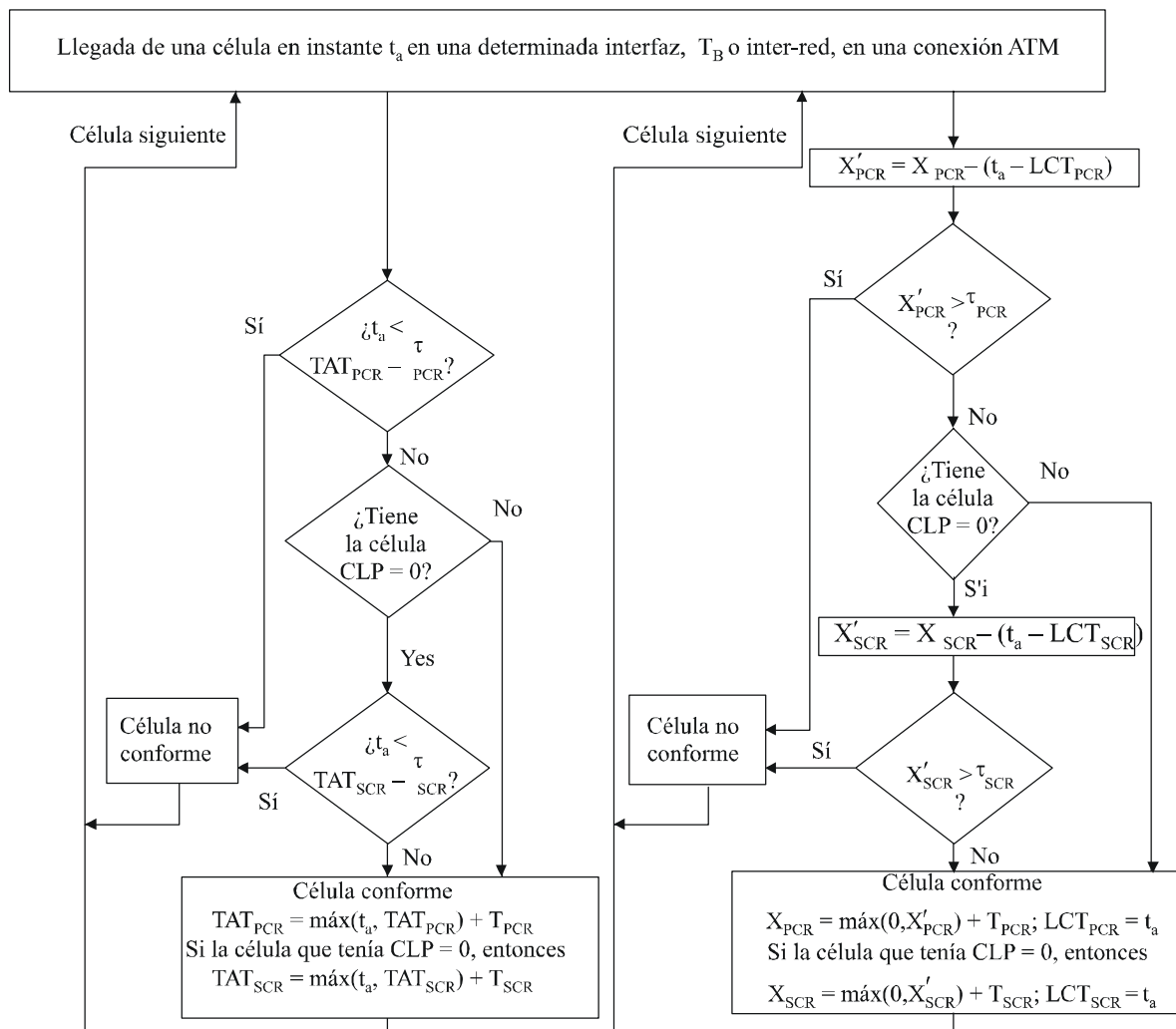
$X'_{SCR}, X'_{PCR}$  Variables auxiliares

LCT Último instante (o tiempo) de conformidad

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz dada,

$$X_{SCR} = X_{PCR} = 0 \text{ y } LCT = t_a$$

**Figura B.1/I.371 – Algoritmo de referencia para descriptores de tráfico de velocidad de célula sostenible (SCR) y velocidad de células de cresta (PCR) para un flujo de células CLP = 0 + 1**



I.371\_FB.2

**Algoritmo de calendarización virtual**

**Algoritmo de cubo no estanco de estado continuo**

$TAT_{SCR}, TAT_{PCR}$  Instantes de llegada teóricos

$X_{SCR}, X_{PCR}$  Valores de los contadores según una ley de cubo no estanco

$X'_{SCR}, X'_{PCR}$  Variables auxiliares

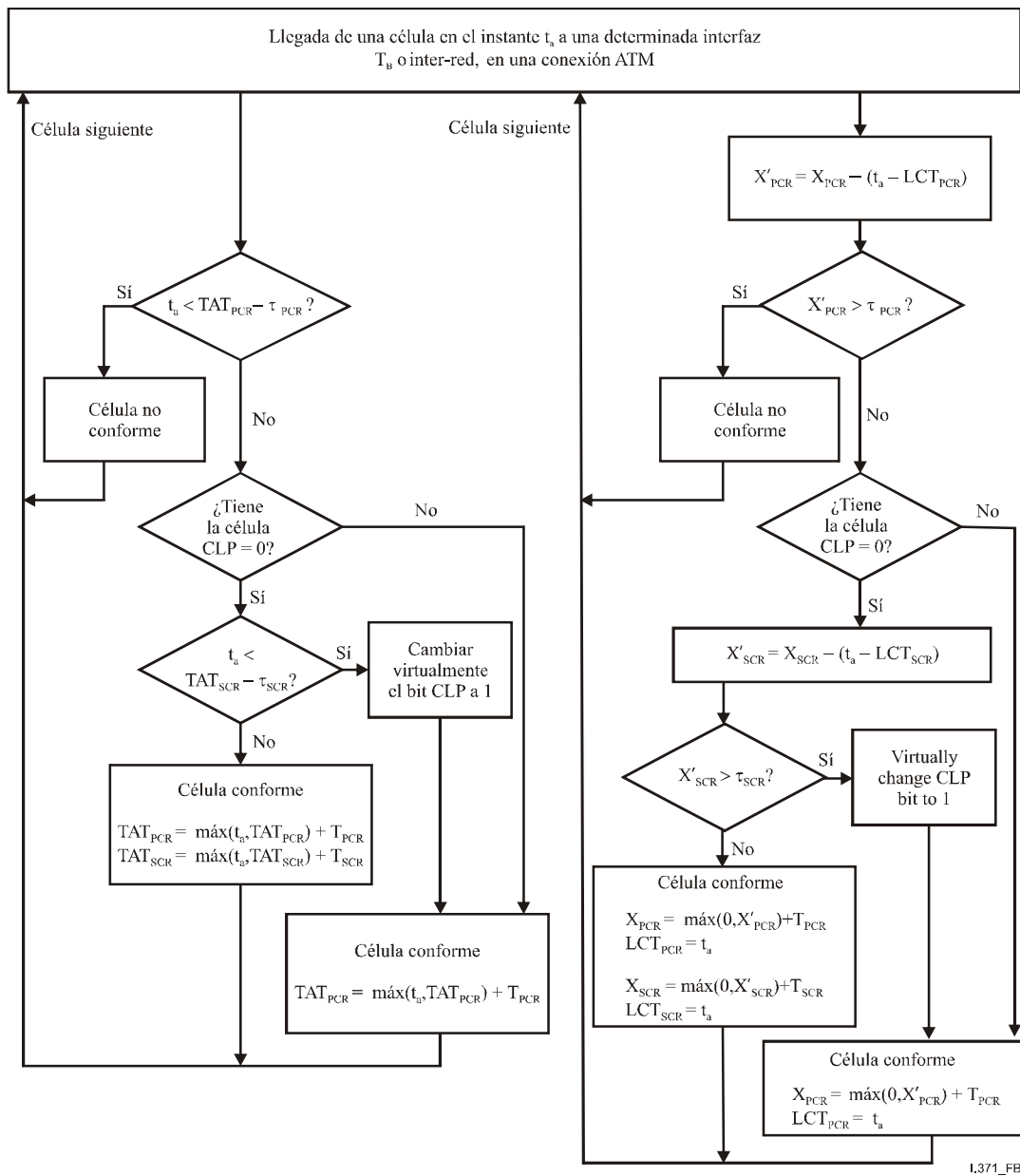
$LCT_{SCR}, LCT_{PCR}$  Últimos instantes (o tiempo) de conformidad

$t_a$  Instante de llegada de la célula a la interfaz dada  
 $T_{SCR}$  Recíproca de SCR para el flujo de células CLP = 0  
 $T_{PCR}$  Recíproca de PCR para el flujo de células CLP = 0 + 1  
 $\tau_{SCR}$  Tolerancia asociada con  $T_{SCR}$  ( $= \tau_{IBT} + \tau'_{SCR}$ )  
 $\tau_{PCR}$  Tolerancia asociada con  $T_{PCR}$

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz dada,  
 $TAT_{SCR} = TAT_{PCR} = t_a$

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz dada,  
 $X_{SCR} = X_{PCR} = 0$  and  $LCT_{SCR} = LCT_{PCR} = t_a$

**Figura B.2/I.371 – Algoritmo de referencia para descriptor de tráfico de velocidad de célula sostenible (SCR) para un flujo de células CLP = 0 y descriptor de tráfico de velocidad de células de cresta (PCR) para un flujo de células CLP = 0 + 1 (El rotulado no se aplica)**



**Algoritmo de calendarización virtual**

$TAT_{SCR}, TAT_{PCR}$  Instantes de llegada teóricos

- $t_a$  Instante de llegada de la célula a la interfaz dada
- $T_{SCR}$  Recíproca de SCR para el flujo de células CLP = 0
- $T_{PCR}$  Recíproca de PCR para el flujo de células CLP = 0 + 1
- $\tau_{SCR}$  Tolerancia asociada con  $T_{SCR}$  ( $= \tau_{IBT} + \tau'_{SCR}$ )
- $\tau_{PCR}$  Tolerancia asociada con  $T_{PCR}$

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz dada,

$$TAT_{SCR} = TAT_{PCR} = t_a$$

**Algoritmo de cubo no estanco de estado continuo**

$X_{SCR}, X_{PCR}$  Valores de los contadores según una ley' de cubo no estanco

$X'_{SCR}, X'_{PCR}$  Variables auxiliares

$LCT_{SCR}, LCT_{PCR}$  Últimos instantes (o tiempos) de conformidad

En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz dada,

$$X_{SCR} = X_{PCR} = 0 \text{ y } LCT_{SCR} = LCT_{PCR} = t_a$$

**Figura B.3/I.371 – Algoritmo de referencia para descriptor de tráfico de velocidad de células sostenible (SCR) para un flujo de células CLP = 0 y descriptor de tráfico de velocidad de células de cresta (PCR) para un flujo de células CLP = 0 + 1 (El rotulado se aplica)**

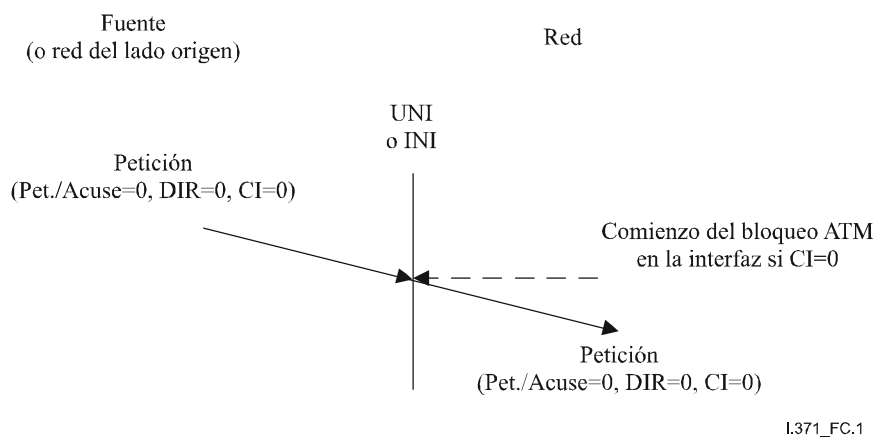
## Anexo C

### Mensajes de control ABT/DT a través de una interfaz normalizada

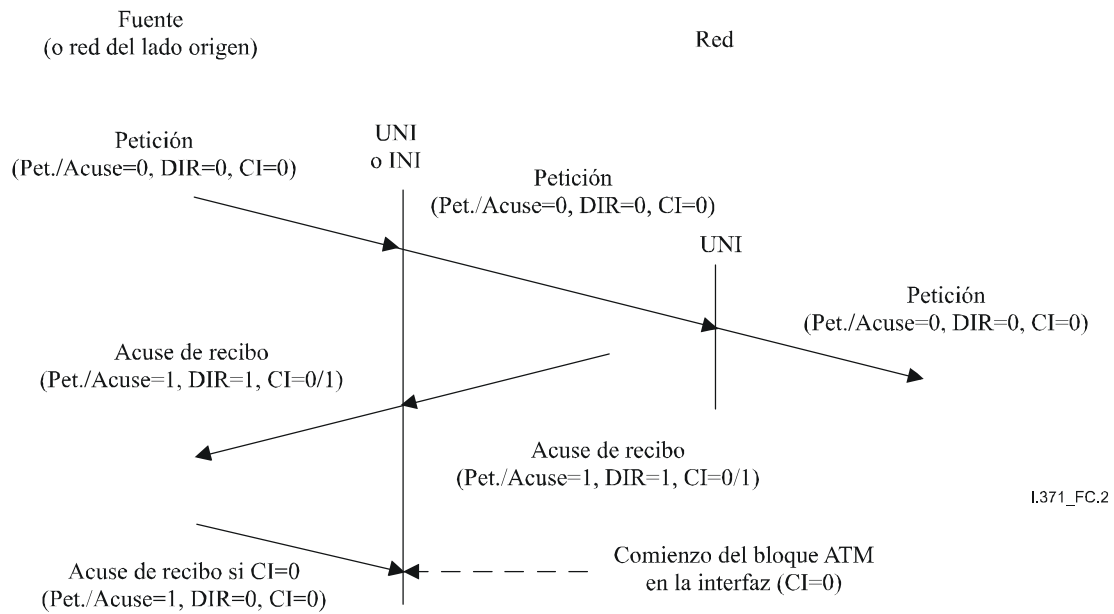
En la transferencia de bloques ATM/transmisión retardada (ABT/DT) son posibles las siguientes modificaciones de la velocidad de células de bloque (BCR) y se efectúan mediante el intercambio de los siguientes mensajes a través de una interfaz normalizada.

- 1) Disminución de la BCR (célula RM de petición) iniciada por la fuente: la fuente no espera a que la red le envíe una célula RM de respuesta y disminuye inmediatamente su velocidad de transmisión (véase la figura C.1).
- 2) Aumento de la BCR (célula RM de petición) iniciada por la fuente: la fuente espera a que la red le envíe una célula RM de respuesta (célula RM de acuse de recibo), la que es emitida por la UNI de egreso; además, la UNI de egreso envía una petición de aumento de la BCR al destino, de la cual no se acusa recibo (véase la figura C.2).
- 3) Modificación de la BCR (célula RM de petición) iniciada por el destino: si tiene éxito, el nodo de ingreso envía una petición de modificación de la BCR a la fuente, la cual envía un acuse de recibo al destino (véase la figura C.3).
- 4) Modificación de la BCR iniciada por la red en el sentido de ida (en caso de no conformidad o si la SCR está fijada a cero): la red envía un acuse de recibo de modificación de la anchura de banda al usuario, el cual acusa recibo a su vez (véase la figura C.4).

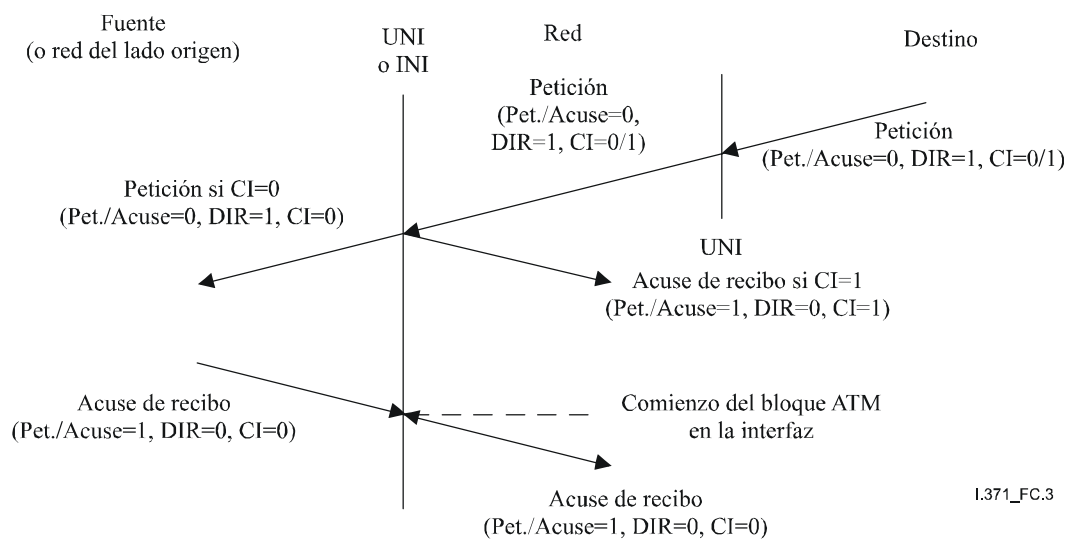
En las figuras C.1 a C.4, el comienzo de un bloque ATM es asimismo el final del bloque ATM precedente, a menos que se trate del primer bloque. Actualmente, estas figuras sólo son aplicables al modo rígido (bit elástico/rígido puesto a 1).



**Figura C.1/I.371 – Disminución de la BCR iniciada por la fuente  
(Las células RM tienen mantenimiento = 0 y gestión de tráfico = 0, elástico/rígido = 1)**

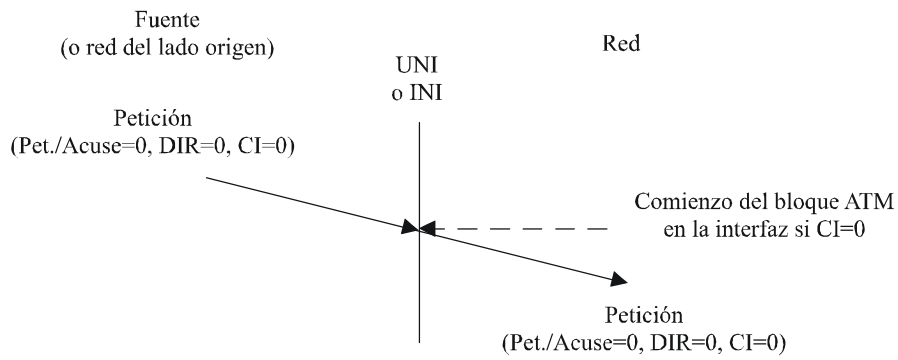


**Figura C.2/I.371 – Aumento de la BCR iniciada por la fuente**  
**(Las células RM tienen mantenimiento = 0 y gestión de tráfico = 0, elástico/rígido = 1)**



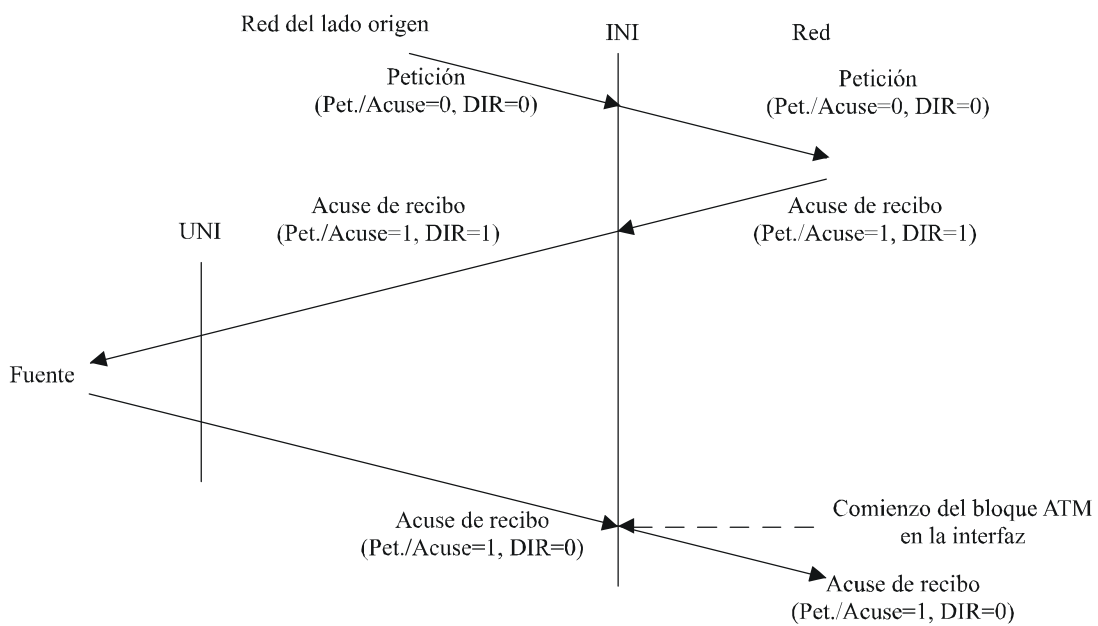
**Figura C.3/I.371 – Modificación de la BCR iniciada por el destino**  
**(Las células RM tienen mantenimiento = 0 y gestión de tráfico = 0, elástico/rígido = 1)**





I.371\_FD.1

**Figura D.1/I.371 – Modificación de la BCR iniciada por la fuente  
(Las células RM tienen mantenimiento = 0 y gestión de tráfico = 0, elástico/rígido = 1)**



I.371\_FD.2

**Figura D.2/I.371 – Modificación de la BCR iniciada por la red en sentido de ida  
(Las células RM tienen mantenimiento = 0, gestión de tráfico = 1, CI = 0, elástico/rígido = 1)**

## **Anexo E**

### **Forma de evitar que haya pendientes múltiples negociaciones de velocidad de célula de bloque**

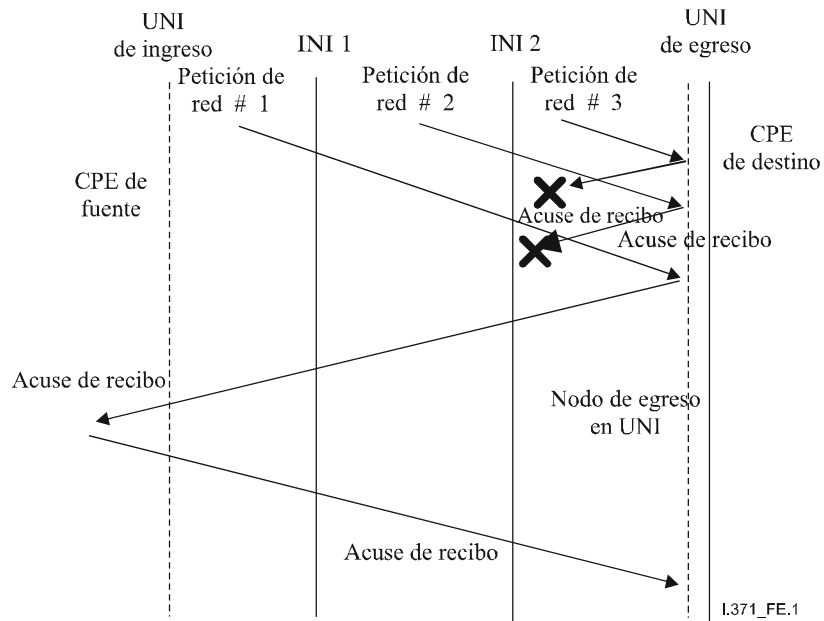
Para evitar que en una red estén pendientes múltiples negociaciones de velocidad de células de bloque (BCR) generadas por la red se introducen los siguientes principios de prioridad entre diferentes negociaciones de BCR generadas por la red, dentro de una determinada red:

- 1) Una petición de negociación de BCR iniciada por una red situada hacia el origen tiene prioridad con respecto a toda negociación de BCR iniciada por la red considerada o por una red situada hacia el destino. Una vez sentado este principio de prioridad, si una negociación de BCR con un nivel de prioridad más bajo está pendiente en la red considerada, esta red debe interrumpir la negociación de BCR de bajo nivel de prioridad y dar curso a la negociación de BCR de nivel de prioridad más alto.
- 2) Si una negociación de BCR ha sido iniciada por la red considerada o por una red situada hacia el origen, la red considerada debe denegar toda petición de negociación de BCR emitida por una red situada hacia el destino.

Para la implementación de los mencionados principios de prioridad entre negociaciones de BCR es conveniente que dos negociaciones de BCR procesadas por una determinada red no sean identificadas por el mismo número secuencial. El número secuencial de la respuesta dada por una red tras una petición de BCR debe ser compatible con el número secuencial de la petición y los principios de prioridad entre negociaciones de BCR generadas por la red. En el apéndice V se describen diferentes métodos que satisfacen este requisito.

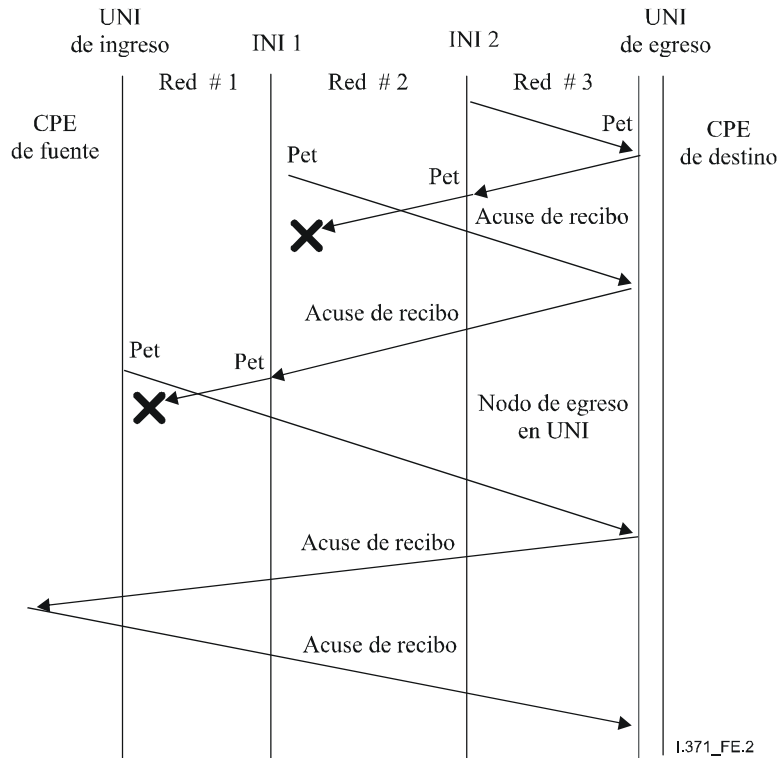
La interrupción o denegación de negociaciones de BCR se efectúa descartando físicamente las células RM de petición o acuse de recibo, de modo que estas células no atraviesen una interfaz normalizada. Las figuras E.1 y E.2 representan ejemplos en los que los mencionados principios de prioridad se aplican a ABT/DT.





✘ Significa que la célula RM se descarta en la red y no atraviesa la siguiente interfaz normalizada a lo largo del trayecto

**Figura E.1/I.371 – Denegación de negociaciones de BCR en la red de origen o en una red situada hacia el destino (las células RM tienen números secuenciales diferentes)**



✘ Significa que la célula RM se descarta en la red y no atraviesa la siguiente interfaz normalizada a lo largo del trayecto

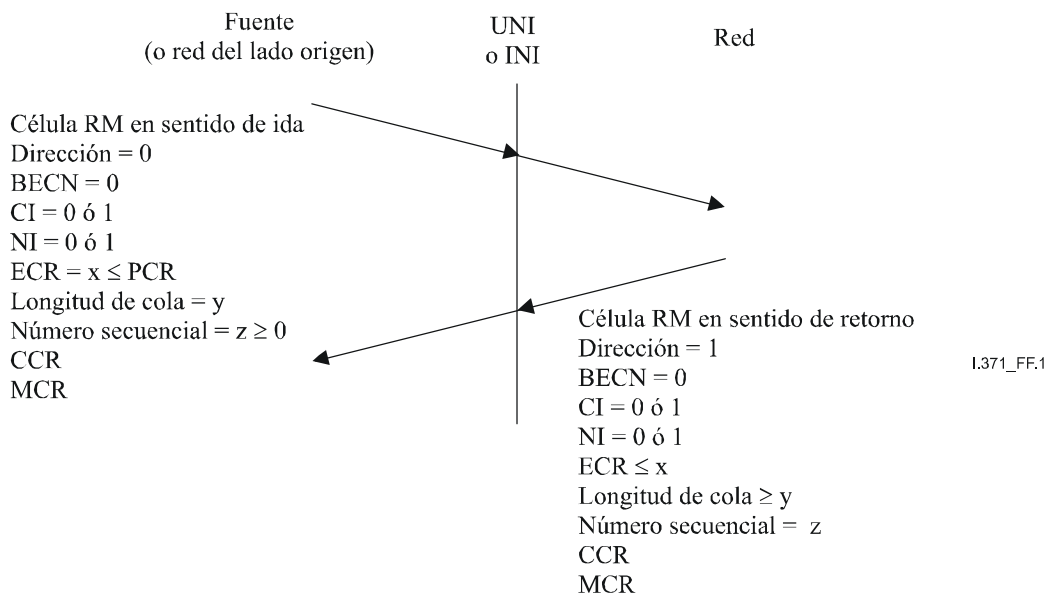
**Figura E.2/I.371 – Denegación de negociaciones de BCR en una red situada hacia el origen (las células RM tienen números secuenciales diferentes)**

## Anexo F

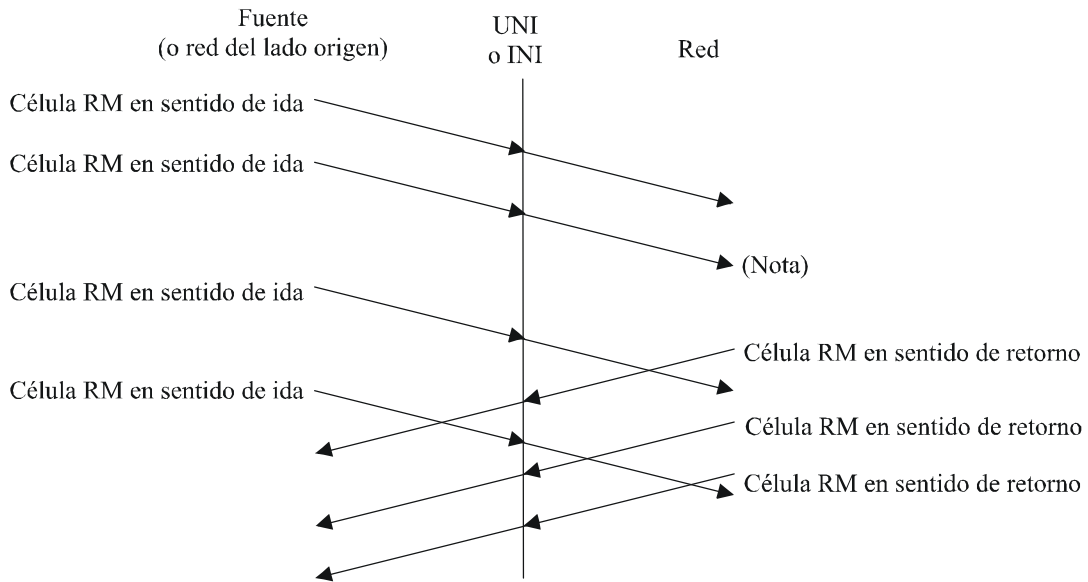
### Mensajes de control ABR a través de una interfaz normalizada

Con la capacidad ABR, la fuente puede obtener información de retroalimentación sobre las características de transferencia de la conexión de la manera siguiente:

- 1) La fuente envía una célula RM que es devuelta en bucle por el destino y en la cual los elementos de red y el destino pueden modificar los campos de ECR, longitud de cola, CI, o NI; véase la figura F.1 para el caso en que hay una sola célula RM pendiente en la conexión bidireccional, y la figura F.2 para el caso en que hay múltiples células RM pendientes.
- 2) Un elemento de red, o de destino, emite una célula RM en sentido de retorno; véase la figura F.3.



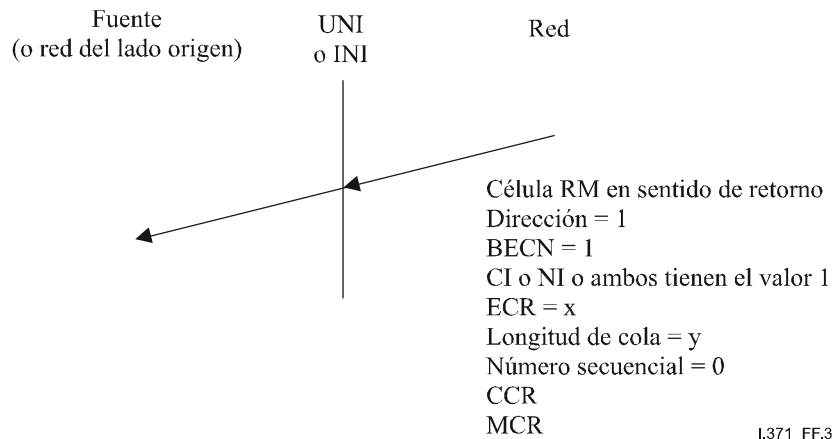
**Figura F.1/I.371 – Una sola célula RM pendiente en la conexión bidireccional**



I.371\_FF.2

NOTA – Para fines de ilustración, se supone que el destino todavía no ha revertido la anterior célula RM en sentido de ida cuando llega la célula presente, y que el destino descarta la célula RM antigua y revierte la presente.

**Figura F.2/I.371 – Múltiples células RM pendientes en la conexión bidireccional, en este caso, a título de ejemplo, el destino sobrescribe una célula RM**



I.371\_FF.3

**Figura F.3/I.371 – Una célula RM en la conexión de retorno originada por un elemento de red o por el destino**

## Apéndice I

### Ejemplos de aplicación del terminal equivalente para la definición de la velocidad de células de cresta

En 5.4.1 se ha utilizado un terminal equivalente para definir la velocidad de células de cresta de una conexión ATM. Los dos siguientes ejemplos tienen por objeto aclarar los conceptos de intervalo de emisión de cresta,  $T$ , y tolerancia de la variación del retardo de célula,  $\tau$ , en  $T_B$ .

Para simplificar la exposición, la velocidad de transmisión en  $T_B$  se aproxima por 150 Mbit/s.  $\Delta$  es el tiempo de ciclo de célula en la interfaz en  $T_B$ .

La terminología utilizada se ha tomado de la del algoritmo de calendarización virtual mostrado en la figura A.1.

#### I.1 Configuración 1

Esta configuración (véase la figura I.1) consiste en un solo terminal conectado a  $T_B$  por una VCC única punto a punto.

Las peticiones de datos ATM\_PDU se generan cada  $T = 1,25 \Delta$ . Esto corresponde a una velocidad binaria de cresta de 120 Mbit/s.

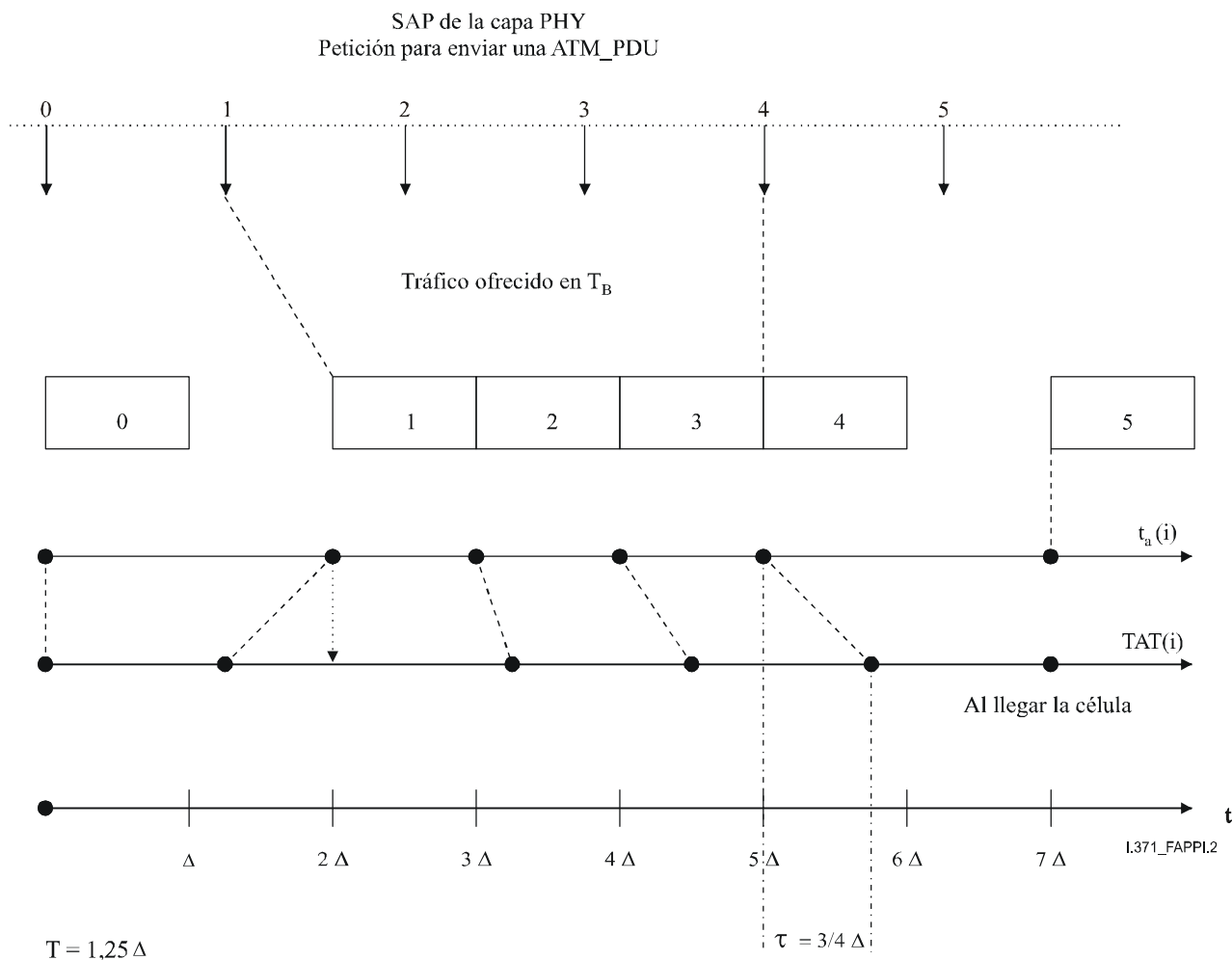


Intervalo de emisión de cresta  $T = 1,25 \Delta$   
Velocidad de célula de cresta =  $1/T$   
Tolerancia CDV,  $\tau$ , necesaria en  $T_B = 0,75 \Delta$

Figura I.1/I.371 – Configuración de tráfico 1

La figura I.2 muestra los eventos fundamentales en una escala de tiempo y da la tolerancia CDV,  $\tau$ , necesaria en  $T_B$  de la configuración 1.

Para simplificar la representación, se ha supuesto que el tiempo de propagación entre el terminal y  $T_B$  es cero.



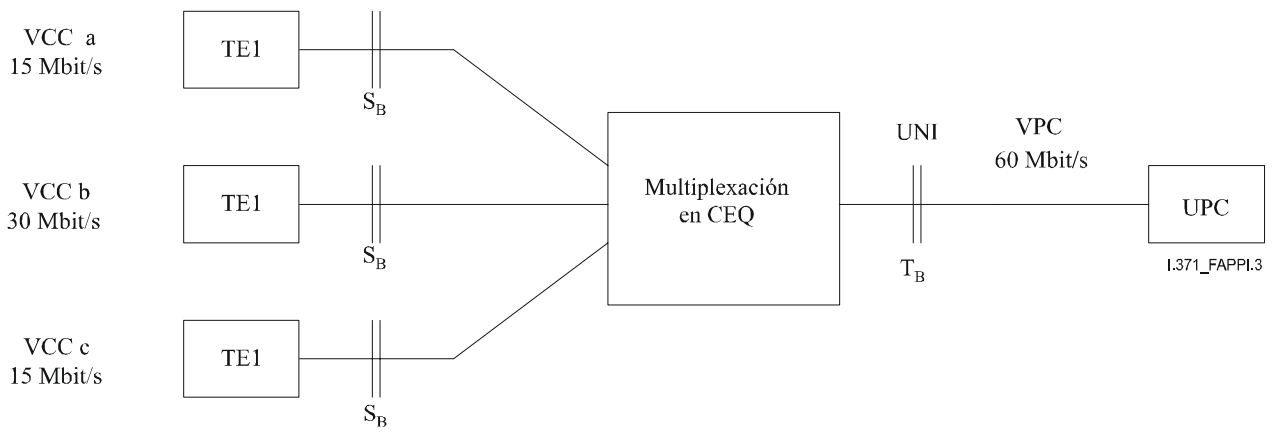
**Figura I.2/I.371 – Ilustración de la tolerancia CDV,  $\tau$ , para la configuración de tráfico 1**

## I.2 Configuración 2

Esta configuración (figura I.3) consiste en tres terminales, cada uno de los cuales ofrece tráfico en una VCC diferente. Estas tres VCC se multiplexan en el CEQ para formar una VPC.

Los terminales generan peticiones de datos ATM\_PDU cada  $10 \Delta$ ,  $5 \Delta$  y  $10 \Delta$ , respectivamente, lo que corresponde a velocidades binarias de cresta de 15 Mbit/s, 30 Mbit/s y 15 Mbit/s, respectivamente.

El intervalo máximo de cresta de la VPC resultante es  $T = 2,5 \Delta$ , que corresponde a una velocidad binaria de cresta de 60 Mbit/s.

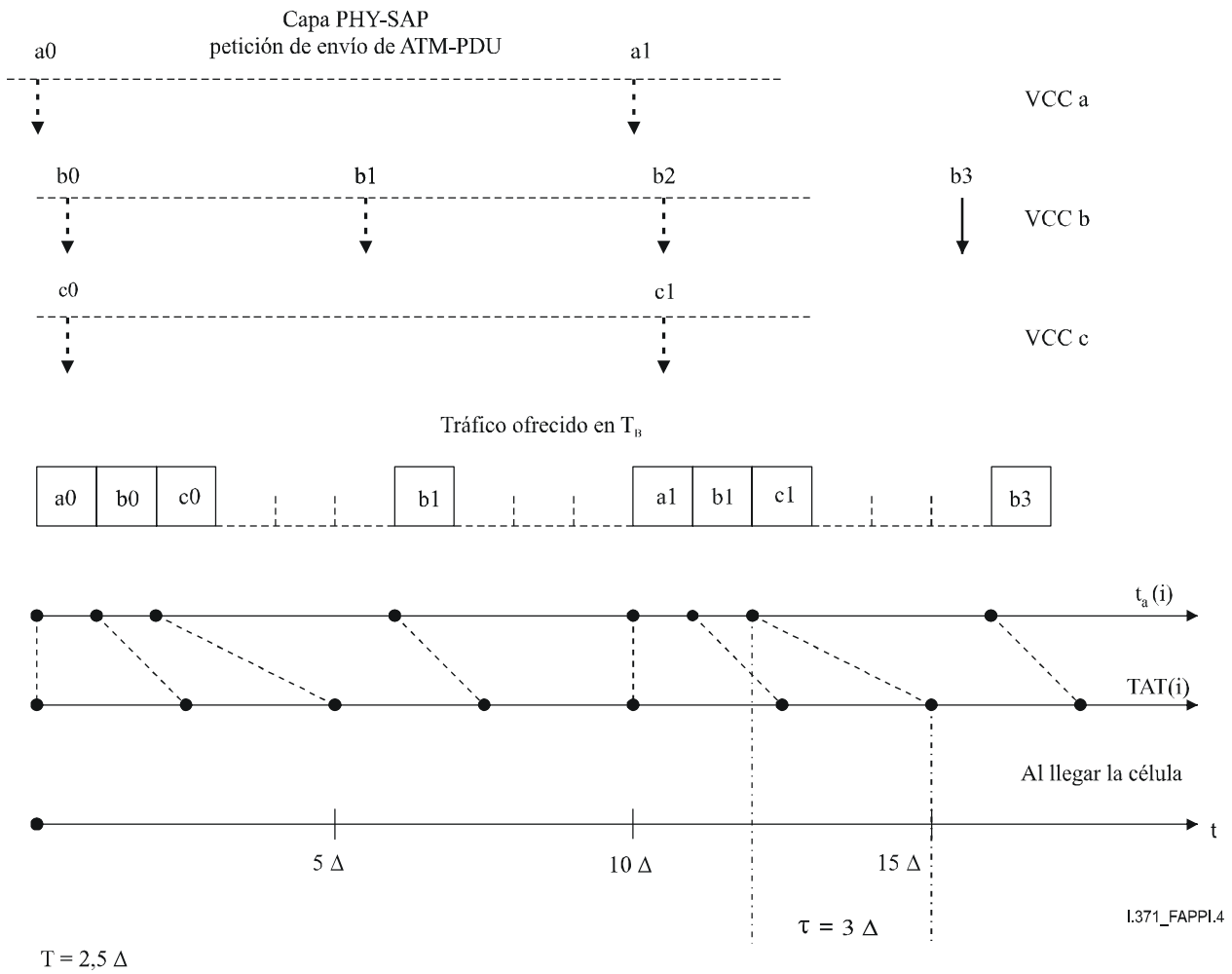


Intervalo de emisión de cresta,  $T = 2,5\Delta$   
 Velocidad de célula de cresta =  $1/T$   
 Tolerancia CDV,  $\tau$ , necesaria en  $T_B = 3\Delta$

**Figura I.3/I.371 – Configuración de tráfico 2**

La figura I.4 muestra los eventos fundamentales y da la tolerancia CDV,  $\tau$ , necesaria en  $T_B$  correspondiente a la configuración 2.

Esta figura y la terminología utilizada son similares a las de la figura I.2.



**Figura I.4/I.371 – Ilustración de la tolerancia CDV,  $\tau$  para la configuración de tráfico 2**

## Apéndice II

### Reglas de transcodificación de información de señalización en parámetros de tráfico OAM en la capa ATM

La versión actual de la Rec. UIT-T Q.2931 permite señalar solamente PCR agrupadas (datos de usuario + OAM de usuario). Esta Recomendación permite también declarar explícitamente la presencia del flujo de células OAM de usuario, pero sin un valor de PCR de OAM explícito. La declaración es solamente implícita: la PCR para el componente OAM de usuario es o bien una célula por segundo, o 1% de la PCR de datos de usuario, o 0,1% de esta PCR.

Además, la Rec. UIT-T Q.2931 no proporciona el medio para negociar, llamada por llamada el valor o los valores de tolerancia CDV. El usuario y la red tienen que basarse en valores por defecto, que se negocian por ejemplo con ocasión del abono. Por tanto, es necesario proporcionar reglas para calcular la tolerancia CDV asociada con una declaración separada, o con una declaración agrupada, de un componente OAM. Este valor lo puede utilizar un usuario para una declaración implícita de la tolerancia o tolerancias CDV asociadas con su conexión.

Sea  $T_{PCR}(agg)$  el PEI agregado señalado y  $\tau_{PCR}(data)$  el valor de tolerancia CDV para el tráfico de datos de usuario. Sea también  $P_{OAM}$  el indicador OAM en el mensaje de señalización. Este indicador toma los valores 0,  $10^{-3}$ , ó  $10^{-2}$ . Suponiendo que la totalidad del flujo OAM es de PM en sentido de ida, el número nominal de células en un bloque de células es 999 ó 99, según el valor que tome  $P_{OAM}$  (si  $P_{OAM}$  es 0, no hay tren de células OAM de usuario, aparte del tren de células de gestión de averías). Obsérvese que los valores 99 y 999 no son valores normalizados para los tamaños de bloque OAM indicados en la Rec. UIT-T I.610.

A los efectos del resto de este apéndice, se considera que las tres cantidades  $T_{PCR}(agg)$ ,  $\tau_{PCR}(data)$  y  $P_{OAM}$  son conocidas.

En el caso de definición de conformidad separada, los valores por defecto para descriptores de tráfico se dan como:

$$T_{PCR}(OAM) = \tau_{PCR}(OAM) = \frac{T_{PCR}(agg)}{P_{OAM}}$$
$$T_{PCR}(data) = \frac{T_{PCR}(agg)}{1 - P_{OAM}}$$

En el caso de definición de conformidad agrupada, los valores por defecto para descriptores de tráfico se dan como:

$$\tau_{PCR}(agg) = T_{PCR}(agg) + \tau_{PCR}(data)$$



## Apéndice III

### Comportamiento del algoritmo genérico de velocidad de célula (GCRA)

Este apéndice describe un fenómeno inesperado de descarte de células que se produce cuando se aplica el algoritmo de prueba de conformidad de referencia, o GCRA, a un flujo CBR que excede ligeramente la velocidad PCR convenida. Esta situación de descarte de células puede producirse, por ejemplo, en pruebas de la implementación del UPC.

El ejemplo siguiente ilustra el fenómeno de descarte:

Para simplificar la exposición, se considera una conexión de velocidad binaria determinística y se supone que se aplica un solo parámetro de tráfico, la velocidad de células de cresta, para el flujo de células  $CLP = 0 + 1$  generadas por usuario. La variación del retardo de célula que sufre el flujo de células es introducida exclusivamente por el acceso al medio de transferencia basado en intervalos de tiempo del ATM. Se supone también que las variables de estado utilizadas en el GCRA tienen una precisión infinita y no están limitadas. Finalmente, se supone que toda célula identificada como no conforme es subsiguientemente descartada. Se definen los siguientes símbolos:

- $\Lambda_c$ : PCR negociada con el intervalo de emisión de cresta correspondiente  $T_c = \frac{1}{\Lambda_c}$
- $\Lambda_{in}$ : PCR de entrada ofrecida por el GCRA con el intervalo de emisión de cresta correspondiente  $T_{in} = \frac{1}{\Lambda_{in}}$

Se supone que el GCRA está fijado con  $T_c$  y que el usuario está enviando tráfico CBR con el intervalo de emisión de cresta  $T_{in} = \frac{99}{100} T_c$ . Esto corresponde a un tráfico en exceso caracterizado por  $\Delta = \frac{\Lambda_{in} - \Lambda_c}{\Lambda_c} = \frac{1}{99}$ . Esto significa que el usuario está enviando actualmente un volumen de tráfico que excede en aproximadamente el 1% el estipulado en su contrato.

Obsérvese que si estando el GCRA fijado con algún valor  $T_c$  y una tolerancia  $\tau$  llega una célula y no es descartada, la expresión  $TAT - t_a$  se incrementa por  $T_c - T_{in} = \frac{T_c}{100}$  con respecto al valor de la misma expresión a la llegada de la anterior célula generada por usuario.

En consecuencia:

- si  $\tau = \frac{T_c}{100}$ , cada tercera célula se pierde;
- si  $\tau = \frac{T_c}{20}$ , cada séptima célula se pierde.

Esto muestra que la tasa de descarte de células (DR, *discard ratio*) depende en gran medida de la tolerancia CDV utilizada en el GCRA y puede ser mucho mayor que el valor esperado intuitivamente para DR que es  $\Delta$  ( $\approx 1\%$ ). En general, se puede mostrar que la siguiente relación aproximada es válida:

$$\text{para } \Delta \ll 1 \text{ y } \tau \leq T_c, DR \approx \frac{T_c}{\tau} \Delta \text{ y para } \tau \geq T_c, DR = \Delta$$

Ello significa que este fenómeno de descarte de célula inesperado sólo puede observarse si se elige  $\tau$  de modo que sea menor que  $T_c$ .

## Apéndice IV

### Requisitos de la exactitud del control UPC/NPC

Los requisitos relativos a los controles UPC/NPC descritos en 7.2.3.2.1 aseguran que, para una conexión determinada, el número de células descartadas en el UPC no es superior al número de células identificadas como no conformes por la prueba de conformidad en la UNI. Sin embargo, los actuales requisitos de exactitud del UPC permiten que la velocidad de célula puesta en aplicación por el UPC sea mayor que la velocidad de célula utilizada para pruebas de conformidad en la UNI. Lo único que se exige con relación a la exactitud en la UNI es que el UPC deberá ser capaz de codificar una velocidad de célula a una velocidad que sea, como máximo, el 1% mayor que la velocidad de célula utilizada en la definición de conformidad. Este requisito es aplicable a velocidades de célula bajas, de hasta sólo 160 células/s inclusive; para velocidades de célula comprendidas entre 100 y 160 células/s, el requisito que deberá cumplirse es que la codificación no deberá ser superior en más de 1,6 células/s a la velocidad de célula utilizada para la definición de conformidad. Estos requisitos se aplican a la PCR y a la SCR.

En consecuencia, el número de células de una conexión que se descartan en un UPC que cumple estos requisitos de exactitud puede ser menor que el número de células no conformes en la UNI.

Cuando esta conexión es puesta en aplicación en una UNI, puede suceder que la velocidad codificada por el NPC esté comprendida entre la velocidad codificada por el UPC y la velocidad utilizada para la definición de conformidad. En este caso, el NPC puede descartar algunas células adicionales que hubieran sido descartadas en el UPC si éste hubiera utilizado la velocidad definida para la conformidad o una velocidad intermedia entre la velocidad de conformidad y la velocidad codificada por el NPC.

Aunque este descarte adicional de células por el NPC se permite desde el punto de vista de la conformidad, podría causar dificultades si la supervisión de la calidad de funcionamiento se efectúa en un segmento que comienza después del UPC y atraviesa uno o varios NPC. En este caso, las células descartadas de más por el NPC no se contarían como células perdidas. Esto puede dar por resultado un mayor número de bloques de células con error.

Además, los requisitos de exactitud impuestos al UPC son requisitos sobre las capacidades del UPC. Estos requisitos no se refieren a la manera en que el operador de red decide utilizar el UPC. En particular, un operador de red puede optar por fijar los parámetros en el UPC con un margen superior a 1%.

Se ha observado también que este problema se plantea solamente si la conexión contiene células no conformes en la UNI.

Si dos o más operadores de red acuerdan establecer un segmento de supervisión de la calidad de funcionamiento a través de uno o más NPC, pueden mejorar la exactitud de la supervisión de la calidad de funcionamiento de la manera siguiente: los NPC participantes deben fijarse a una velocidad de célula que sea mayor o igual que la velocidad de célula codificada en el UPC.

## Apéndice V

### Ejemplos de métodos para asegurar la unicidad de la numeración de las células en ABT

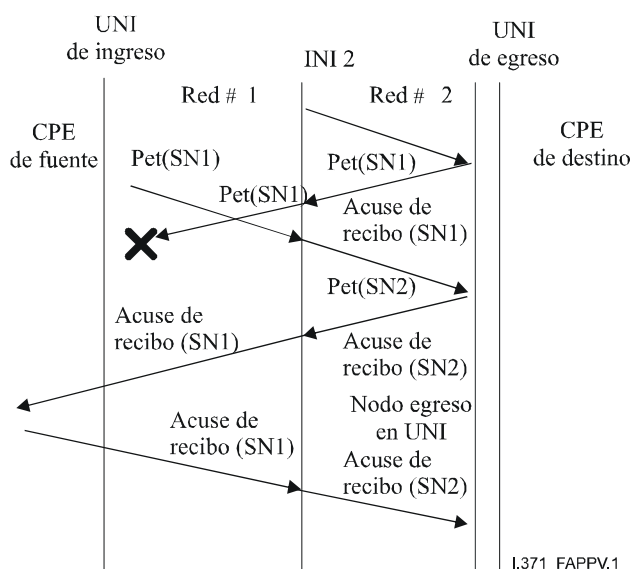
Para implementar un esquema de prioridad (descrito en el anexo E) que permita distinguir entre peticiones de BCR iniciadas por la red que puedan estar en conflicto unas con otras es necesario en algunos casos basarse en el valor del número secuencial (SN, *sequence number*); esto sólo puede efectuarse si a las células que corresponden a negociaciones de BCR diferentes se asignan valores de SN diferentes. Sin embargo, las células RM de petición generadas por redes distintas pueden tener valores SN idénticos a menos que se implemente un esquema específico. Actualmente no existe un esquema recomendado que asegure esta propiedad. En este apéndice se describen tres métodos posibles.

#### V.1 Segmentación del campo SN entre diferentes redes

Es posible segmentar la codificación del campo SN de 4 octetos entre las redes a lo largo de la conexión. Con esto se evita naturalmente que dos negociaciones de BCR diferentes se identifiquen con el mismo SN, ya que una determinada red no debe iniciar una nueva renegociación de BCR mientras esté pendiente una que haya sido iniciada por ella misma.

#### V.2 Tratamiento particular del campo SN

Por ejemplo, si una red que está procesando una negociación de BCR identificada por un número secuencial dado recibe una petición de BCR con una prioridad más alta pero con el mismo valor de número secuencial (SN), dicha red puede cambiar el número secuencial de esta última transacción de BCR para el procesamiento dentro de ella misma y en las redes que estén situadas hacia el destino, pero deberá también restituir el valor de número secuencial inicial en la respuesta a las redes situadas hacia el origen. Las acciones ejecutadas cuando diferentes células RM tienen los mismos valores de número secuencial se muestran en la figura V.1.



**X** Significa que la célula RM se descarta en la red y no atraviesa la siguiente interfaz normalizada a lo largo del trayecto

Figura V.1/I.371 – Método para evitar conflictos entre números secuenciales

### V.3 Segmentación del campo SN para indicar la ubicación relativa de una célula RM

Puede contemplarse el esquema siguiente: de los cuatro octetos disponibles en el campo SN de la célula RM de ABT, tres se utilizan para asignar un número (NA) a cada célula RM generada, y un octeto (RL) se utiliza para identificar la ubicación de la red en que dicha célula fue observada en un instante dado, con relación a la red que la generó.

- una célula es generada por la red, en el sentido de ida, como una célula de petición (Pet), con un determinado NA y  $RL = 0$ ;
- NA no se modifica cuando la célula RM atraviesa una interfaz;
- cuando la petición atraviesa una interfaz normalizada, RL se aumenta en una unidad;
- cuando la célula se devuelve como un acuse de recibo (AcK) en la UNI de destino, RL no se modifica;
- cuando el acuse de recibo atraviesa una interfaz normalizada, RL se disminuye en una unidad hasta que  $RL = 0$ ;
- la célula de acuse de recibo (AcK) se pasa entonces a través de la interfaz, como una petición (Pet), con  $RL = 1$ ;
- cuando la petición atraviesa una interfaz normalizada, RL se aumenta en una unidad.

Con este esquema se asegura que, en la red que ha iniciado la renegociación de BCR, una célula de acuse de recibo que corresponde a una determinada célula de petición lleva exactamente el mismo número secuencial (NA, RL). Además, dos células generadas en redes diferentes tienen necesariamente números secuenciales diferentes (valores de RL diferentes).

Para identificar el nivel de prioridad de una célula dada, el número (NA, RL) que lleva la célula RM de petición se almacena en la interfaz dada. Al recibirse un acuse de recibo, u otra petición, es posible identificar la célula de nivel de prioridad más alto.

## Apéndice VI

### Obtención de los parámetros de la definición de conformidad para ABT

Considérese una conexión ABT, que es conforme con la velocidad de células de cresta  $1/T$ , la velocidad de células sostenible  $\Lambda_{SCR}^0$ , y el tamaño máximo de bloque  $MBS^0$  en el punto PHY-SAP del terminal equivalente. Estos parámetros se especifican en el contrato de tráfico. Además, los flujos de células RM de usuario en los sentidos de ida y de retorno en la interfaz considerada son conformes con los algoritmos  $GCRA(T_{RM}, \tau_{RM})$  y  $GCRA(T'_{RM}, \tau'_{RM})$ , respectivamente. El número  $S(0, t)$  de células que pueden transmitirse en el punto PHY-SAP del terminal equivalente en el intervalo de tiempo  $(0, t)$  satisface la expresión:

$$S(0, t) = \sum_{\substack{\text{número de bloques} \\ \text{ATM en } (0, t)}} \rho_i (t_i^d - t_i^f) \leq \Lambda_{SCR}^0 \times t + MBS^0$$

donde  $\rho_i$  es la BCR en célula/s del bloque ATM  $i$  y  $t_i^d$  y  $t_i^f$  son los instantes de comienzo y terminación de bloque ATM  $i$ , respectivamente.  $t_i^d$  y  $t_i^f$  son en realidad los tiempos de transmisión de las células RM iniciales y finales del bloque ATM  $i$ , respectivamente.

Defínase  $t''_{SCR}$  como aparece en 6.6.1.4.4. Para determinar el caso más desfavorable en cuanto a la cantidad de recursos consumidos por la conexión ABT, supóngase que las células RM iniciales sufren el retardo de transferencia de célula virtual mínimo y que las células RM finales de bloques ATM sufren el retardo de transferencia de célula virtual máximo. El tamaño del bloque ATM  $i$  aumenta entonces como máximo por  $t''_{SCR} \times \rho_i$  células.

En consecuencia, suponiendo que la conexión ABT es conforme con la velocidad de células de cresta  $1/T$ , la Velocidad de células sostenible  $\Lambda_{SCR}^0$  y el tamaño máximo de bloque  $MBS^0$  en el punto PHY-SAP del terminal equivalente, el número  $S'$  de células que pueden transmitirse en la interfaz satisface la siguiente expresión, teniendo en cuenta que  $\rho_i \leq \frac{1}{T}$ ,

$$\begin{aligned} S'(0, t) &= \sum_{i=1}^{n(t)} \rho_i (t_i^d - t_i^f) + \sum_{i=1}^{n(t)} \rho_i \times \tau''_{SCR} \\ &\leq t \times \Lambda_{SCR}^0 + MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau''_{SCR} \times n(t) \end{aligned} \quad (VI-1)$$

donde  $n(t)$  es el número de bloques ATM en el intervalo de tiempo  $(0, t)$ .

El número  $n(t)$  de bloques ATM depende realmente del modo de transmisión y del contrato de tráfico para los flujos de células RM de petición de usuario.

En el modo de transmisión inmediata (ABT/IT), teniendo en cuenta el contrato de tráfico sobre el flujo de células RM de petición de usuario emitido por la fuente en el sentido de ida, este número satisface la expresión:

$$n(t) \leq \frac{t}{T_{RM}} + \sigma_{RM} \quad (VI-2)$$

donde  $\sigma_{RM} = \left\lceil 1 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} \right\rceil$  designando  $\Delta$  el tiempo de transmisión de célula. Por consiguiente:

$$S'(0,t) \leq t \left( \Lambda_{SCR}^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \frac{1}{T_{RM}} \right) + MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \sigma_{RM} \quad (VI-3)$$

En consecuencia, el tren de células en la interfaz se caracteriza por la  $\Lambda_{SCR}$  sostenible y el tamaño máximo (fraccional) de ráfaga MBS definido por:

$$\Lambda_{SCR} = \min \left( \Lambda_{SCR}^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \frac{1}{T_{RM}}, \frac{1}{T} \right) \quad (VI-4)$$

$$MBS = MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left\lceil 1 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} \right\rceil$$

La tolerancia  $\tau_{SCR}$  se determina mediante la relación:

$$\tau_{SCR} = (MSB - 1)(T_{SCR} - T) \quad (VI-5)$$

En el modo de transmisión retardada (ABT/DT), dado que tanto la fuente como el destino pueden iniciar negociaciones de BCR, hay que tener en cuenta no sólo el número de bloques ATM debidos a la fuente, sino también los debidos al destino. El flujo de células RM de petición de usuario del destino debe ser conforme, en la interfaz considerada, con el algoritmo  $GCRA(T'_{RM}, \tau'_{RM})$  (los parámetros  $T'_{RM}$  y  $\tau'_{RM}$  son conocidos en la fase de establecimiento de la conexión). La agregación de los flujos de células RM de petición de usuario generados por la fuente y por el destino puede producir como máximo  $n(t)$  bloques ATM en el intervalo de tiempo  $(0,t)$  siendo:

$$n(t) \leq t \left( \frac{1}{T_{RM}} + \frac{1}{T'_{RM}} \right) + \sigma_{RM}'' \quad (VI-6)$$

donde:

$$\sigma_{RM}'' = \left\lceil 2 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} + \frac{\tau'_{RM}}{T'_{RM} - \Delta} \right\rceil$$

Por consiguiente, la conexión se caracteriza en la interfaz considerada por la  $\Lambda_{SCR}$  sostenible y el tamaño máximo (fraccional) de ráfaga MBS definido como:

$$\Lambda_{SCR} = \min \left( \Lambda_{SCR}^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left( \frac{1}{T_{RM}} + \frac{1}{T'_{RM}} \right), \frac{1}{T} \right) \quad (VI-7)$$

$$MBS = MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left\lceil 2 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} + \frac{\tau'_{RM}}{T'_{RM} - \Delta} \right\rceil$$

La tolerancia  $\tau_{SCR}$  de interés para la definición de conformidad de los bloques ATM para ABT/DT se deduce utilizando la ecuación (VI-5).

**Observación** – Los términos de corrección en las anteriores fórmulas que dan los parámetros que habrán de tenerse en cuenta para la definición de conformidad en el nivel de bloque dependen de las características de tráfico de los flujos de células RM. En general,  $T_{RM}$  se toma lo suficientemente grande (una fracción del tiempo de ida y retorno a través de la red para ABT/IT y varias veces este tiempo de ida y retorno para ABT/DT). Además,  $\tau_{RM}$  debe elegirse lo suficientemente pequeña para evitar aglutinamientos de células RM. Por esta razón, en general, los términos de corrección son pequeños en comparación con los parámetros intrínsecos.

## Apéndice VII

### Comportamientos de referencia de la fuente, el destino y los elementos de red, para ABR

#### VII.1 Comportamiento de referencia de la fuente

Para utilizar plenamente la anchura de banda dinámica de una conexión ABR, la fuente necesita enviar células RM en el sentido de ida del flujo de información (es decir, células RM hacia adelante). Una fuente recibe células en el sentido de retorno (es decir, células hacia atrás), a menos que estas células se hayan perdido en la red. Para un funcionamiento eficiente del bucle de control cerrado, la fuente necesita adaptarse regularmente a las condiciones de red cambiantes. Una fuente ABR interpreta una célula RM hacia atrás errónea como no recibida (para el campo EDC, véase 8.1).

Las células de datos de usuario se emiten con el bit CLP puesto a 0.

La primera célula enviada por la fuente ABR debe ser una célula RM hacia adelante dentro de velocidad. La fuente debe insertar una célula RM hacia adelante dentro de velocidad al menos por cada  $(N_{RM}-1)$  células dentro de velocidad que no sean células RM. Debe también insertar al menos una célula hacia atrás entre dos células RM dentro de velocidad hacia adelante si hay células RM hacia atrás en espera de transmisión. El parámetro  $N_{RM}$  debe ser específico de la red o fijarse a un valor por defecto.

En las células RM hacia adelante, la fuente debe fijar el campo MCR a MCR, y fijar el campo CCR a un valor igual a la ACR actual.

En el punto PHY-SAP del terminal equivalente (véase 5.4), una fuente activa debe emitir células dentro de velocidad a una velocidad no superior a la velocidad de células autorizada (ACR) actual. El valor de la ACR nunca será mayor que el de la PCR, ni menor que el de la MCR.

En la fase de establecimiento de la conexión, la fuente utiliza los valores TBE y FRTT para posiblemente reducir aún más la IACR negociada, de la manera siguiente: si el valor  $\max(MCR, \lceil TBE/FRTT \rceil)$  es menor que la IACR negociada, la IACR se reduce a ese valor, donde  $\lceil x \rceil$  significa que  $x$  se redondea al valor entero más cercano.

Una fuente debe actualizar su ACR de acuerdo con la información recibida en células RM hacia atrás:

- 1) si el valor de ECR es menor que ACR, ACR debe reducirse a ECR, pero sin que llegue a ser menor que MCR.
- 2) Si el valor de ECR es mayor que ACR, se puede aumentar ACR (a menos que la célula RM hacia atrás sea una célula RM BECN, en cuyo caso no se aumentará la ACR). El aumento de ACR debe limitarse por un incremento fijo  $RIF \times PCR$  que proporciona una convergencia por pasos hacia ECR. Si la ACR incrementada es mayor que ECR, su valor se fija a ECR. Fijar RIF a 1 permitiría un salto inmediato a ECR. El factor de aumento de velocidad (RIF) se fijaría por defecto o se asignaría en la fase de establecimiento de la conexión.
- 3) Una fuente puede utilizar los bits CI y NI:
  - a) Si la fuente recibe una célula RM con  $CI = 1$ , el valor de ACR (en efecto antes de la llegada de la célula RM hacia atrás) debe reducirse por un factor multiplicador, pero no más allá de MCR. Específicamente, ACR debe reducirse por al menos  $ACR \times RDF$  donde el parámetro RDF, el factor de decremento de velocidad, puede fijarse por defecto o asignarse en la fase de establecimiento de la conexión mediante procedimientos de gestión o por señalización.

- b) Si la célula RM hacia atrás tiene  $CI = 0$  y  $NI = 0$ , se puede aumentar ACR por, como máximo, el incremento aditivo  $RIF \times PCR$  a una velocidad no mayor que la PCR.
  - c) Si la RM hacia atrás tiene  $NI = 1$ , la fuente no debe aumentar la ACR.
  - d) Si el valor de ACR resultante de los pasos 3) a) a 3) c) es mayor que el valor de ECR en la célula RM hacia atrás, la ACR debe reducirse a un valor que sea menor o igual que ECR, pero no inferior a MCR. En otro caso, la fuente debe utilizar el valor de ACR calculado a partir de los bits CI y NI solamente.
- 4) Además, si la fuente utiliza el campo longitud de cola y si la longitud de cola es diferente de cero, la velocidad de envío debe reducirse todavía más, o no se debe enviar ninguna célula durante un periodo de tiempo, para que la longitud de la cola pueda disminuir. Están en estudio procedimientos para calcular reducciones de velocidad e intervalos, basados en longitudes de cola diferentes de cero.

Además de las actualizaciones de ACR debidas a la recepción de células RM hacia atrás, una fuente debe actualizar su ACR de acuerdo con las siguientes reglas:

- 5) Cuando una fuente inicializa, debe fijar la velocidad de células autorizada, ACR, a una velocidad no superior a la velocidad de células inicial permitida (IACR), y la primera célula dentro de velocidad enviada debe ser una célula RM hacia adelante. El valor de IACR es mayor o igual que MCR. Al principio de la conexión se permite que el usuario envíe como máximo el número de células exposición transitoria en memoria tampón (TBE) a la velocidad IACR sin recibir una célula RM hacia atrás, lo que asigna explícitamente una ACR. Cuando haya transmitido TBE células sin haber recibido ninguna célula RM hacia atrás, la fuente debe reducir su velocidad a MCR, lo cual hará escalonadamente o de una sola vez. La IACR puede negociarse entre la red y el usuario en la fase de establecimiento de la conexión. El valor de TBE se asigna a la conexión mediante procedimientos de gestión o por señalización.
- 6) Una fuente que no haya emitido ninguna célula dentro de velocidad en un periodo de tiempo suficientemente largo debe reducir su ACR a IACR si su ACR es mayor que IACR, para reflejar la reasignación de recursos de red que puede haber tenido lugar durante el período de inactividad.

Antes de enviar una célula RM hacia adelante dentro de velocidad, si  $ACR > IACR$  y el tiempo transcurrido desde que se envió la última célula RM hacia adelante dentro de velocidad es mayor que ADT (el tiempo de disminución de la ACR), ACR debe reducirse a IACR; de lo contrario, el valor de ACR no se modifica. ADT puede negociarse o fijarse a un valor por defecto específico de la red. Este valor podría ser del orden de unos cientos de milisegundos.

Cuando la fuente se reactiva, debe comportarse como se indica en el anterior apartado 5), y utilizar la velocidad de célula autorizada (posiblemente reducida).

- 7) Una fuente que no haya recibido una célula RM hacia atrás en un periodo de tiempo suficientemente largo debe reducir su velocidad de envío, pero no necesita reducirla por debajo de la MCR.

Antes de enviar una célula RM hacia adelante dentro de velocidad, si se han enviado al menos CRM células RM hacia adelante dentro de velocidad desde que se recibió la última célula RM hacia atrás válida con  $BECN = 0$ , la ACR debe reducirse por  $ACR \times CDF$ , como mínimo, a menos que tal reducción conduzca a una velocidad inferior a MCR, en cuyo caso ACR se fija a MCR.

CRM podría fijarse a  $\lceil TBE/N_{RM} \rceil$ . Puesto que se envían células RM hacia adelante dentro de velocidad al menos cada  $N_{RM}$  células, la primera disminución de ACR se produciría después de aproximadamente TBE células de datos de usuario hacia adelante. CDF puede



negociarse para cada conexión o fijarse a un valor por defecto específico de la red. Podría tener un valor del orden de 1/16.

## VII.2 Comportamiento de referencia del destino

A fin de habilitar a su fuente correspondiente para que haga una estimación de la anchura de banda disponible de la red, un destino le envía células RM en retorno.

- 1) El destino debe revertir a la fuente todas la células RM recibidas. El bit de sentido de transmisión, DIR, debe conmutarse de "hacia adelante" a "hacia atrás".
- 2) Si un destino no puede revertir una célula RM hacia adelante antes de que reciba una célula RM hacia adelante subsiguiente que deba ser revertida por la misma VC, podrá retornar solamente la célula RM hacia adelante más reciente y descartar las células RM hacia adelante más antiguas. Como otra posibilidad, puede emitir la célula RM más antigua con el bit CLP fijado a 1, y con el contenido de la célula más antigua probablemente sobrescrito por el contenido de la célula más reciente. Sin embargo, la pérdida de una célula RM hacia atrás con  $CLP = 1$  entre una interfaz normalizada y la fuente puede provocar una alineación incorrecta entre las ACR en la fuente y la definición de conformidad en la interfaz, lo que puede influir en la calidad de servicio de la conexión. Si un destino encuentra que no tiene una ACR adecuada en la conexión hacia atrás para el soporte de la emisión de células RM hacia atrás, debe considerar que está en un estado de congestión interna y actuar como se indica en el apartado 4) más adelante.
- 3) Si se ha recibido una  $EFCI = 1$  en la célula de datos anterior a la célula RM, el destino debe marcar la célula RM hacia atrás. Una implementación puede, o bien:
  - a) reducir la ECR; o
  - b) poner a 1 el bit CI de la célula RM.
- 4) Para declararse en estado de congestión, el destino puede ejecutar una o varias de las siguientes acciones:
  - a) reducir la ECR a cualquier velocidad que pueda soportar;
  - b) poner a 1 el bit CI y/o el bit NI;
  - c) incrementar el valor del campo longitud de cola de la célula RM.

Un destino puede también generar una célula RM hacia atrás sin haber recibido una célula RM hacia adelante. Estas células son células BECN. Tienen las siguientes características:

- Las células BECN tienen el bit CLP puesto a 0.
- El bit BECN del campo mensaje debe estar puesto a 1.
- El sentido de transmisión debe ser "hacia atrás".
- Uno de los dos bits CI o NI se pone a 1.

Otras interacciones entre la anchura de banda hacia adelante, la anchura de banda hacia atrás, y la frecuencia con que se envían las células RM quedan en estudio.

## VII.3 Comportamiento de referencia de los elementos de red

Los elementos de red pueden, basándose en su estado, modificar células RM en tránsito. La necesidad de que los elementos de red inserten células RM hacia adelante queda en estudio.

No se permite que un elemento de red actualice los campos de células RM ABR protegidos por el campo EDC si el código CRC-10 en el campo EDC es incorrecto.

Un elemento de red implementará al menos uno de los métodos siguientes para controlar la congestión en los puntos de colas de espera:

- 1) El elemento de red puede reducir el campo ER de una célula RM hacia adelante/hacia atrás (marcado de velocidad explícita).
- 2) El elemento de red puede fijar la bandera EFCI en los encabezamientos de células de datos (marcado de EFCI).
- 3) El elemento de red puede fijar los bits CI = 1 o NI = 1 en células RM hacia adelante y/o hacia atrás (marcado de velocidad relativa).
- 4) El punto de puesta en cola del elemento de red puede fijar el campo longitud de cola de la célula RM al valor que sea mayor entre el valor presente y el número de células puestas en cola para esta VC en este punto de puesta en cola para esta conexión.

La retroalimentación de velocidad explícita proporcionada por un elemento de red se obtiene de la normativa de asignación definida.

Además, el elemento de red puede segmentar el bucle de control de ABR utilizando una fuente y un destino virtuales (control VS/VD).

Un elemento de red puede generar células RM hacia atrás, denominadas células de notificación explícita de congestión hacia atrás (BECN). Estas células tienen las siguientes características:

- Las células BECN tienen el bit CLP puesto a 0.
- El bit BECN del campo mensaje debe estar puesto a 1.
- El sentido de transmisión debe ser "hacia atrás".
- El bit CI o el bit NI se pone a 1.

La ECR en la célula BECN insertada por el elemento de red no debe ser mayor que la ECR de la última célula RM que salió del elemento de red en el mismo sentido de transmisión (si existen esas células RM). Véase también VII.1 sobre el comportamiento de referencia de la fuente, apartado 2).

La velocidad máxima de las células BECN generadas por el elemento de red no está especificada actualmente, pero debe ser consecuente con el acuerdo mutuo que limita la velocidad agregada de células BECN, aplicable en interfaces normalizadas.

Las células RM hacia atrás pueden ser atendidas fuera de secuencia con respecto a las células de datos. La prioridad de las células RM hacia adelante queda en estudio. Los límites al retardo relativo de células RM con respecto a células de datos están en estudio.

En el caso especial en que  $1/ECR$  se torna grande con relación al tiempo de ida y retorno, no es razonable enviar al menos una célula RM por cada lapso de tiempo de ida y retorno. Esto tiene por efecto aumentar el tiempo de retroalimentación más allá del tiempo de ida y retorno. En consecuencia, pueden necesitarse asignaciones adicionales de memoria tampón para esas VC. Esto ha quedado en estudio.

#### **VII.4 Influencia del comportamiento de referencia de la fuente sobre las características de tráfico**

Cuando un usuario sigue el comportamiento de referencia de la fuente descrito en VII.1, aproximadamente 1 célula, de  $N_{RM}$  células, es una célula RM hacia adelante con  $CLP = 0$ . Suponiendo que el destino revierte cada una de esas células, la fuente debe suministrar recursos suficientes para transportar este tráfico RM. La velocidad correspondiente en el sentido de retorno es proporcional a la ACR en el sentido de ida. Por consiguiente, la MCR en el sentido de retorno debe también acomodar  $1/N_{RM} \times MCR_f$ , donde  $MCR_f$  es la MCR negociada en el sentido de ida.

Se puede obtener una estimación más baja de la MCR solicitada en el sentido de retorno suponiendo que un menor número de células son enviadas en retorno por el bucle (es decir, una consolidación

de las células RM). Esto puede aumentar el retardo del bucle de control y disminuir la aptitud del bucle para reaccionar eficazmente en el sentido de ida.

## Apéndice VIII

### Algoritmo de dos etapas para la determinación de $T(k)$ en el modo explícito ABR

En 6.7.5.3 se da la definición de la conformidad para ABR, y en 6.7.5.3.2 se presenta el algoritmo de referencia para la determinación de  $T(k)$ . Este apéndice presenta una versión simplificada del algoritmo de referencia en la que el número de combinaciones almacenadas de  $PACR(j)$  y  $t_a(k)$  está limitado a dos. Se reconoce que este algoritmo de dos etapas es menos que óptimo con respecto a su compacidad con el fin de reducir la complejidad.

#### VIII.1 Algoritmo de dos etapas para la determinación de $T(k)$ en el modo explícito ABR

El algoritmo está escrito en un formato que determina la ACR en la interfaz como una variable continua en función del tiempo cuya inversa en el instante  $t_a(k)$  es  $T(k)$ ; si al calcular ACR se obtiene un valor menor que 1 célula/s,  $T(k)$  se fija a 1 s. Por tanto, incluso si al calcular ACR se obtiene un valor  $< 1$  célula/s, el algoritmo puede identificar todas las células conformes si la velocidad no es superior a 1 célula/s. De esta forma se determina el incremento para el algoritmo DGCRA en cada llegada de célula en el sentido de ida.

NOTA – En un instante dado, la ACR que es válida en la interfaz puede ser diferente de la ACR considerada como válida por la fuente. Esto puede deberse, por ejemplo, a una diferencia de tiempo, o a que algunas células RM hacia atrás consideradas en la interfaz no hayan llegado a la fuente.

El siguiente algoritmo calcula dos conjuntos de contadores ( $t\_first, PACR\_first$ ) y ( $t\_last, PACR\_last$ ).  $PACR\_max$  es una variable auxiliar definida como  $Max(PACR\_first, PACR\_last)$ .

- $t\_first$  es el instante en el que  $T(k)$  está calendarizado para fijarse a  $1/PACR\_first$ .
- $t\_last$ , si es diferente de  $t\_first$ , corresponde a la actualización proyectada para  $t\_first$ , a la expiración de  $t\_first$ ; en ese instante  $PACR\_first$  se actualiza a  $PACR\_last$ .

$PACR\_first$  y  $PACR\_last$  se determinan en base al valor  $PACR(j)$  del campo ECR transportado en células RM pertinentes. Células RM pertinentes son células RM hacia atrás con CRC-10 correcto en el campo EDC (véase 8.1) que, o bien no son células BECN, o son células BECN con  $ECR < PACR\_last$ .

El algoritmo descrito más adelante tiene las siguientes características:

- Pueden calendarizarse, como máximo, dos modificaciones de velocidad, que pueden ser aumentos o disminuciones de la ACR actual.
- Puesto que  $t\_first$ ,  $t\_last$ ,  $PACR\_first$  y  $PACR\_last$  son potencialmente actualizadas cada vez que se observa una célula RM hacia atrás en el sentido de retorno, es posible que un valor dado de  $PACR\_first$  o  $PACR\_last$  nunca se utilice en el DGCRA, ya que, antes de que se aplique su tiempo calendarizado, dicho valor puede ser modificado por otra célula RM hacia atrás.
- Si están calendarizadas menos de dos actualizaciones de velocidad,  $t\_first = t\_last$  y  $PACR\_first = PACR\_last$ .
- Si no está calendarizada ninguna actualización de velocidad,  $PACR\_first = PACR\_last = ACR$  y  $t\_first = t\_last < t_b(j)$ .

- Si está calendarizada al menos una actualización de velocidad ( $PACR\_first \neq ACR$ ),  $t\_first$  no puede ser retardada por una ulterior actualización de velocidad, y  $PACR\_first$  sólo puede ser aumentada.
- En un instante cualquiera, el valor de  $PACR\_last$  es igual al valor ECR de la última célula pertinente que ha atravesado la interfaz.
- Si la ECR de una nueva célula pertinente es igual a  $PACR\_last$ , no se efectúa ninguna actualización.
- $MCR \leq PACR\_first \leq PCR$  y  $MCR \leq PACR\_last \leq PCR$ .
- $tb(j) \leq t\_first \leq t\_last \leq tb(j) + \tau_2$  si está calendarizada al menos una actualización de velocidad.
- Si  $ACR < PACR\_first$ ,  $t\_first \leq tb(j) + \tau_3$ .
- Si  $PACR\_first < PACR\_last$ ,  $t\_last \leq tb(j) + \tau_3$ .

## VIII.2 Ajuste de ACR(t) basado en el campo ECR de células RM hacia atrás

- **Inicialización:**  
 $t\_first = t\_last = 0$   
 $PACR\_max = PACR\_first = PACR\_last = IACR$
- **En cada  $tb(j)$  que es el instante de llegada de una célula RM pertinente:**  
compute  $PACR(j) = \min(PCR, \max(MCR, ECR \text{ in backward RM cell}))$   
if  $PACR(j) \neq PACR\_last$ : # else no update takes place  
  if  $(t\_first > tb(j))$  # is the scheduling list non-empty?  
  **# start update of a non-empty scheduling list**  
    if  $(PACR(j) \geq PACR\_max)$  #  $PACR(j)$  is an increase  
    # over the current  $PACR\_max$   
    **# start processing an increase**  
       $PACR\_max = PACR(j)$  # update  $PACR\_max$   
      if  $(tb(j) + \tau_3 > t\_first)$  #  $t\_first$  and  $PACR\_first$  unchanged  
        if  $((t\_first = t\_last) \text{ or } (t\_last > tb(j) + \tau_3))$   
           $t\_last = tb(j) + \tau_3$  # else  $t\_last$  is unchanged  
        endif  
      endif # endif  $(tb(j) + \tau_3 > t\_first)$   
    else #  $tb(j) + \tau_3 \leq t\_first$   
       $PACR\_first = PACR(j)$  # update  $PACR\_first$   
      if  $(PACR(j) \geq ACR)$  #  $PACR(j)$  is an increase over ACR  
         $t\_first = tb(j) + \tau_3$  # else  $t\_first$  is unchanged.  
      endif # endif  $(PACR(j) \geq ACR)$   
       $t\_last = t\_first$  # a single rate update is scheduled  
    endelse # endelse  $(tb(j) + \tau_3 \leq t\_first)$   
  endif  
  **# end processing an increase**  
  else #  $PACR(j)$  is a decrease  
  # over  $PACR\_max$   
  **# start processing a decrease**  
    $PACR\_first = PACR\_max$  # schedule highest rate at  $t\_first$   
   if  $(PACR(j) < PACR\_last)$  #  $PACR(j)$  is a decrease  
   # over  $PACR\_last$   
       $t\_last = tb(j) + \tau_2$  #  $t\_last$  is delayed  
   endif # else  $t\_last$  is unchanged  
  endelse  
  **# end processing a decrease**  
   $PACR\_last = PACR(j)$  # store new rate in  $PACR\_last$

```

endif
# end update of a non-empty scheduling list
else # the scheduling list is empty
# start update of an empty scheduling list
  if (PACR(j)>ACR)
    t_first=tb(j)+ $\tau_3$  # an increase is scheduled ( $\tau_3$  lag)
  else
    t_first=tb(j)+ $\tau_2$  # a decrease is scheduled ( $\tau_2$  lag)
    t_last=t_first # a single rate update is scheduled
    PACR_max=PACR_first=PACR_last=PACR(j)
  endelse
# end update of an empty scheduling list
endif # endif for PACR (j) #PACR_last
• At expiration of t_first:
  ACR=PACR_first # update ACR
  t_first=t_last # update t_first
  PACR_first=PACR_last # update PACR_first
  PACR_max=PACR_last
End of Adjustment of ACR(t) based on the ECR field in backward RM cells.

Begin determination of T(k)
Initialize:
  T(1) = 1/IACR;
At each arrival time ta(k) of a cell for k ≥ 2:
  If (ACR(k) < 1 cell/s) then T(k) = 1 else T(k) = 1/ACR(k)
End determination of T(k).

```

## Apéndice IX

### Posibilidades de utilizar capacidades de transferencia ATM en aplicaciones

Este apéndice ilustra las posibilidades de aplicar clases de calidad de servicio por medio de ejemplos de aplicaciones. Se indica un número de aplicaciones con posibles opciones de ATC y clase de calidad de servicio (QoS). La selección de aplicaciones y las combinaciones de ATC y clase de QoS se presentan como ejemplo ilustrativo. No se pretende que esté completo ni que excluya otras opciones. Las propiedades específicas de las aplicaciones determinan las combinaciones de ATC y clase de QoS que son adecuadas para satisfacer sus exigencias.

Donde se indican parámetros de velocidad, las tolerancias correspondientes entran también en juego. Véase el cuadro IX.1.

**Cuadro IX.1/I.371 – Ejemplos de aplicaciones, ATC, parámetros y clases de QoS**

Ejemplos de aplicaciones	Capacidad de transferencia ATM I.371	Clase de calidad de servicio (QoS)	Parámetros de capacidad de transferencia	Observaciones
Emulación de circuito	DBR	QoS de clase 1	PCR	Baja tasa de pérdida de células comprometida por la duración de la conexión cuando todas las células pasan las pruebas de conformidad correspondientes.
Comunicación audio/vídeo en tiempo real	DBR	QoS de clase 1	PCR	Por ejemplo, videofonía o videoconferencia (suponiendo que no existe la capacidad de degradación paulatina).
	SBR1	QoS de clase 1	PCR, SCR/IBT	El codificador adapta la codificación para que la velocidad se ajuste al descriptor de tráfico SBR.
Aplicaciones sensibles al retardo que producen tráfico a velocidad binaria variable	DBR	QoS de clase 1	PCR	
Comunicación audio/vídeo no en tiempo real (que requiere baja pérdida de células)	SBR1	QoS de clase 2	PCR, SCR/IBT	
	DBR	QoS de clase 2	PCR	
Soporte de SMDS, FMBS, IP	SBR1 SBR2 SBR3	QoS de clase 2 QoS de clase 3 QoS de clase 3	PCR, SCR/IBT	

**Cuadro IX.1/I.371 – Ejemplos de aplicaciones, ATC, parámetros y clases de QoS**

<b>Ejemplos de aplicaciones</b>	<b>Capacidad de transferencia ATM I.371</b>	<b>Clase de calidad de servicio (QoS)</b>	<b>Parámetros de capacidad de transferencia</b>	<b>Observaciones</b>
Vídeo a la carta (memoria tampón de recepción limitada)	DBR	QoS de clase 1	PCR	PCR = anchura de banda máxima requerida de la aplicación.
	ABT/DT	QoS de clase 1	PCR, SCR/IBT	Baja tasa de pérdida de células comprometida durante cada bloque ATM si todas las células pasan las pruebas de conformidad correspondientes (equivalente a DBR por partes).  A título de ejemplo, la transferencia de cada escena irá precedida de la petición de la PCR de la escena, determinada por un previo análisis fuera de línea.
	SBR1	QoS de clase 1	PCR, SCR/IBT	
Comunicación elástica audio/vídeo	ABR	QoS de clase 3	PCR, MCR	La anchura de banda mínima garantizada puede ser, por ejemplo, la anchura de banda necesaria para voz.  Presupone que la aplicación acepta el repliegue del servicio y la degradación de la señal vídeo.
	ABT/DT (modo elástico)	QoS de clase 2	PCR, IBT	Baja tasa de pérdida de células comprometida durante cada bloque (delimitado parcialmente por la red).  SCR puede representar una anchura de banda mínima en tanto que la red no haya fijado $BCR < SCR$ (normativa específica de la red).

**Cuadro IX.1/I.371 – Ejemplos de aplicaciones, ATC, parámetros y clases de QoS**

<b>Ejemplos de aplicaciones</b>	<b>Capacidad de transferencia ATM I.371</b>	<b>Clase de calidad de servicio (QoS)</b>	<b>Parámetros de capacidad de transferencia</b>	<b>Observaciones</b>
Transferencia de ficheros Transferencia de imágenes	ABR	QoS de clase 3	PCR, MCR	Velocidad mínima de célula necesaria para mantener el protocolo entre entidades pares de punto extremo o cumplir con el retardo máximo de transferencia para la totalidad del fichero.
Interrogación de bases de datos	SBR2/SBR3	QoS de clase 3	PCR, SCR/IBT	Por ejemplo, acceso a aplicaciones Internet existentes.
Red privada virtual (transporte de cualquier tráfico a través de una red VP)	DBR	QoS de clase 1	PCR	La red privada (re)negocia las VPC. La manera de organizar el tráfico dentro del VP se deja a la red privada. PCR = anchura de banda máxima requerida.
	ABT/DT	QoS de clase 1	PCR, SCR/IBT	La red privada negocia las VPC. La BCR del VP se renegocia dinámicamente mediante células RM. La manera de organizar el tráfico dentro del VP se deja a la red privada.
	SBR1	QoS de clase 1	PCR, SCR/IBT	La red privada (re)negocia las VPC. La manera de organizar el tráfico dentro del VP se deja a la red privada.
Soporte de IP (conexión de encaminador de borde a borde)	DBR	QoS de clase U	PCR	El tráfico IP entre dos encaminadores se cursa por una conexión VCC con velocidad DBR, con QOS de clase U. Servicio de tipo "mejor esfuerzo", bajo costo, sin soporte de caudal ni QOS mínimos.



## Apéndice X

### Información adicional relacionada con el F-GCRA

En este apéndice se han recogido varias informaciones adicionales sobre el F-GCRA, que se añaden para facilitar la lectura del comportamiento del F-GCRA.

#### X.1 Soporte de compromisos de QoS a través del F-GCRA

Para derivar los compromisos de QoS, la ATC GFR utiliza el algoritmo genérico de velocidad de células F-GCRA( $T, \tau$ ) definido en 6.8.3.2. La ATC GFR proporciona un compromiso de QoS en términos de una baja tasa de pérdida de células durante, por lo menos, la cantidad de células en tramas conformes.

Existe la expectativa de que si la tolerancia del F-GCRA aumenta, el número total de células en tramas conformes no disminuirá. Sin embargo, esto no siempre es cierto cuando las tramas tienen longitudes diferentes. Se mostrará mediante un ejemplo. Se presentarán resultados en los cuales, en esas condiciones, este fenómeno inesperado desaparece.

#### Ejemplo

El siguiente ejemplo muestra que un aumento de la tolerancia del F-GCRA puede reducir el número total de células en tramas conformes si las tramas tienen longitudes diferentes. En adelante se supone que todas las células en tramas  $CLP = 0$  son conformes.

En la primera parte este ejemplo se supone que la tolerancia del F-GCRA es  $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$  y en la segunda parte del ejemplo se supone que la tolerancia es  $\tau' = \tau_{IBT} + \tau'_{MCR}$  donde  $\tau'_{MCR}$  es mayor que  $\tau_{MCR}$ . Para ambas partes del ejemplo  $T = 1/MCR$ .

Supóngase que antes de la llegada de la primera célula de una trama,  $X'$  era siempre menor o igual que  $\tau$  para las células precedentes. Esto significa que los valores de  $X'$  en ambas partes del ejemplo eran los mismos hasta el presente. Supóngase que, para una conexión GFR, llega una trama corta (longitud de trama = 1) seguida de una trama larga con una longitud  $MFS \gg 1$ . Supóngase que el parámetro  $X'$  del F-GCRA a la llegada de la trama corta es sólo algo mayor que  $\tau$  pero todavía menor que  $\tau'$ .

Por tanto, en la primera parte del ejemplo, la trama corta no pasaría la prueba de la trama F-GCRA. En ese caso podría suceder que la trama larga subsiguiente pasara.

Por otro lado, en la segunda parte del ejemplo, la trama corta pasa la prueba de la trama F-GCRA, pero podría suceder que la trama larga subsiguiente no la pasara.

En consecuencia, entre las  $MFS + 1$  células que llegan hay  $MFS$  células que pasaron en la primera parte del ejemplo y hay una célula en tramas que pasaron en la segunda parte del ejemplo. Por tanto, en el caso de la tolerancia aumentada, un menor número de células estaban en tramas que pasaron. Este resultado no se esperaba.

#### Resultado

El siguiente resultado muestra que este fenómeno inesperado desaparece si el aumento en la tolerancia es "suficientemente" grande. La prueba del resultado se encuentra en X.4.

El número de células en tramas conformes se determina con dos F-GCRA en el mismo flujo de células: un primer F-GCRA( $T, \tau$ ) de referencia y un segundo F-GCRA( $T', \tau'$ ). Se define la capacidad del F-GCRA de referencia como  $C = 1 + \tau/T$  y la capacidad del segundo F-GCRA como  $C' = 1 + \tau'/T'$ .

Si  $T' \leq T$  y  $C' \geq C + \text{MFS}$ , la cantidad total de células en tramas conformes determinada por el segundo F-GCRA es al menos tan grande como la cantidad total de células en tramas conformes determinado por el F-GCRA de referencia.

### **Consecuencias del resultado**

Si el F-GCRA no se implementa con los parámetros exactos  $(T, \tau)$  sino con los parámetros  $(T', \tau')$ , el fenómeno indeseable antes descrito no aparecerá si los parámetros  $T'$  y  $\tau'$  se eligen de manera que  $T' \leq T$  y  $\tau'/T' \geq \tau/T + \text{MFS}$ . Utilizando esos parámetros  $(T', \tau')$  se puede obtener como resultado un aumento, en MFS células, del espacio de memoria tampón que habrá de reservarse en un elemento de red para la conexión.

### **X.2 Ejemplo de implementación que ilustra cómo puede utilizarse el F-GCRA para soportar compromisos de QoS**

En este ejemplo se describe una posible implementación de GFR para mostrar la relación entre F-GCRA y las decisiones tomadas en la implementación en lo que respecta al reenvío de células.

- Se utiliza un contador de referencia de QoS por cada conexión GFR. Se pone a cero en el instante de llegada de la primera célula de la conexión.
- A la llegada de la última célula de una trama conforme, el contador de referencia de QoS se aumenta por la cantidad de células de la trama.
- Cuando la última célula de una trama  $\text{CLP} = 0$  todas cuyas células son conformes sale de la implementación, el contador de referencia de QoS se aumenta por la cantidad de células de la trama, pero nunca se disminuye por debajo de cero.
- Se ha previsto que el contador de referencia de QoS retornará a cero muy a menudo. Esto significaría que la implementación proporcionaría al menos la QoS comprometida para la conexión GFR.
- Se ha previsto que, incluso cuando el contador de referencia de QoS es cero, las tramas podrán salir de la implementación si hay disponibles recursos en exceso.

### **X.3 Límites de la implementación para el caso en que haya muchas tramas no conformes**

Las variables  $X'$  y  $X$  pueden aumentar más allá de cualquier límite cuando se envían muchas tramas no conformes. En una implementación de F-GCRA,  $X'$  y  $X$  tienen que estar limitadas de modo que no rebasen cierto valor específico de la red. En cualquier conexión, para tener una QoS comprometida en la red, su valor de  $\tau + T \times \text{MFS}$  no debe exceder el valor específico de esa red.

### **X.4 Prueba de un resultado relacionado con el F-GCRA**

El siguiente resultado y su prueba se mencionaron en X.1.

#### **Resultado de QoS**

Supóngase que QoS es determinada por dos F-GCRA basados en trama aplicados al mismo flujo de células. Los dos F-GCRA son un F-GCRA( $T, \tau$ ) de referencia y un segundo F-GCRA( $T', \tau'$ ). Se define la capacidad del F-GCRA de referencia como  $C = 1 + \tau/T$  y la capacidad del segundo F-GCRA como  $C' = 1 + \tau'/T'$ . Si  $T' \leq T$  y  $C' \geq C + \text{MFS}$ ; entonces,  $\text{QoS\_count}_n \leq \text{QoS\_count}'_n$  si la célula  $n$  es la última célula de una trama. Aquí  $\text{QoS\_count}_n$  es la cantidad de células en tramas conformes que pasaron el F-GCRA de referencia, de las primeras  $n$  células.  $\text{QoS\_count}'_n$  se define de manera similar para el segundo F-GCRA.

## Prueba

La prueba es por inducción sobre  $m$  donde  $n = n_m$  es la cantidad de células al final de la trama  $m$ . Para  $n = n_1$ ,  $QoS\_count_n \leq QoS\_count_n'$  es trivial pues la primera trama recibe QoS por ambos F-GCRA o por ninguno de ellos.

Ahora, sea  $QoS\_count_n \leq QoS\_count_n'$  para  $n = n_m$ . Puesto que las tramas  $CLP = 1$  contornean el F-GCRA, se puede suponer que todas las tramas que llegan al GCRA basado en trama comienzan con células  $CLP = 0$ . Entonces, una vez que la última célula de la trama  $m + 1$  ha sido procesada por el F-GCRAs, sólo hay algo para mostrar si la trama  $m + 1$  es conforme con el F-GCRA de referencia y no conforme con el segundo F-GCRA. Sea la primera célula de esta trama la célula  $j = n_m + 1$ . A la llegada de la célula  $j$ , para la variable  $X'_j$  para el F-GCRA de referencia se cumple la siguiente relación:  $X'_j \leq \tau$ . Para la correspondiente variable  $X''_j$  para el segundo F-GCRA se cumple la siguiente relación:  $X''_j > \tau$ .

Para  $k = 1, 2, \dots, n$ , sea  $t_k$  el instante de llegada de la célula  $k$ . Se define  $X'_k$  y para todas las células hasta la célula  $n$ , incluso para células en tramas que no pasaron la prueba de la trama. Para todas las células hasta la célula  $n$ , la última célula de la trama ha llegado, por lo que está disponible la información de conformidad de célula sobre las células en la trama. Para el F-GCRA de referencia, se fija  $X'_k = X - (t_k - LIT\_I)$  para tramas en las que el incremento se anula y para tramas en las que no se produce incremento. De manera similar, se define  $X''_k$  para el segundo F-GCRA. Además, se define  $Y'_k = \max(X'_k, 0)$  e  $Y''_k = \max(X''_k, 0)$ .

Para una célula  $k \leq n$ ,  $QoS\_count_k$  puede definirse naturalmente como sigue: si la trama correspondiente contiene una o más células no conformes o es no conforme, el valor  $QoS\_count_k$  es el mismo que al final de la trama precedente. En otro caso, aumenta en una unidad para cada célula de la trama. De manera similar se procede con  $QoS\_count_k'$ . Con esta definición se obtiene también que  $QoS\_count_k \leq QoS\_count_k'$  para  $k = 1, \dots, n$ .

Obsérvese que  $Y''_j/T' = X''_j/T' > \tau/T' = C-1 \geq C-1 + MFS = \tau/T + MFS \geq Y'_j/T + MFS$  por tanto:

$$Y''_j/T' - Y'_j/T > MFS \quad (X-1)$$

Sea la célula  $i$  la última que llega antes que la célula  $j$  por lo que  $Y''_i = 0$ . Entonces  $1 \leq i < j$ . Así:

$$Y''_i/T' - Y'_i/T \leq 0 \quad (X-2)$$

Se obtiene lo siguiente:

- Para cada célula de una trama conforme de acuerdo con el segundo F-GCRA y no con el F-GCRA de referencia, el incremento tendrá por consecuencia un aumento de la diferencia  $Y''T' - Y'T$  en una unidad.
- Para cada célula de una trama conforme de acuerdo con el F-GCRA de referencia y no con el segundo F-GCRA, el incremento tendrá por consecuencia la disminución de la diferencia  $Y''T' - Y'T$  en una unidad.
- Para todas las demás células de tramas todas cuyas células son conformes, el incremento no alterará la diferencia  $Y''T' - Y'T$ .
- Para cada célula de una trama no todas cuyas células son conformes, el incremento tendrá por consecuencia el aumento de  $Y'T$  en una unidad y el aumento de  $Y''T$  en una unidad. Como resultado de esto no se producirá un aumento de  $Y''T' - Y'T$ .

Asimismo, puesto que  $Y'' > 0$  de la célula  $i + 1$  a  $j$ , y puesto que  $T \geq T'$ ,  $Y''T'$  se decrementa de célula a célula, como máximo por un valor de  $Y'T$ . Esto significa que el decremento no aumenta la diferencia  $Y''T' - Y'T$ .

Por tanto, las desigualdades (X-1) y (X-2) muestran que, de las células  $i$  hasta  $j - 1$ , el segundo FGCRA ha encontrado, al menos, MFS células más en tramas no marcadas como conformes que

pasaron la prueba de la trama, que el F-GCRA de referencia. Por consiguiente,  $QoS\_count_{j-1} + MFS \leq QoS\_count_{j-1}'$  o  $QoS\_count_{n_m} + MFS \leq QoS\_count_{n_m}'$ . Puesto que la trama  $m + 1$  es conforme, tiene, como máximo, un tamaño de MFS células y se obtiene  $QoS\_count_n \leq QoS\_count_m'$  para  $n = n_{m+1}$ , lo que finaliza la prueba.

## Apéndice XI

### Suministro de QoS GFR con el CF-GCRA

Este apéndice contiene un algoritmo denominado el F-GCRA con conformidad de células (CF-GCRA). El CF-GCRA es equivalente al algoritmo F-GCRA para conexiones que contienen *solamente* tramas todas cuyas células son conformes. Es más sencillo que el F-GCRA y puede también utilizarse para proporcionar QoS de GFR por las razones siguientes: partiendo del supuesto de que todas las células son conformes, puede demostrarse (la prueba es similar a la que figura en X.4), que la cantidad de células en tramas que pasan el CF-GCRA es al menos tan grande como la cantidad de células en tramas que pasan el F-GCRA. Esto presupone que el CF-GCRA no está implementado con los parámetros  $(T, \tau)$  exactos sino con los parámetros  $(T', \tau')$  donde  $T' \leq T$  y  $\tau'/T' \geq \tau/T + MFS$ . Con estos valores de  $T'$   $\tau'$ , se cumplen los compromisos de QoS mínimos basados en F-GCRA.

En el CF-GCRA a continuación:

- $t_a$  designa el instante de llegada de la última célula a una interfaz normalizada.
- $X$  designa el valor del contador tipo cubo no estanco, como en el algoritmo de cubo no estanco en estado continuo.
- $LIT$  designa el último instante de incremento.
- *Frame\_test\_passed* designa una variable específica de la conexión que almacena el resultado de la prueba de trama.
- *Frame\_tagging* designa una variable específica de la conexión que sólo se utiliza en GFR2. Almacena el estatus de rotulado de trama. Si se implementa rotulado de trama para GFR, esta información de estatus podría utilizarse para conmutar el bit CLP de 0 a 1.
- $X'$  es una variable auxiliar.

Inicialización:

- En el instante de llegada  $t_a$  de la primera célula de la conexión que atraviesa la interfaz,  $X = 0$  y  $LIT = t_a$ .
- Los valores iniciales de *frame\_test\_passed* y *frame\_tagging* son intrascendentes.

A la llegada de la *primera* célula de la trama a una interfaz  $T_B$  o interfaz entre redes, en la conexión ATM:

**GFR1**

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false
else
   $X' = X - (t_a - LIT)$ 
  if ( $X' > \tau$ )
    then frame_test_passed = false
    else frame_test_passed = true
   $X = \max(0, X') + T$ 
   $LIT = t_a$ 
```

**GFR2**

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false;
  frame_tagging = false
else
   $X' = X - (t_a - LIT)$ 
  if ( $X' > \tau$ )
    then frame_test_passed = false;
    frame_tagging = true
    else frame_test_passed = true;
    frame_tagging = false
   $X = \max(0, X') + T$ 
   $LIT = t_a$ 
```

A la llegada de células *subsiguientes* a una interfaz  $T_B$  o interfaz entre redes, en la conexión ATM:

**GFR1 and GFR2**

```
if (frame_test_passed = true)
  then  $X' = X - (t_a - LIT)$ 
   $X = \max(0, X') + T$ 
   $LIT = t_a$ 
```

## Apéndice XII

### Expectativas del comportamiento de un elemento de red GFR

De la cláusula 6.8.1 sobre el modelo de servicio GFR pueden derivarse algunos requisitos mínimos de implementación de GFR. A continuación se indican expectativas relacionadas con la forma en que un elemento de red podría soportar GFR con el fin de mejorar el servicio GFR.

- Si la conexión transmite una combinación de tramas  $CLP = 0$  y  $CLP = 1$  a una velocidad de células global constante inferior a la MCR y suponiendo que todas las células son conformes, el elemento de red debe entregar todas las tramas de la conexión.
- Si la conexión transmite tramas  $CLP = 0$  a una velocidad de células inferior a la MCR y asimismo tramas  $CLP = 1$  de manera que la velocidad de células global es mayor que la MCR y suponiendo que todas las células son conformes, el elemento de red debe entregar todas las tramas conformes (las tramas  $CLP = 0$ , como parte de los compromisos) y, además, proporcionar una velocidad global de al menos MCR para esa conexión.

## Apéndice XIII

### Aplicabilidad de la capacidad de transferencia ATM GFR a aplicaciones

Este apéndice amplía el cuadro IX.1, que ilustra las posibilidades de aplicar las ATC y las clases de QoS mediante ejemplos de aplicaciones, con un ejemplo relativo a la ATC GFR definida en esta Recomendación. Donde se indican parámetros de velocidades, las tolerancias que tienen asociadas son también significativas. Véase el cuadro XIII.1.

**Cuadro XIII.1/I.371 – Ejemplos de aplicaciones, ATC, parámetros y clase de QoS**

<b>Ejemplos de aplicaciones</b>	<b>Capacidad de transferencia ATM</b>	<b>Clase de calidad de servicio (QoS)</b>	<b>Parámetros de capacidad de transferencia</b>	<b>Observaciones</b>
Soporte de IP (conexión mediante encaminador de extremo a extremo)	GFR	QoS clase 3 para tramas conformes	PCR, MCR/IBT, MFS	El tráfico IP entre dos encaminadores se sitúa en una VCC GFR. Soporte de caudal y QoS mínimos, y descarte de tramas.

## Apéndice XIV

### Soporte de OAM para conexiones GFR

Este apéndice muestra cómo el soporte de OAM para una conexión GFR es posible sobre la base del texto relativo a GFR en el cuerpo principal de esta Recomendación.

Obsérvese que la definición de GFR presupone que las células de datos generadas por el usuario en una conexión GFR están organizadas en forma de tramas que están delimitadas en la capa ATM. Obsérvese asimismo que, de acuerdo con 4.1 y 7.2.5, las células OAM de extremo a extremo generadas por el usuario, insertadas en una conexión GFR, serían consideradas como parte de las tramas GFR por la definición de la conformidad GFR:

Extracto de 4.1:

*Se hace referencia a compromisos sobre la calidad de servicio cuando la red se compromete de hecho a satisfacer los objetivos de calidad de servicio, suponiendo que el flujo de células generadas por el usuario es conforme con el contrato de tráfico. Los flujos OAM de segmento no forman parte del contrato de tráfico negociado por el usuario. La forma de tratarlos no está actualmente especificada en esta Recomendación.*

Extracto de 7.2.5:

*En el caso de una VCC, puede utilizarse la indicación AUU (por ejemplo, la especificada para AAL 5) para definir una secuencia de células de trama como sigue:*

- *Una secuencia de células de trama comienza con la primera célula generada por el usuario en la conexión, o con una célula generada por el usuario que sigue a una célula en la que la indicación AUU está fijada.*
- *Una secuencia de células de trama termina con una célula de usuario en la que la indicación AUU está fijada.*

Si en una conexión GFR se desea insertar células OAM, los siguientes principios ayudan a reducir o evitar problemas de conformidad de células o de conformidad de tramas:

- Si hay que insertar una célula OAM en una posición que no es la primera ni la última de una trama GFR, el bit CLP de la célula OAM debe ser el mismo que el de la primera célula de la trama.
- Si hay que insertar una célula OAM después de una célula con la delimitación AUU, el bit CLP de la trama siguiente puede no ser conocido. En este caso, poniendo el bit CLP de la célula OAM a 0 se minimiza el descarte de células OAM, aunque esto puede tener por consecuencia la no conformidad de la trama siguiente si esta trama resultara ser una trama CLP = 1.
- Si el usuario inserta células OAM, debe aumentar el valor de MFS en una unidad por encima del valor de MFS que se necesita para el soporte de tramas de usuario GFR constituidas exclusivamente por células de datos de usuario.
- Si la red inserta células OAM en una conexión de usuario GFR, el valor de MFS utilizado para las pruebas de conformidad debe aumentarse en al menos una unidad por encima del valor de MFS solicitado por el usuario. Si la red inserta células OAM en una conexión GFR interna de la red, el proveedor de red debe aumentar el valor de MFS en una unidad por encima del valor de MFS que se necesita para el soporte de tramas de usuario GFR constituidas por células de datos de usuario exclusivamente.

NOTA – Como es de esperar que la mayor parte de las tramas en una conexión GFR serán tramas todas cuyas células son células con CLP = 0, la inserción de células OAM con CLP = 0 generalmente puede conseguirse, sin incurrir en violación de la conformidad de trama, insertándolas en tramas todas cuyas células son CLP = 0.







## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
<b>Serie I</b>	<b>Red digital de servicios integrados</b>
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación