

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.1028.1

(02/2019)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Calidad de servicio y de transmisión multimedios –  
Aspectos genéricos y aspectos relacionados al usuario

---

**Calidad de servicio de extremo a extremo para  
servicios de videotelefonía en redes móviles 4G**

Recomendación UIT-T G.1028.1

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G  
**SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
<b>CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO</b>	<b>G.1000–G.1999</b>
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

## Recomendación UIT-T G.1028.1

### Calidad de servicio de extremo a extremo para servicios de videotelefonía en redes móviles 4G

#### Resumen

En la Recomendación UIT-T G.1028.1, se proporcionan directrices para algunos aspectos clave que tiene repercusión sobre la calidad de funcionamiento de extremo a extremo de los servicios conversacionales de vídeo con calidad de operador (en oposición a los servicios superpuestos (OTT) que quedan fuera del ámbito de aplicación de esta Recomendación) a través de las redes de evolución a largo plazo (LTE), también denominados videotelefonía por LTE (ViLTE), según la definición de la Asociación Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles (GSMA). Se determinan las condiciones necesarias para el funcionamiento idóneo de las redes ViLTE y se proporcionan medidas correctoras que pueden utilizar los operadores para subsanar los efectos de la degradación de la calidad de servicio (QoS) en las redes LTE.

#### Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T G.1028.1	2019-02-06	12	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/13831">11.1002/1000/13831</a>

#### Palabras clave

Calidad de servicio, LTE, QoS, vídeo, videotelefonía, ViLTE, 4G.

---

\* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 no 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2020

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 Definiciones .....	3
3.1 Términos definidos en otros documentos .....	3
3.2 Términos definidos en la presente Recomendación .....	3
4 Abreviaturas y acrónimos .....	3
5 Convenios .....	6
6 Breve introducción a la videotelefonía por LTE e hipótesis .....	6
7 Arquitectura de red ViLTE .....	7
8 Requisitos de QoS para ViLTE – Enfoque segmentado .....	8
8.1 Visión general de las cuestiones de QoS que experimenta el usuario final ...	8
8.2 Equipo de usuario (Diseño e implementación de los códecs) .....	9
8.3 E-UTRAN (Gestión de los recursos radioeléctricos) .....	11
8.4 Núcleo de paquetes evolucionado (Procedimientos de asignación de QCI y gestión de la movilidad) .....	11
8.5 Núcleo de tránsito IP e IMS (control y señalización de llamada) .....	12
9 Estimación de presupuesto y parametrización de la QoS .....	12
9.1 Indicadores relevantes .....	12
9.2 Evaluación de las repercusiones de las condiciones de funcionamiento relevante sobre los parámetros de QoS .....	14
9.3 Objetivos de calidad .....	16
10 Estrategia de diagnóstico para las degradaciones de la QoS .....	17
10.1 Fuentes de los problemas de QoS ligados a la disponibilidad de servicio .....	19
10.2 Fuentes de los problemas de QoS ligados al funcionamiento de la red .....	19
10.3 Herramientas y modelos para la medición y la predicción de la calidad de vídeo .....	21
Bibliografía .....	23

## **Introducción**

Los operadores de banda ancha móvil, confrontados con un mercado de banda ancha competitivo, se ven obligados a redefinir sus modelos de negocio para mejorar sus fuentes de ingresos. En este sentido, se ha producido un desplazamiento de los despliegues hacia plataformas convergentes basadas en tecnología IP y tecnologías de redes de acceso para grandes caudales que permiten la prestación de una triple oferta de servicios de alta calidad (telefonía, Internet y flujos continuos de vídeo) a consumidores cuyas expectativas en cuanto a la mejora de la experiencia de usuario sigue siendo insaciable. En este sentido, los servicios de videotelefonía por las redes 4G (es decir las redes de evolución a largo plazo (LTE)) representan para los operadores una oportunidad de poder ofrecer nuevos servicios de valor añadido a sus clientes y convencerles de seguir siendo fieles. Siguen en curso trabajos de investigación llevados a cabo por instituciones académicas, desarrolladores de sistemas y organizaciones de normalización con el fin de ayudar a completar el conocimiento necesario para un despliegue comercial exitoso de la videotelefonía por LTE (ViLTE) en todo el mundo.

## Recomendación UIT-T G.1028.1

### Calidad de servicio de extremo a extremo para servicios de videotelefonía en redes móviles 4G

#### 1 Alcance

La presente Recomendación abarca los requisitos de calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo para la videotelefonía por segmentos de redes LTE (evolución a largo plazo) (ViLTE) (véase [b-GSMA IR.94]), consideraciones de asignación de presupuesto para diferentes escenarios de arquitectura de despliegue, la parametrización de la QoS para cumplir la reglamentación, la evaluación de las repercusiones de algunas condiciones relevantes de funcionamiento sobre los parámetros de servicio identificados así como una estrategia de diagnóstico de las degradaciones de la QoS en el ViLTE. El objetivo de esta Recomendación es ser una guía de referencia para los operadores de LTE y los reguladores.

Esta Recomendación es un complemento de [UIT-T G.1028]. Todos los aspectos relacionados con la voz del ViLTE son iguales que los de la voz por LTE (VoLTE) definidos en [UIT-T G.1028], y, por lo tanto, no se repiten en la presente Recomendación.

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones UIT-T y demás referencias contienen disposiciones que, por referencia a las mismas en este texto, constituyen disposiciones de esta Recomendación. En la fecha de publicación, las ediciones citadas estaban en vigor. Todas las Recomendaciones y demás referencias están sujetas a revisión, por lo que se alienta a los usuarios de esta Recomendación a que consideren la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las Recomendaciones y demás referencias que se indican a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T vigentes. La referencia a un documento en el marco de esta Recomendación no confiere al mismo, como documento autónomo, el rango de Recomendación.

- [UIT-T G.1011] Recomendación UIT-T G.1011 (2016), *Guía de referencia para métodos de evaluación de la calidad percibida.*
- [UIT-T G.1028] Recomendación UIT-T G.1028 (2016), *Calidad de servicio de extremo a extremo para servicios vocales en redes móviles 4G.*
- [UIT-T G.1070] Recomendación UIT-T G.1070 (2018), *Modelo de opinión para aplicaciones de videotelefonía.*
- [UIT-T G.1071] Recomendación UIT-T G.1071 (2016), *Modelo de opinión para la planificación de redes para aplicaciones de audio y vídeo basadas en flujos continuos.*
- [UIT-T H.264] Recomendación UIT-T H.264 (2017), *Codificación de vídeo avanzada para los servicios audiovisuales genéricos.*
- [UIT-T H.265] Recomendación UIT-T H.265 (2018), *Codificación de vídeo muy eficiente.*
- [UIT-T J.144] Recomendación UIT-T J.144 (2004), *Técnicas de medición objetiva de la percepción de la calidad vídeo en televisión por cable en presencia de una referencia completa.*
- [UIT-T J.246] Recomendación UIT-T J.246 (2008), *Técnicas de medición de la calidad visual percibida de los servicios multimedia por redes de televisión digital por cable en caso de una referencia de anchura de banda reducida.*

- [UIT-T J.247] Recomendación UIT-T J.247 (2008), *Medición objetiva de la calidad de vídeo multimedios percibida en presencia de una referencia íntegra.*
- [UIT-T J.249] Recomendación UIT-T J.249 (2010), *Técnicas de medición de la calidad de vídeo percibida aplicables a la televisión por cable cuando hay una referencia reducida.*
- [UIT-T J.341] Recomendación UIT-T J.341 (2016), *Medición objetiva de la calidad de vídeo multimedios percibida en TVAD para a televisión digital por cable en presencia de una referencia íntegra.*
- [UIT-T J.342] Recomendación UIT-T J.342 (2011), *Medición objetiva de la calidad de vídeo multimedios percibida de TVAD para televisión digital por cable en presencia de una referencia reducida.*
- [UIT-T J.343.1] Recomendación UIT-T J.343.1 (2014), *Medición de la calidad de vídeo objetiva híbrida-NRe percibida para servicios de vídeo de TVAD e IP multimedios en presencia de datos de tren de bits encriptados.*
- [UIT-T J.343.2] Recomendación UIT-T J.343.2 (2014), *Medición de la calidad de vídeo objetiva híbrida-NR percibida para servicios de vídeo de TVAD e IP multimedios en presencia de datos de tren de bits no encriptados.*
- [UIT-T J.343.3] Recomendación UIT-T J.343.3 (2014), *Medición de la calidad de vídeo objetiva híbrida-RRe percibida para servicios de vídeo de TVAD e IP multimedios en presencia de una señal de referencia reducida y datos de tren de bits encriptados.*
- [UIT-T J.343.4] Recomendación UIT-T J.343.4 (2014), *Medición de la calidad del vídeo objetiva híbrida-RR percibida para servicios de vídeo de TVAD e IP multimedios en presencia de una señal de referencia reducida y datos de tren de bits no encriptados.*
- [UIT-T J.343.5] Recomendación UIT-T J.343.5 (2014), *Medición de la calidad de vídeo objetiva híbrida-FRe percibida para servicios de vídeo de TVAD e IP multimedios en presencia de una señal de referencia plena y datos de tren de bits encriptados.*
- [UIT-T J.343.6] Recomendación UIT-T J.343.6 (2014), *Medición de la calidad de vídeo objetiva híbrida-FR percibida para servicios de vídeo de TVAD e IP multimedios en presencia de una señal de referencia plena y datos de tren de bits no encriptados.*
- [UIT-T P.863] Recomendación UIT-T P.863 (2018), *Predicción de la calidad de escucha objetiva percibida.*
- [UIT-T P.1201] Recomendación UIT-T P.1201 (2012), *Evaluación paramétrica no intrusiva de la calidad de la difusión en directo de medios audiovisuales.*
- [UIT-T P.1201.1] Recomendación UIT-T P.1201.1 (2012), *Evaluación paramétrica no intrusiva de la calidad de la difusión en directo de medios audiovisuales – Zona de aplicación de mayor resolución.*
- [UIT-T P.1201.2] Recomendación UIT-T P.1201.2 (2012), *Evaluación paramétrica no intrusiva de la calidad de la difusión en directo de medios audiovisuales – Zona de aplicación de mayor resolución.*
- [UIT-T P.1202.1] Recomendación UIT-T P.1202.1 (2012), *Evaluación paramétrica no intrusiva del tren binario de la calidad de las secuencias de medios audiovisuales – Zona de aplicación de menor resolución.*

- [UIT-T P.1202.2] Recomendación UIT-T P.1202.2 (2013), *Evaluación paramétrica no intrusiva de la calidad de la difusión en directo de medios de vídeo – Zona de aplicación de mayor resolución.*
- [ETSI TS 122 105] ETSI TS 122 105 v15.0.0 (2018-07), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Services and service capabilities (3GPP TS 22.105 version 15.0.0 Release 15).*
- [ETSI TS 123 203] ETSI TS 123 203 v15.4.0 (2018-09), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Policy and charging control architecture (3GPP TS 23.203 version 15.4.0 Release 15).*
- [ETSI TS 126 114] ETSI TS 126 114 v15.4.0 (2018-10), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP Multimedia Subsystem (IMS); Multimedia telephony; Media handling and interaction (3GPP TS 26.114 version 15.4.0 Release 15).*

### 3 Definiciones

#### 3.1 Términos definidos en otros documentos

Ninguno.

#### 3.2 Términos definidos en la presente Recomendación

Ninguno.

### 4 Abreviaturas y acrónimos

En la presente Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas y acrónimos:

3G	Tercera generación de red de acceso radioeléctrico
4G	Cuarta generación de red de acceso radioeléctrico
AD	Alta definición
AEC	Control de eco acústico ( <i>Acoustical Echo Control</i> )
AGC	Control automático de ganancia ( <i>Automatic Gain Control</i> )
AMR-WB	Banda ancha multivelocidad adaptativa ( <i>Adaptive Multi Rate Wideband</i> )
AS	Servidor de aplicaciones ( <i>Application Server</i> )
ATCF	Función de control de transferencia de acceso ( <i>Access Transfer Control Function</i> )
ATGW	Pasarela de transferencia de acceso ( <i>Access Transfer Gateway</i> )
BE	Mejor esfuerzo ( <i>Best Effort</i> )
BGCF	Función de control de la pasarela de borde ( <i>Border Gateway Control Function</i> )
BSC	Controlador de estación de base ( <i>Base Station Controller</i> )
BTS	Estación transceptora de base ( <i>Base Transceiver Station</i> )
CIF	Formato intermedio común ( <i>Common Intermediate Format</i> )
CS	Conmutación de circuito ( <i>Circuit Switched</i> )
CSFB	Repliegue de conmutación de circuitos ( <i>Circuit Switched Fall Back</i> )
DL	Enlace descendente ( <i>Downlink</i> )

DRB	Portador radioeléctrico de datos ( <i>Data Radio Bearer</i> )
DRX	Recepción discontinua ( <i>Discontinuous Reception</i> )
DSCP	Punto de código de servicios diferenciados ( <i>Differentiated Services Code Point</i> )
DTMF	Multifrecuencia bitonal ( <i>Dual-Tone Multi-Frequency</i> )
EF	Retransmisión rápida ( <i>Expedited Forwarding</i> )
eMSC	MSC mejorado ( <i>Enhanced MSC</i> )
e-NodoB	Nodo B mejorado ( <i>Enhanced Node B</i> )
EPC	Núcleo de paquetes evolucionado ( <i>Evolved Packet Core</i> )
EU	Equipo del usuario
E-UTRAN	Red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS evolucionada ( <i>Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network</i> )
GBR	Velocidad binaria garantizada ( <i>Guaranteed Bit Rate</i> )
GERAN	Red de acceso radioeléctrico GSM/EDGE ( <i>GSM/Edge Radio Access Network</i> )
GSM	Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles ( <i>Global System for Mobile Communications</i> )
GSMA	Asociación GSM ( <i>The GSM Association</i> )
GTP	Protocolo de tunelización GPRS ( <i>GPRS Tunnelling Protocol</i> )
GW	Pasarela ( <i>Gateway</i> )
HARQ	Petición de repetición automática híbrida ( <i>Hybrid Automatic-Repeat-Request</i> )
HSS	Servidor de abonado de origen ( <i>Home Subscriber Server</i> )
HVGA	Media VGA (matriz gráfica de vídeo) ( <i>Half Video Graphics Array</i> )
IBCF	Función de control del borde de la interconexión ( <i>Interconnection Border Control Function</i> )
I-CSCF	Función de control de la sesión de llamada de interrogación ( <i>Interrogating Call Session Control Function</i> )
IMS	Subsistema multimedia IP ( <i>IP Multimedia Subsystem</i> )
LTE	Evolución a largo plazo ( <i>Long Term Evolution</i> )
MBR	Velocidad binaria máxima ( <i>Maximum Bit Rate</i> )
MGCF	Función de control de la pasarela de medios ( <i>Media Gateway Controller Function</i> )
MGW	Pasarela de medios ( <i>Media Gateway</i> )
M-LWDF	Primero el mayor retraso ponderado - Modificado ( <i>Modified Largest Weighted Delay First</i> )
MME	Entidad de gestión de la movilidad ( <i>Mobility Management Entity</i> )
MOS	Nota media de opinión ( <i>Mean Opinion Score</i> )
MOS-LQ	Nota media de opinión sobre la calidad de escucha ( <i>Mean Opinion Score – Listening Quality</i> )
MRFC	Controlador de la función de recursos multimedia ( <i>Multimedia Resource Function Controller</i> )

MRF	Procesador de la función de recursos multimedia (Multimedia Resource Function Processor)
MSC	Centro de conmutación móvil (Mobile Switching Centre)
MSCS	Servidor MSC (MSC Server)
MTSI	Servicio de telefonía multimedia IMS (Multimedia Telephony Service for IMS)
NB	Banda estrecha
NGN	Red de la próxima generación (Next Generation Network)
NR	Reducción de ruido (Noise Reduction)
OFDMA	Acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access)
OTT	Superpuesto (Over-The-Top)
PCC	Control de políticas y tarificación (Policy and Charging Control)
PCEF	Función de aplicación de política y tarificación (Policy and Charging Enforcement Function)
PCRF	Función de política y norma de tarificación (Policy and Charging Rule Function)
P-CSCF	Intermediario de función de control de la sesión de llamada (Proxy - Call Session Control Function)
PDA	Asistente digital personal (Personal Digital Assistant)
PDCP	Protocolo de convergencia de datos por paquetes (Packet Data Convergence Protocol)
PDD	Demora después de marcar (Post Dialling Delay)
PF	Equidad de proporcionalidad (Proportionality Fair)
P-GW	Pasarela de red de datos por paquetes (Packet Data Network Gateway)
PLF	Equidad de la pérdida de paquetes (Packet Loss Fairness)
QCI	Identificador de clase de QoS (QoS Class Identifier)
QCIF	Cuarto de formato intermedio común (Quarter Common Intermediate Format)
QoS	Calidad de servicio (Quality of Service)
QVGA	Cuarto de VGA (Quarter Video Graphics Array)
RACH	Canal de acceso aleatorio (Random Access Channel)
RLC	Control del enlace radioléctrico (Radio Link Control)
RNC	Controlador de red radioeléctrica (Radio Network Controller)
RoHC	Compresión de encabezamiento robusta (Robust Header Compression)
RRC	Control de recursos radioeléctricos (Radio Resource Control)
RSRP	Potencia recibida de la señal de referencia (Reference Signal Received Power)
RTCP	Protocolo de control de transporte en tiempo real (Real-time Transport Control Protocol)
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real (Real-time Transport Protocol)
RTPC	Red telefónica pública conmutada (Public Switched Telephone Network)

S-CSCF	Función de control de la sesión de llamada de servicio ( <i>Serving Call Session Control Function</i> )
SD	Definición convencional ( <i>Standard Definition</i> )
SDP	Protocolo de descripción de sesión ( <i>Session Description Protocol</i> )
S-GW	Pasarela de servicios ( <i>Serving Gateway</i> )
SIP	Protocolo de iniciación de sesión ( <i>Session Initiation Protocol</i> )
SRB	Portador radioeléctrico de señalización ( <i>Signalling Radio Bearer</i> )
SRVCC	Continuidad de la llamada vocal de difusión simple ( <i>Single Radio Voice Call Continuity</i> )
TrGW	Pasarela de entronque ( <i>Trunking Gateway</i> )
TTI	Intervalo de tiempo de transmisión ( <i>Transmission Time Interval</i> )
UDP	Protocolo de datagrama de usuario ( <i>User Datagram Protocol</i> )
UL	Enlace ascendente ( <i>Uplink</i> )
UMTS	Sistema de telecomunicaciones móviles universales ( <i>Universal Mobile Telecommunication System</i> )
UTRAN	Red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS ( <i>UMTS Terrestrial Radio Access Network</i> )
ViLTE	Videotelefonía por LTE ( <i>Video-telephony over LTE</i> )
VGA	Matriz gráfica de vídeo ( <i>Video Graphics Array</i> )
VoLTE	Voz por LTE ( <i>Voice over LTE</i> )
VT	Videotelefonía ( <i>Video Telephony</i> )

## 5 Convenios

Ninguno.

## 6 Breve introducción a la videotelefonía por LTE e hipótesis

En la presente Recomendación se tienen en cuenta algunos aspectos fundamentales relativos al perfil de vídeo del IMS (subsistema de multimedios IP) definido por la Asociación Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles (GSMA) en [b-GSMA IR.94] y los procedimientos de tratamiento de medios (solo la parte de vídeo) del servicio de telefonía multimedios para IMS (MTSI) definidos por 3GPP en [ETSI TS 126 114].

- Para el despliegue de ViLTE, la VoLTE es un requisito previo necesario. Los aspectos de voz y la arquitectura del servicio de red ViLTE se tratan de manera adecuada en la Recomendación [UIT-T G.1028];
- Para el soporte de una videollamada, el equipo de usuario (EU) transmite sus capacidades relativas al vídeo a la red LTE. La solicitud de videollamada encapsula los medios de vídeo con el protocolo de transporte en tiempo real (RTP) en un protocolo de datagrama de usuario (UDP), (RTP/UDP);
- RTP es el protocolo de medios para la transmisión en tiempo real de flujos de audio o vídeo. A diferencia de la VoLTE, para una videollamada, la pasarela de la red de datos por paquetes (P-GW) y la pasarela de servicios (S-GW) establecen dos portadores: uno para la voz y otro para el vídeo;

- El ViLTE utiliza los códecs UIT-T H.264 obligatorios o, preferentemente, el opcional (códecs UIT-T H.265 del rango principal y nivel 3.1) para codificar y descodificar el flujo de vídeo estableciendo un compromiso para la optimización tanto de la velocidad binaria como la calidad de la señal de vídeo;
- Los códecs UIT-T H.264/ UIT-T H.265 proporcionan una calidad superior en comparación con el códec de baja velocidad UIT-T H.263 utilizado en las videollamadas conversacionales de la tercera generación (3G);
- Es probable que la resolución y tasa de codificación del vídeo se adapten durante una llamada a las condiciones de la red como puede ser la reducción en la velocidad del enlace descendente. El protocolo de control de transporte en tiempo real (RTCP) se utiliza para la comunicación de las capacidades entre el EU y las entidades IMS de la red durante la llamada, provocando así la adaptación;
- El ViLTE utiliza el mismo protocolo del plano de control que la VoLTE, es decir el protocolo de iniciación de sesión (SIP);
- La red de núcleo IMS junto con los servidores de aplicaciones (AS) correspondientes realizan el control de la llamada;
- Se asigna a las videollamadas ViLTE una calidad de servicio (QoS) adecuada para diferenciar y priorizar el tráfico conversacional de este tipo, sensible al retraso y la fluctuación de fase, frente al resto del tráfico de flujos de vídeo que no es tan sensibles al retraso y la fluctuación de fase;
- El mecanismo utilizado se llama identificador de clase de QoS (QCI). Al tráfico de portadores de ViLTE se le asigna normalmente QCI-2, y QCI-5 a la señalización IMS basada en SIP.
- Durante las sesiones de ViLTE, los dispositivos con capacidad de vídeo a menudo aseguran la sincronización de los labios entre los componentes de audio y vídeo, una propiedad que se caracteriza por el envío de información de tiempos entre ambos;
- El tratamiento de llamada en el ViLTE proporciona a los dispositivos de comunicación la opción de apagar el vídeo en cualquier momento durante la llamada y seguir solo con la voz;
- Los servicios de videollamada conversacional pueden realizarse tanto en modo simplex como dúplex;
- Los flujos de vídeo pueden cambiarse de un modo a otro enviando una solicitud re-INVITE con una propuesta de protocolo de descripción de sesión (SDP) utilizando los descriptores de medios adecuados (por ejemplo, sendrecv, sendonly, recvonly).

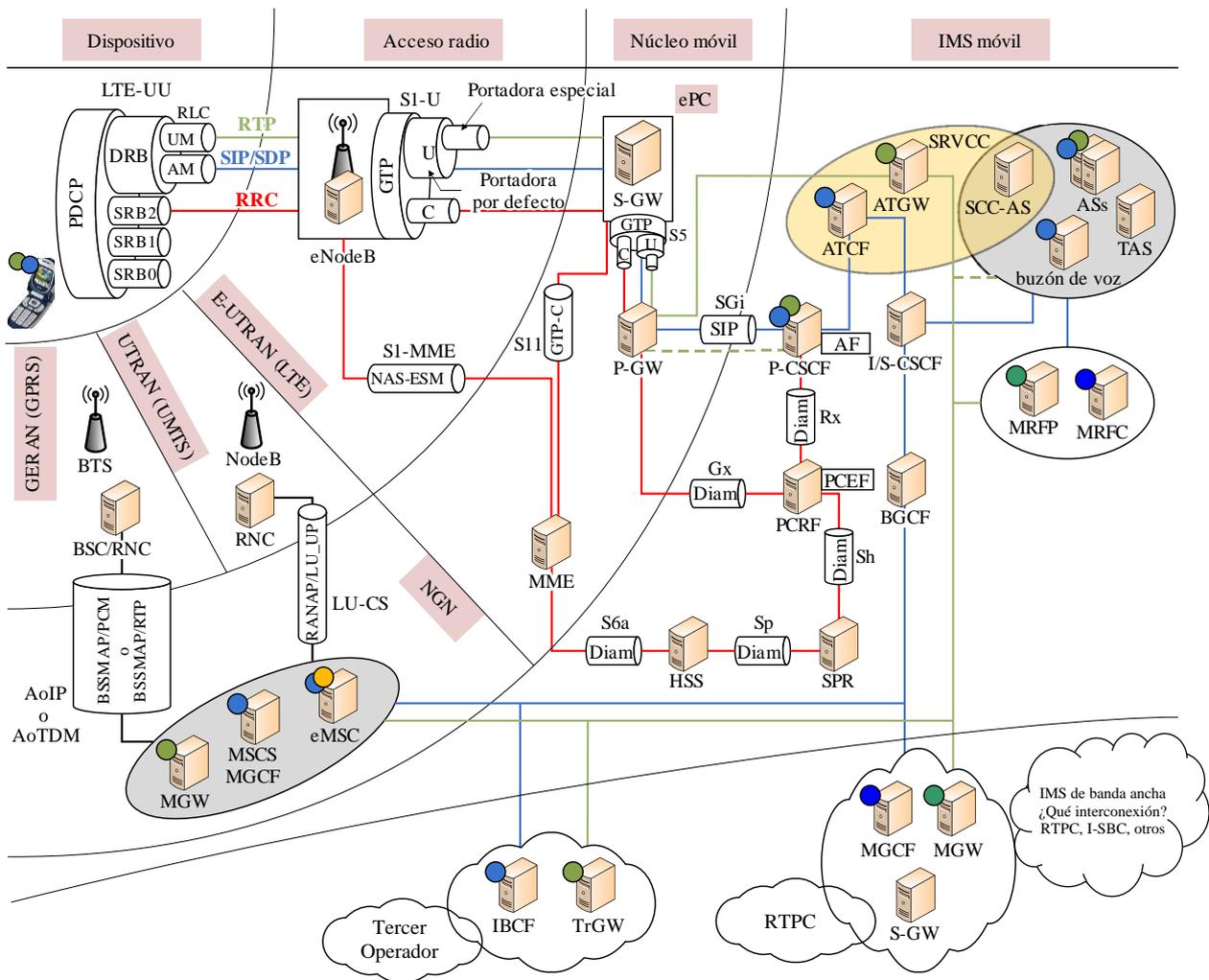
**Cuadro 1 – Características de QCI normalizados para utilizar en ViLTE [ETSI TS 123 203])**

QCI	Tipo de recurso	Nivel de prioridad	Presupuesto de demora de paquetes	Tasa de paquetes con errores	Tipo de servicio
1	Velocidad binaria garantizada (GBR)	2	100 ms	1/100	Conversación de voz
2		4	150 ms	1/1.000	Conversación de vídeo (flujo continuo en directo)
5	No GBR	1	100 ms	1/1.000.000	Señalización IMS

## 7 Arquitectura de red ViLTE

La arquitectura de red para el ViLTE es similar a la arquitectura para la VoLTE (véase UIT-T G.1028)].

La Figura 1 (tomada de [UIT-T G.1028]) muestra la arquitectura global de red para los servicios ViLTE.



G.1028(16) F01

**Figura 1 – Arquitectura general para los servicios ViLTE**

## 8 Requisitos de QoS para ViLTE – Enfoque segmentado

### 8.1 Visión general de las cuestiones de QoS que experimenta el usuario final

El ViLTE es un servicio relativamente nuevo, y no se dispone de suficientes datos para entender la QoS global percibida por los clientes y el peso relativo de los diferentes componentes de la QoS. Sin embargo, es posible establecer una analogía con los servicios existentes para los cuales se dispone de datos consolidados.

Las principales familias de parámetros de QoS para los servicios conversacionales se conocen de la telefonía. Son: accesibilidad del servicio, calidad audio/vídeo (forma parte de la integridad del servicio, incluye la calidad de audio, la calidad de vídeo y las relaciones entre señales simultáneas de audio y vídeo como la sincronización de labios) y continuidad del servicio. En el apartado 9.1 se ofrece una lista de las principales medidas de cada una de las familias de parámetros de QoS.

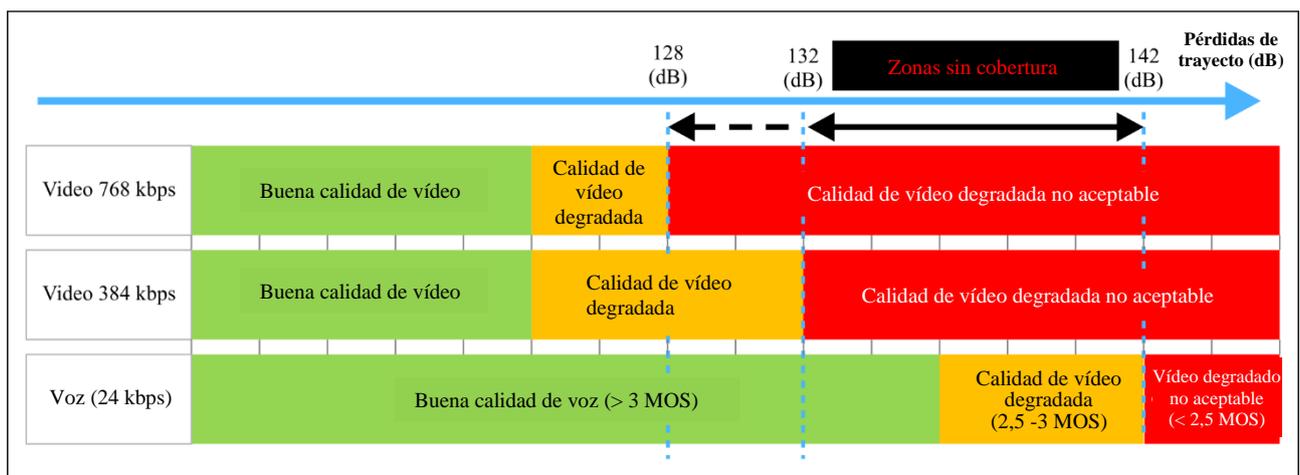
Además, el ViLTE comparte diferentes características con otros servicios disponibles por la misma tecnología de acceso, como la VoLTE [UIT-T G.1028] y los flujos de vídeo por LTE (para los aspectos de vídeo). Respecto a este último punto:

- La calidad intrínseca de la representación del vídeo tiene una gran correlación con la tecnología de codificación del vídeo y la velocidad binaria, el tamaño del vídeo, la resolución (y su adecuación al tamaño de la pantalla) y la velocidad de cuadro del vídeo;

- La aparición de congestión de red (en el núcleo o el acceso), produce diferentes perturbaciones visibles (que dependen de las estrategias de decodificación y de memoria intermedia en el lado receptor) como el congelado de imagen (de manera similar a los eventos de vaciado de memoria intermedia en los flujos de vídeo), pixelado, bloques, imágenes fantasma. etc.;
- Una combinación de los dos últimos elementos, limitación del ancho de banda y absorción de la fluctuación de fase, que pueden compensarse con la adaptación de la velocidad de codificación del vídeo, provocando posibles degradaciones de la calidad visible.

Sin embargo, el ViLTE se caracteriza también por la diferencia del tratamiento de medios aplicado a la voz y el vídeo, pues el perfil de servicio para el ViLTE, según la definición de [b-GSMA IR.94], se basa en QCI (véase el Cuadro 1).

Por lo tanto, en caso de congestión de red o en el caso de que un terminal de ViLTE esté en el borde de la cobertura radioeléctrica, se dará prioridad a la voz frente al vídeo. Un mecanismo como el agrupamiento de intervalos de tiempo de transmisión (TTI), que permite la retransmisión de paquetes de voz para asegurar que no se pierdan y, por lo tanto, reduce el ancho de banda para otros paquetes, aumenta esta prioridad. El agrupamiento de TTI define el último umbral para la cobertura de ViLTE, a partir del cual solo puede funcionar el vídeo a 64 kbit/s, con una calidad no aceptable utilizando el UIT-T H.264 "básico". Al reducir la velocidad del vídeo la cobertura mejora, pero con solo una ganancia de 4 dB para la mitad de la velocidad, como se muestra en la Figura 2 siguiente. En las condiciones peores, en función de la estrategia definida por el proveedor de servicio, los usuarios finales tendrán una comunicación reducida a su componente de voz o se cortará la llamada.



G.1028.1(19)\_F02

**Figura 2 – Velocidad de vídeo en relación con la cobertura**

Otro elemento a considerar es la diferencia global en la calidad de servicio del ViLTE, experimentada por los usuarios, cuando se producen problemas relacionados solo con el audio o solo con el vídeo. Se sabe, a partir de las pruebas de usuarios, que los clientes son más sensibles a degradaciones de la voz que a degradaciones del vídeo durante una conversación audiovisual. Este hecho provoca mejores opiniones globales cuando las degradaciones afectan a la señal de vídeo y peores cuando afectan a la señal de audio.

## 8.2 Equipo de usuario (Diseño e implementación de los códecs)

El perfil alto limitado de nivel 1.2 del UIT-T H.264, especificado en el punto 5.2.2 de [ETSI TS 126 114], es obligatorio en los equipos de usuario (EU). Sin embargo, por compatibilidad con equipos anteriores se requiere que los equipos de usuario soporten también el perfil básico

limitado de nivel 3.1 de la misma versión. También se recomienda que soporten el perfil principal, rango principal, nivel 3.1 de UIT-T H.265.

Además, como parte de los procedimientos, en el punto 2.2.2 de [b-GSMA IR.94], el EU y la red deben poder establecer una videollamada directamente durante la sesión de establecimiento de llamada o añadiendo el vídeo a una sesión de voz enviando una solicitud SIP (re-) INVITE con una propuesta SDP que contenga descriptores de los medios de voz y vídeo. Para asegurar el servicio con la mejor QoS es necesario ajustar la velocidad binaria máxima (MBR) de la señal de vídeo en niveles muy por debajo de los valores de configuración del nivel 3.1 de [UIT-T H.264] y ajustados a las capacidades de transmisión de la red.

Se recomienda alinear las implementaciones de los códecs para ViLTE de manera que estos códecs puedan utilizarse en los casos de utilización tomados con referencia para el desarrollo de los modelos paramétricos relevantes propuestos en [UIT-T G.1070] y [UIT-T P.1202.1]. Es suficiente indicar que la resolución, la velocidad de cuadro, y la velocidad de codificación de los códecs UIT-T H.264/UIT-T H.265 suponen una dependencia fundamental en cuanto se refiere a la calidad percibida de usuario máxima para el servicio de ViLTE. Los fabricantes de dispositivos terminales (teléfonos móviles y asistentes digitales personales (PDA)) que soportan la videotelefonía por las redes LTE pueden encontrar una orientación interesante en los supuestos del Cuadro 2, mientras que los requisitos de diseño de los códecs deben tener en cuenta las funciones de cálculo de coeficientes indicadas en el Apéndice I de [UIT-T G.1070].

**Cuadro 2 – Supuestos para las características de las pantallas**

<b>Especificaciones de las pantallas</b>	<b>Valores nominales</b>
Longitud de la diagonal (Nota)	2-10 pulgadas
Distancia entre puntos	< 0,30
Temperatura de color	6500 K
Profundidad de bits	8 bits/color
Frecuencia de refresco	≥ 60 Hz
Brillo	100-300 cd/m <sup>2</sup>
NOTA – La longitud de la diagonal indica el tamaño de la imagen de la pantalla.	

El retraso de extremo a extremo de un paquete de vídeo ViLTE puede fluctuar entre paquetes. Esta variación del retraso de extremo a extremo se conoce como fluctuación del retraso. La fluctuación del retraso es un problema fundamental para el ViLTE porque el terminal receptor (EU) debe recibir/descodificar/representar cuadros en tiempo real y a una velocidad constante, y cualquier cuadro retrasado como resultado de la fluctuación del retraso puede producir molestas perturbaciones en el vídeo reconstruido, es decir fallos en el vídeo.

Este problema se trata generalmente introduciendo una memoria intermedia de reproducción en el receptor. La memoria intermedia de reproducción puede compensar la fluctuación de retraso, pero también puede introducir un retraso adicional. La gestión de la memoria intermedia para la fluctuación del vídeo, para una QoS garantizada en los canales de vídeo, requiere introducir un límite de la latencia en esta memoria intermedia para la fluctuación (umbral de retraso), que controle el estado de la memoria intermedia para la fluctuación y rechace en la misma los paquetes de vídeo que lo superan. En caso de producirse un desbordamiento, se envía un mensaje de superación de la latencia con el fin de notificar a la aplicación que puede existir, en la memoria intermedia, un retraso suficiente para afectar la sincronización de medios. En ese caso se trata purgando la memoria intermedia para la fluctuación.

### 8.3 E-UTRAN (Gestión de los recursos radioeléctricos)

En el segmento de la red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS evolucionada (E-UTRAN) del modelo de arquitectura del ViLTE, es responsabilidad del nodo B mejorado (e-NodoB) asegurar las condiciones de QoS necesarias para un portador dedicado (de vídeo) en la interfaz radioeléctrica, teniendo en cuenta elementos fundamentales como los niveles de QCI y de prioridad.

Un requisito esencial en el aseguramiento de la QoS, a nivel de interfaz radioeléctrica, es el tipo de estrategia de planificación que debe aplicarse en el e-NodoB como parte de las funciones de gestión de los recursos radioeléctricos para un sistema móvil basado en acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) multiusuario. Es necesario un algoritmo de planificación bueno y eficiente para conseguir los niveles de calidad de funcionamiento deseados de acuerdo con los límites permitidos especificados en [ETSI TS 123 203] para el tráfico de videotelefonía. La prioridad y el presupuesto de retraso de paquetes (PDB) y, hasta cierto punto, la tasa aceptable de pérdida de paquetes de la etiqueta QCI, son necesarios para determinar la configuración del modo de control del enlace radioeléctrico (RLC) y la manera en que el planificador de control de acceso al medio (MAC) trata los paquetes enviados en el portador.

Se recomienda, por lo tanto, a los fabricantes y los operadores de sistemas de equipos de la red de acceso radioeléctrico (RAN) una estrategia de planificación que supera los límites de los algoritmos de planificación de comparación tradicionales (por ejemplo, PLF (Equidad de la pérdida de paquetes, *packet loss fair*), M-LWDF (retraso con mayor peso primero modificado, *modified largest weighted delay first*) o PF (equidad de la proporcionalidad, *proportionality fair*)) en cuanto a capacidad de flujos, pérdida de paquetes, y equidad entre otros. En una red LTE que proporciona una cobertura de células radioeléctricas, se requiere una potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) de menos de -105 dBm para garantizar la regla básica aproximada de los controles de admisión basados en QCI del equipo de usuario.

Una solicitud de sesión IMS para una videollamada (originada o terminada) en E-UTRAN requiere que se cree un recurso portador dedicado para voz y otro recurso portador dedicado para vídeo como se especifica en [b-GSMA IR.94] autorizando los flujos que utilizan el control de políticas y tarificación (PCC) dinámico. La red debe iniciar la creación de recursos portadores dedicados para transportar los medios de voz y vídeo. El portador dedicado para el flujo de vídeo conversacional puede ser un portador GBR o no GBR. Si se utiliza un portador GBR debe utilizar el valor de QCI normalizado de dos (2) y tener las características asociadas que se indican en [ETSI TS 123 203]. En el caso de la terminación IMS de una sesión que utiliza medios conversacionales, los recursos portadores dedicados deben eliminarse retirando la autorización de los flujos. La red debe iniciar la eliminación de los recursos portadores.

### 8.4 Núcleo de paquetes evolucionado (Procedimientos de asignación de QCI y gestión de la movilidad)

El núcleo de paquetes evolucionado (EPC) proporciona soporte a la clasificación de la QoS (entre la función de aplicación de política y tarificación (PCEF) y el cliente ViLTE), como se define en el punto 5 de [ETSI TS 122 105] y el punto 6.1.7 de [ETSI TS 123 203]. La entidad de gestión de la movilidad (MME) proporciona actualizaciones de las zonas de rastreo a los EU móviles.

Cuando un EU se conecta a la red, se realiza una autenticación mutua de la red y el EU entre el EU y el MME/servidor de abonado de origen (HSS). La función de autenticación también establece las claves de seguridad que se utilizan para la encriptación de los portadores. Debe gestionarse el exceso de señalización debido las actualizaciones excesivas de las zonas de rastreo (TA) de manera a garantizar unos retrasos reducidos durante el establecimiento de la sesión de videollamada.

El S-GW soporta la QoS del nivel de transporte a través del marcado de paquetes IP con los puntos de código Diffserv apropiados en base a los parámetros asociados con el portador correspondiente.

El P-GW es el punto de interconexión con las redes IP externas a través de la interfaz SGi. Además, tiene una función fundamental en el soporte de la QoS para los servicios IP de usuario final.

Se requiere un buen diseño jerárquico para proporcionar una coordinación sin cortes de la señalización del plano de control durante la movilidad con las dos (2) condiciones previas principales de la QoS que son la minimización de la interrupción en la QoS durante un traspaso, así como un soporte mejorado de la interoperabilidad entre los protocolos de movilidad (IP/IPv6).

### 8.5 Núcleo de tránsito IP e IMS (control y señalización de llamada)

El núcleo IMS soporta el registro y la autenticación de los clientes ViLTE. El IMS permite el establecimiento y la liberación de una sesión de vídeo por IP (VoIP) y requiere una señalización SIP que funcione con un identificador asignado QCI-5, así como la transferencia en tiempo real de un flujo RTP de voz y de uno de vídeo con identificadores QCI-1 y QCI-2 respectivamente (véase el Cuadro 1).

Para cumplir con estos requisitos, y en el contexto de una red limitada en capacidad, puede utilizarse el enfoque de Diffserv (Punto de código de servicios diferenciados (DSCP)) para asegurar una asignación y una planificación eficientes del ancho de banda entre diferentes aplicaciones con tráfico, incluida la videotelefonía.

Un operador LTE que proporciona una oferta de triple servicio (voz, vídeo, datos) puede adaptarse a las necesidades variables de tráfico en la red con la creación de un grupo de clase de tráfico para cada uno de los tipos de servicio.

## 9 Estimación de presupuesto y parametrización de la QoS

### 9.1 Indicadores relevantes

Existen dos categorías de indicadores que deben considerarse cuando se evalúa la calidad de los servicios ViLTE:

- 1) Establecimiento y continuidad de sesión;
- 2) Integridad del contenido.

En la primera categoría, el objetivo es evaluar el nivel de calidad que puede alcanzar un usuario y la utilización del servicio durante una sesión completa de ViLTE. En el Cuadro 3, a continuación, se indican las medidas recomendadas.

**Cuadro 3 – Parámetros de QoS para el establecimiento y la continuidad de sesión**

Nombre	Definición
Disponibilidad del servicio de videotelefonía (VT)	Disponibilidad del servicio de extremo a extremo en cuanto a la capacidad de establecer una llamada, así como sus componentes de audio y vídeo, desde y hacia un cliente ViLTE. Un intento de llamada ViLTE que produzca una llamada de voz solo se considera fallido.
Disponibilidad del componente de vídeo	La disponibilidad del componente de vídeo si se solicita añadirlo a una llamada de VoLTE existente.
Tiempo de establecimiento de la VT (Demora después de marcar (PDD))	Intervalo de tiempo (en segundos) entre el final del marcado por el usuario llamante y la recepción del tono de llamada pertinente, en el caso de una llamada ViLTE completada.

**Cuadro 3 – Parámetros de QoS para el establecimiento y la continuidad de sesión**

Nombre	Definición
Tiempo de establecimiento de componentes	Intervalo de tiempo (en segundos) entre la recepción de un tono de llamada y el principio de las sesiones correspondientes de audio y vídeo, en caso de llamada ViLTE completada, o el tiempo que se tarda en añadir el componente de vídeo después de una solicitud desde una llamada VoLTE. Banda estrecha (NB): esta medida no considera si se ha asignado, o no, el QCI pertinente a cada flujo (QCI-1 para voz, QCI-2 para vídeo).
Tiempo de interrupción del servicio de VT	Intervalo de tiempo (en segundos) durante el cual se pausa la sesión (falta al menos uno de los medios, audio o vídeo) antes de que la sesión vuelva a arrancar
Tasa de corte de la VT	Posibilidad de utilizar el servicio y/o sus componentes de audio y vídeo hasta que el usuario solicita la terminación de la llamada. Una llamada ViLTE con un corte no deseado del componente de vídeo, pero con el componente de audio que sigue funcionando, se considera una llamada cortada.

La segunda categoría trata la calidad del vídeo (la calidad del audio se contempla en [UIT-T G.1028]), desde dos puntos de vista complementarios: la calidad global (expresada en términos de nota media de opinión (MOS)) y la detección y caracterización de las perturbaciones (artefactos). Las medidas recomendadas se indican en el Cuadro 4 a continuación.

**Cuadro 4 – Parámetros de QoS, medidas de calidad del vídeo**

Nombre	Definición
Calidad de vídeo (MOS)	Proporciona una visión objetiva de la calidad percibida por el cliente de la VT de la señal de vídeo
Detección de congelado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• número y tasa de detecciones</li> <li>• duración acumulada de todos los eventos detectados</li> </ul>
Detección de borrosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• número y tasa de detecciones</li> <li>• duración acumulada de todos los eventos detectados</li> </ul>
Detección de pixelado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• número y tasa de detecciones</li> <li>• duración acumulada de todos los eventos detectados</li> </ul>

En el punto 10.3, se ofrecen orientaciones sobre los métodos de medición de la calidad del vídeo.

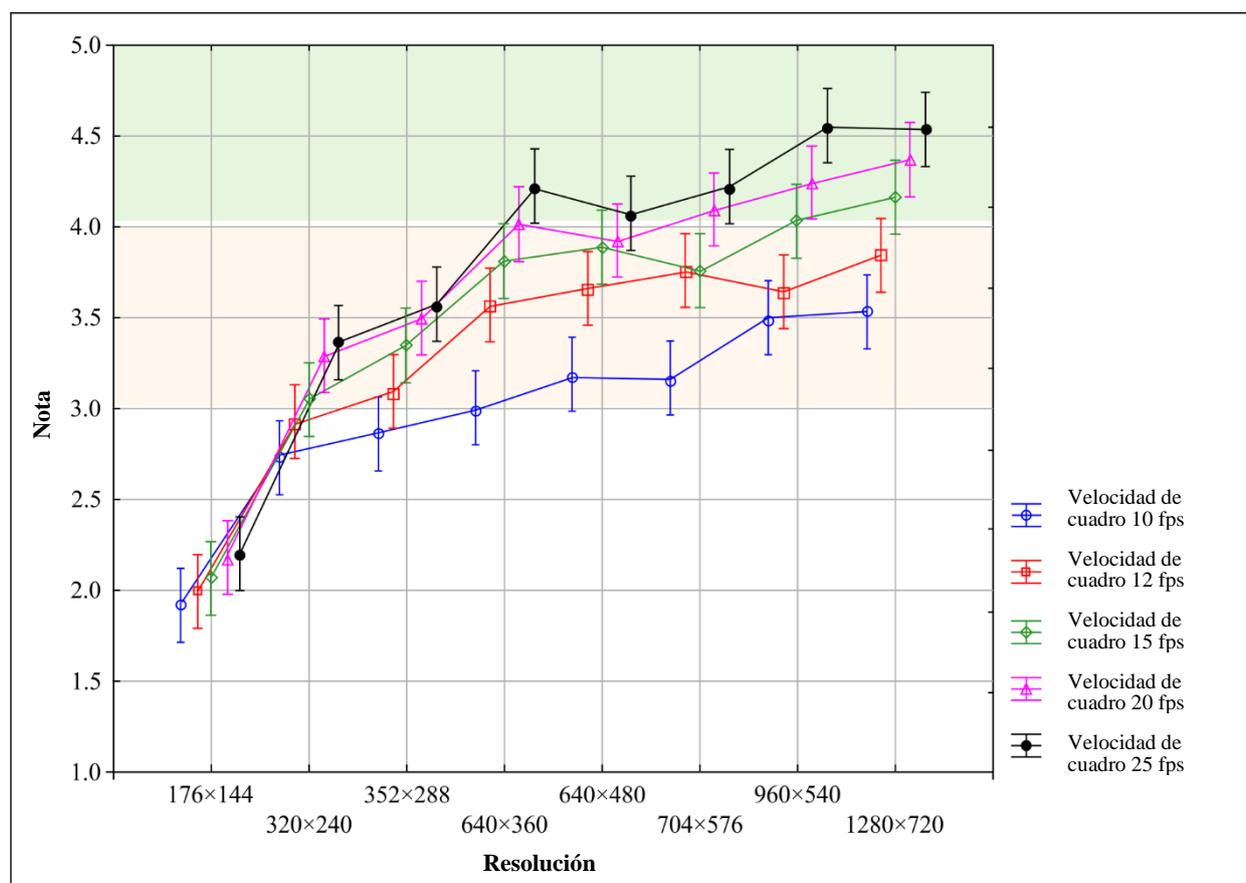
- **Congelado:** en las transmisiones fiables, el congelado es la única distorsión provocada por problemas de transmisión, en ViLTE es solo una entre varias (y una de las menores). En principio, se produce solo si la (corta) memoria intermedia se vacía. En base al conocimiento actual, el reproductor descodifica y reproduce lo que le llega, independientemente del deterioro de los paquetes. Sin embargo, es una cuestión de tiempo que los reproductores apliquen otras estrategias como la ocultación del error o el congelado hasta la recepción de la siguiente trama I para una sincronización completa.
- **Borrosidad:** provocada por una resolución baja junto con la compresión. En función de los mercados, la resolución de la imagen nativa se limita normalmente a 240p o 360p (bastante borroso en una pantalla de teléfono de alta definición (AD)). Incluso si las normas permiten resoluciones más altas y también velocidades de bit adaptativas. La detección de bloques en el caso de una trama I de 240p se considera borrosidad.
- **Pixelado:** lo que puede verse en caso de errores de transmisión es el conjunto completo de distorsiones de imagen provocadas por actualizaciones erróneas (codificación intracuadro

con errores). Estas son macrobloques de color erróneo que aparecen y se mueven, macrobloques que se mueven de manera errónea en general, congelado de parte de la imagen, la información de luminancia no corresponde con la crominancia, entre otras. También debe tenerse en cuenta el efecto de 'propagación de error': un intracadro erróneo deteriora una imagen, con lo que, aunque se reciban todos los intracuadros sin error, la información de actualización se aplica a la imagen deteriorada.

## 9.2 Evaluación de las repercusiones de las condiciones de funcionamiento relevante sobre los parámetros de QoS

A continuación, se describe información proporcionada por pruebas en laboratorio o en el terreno relativas a la influencia de las condiciones de funcionamiento sobre los diferentes aspectos de la QoS para el ViLTE. Este apartado debe completarse en posteriores revisiones.

- Resolución del códec frente a calidad de vídeo

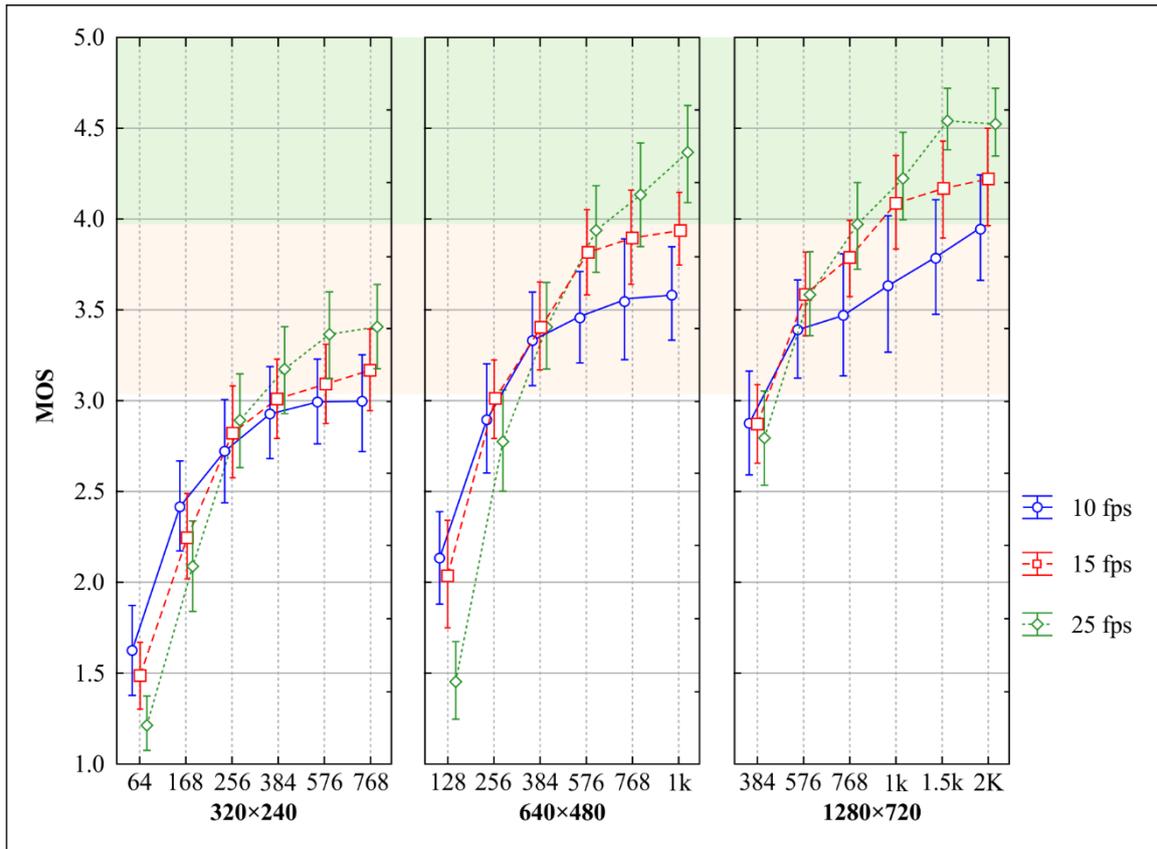


G.1028.1(19)\_F03

**Figura 3 – Resolución del códec frente a calidad de vídeo**

Los resultados de las pruebas subjetivas muestran que la matriz gráfica de vídeo (VGA) (320x240) a 15 fps (cuadros por segundo) solo proporciona una experiencia de usuario de calidad media (MOS  $\approx$  3,0). Una buena calidad (MOS  $\approx$  4) necesita una resolución mínima de (640x360) a 15 fps. VGA (640x480) es, sin embargo, la resolución ampliamente soportada que alcanza este nivel de calidad.

– Velocidad de codificación frente a calidad de vídeo



G.1028.1(19)\_F04

**Figura 4 – Velocidad frente a calidad de vídeo**

Puede deducirse de los resultados de las pruebas subjetivas que el rango de funcionamiento óptimo para un buen MOS de vídeo utilizando el codificador básico de nivel 3.1 UIT-T H.264 es una resolución VGA con velocidad de cuadro de 15 fps a 30 fps y una velocidad binaria de 384 kbit/s a 768 kbit/s. En consecuencia, 384 kbit/s es la velocidad mínima para asegurar una experiencia con una calidad bastante buena (MOS de aproximadamente 3,5) mientras que una calidad de vídeo muy buena ( $MOS \geq 4.0$ ) necesita una velocidad de hasta 768 kbit/s. Un mejor códec no resolverá, sin embargo, todos los problemas de capacidad y cobertura – es necesario una adaptación de la velocidad. Los dispositivos deben ser capaces de detectar las condiciones de transmisión (en el lado de recepción y de transmisión) y adaptar la velocidad binaria/velocidad de cuadro y la resolución en consecuencia.

– Velocidad binaria del vídeo frente a capacidad

El portador dedicado para ViLTE (con QCI-2) proporciona un GBR. El planificador radioeléctrico proporciona más recursos a este portador para garantizar el GBR en el borde de la célula. Con un GBR de 768 kbit/s, una única llamada de ViLTE consume el 20% de los recursos radioeléctricos en el enlace ascendente (ancho de banda de 10 MHz); en consecuencia, la calidad de funcionamiento de los datos en la célula se ve afectada.

**Cuadro 5 – Velocidad binaria del vídeo frente a capacidad**

% de asignación de recursos radioeléctricos por terminal ViLTE		Centro de la célula	En medio de la célula	Borde de la célula ViLTE
10 MHz	384 kbit/s	2,0%	8,0%	12%
	768 kbit/s	3,2%	2,0%	20,6%
20 MHz	384 kbit/s	1,0%	4,0%	6,0%
	768 kbit/s	1,6%	5,5%	10,3%

Para garantizar la calidad de la experiencia (QoE) sin afectar la capacidad de otros usuarios, es necesario adoptar las medidas prácticas que mejor funcionan. Para un funcionamiento con adaptación de velocidad, no es posible utilizar GBR = MBR. Posibles opciones para mejorar la calidad de vídeo son:

- Utilización de un QCI-2 con GBR < MBR; o
- Utilización de un QCI (6 o 7) no GBR con prioridad del planificador + velocidad binaria mínima basada en la célula + Vídeo por Wifi (ViWifi) cuando sea posible.

En resumen, para garantizar un funcionamiento óptimo del ViLTE son necesarios códecs eficientes para reducir la velocidad binaria del vídeo, adaptar la velocidad binaria del vídeo a las condiciones de transmisión con la adaptación de velocidad y posiblemente considerar opciones de QCI diferentes de 2.

- Comportamiento de la memoria intermedia de fluctuación de fase frente a calidad de vídeo;
- Pérdida de paquetes RTP frente a tiempo de establecimiento (PDD);
- Actualización de zona de rastreo frente a tiempo de establecimiento;
- Cobertura/interferencia frente a disponibilidad del servicio y tasa de corte de llamadas;
- Traspaso frente a tiempo de interrupción del servicio.

### 9.3 Objetivos de calidad

Este punto es para estudio posterior. El Cuadro 6 a continuación se completará una vez que se disponga de la información de los despliegues en el terreno.

**Cuadro 6 – Asignación del presupuesto de calidad**

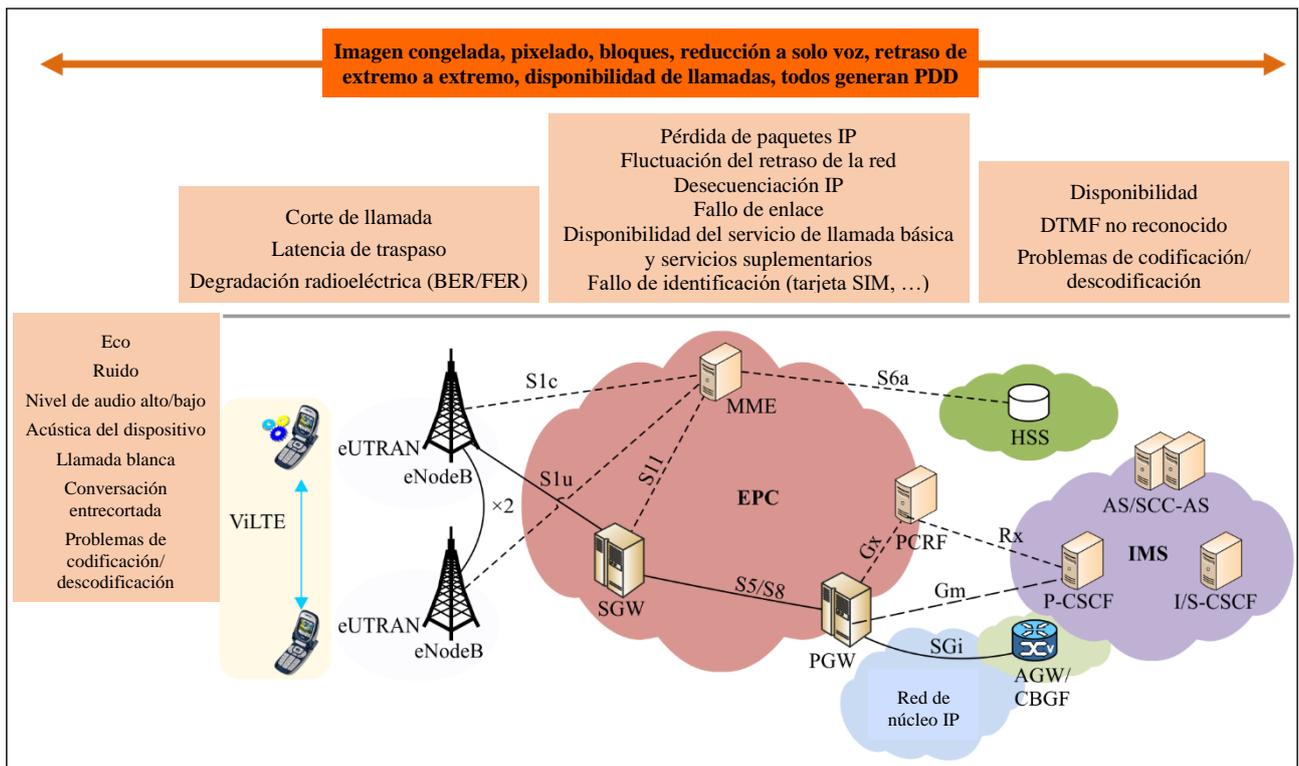
Segmento de red	LTE-LTE (Interno)		LTE-LTE (con interconexión)		LTE-LTE (con itinerancia)	
	Indicador A	Indicador B	Indicador A	Indicador B	Indicador A	Indicador B
Equipo de usuario						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
<b>Presupuesto total</b>						
	Indicador C	Indicador D	Indicador C	Indicador D	Indicador C	Indicador D
Equipo de usuario						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						

**Cuadro 6 – Asignación del presupuesto de calidad**

Segmento de red	LTE-LTE (Interno)		LTE-LTE (con interconexión)		LTE-LTE (con itinerancia)	
	Indicador E	Indicador F	Indicador E	Indicador F	Indicador E	Indicador F
<b>Presupuesto total</b>						
Equipo de usuario						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
<b>Presupuesto total</b>						
	Indicador G	Indicador H	Indicador G	Indicador H	Indicador G	Indicador H
Equipo de usuario						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
<b>Presupuesto total</b>						

## 10 Estrategia de diagnóstico para las degradaciones de la QoS

Este capítulo explica varias degradaciones relativas al vídeo que pueden producirse en una red móvil LTE. Se describen los principales elementos de la red móvil para mostrar los elementos de señalización y de medios, así como las conexiones con la red telefónica pública conmutada (RTPC) y las plataformas móviles.



G.1028.1(18)\_F05

**Figura 5 – Fuentes de posibles degradaciones audiovisuales en el ViLTE**

Con el fin de disponer de un elemento de comparación en términos de QoS entregada, se define una llamada de referencia cuyas características ideales son:

- Llamada de cuarta generación (4G)-4G con los códecs de extremo a extremo (banda ancha de multivelocidad adaptativa (AMR-WB) para audio, UIT-T H.264/UIT-T H.265 para vídeo) y las características asociadas de vídeo (velocidad de cuadro, perfil UIT-T H.264/UIT-T H.265, orientación a vídeo) negociados correctamente;
- Sin degradación en la red EPC (sin pérdida en IP, sin carga, etc.);
- Sin degradación en la red E-UTRAN (sin degradación radioeléctrica, sin congestión, etc.);
- Dispositivos conformes con audio de banda ancha, ambos en 4G, con acústica excelente, algoritmos de mejora de la calidad de voz (reducción de ruido (NR), control de eco acústico (AEC) y control de ganancia automática (AGC)), electrónicos;
- Entorno silencioso en ambos extremos;
- Todos los servicios están disponibles (por ejemplo, transferencia de llamada, multifrecuencia bitono (DTMF)).

A continuación, se indican las principales causas técnicas que generan las degradaciones observadas. La separación se hace de acuerdo con la evaluación de las repercusiones para el cliente.

## 10.1 Fuentes de los problemas de QoS ligados a la disponibilidad de servicio

**Cuadro 7 – Degradaciones relacionadas con la disponibilidad del servicio y sus posibles causas.**

Tipo de degradación	Posibles razones	Ubicación
Fallo de identificación de EU	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problema con la MME, el HSS o la función de política y norma de tarificación (PCRF)</li> </ul>	EPC
Llamada básica no disponible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Error en la planificación</li> <li>Fallo de establecimiento de conexión en control de recursos radioeléctricos (recepción de rechazo de conexión de RRC, o expiración del temporizador T300, no se ha enviado la compleción del establecimiento de llamada RRC tras la recepción de establecimiento de llamada RRC)</li> </ul>	EUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>No disponible debido a carga (S-GW o P-GW)</li> <li>Negociación fallida (por ejemplo, asignación de QCI, códec)</li> <li>Recepción de diversos códigos de error SIP (p.ej., 401 = No autorizado, 405 = Método no permitido)</li> <li>Recepción de SIP CANCEL de IMS</li> <li>Temporizador interno TD agotado que provoca un "SessionSetupFailureTimeout"</li> </ul>	EPC
Componente de vídeo no disponible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Negociación fallida (por ejemplo, asignación de QCI, resolución)</li> </ul>	EPC/Terminal
PDD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carga</li> <li>Interfuncionamiento entre sistemas</li> <li>Repliegue circuito conmutado (CS) en establecimiento de la llamada</li> </ul>	Todas
Fallo de enlace	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mala negociación entre dos equipos de la red durante establecimiento de llamada (mala gestión de códec)</li> </ul>	EUTRAN/ EPC
Llamada blanca	<ul style="list-style-type: none"> <li>El terminal no puede codificar o decodificar la voz mientras que la señalización es correcta para la comunicación</li> </ul>	Terminal

## 10.2 Fuentes de los problemas de QoS ligados al funcionamiento de la red

En este apartado, se describen las degradaciones de la QoS, relacionadas con el funcionamiento de la red. En concreto, estas degradaciones, específicas de la red, producen principalmente una degradación del vídeo desde la perspectiva del cliente.

**Cuadro 8 – Degradaciones relacionadas con el funcionamiento de la red y sus posibles causas**

Tipo de degradación	Posibles razones	Ubicación
Imagen congelada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuadro de vídeo no recibido</li> <li>Congestión de red (varias causas: carga de tráfico, distancia al centro de la célula provoca la activación de agregación TTI, por ejemplo)</li> <li>Memorias intermedias de fluctuación no adaptadas a la cantidad real de fluctuación</li> </ul>	Todas

**Cuadro 8 – Degradaciones relacionadas con el funcionamiento de la red y sus posibles causas**

<b>Tipo de degradación</b>	<b>Posibles razones</b>	<b>Ubicación</b>
Borrosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>No recepción de la trama de vídeo de infra</li> <li>Estrategia de recuperación del decodificador en el terminal</li> </ul>	Todas
Bloques/Pixelado	<ul style="list-style-type: none"> <li>No recepción de la trama infra de vídeo</li> <li>Estrategia de recuperación del decodificador en el terminal</li> </ul>	Todas
Problemas de codificación/descodificación		Terminal/ eUTRAN
Demora de extremo a extremo (latencia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carga de red</li> <li>Tratamiento de los medios (construcción de paquete, gestión de la memoria intermedia de fluctuación de fase)</li> <li>Tratamiento de las señales vocales en terminales</li> <li>Canal de acceso aleatorio (RACH) al recibir instrucción de traspaso</li> <li>Procedimiento RACH/contienda</li> <li>Intentos RACH adicionales</li> <li>Planificación dinámica, adaptación de enlace</li> <li>Error de enlace radioeléctrico/restablecimiento durante traspaso (posiblemente célula diferente)</li> </ul>	Todas
Mala sincronización (de labios) entre la voz y el vídeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Congestión de red asociada con QoS diferenciadas (QCI)</li> <li>Diferentes tamaños y comportamientos de las memorias intermedias de fluctuación</li> <li>Tiempo de descodificación</li> </ul>	Todas
Pérdida de paquetes RTP/IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Congestión de red (diversas causas: carga de tráfico, distancia al centro de célula provoca la activación de agregación TTI, por ejemplo)</li> <li>Memorias intermedias de fluctuación de fase no adaptadas al tamaño de paquete o la cantidad de fluctuación de fase efectiva (puede depender de la utilización de RoHC o no)</li> </ul>	EPC / Terminal
Desecuenciación RTP/IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva ruta tras un problema como congestión</li> </ul>	EPC
Variación de demora de red (fluctuación de fase)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Congestión de red</li> <li>Memorias intermedias de fluctuación de fase no adaptadas</li> </ul>	EPC / Terminal
Degradaciones radioeléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Límite de cobertura de la célula</li> <li>Interferencia</li> <li>Zona mal cubierta (por ejemplo, obstáculo, etc.)</li> <li>Mala optimización radioeléctrica</li> <li>Perfil de pérdida radioeléctrica</li> <li>Mala planificación radioeléctrica</li> <li>No utilización o utilización mala de mecanismos de petición de repetición automática híbrida (HARQ)</li> <li>Etc.</li> </ul>	eUTRAN

**Cuadro 8 – Degradaciones relacionadas con el funcionamiento de la red y sus posibles causas**

Tipo de degradación	Posibles razones	Ubicación
Latencia de traspaso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Latencia debida a una nueva ruta después de un traspaso o una continuidad de la llamada vocal de difusión simple (SRVCC)</li> </ul>	Red EPC / CS
Corte de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Error de terminal, zona de mala cobertura, fallos de traspaso/SRVCC por problema entre células vecinas, etc.</li> <li>Caída de conexión RRC (en recepción de rechazo de restablecimiento de conexión RRC o expiración de temporizador T301 o si la liberación de conexión RRC se recibe antes del nuevo intento de establecimiento de conexión RRC)</li> </ul>	Terminal/ eUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fallo de enlace: Fallo de sistema, mala renegociación entre dos equipos de la red durante la llamada</li> <li>Recepción del código de estado SIP 500 (error interno de servidor)</li> <li>No se ha recibido paquete RTP durante un periodo superior al temporizador interno TD "SessionDropTimeout"</li> <li>SIP 200 OK tras un BYE no recibido en el tiempo medido por el temporizador interno TD "SessionHangupTimeout"</li> </ul>	EPC
Vuelta a comunicación de voz solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Congestión de red (diversas causas: carga de tráfico, distancia desde centro de célula que genera activación de agregación TTI)</li> <li>Estrategia del proveedor de servicio y/o el fabricante del dispositivo</li> </ul>	

### 10.3 Herramientas y modelos para la medición y la predicción de la calidad de vídeo

Este apartado es un complemento dedicado al vídeo para el punto 10.3.2 de [UIT-T G.1028] donde se describen de manera general las herramientas y los modelos para la calidad de voz.

En el Cuadro 10.3 de [UIT-T G.1011] se proporciona una visión general de todos los métodos normalizados de evaluación de la calidad y se muestra el ámbito detallado de aplicación de cada modelo en cuanto a soluciones y códecs soportados.

Siguiendo la clasificación que se sigue en esa Recomendación, los métodos posibles son:

- Modelos de la capa de medios: todos los modelos para la evaluación de la calidad de los flujos de medios de vídeo:
  - Referencia completa: [UIT-T J.144] (definición convencional (SD)), [UIT-T J.247] (Cuarto de formato intermedio común (QCIF), formato intermedio común (CIF), VGA), [UIT-T J.341] (AD);
  - Referencia reducida: [UIT-T J.249] (SD), [UIT-T J.246] (QCIF, CIF, VGA), [UIT-T J.342] (AD);
  - Sin referencia: ninguno.

- Modelos de la capa de paquetes:
  - Modelos para planificación: [UIT-T G.1070] (herramienta dedicada para la videotelefonía, incluido un módulo de calidad de audio), [UIT-T G.1071] (para flujos de vídeo, SD, AD);
  - Modelos para supervisión (sin referencia) en UDP para la evaluación de la calidad de los flujos de medios de vídeo: [UIT-T P.1201.1] (QCIF, Cuarto de VGA (QVGA), media VGA (HVGA)), [UIT-T P.1201.2] (SD, AD), [UIT-T P.1201] Enmienda 2, Apéndice III (HVGA, AD (1080i50, 1080p24, 1080i60, 1080p30)).
- Modelos de la capa de flujos de bits (sin referencia) en UDP para la evaluación de la calidad de los flujos de medios audiovisuales:
  - [UIT-T P.1202.1] (QCIF, QVGA, HVGA), [UIT-T P.1202.2] (SD, AD).
- Modelos híbridos: todos los modelos de evaluación de la calidad de flujos de medios de vídeo:
  - Referencia completa: [UIT-T J.343.5] (AD, flujo de bits encriptado), [UIT-T J.343.6] (AD, flujo de bits no encriptado);
  - Referencia reducida: [UIT-T J.343.3] (AD, flujo de bits encriptado), [UIT-T J.343.4] (AD, flujo de bits no encriptado);
  - Sin referencia: [UIT-T J.343.1] (AD, flujo de bits encriptado), [UIT-T J.343.2] (AD, flujo de bits no encriptado).

Con la excepción de [UIT-T G.1070], todos estos métodos se han desarrollado para su aplicación a servicios de flujos de vídeo o audiovisuales, no para videotelefonía. Debido a la similitud relativamente amplia entre los contenidos de ambos tipos de servicios, puede considerarse su aplicación para la evaluación de la calidad de los servicios de videotelefonía, aunque es necesario entender que requerirá un duro trabajo de validación.

De hecho, la implementación de estos métodos plantea algunos problemas importantes:

- Cuantificar las degradaciones de la calidad del vídeo basándose en flujos de bits (encriptados) es más bien complicado. Un método de flujos de bits puede proporcionar algunas medidas, cómo se puede ver, desde un punto de vista estadístico general, asumiendo unos ciertos reproductores de medios y estrategias de codificación, pero la precisión y la relevancia de los resultados de las medidas deben tomarse con mucha precaución;
- Los métodos de referencia completa necesitan disponer de la posibilidad de inyectar un vídeo o un contenido audiovisual de referencia, al nivel de la aplicación dentro del equipo de usuario, en vez del contenido ofrecido por la cámara. Esta funcionalidad no se soporta en prácticamente ninguno de los modelos de dispositivos móviles;
- La estrategia del reproductor de vídeo de los dispositivos móviles para tratar los errores y minimizar su visibilidad varía en función de los dispositivos. Es necesario calibrar los modelos antes de que puedan aplicarse a un modelo de dispositivo concreto.

## **Bibliografía**

[b-GSMA IR.94] GSMA IR.94 v 11.0 (2016), *IMS Profile for Conversational Video Service*.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación