



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**Serie P**

**Suplemento 16**  
(11/88)

SERIE P: CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA,  
INSTALACIONES TELEFÓNICAS Y REDES LOCALES

---

**Directrices para la colocación de micrófonos y  
altavoces en salas para comunicaciones  
pluripartitas telefónicas [1] y para los  
Terminales Audio de Grupo (TAG)**

Recomendaciones de la serie P del UIT-T  
Suplemento 16

(Anteriormente Recomendaciones del CCITT)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE P

**CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA, INSTALACIONES TELEFÓNICAS Y REDES LOCALES**

Vocabulario y efectos de los parámetros de transmisión sobre la opinión de los clientes	Serie P.10
Líneas y aparatos de abonado	Serie P.30 P.300
Patrones de transmisión	Serie P.40
Aparatos para mediciones objetivas	Serie P.50 P.500
Medidas electroacústicas objetivas	Serie P.60
Medidas relativas a la sonoridad vocal	Serie P.70
Métodos de evaluación objetiva y subjetiva de la calidad	Serie P.80 P.800
Calidad audiovisual en servicios multimedios	Serie P.900

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

## 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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 N.º 1 de la CMNT.

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 *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *Administración, EER y correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

## 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.

© UIT 1999

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Consideraciones generales.....	1
2 Acústica de la sala – requisitos generales.....	1
3 Consideraciones relativas al nivel de ruido ambiente.....	2
4 Consideraciones relativas a la reverberación.....	3
5 Tipo de micrófono y colocación.....	4
6 Colocación de altavoces .....	5
Referencias .....	5

## **DIRECTRICES PARA LA COLOCACIÓN DE MICRÓFONOS Y ALTAVOCES EN SALAS PARA COMUNICACIONES PLURIPARTITAS TELEFÓNICAS [1] Y PARA LOS TERMINALES AUDIO DE GRUPO (TAG)**

*(Málaga-Torremolinos, 1984; modificado en Melbourne, 1988)*

*(Citado en las Recomendaciones G.172 y P.30)*

### **1 Consideraciones generales**

Las siguientes directrices proporcionan las reglas básicas para evaluar la acústica de salas para comunicaciones pluripartitas telefónicas y para la instalación de terminales audio de grupo a fin de lograr una máxima inteligibilidad vocal y facilitar la identificación de los interlocutores.

### **2 Acústica de la sala – Requisitos generales**

El diseño y la instalación de un sistema de comunicación pluripartita telefónica o terminales audio de grupo que satisfagan especificaciones razonables de coste y de calidad de funcionamiento entraña numerosas evaluaciones y compromisos. Estas directrices permitirán al proyectista y al ingeniero de instalación evaluar la acústica de una sala, hacer las elecciones y adoptar las decisiones necesarias para instalar el equipo adecuado y proporcionar así un servicio satisfactorio.

La parte audio de un terminal audio de grupo está compuesta por el equipo terminal con micrófonos y altavoces instalados en las salas e interconectado por dispositivos de transmisión audio. Estos dispositivos de transmisión pueden estar constituidos por conexiones telefónicas con conmutación o por líneas privadas.

Tanto en los sistemas públicos como en los privados, la transmisión se efectúa frecuentemente a través de un puente de comunicación pluripartita multipunto, de modo que cada sala pueda comunicar simultáneamente con cualquiera de los otros lugares. Cuando esto es así, lo más importante es que el puente se coloque en el centro de atenuación eléctrica de la red a fin de reducir al mínimo el contraste de niveles entre la conversación que se origina en las diferentes salas.

A diferencia de la telefonía entre microteléfonos, las propiedades acústicas de las salas y la colocación de los micrófonos en ellas determinan de manera crítica el nivel, la relación señal vocal/ruido ambiente y la calidad de reverberación (efecto de barril) de la palabra transmitida. En particular, en las comunicaciones pluripartitas multipunto los usuarios aprecian fácilmente y someten a juicio crítico estos tres factores.

En general, cuanto mayor, más ruidosa y más reverberante sea la sala, menos adecuada será para comunicaciones de grupo. La presencia de ruido y/o reverberación en la palabra transmitida da como resultado un sistema cuya calidad de funcionamiento es insatisfactoria. En casos extremos, la experiencia ha demostrado que el ruido excesivo en una sala, por ejemplo, producido por un avión en vuelo, puede bloquear provisionalmente la transmisión entre todas las salas de un sistema multipunto. La reverberación excesiva entraña una oquedad en las señales vocales que hace difícil que las personas que hablan se reconozcan y entiendan, lo que da como resultado que los usuarios se fatiguen fácilmente y rehusen utilizar el sistema.

En principio, cualquier sala es adecuada para las comunicaciones de grupo si se siguen estas directrices. Sin embargo, las directrices indicarán que en una sala ruidosa o reverberante, las personas deben hablar tan cerca de los micrófonos que pudieran utilizar también microteléfonos. El usuario que solicita la instalación debe elegir una o más de las siguientes opciones:

- 1) escoger otra sala;
- 2) acondicionar acústicamente la sala, o
- 3) aceptar las cortas distancias micrófono/persona que habla, dictadas por las directrices.

Deberán cumplirse simultáneamente varios criterios muy importantes para asegurar una calidad audio satisfactoria de un sistema de comunicaciones pluripartitas telefónicas. En el resto de esta sección se describe la determinación de esos criterios que brevemente son:

- 1) debe seleccionarse una sala adecuada para una conferencia normal cara a cara;
- 2) debe determinarse una distancia micrófono/persona que habla, en función del ruido ambiente;

---

<sup>1</sup> Antiguo suplemento N.º 25 al fascículo III.1 del *Libro Rojo*.

- 3) debe determinarse una distancia micrófono/persona que habla, en función de la reverberación;
- 4) los micrófonos y altavoces deben colocarse de acuerdo con estas dos distancias.

### 3 Consideraciones relativas al nivel de ruido ambiente

En el cuadro 1 se indican los requisitos de nivel de ruido ambiente en salas para comunicaciones pluripartitas telefónicas con dimensiones y en número crecientes. A medida que aumentan las dimensiones y el número de las salas, los participantes se sentarán a distancias mayores. En consecuencia, para hablar y escuchar con comodidad, el nivel del ruido ambiente en la sala debe disminuir a medida que aumente el número de participantes.

**Cuadro 1– Límites del nivel de ruido ambiente en salas de conferencia**

Descripción de las salas	Lectura máxima del sonómetro (dBA)	Ambiente acústico
Sala de conferencias para 50 personas	35	Muy tranquilo, adecuado para grandes conferencias en una mesa de 6 a 9 m de largo
Sala de conferencias para 20 personas	40	Tranquilo, satisfactorio para conferencias alrededor de una mesa de 4,50 m de largo
Sala de conferencias para 10 personas	45	Satisfactorio para conferencias alrededor de una mesa de 1,50 a 2,50 m de largo
Sala de conferencias para 6 personas	50	Satisfactorio para conferencias alrededor de una mesa de 1,0 a 1,50 m de largo

Las medidas de ruido indicadas en el cuadro 1 deben realizarse en la mesa de conferencias cuando la sala está en condiciones de funcionamiento normal pero no está ocupada. Estas medidas de ruido deben realizarse como mínimo a una distancia de 0,60 m de cualquier superficie.

Las medidas de ruido (en dBA) pueden efectuarse utilizando un sonómetro con ponderación A, un nivel de presión de referencia de 20  $\mu$ Pa y, por lo demás, de acuerdo con la Recomendación P.54. En estas directrices se utiliza la ponderación A porque permite simular el nivel de perturbación del oído humano por el ruido.

La distancia máxima micrófono/persona que habla está limitada por el ruido ambiente. En la figura 1 se indica la distancia máxima, entre una persona que habla y un micrófono, que permite asegurar una relación señal/ruido marginalmente aceptable de 20 dB en la palabra transmitida. No debe tratarse de prescindir de esta distancia o aumentarla más allá de lo determinado en la figura 1. A modo de ejemplo, con un nivel de ruido ambiente de 50 dBA, la figura 1 indica que la distancia *máxima* ( $D_{m\acute{a}x}$ ) entre la persona que habla y el micrófono para una aceptabilidad *marginal* es de 0,5 m. La figura 1 se aplica a micrófonos omnidireccionales. Cuando se utilizan micrófonos direccionales, por ejemplo, con característica cardioide o bidireccional, el valor de  $D_{m\acute{a}x}$  determinado en la figura 1 puede incrementarse en un 50%.

Si se utiliza más de un micrófono para más de dos o tres personas, y todos los micrófonos están activados al mismo tiempo, el volumen de ruido de sala recogido por los micrófonos y transmitido por el circuito aumentará. La magnitud de este aumento no es completamente previsible, pero una aproximación adecuada es que el nivel de ruido aparente aumentará 3 dB cada vez que se duplique el número de micrófonos. Este aumento aparente del nivel de ruido efectivo puede tenerse en cuenta añadiéndolo al nivel de ruido medido antes de utilizar la figura 1 para determinar  $D_{m\acute{a}x}$ .

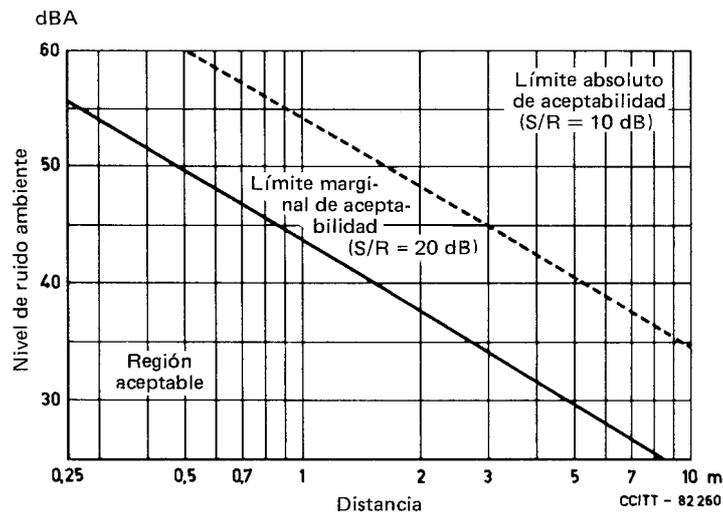


FIGURA 1

**Distancia máxima entre la persona que habla y el micrófono**

#### 4 Consideraciones relativas a la reverberación

La mayoría de las salas para comunicaciones pluripartitas telefónicas tienen unas características acústicas que no se pueden variar, con lo que la calidad del sonido transmitido desde la sala sólo podrá controlarse con la colocación de los micrófonos. Cuando el micrófono está próximo a la persona que habla, el mayor porcentaje de sonido recogido viene directamente de la persona que habla; la reverberación de la sala ejercerá una influencia relativamente pequeña. A medida que aumenta la distancia entre el micrófono y la persona que habla, el nivel de sonido directo que llega al micrófono disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia, mientras que el nivel medio del sonido de reverberación permanece casi constante.

La distancia crítica ( $D_c$ ) de una sala es un concepto adecuado para describirla. Es la distancia a partir de una fuente sonora (persona que habla, altavoz) para la cual la energía del sonido directa desde la fuente es igual a la energía de reverberación reflejada en todas las superficies de la sala (paredes, techo, piso). La distancia crítica de las salas de conferencia suele estar comprendida la gama de 0,2 a 1,5 m.

La distancia crítica puede expresarse como:

$$D_c = 0,056 \sqrt{\frac{V}{T_R}} \text{ metros (véase también la publicación ISO 35u)}$$

donde

$V$  es el volumen de la sala en metros cúbicos,

$T_R$  es el tiempo de reverberación de la sala en segundos.

A medida que disminuye la relación entre la energía sonora directa y la reverberación al aumentar la separación entre el micrófono y la persona que habla, la palabra reproducida se hace menos inteligible, su calidad se degrada, es difícil reconocerla y produce fatiga escucharla. Adquiere una resonancia que suena como si la persona estuviese hablando desde el fondo de un tonel. Para una buena calidad de funcionamiento, los micrófonos deben colocarse a una distancia del locutor inferior o igual a la mitad de la distancia crítica ( $0,5 D_c$ ). Esto suele requerir que se instalen múltiples micrófonos en la mesa de conferencias o el empleo de micrófonos lavalier<sup>2</sup> y excluye definitivamente la colocación de micrófonos de techo. Muchas instalaciones para comunicaciones de grupo han fracasado porque los micrófonos se instalaron en el techo sin considerar los requisitos acústicos antes mencionados.

<sup>2</sup> Micrófonos con una cinta ajustable que pueden colgarse alrededor del cuello del usuario.

Cuando se utilizan micrófonos direccionales (con característica cardioide o bidireccional) la distancia entre el micrófono y la persona que habla puede aumentarse en un 50%, a tres cuartos de la distancia crítica ( $0,75 D_c$ ). Para obtener mejores resultados, las personas deben sentarse frente al micrófono cardioide; pueden sentarse en cualquier lado de un micrófono bidireccional instalado verticalmente con un diagrama de sensibilidad en forma de coseno (como la cifra ocho). En el cuadro 2 se indican las distancias típicas micrófono/persona que habla para salas de conferencias rectangulares pequeñas (60 a 300 m<sup>2</sup> de superficie de pared, techo y piso) y grandes (300 a 1000 m<sup>2</sup>), junto con la distancia crítica estimada ( $D_c$ ). En estas directrices se utilizan las superficies en metros cuadrados porque corresponden mucho mejor a la acústica de salas de conferencias que el volumen de las mismas utilizado frecuentemente.

**Cuadro 2 – Separación típica micrófono/persona que habla (en metros)**

Sala de conferencias	Micrófono omnidireccional	Micrófono direccional	Distancia crítica
Sala pequeña (60 a 300 m <sup>2</sup> ) Sala con un acondicionamiento acústico moderado <sup>a)</sup>	0,3	0,5	0,6
Sala grande (300 a 1000 m <sup>2</sup> ) Sala con un cierto acondicionamiento acústico <sup>a)</sup>	0,6	0,9	1,2
Sala con un acondicionamiento acústico considerable <sup>a)</sup>	0,9	1,4	1,8

<sup>a)</sup> En este contexto, una sala con un acondicionamiento acústico moderado pudiera tener un techo acústico y una alfombra en el piso; una sala con un cierto acondicionamiento acústico pudiera tener un techo acústico o una alfombra, mientras que una sala con un acondicionamiento acústico considerable pudiera tener la mitad de la superficie de las paredes cubiertas con cortinas gruesas, además de un techo acústico suspendido de alta calidad y una alfombra gruesa con forro debajo.

## 5 Tipo de micrófono y colocación

Como se indicó anteriormente, cuando se utilizan micrófonos omnidireccionales la distancia micrófono/persona que habla debe ser menor que la distancia máxima ( $D_{m\acute{a}x}$ ) determinada a partir de la figura 1, a fin de asegurar una relación señal/ruido adecuada. Cuando se utilizan micrófonos direccionales, la distancia micrófono/persona que habla puede aumentarse pero debe ser menor a  $1,5 D_{m\acute{a}x}$ .

Como también se indicó anteriormente, cuando se utilizan micrófonos omnidireccionales, la separación micrófono/persona que habla debe ser inferior a la mitad de la distancia crítica a fin de asegurar una conversación altamente inteligible, fácilmente reconocible y no reverberante. Cuando se utilizan micrófonos direccionales, la distancia micrófono/persona que habla puede aumentarse pero debe ser inferior a  $0,75 D_c$ .

Los micrófonos deben colocarse para satisfacer *ambas* reglas citadas: en otras palabras, la distancia micrófono/persona que habla no debe sobrepasar la distancia menor.

A fin de que todos los que hablan puedan cumplir los criterios antes expuestos relativos a las distancias micrófono/persona que habla, suele requerirse más de un micrófono. Por lo general se necesita un micrófono para cada tres personas. Cada vez que se duplica el número de micrófonos el nivel de ruido efectivo de la sala aumentará en 3 dB.

De este modo, en el ejemplo del § 3, si se utilizan cuatro micrófonos, la lectura de 50 dBA aumentará a un valor efectivo de 56 dBA. La distancia,  $D_{\text{máx}}$ , en función del ruido determinada a partir de la figura 1 se reducirá así a 25 cm. Evidentemente, los micrófonos lavalier proporcionarán la solución más práctica para mantener a las personas que hablan a una distancia de 25 cm del micrófono.

## 6 Colocación de altavoces

Los requisitos para la colocación de altavoces en una sala de conferencias son mucho menos críticos que los de los micrófonos. En general se considera una práctica adecuada limitar la distancia entre cualquier persona que escucha en la sala y el altavoz más próximo a no más del doble de la distancia crítica.

Los altavoces deben distribuirse por el techo, sobre las paredes, o en la mesa de conferencias a fin de asegurar un nivel de presión sonora mínimo de 65 dBA en las posiciones de las personas que escuchan. Si hay un ruido considerable, el nivel de presión sonora será como mínimo 20 dB superior al nivel de ruido ambiente. Se logra el efecto de más «presencia» y menos «voz en lo alto» cuando los altavoces están colocados sobre o en el borde de la mesa de conferencia.

Los altavoces montados en el techo suelen ser más sencillos de instalar y menos conspicuos. En general, los altavoces instalados en un techo de panel acústico reticular suspendido visible, deben colocarse aproximadamente a 0,60 m del borde de la mesa de conferencias. Los mejores resultados se obtienen cuando los altavoces *no* están instalados simétricamente sino algo aleatoriamente. Esto evita la excitación de modos de vibración pronunciados en la sala.

## Referencias

- [1] *Teleconference Center Construction Guidelines*, Bell System Technical Reference, PUB 42903, mayo de 1980, American Telephone and Telegraph Co.



## **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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedia
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
<b>Serie P</b>	<b>Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales</b>
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
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación