

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R BT.2111-2**  
(12/2020)

## **Especificación de la carta de ajuste de la barra de color para sistemas de televisión de elevada gama dinámica**

**Serie BT**  
**Servicio de radiodifusión**  
**(televisión)**



## Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

### Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión (sonora)
<b>BT</b>	<b>Servicio de radiodifusión (televisión)</b>
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radioastronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	Gestión del espectro
<b>SNG</b>	Periodismo electrónico por satélite
<b>TF</b>	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
<b>V</b>	Vocabulario y cuestiones afines

*Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2021

© UIT 2021

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

## RECOMENDACIÓN UIT-R BT.2111-2

**Especificación de la carta de ajuste de la barra de color para sistemas de televisión de elevada gama dinámica**

(2017-2019-2020)

**Cometido**

En esta Recomendación se especifican las cartas de ajuste de referencia para los sistemas de televisión de elevada gama dinámica especificados en la Recomendación UIT-R BT.2100.

**Palabras clave**

Barras de colores, HDR, HDR-TV, HLG, PQ, carta de ajuste, señal de prueba

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las cartas de ajuste constituyen un medio adecuado de evaluar la calidad de la crominancia y la luminancia de los sistemas de televisión;
- b) que dicha carta de ajuste común puede utilizarse en la radiodifusión en distintos formatos o en la conversión entre formatos;
- c) que la utilización de una carta de ajuste puede simplificar los procedimientos de prueba y reducir la posibilidad de interpretar erróneamente los parámetros de la señal y de ajustar incorrectamente los sistemas,

*observando*

que en la Recomendación UIT-R BT.2100 se especifican los valores de los parámetros de imagen para sistemas de televisión de elevada gama dinámica para su utilización en la producción y el intercambio internacional de programas,

*recomienda*

que las cartas de ajuste definidas en el Anexo 1 se apliquen y utilicen para la producción y la distribución en los sistemas de televisión de elevada gama dinámica (TV-HDR).

## **Anexo 1 (normativo)**

### **Especificaciones de la carta de ajuste**

#### **1 Referencias normativas**

Recomendación UIT-R BT.471 – Nomenclatura y descripción de las señales de barra de color

Recomendación UIT-R BT.709 – Valores de los parámetros de la norma TVAD para la producción y el intercambio internacional de programas

Recomendación UIT-R BT.2100 – Valores de los parámetros de imagen de los sistemas de televisión de elevada gama dinámica para la producción y el intercambio internacional de programas

#### **2 Objetivo**

La carta de ajuste de referencia tiene diversos objetivos:

- controlar la calidad de la crominancia y la luminancia en la cadena de producción;
- verificar y ajustar la alineación de crominancia y luminancia del equipo de radiodifusión, en concreto de los monitores de vídeo;
- realizar una prueba general del equipo de producción, emisión y presentación de vídeo;
- determinar que un circuito de vídeo está activo y que se dispone del audio asociado.

Esta carta de ajuste no está prevista para ajustar el nivel de negro, para lo que es más conveniente utilizar una señal PLUGE.

#### **3 Tipos de sistemas**

La carta de ajuste descrita en esta Recomendación está prevista para su utilización con la Recomendación UIT-R BT.2100. Estos sistemas se distinguen por la proporción de la codificación de color (o «colorimetría») y por la resolución.

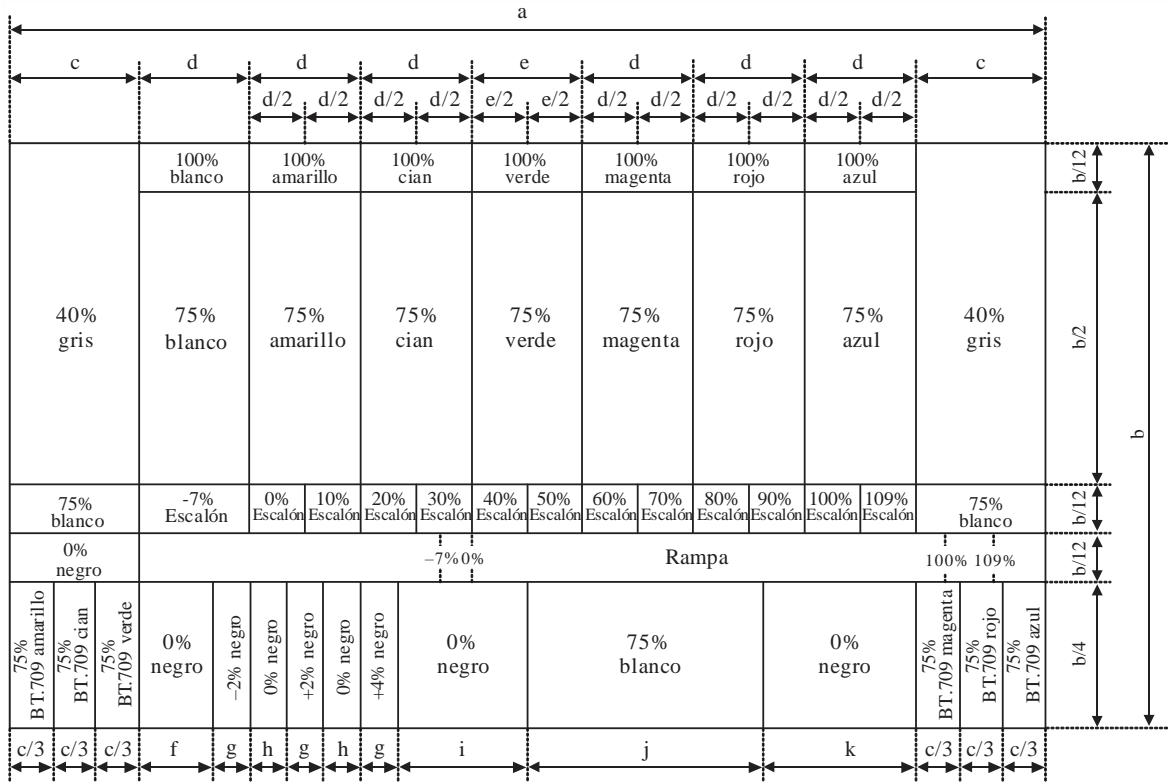
#### **4 Secciones de la carta de ajuste<sup>1</sup>**

En la Fig. 1 se muestran las distintas secciones de la carta de ajuste para el sistema HLG con codificación de gama reducida. En la Fig. 2 se muestra la carta de ajuste para el sistema PQ con codificación de gama reducida y en la Fig. 3 se puede ver la carta de ajuste para el sistema PQ con codificación de gama completa. En la Fig. 4 se muestra un diagrama de color. Véanse también los Adjuntos 1 y 2.

---

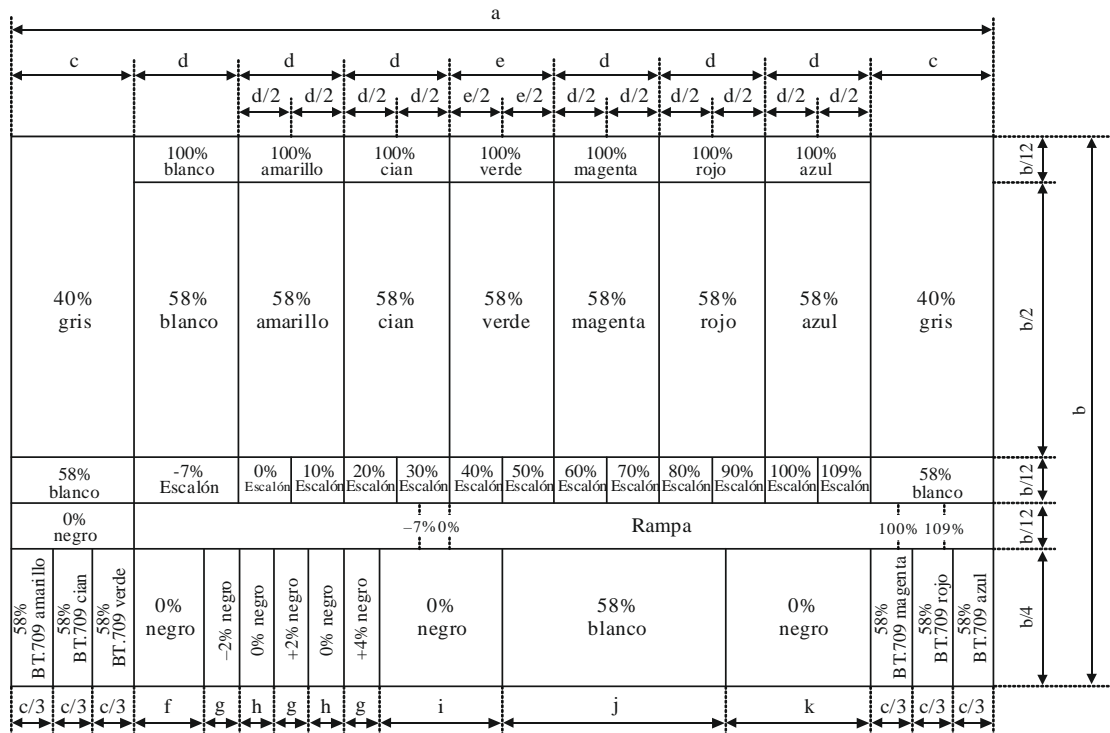
<sup>1</sup> Conviene que los implementadores incluyan en esta señal de prueba alguna identificación visual del formato de señal (HLG gama reducida, PQ gama reducida o PQ gama completa). La carta de ajuste incluye barras grises (superior izquierda y superior derecha) que pueden opcionalmente utilizarse para este y/o para otros fines.

FIGURA 1  
Carta de ajuste para HLG gama reducida



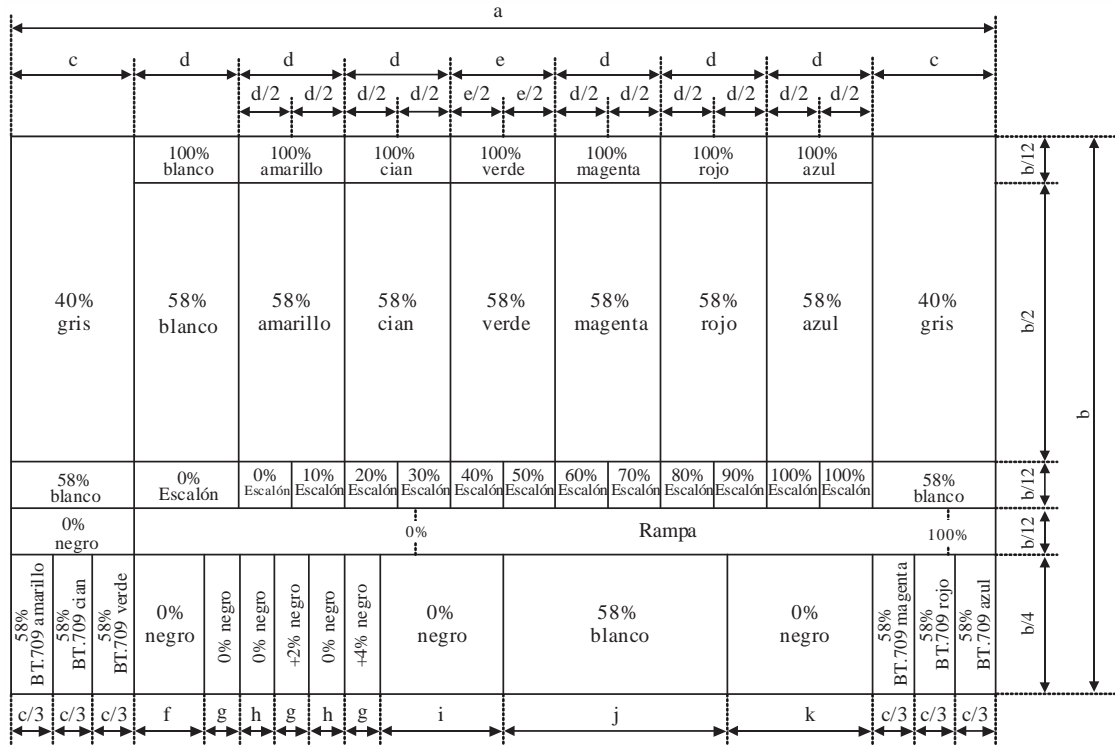
BT.2111-01

FIGURA 2  
Carta de ajuste para PQ gama reducida



BT.2111-02

FIGURA 3  
Carta de ajuste para PQ gama completa



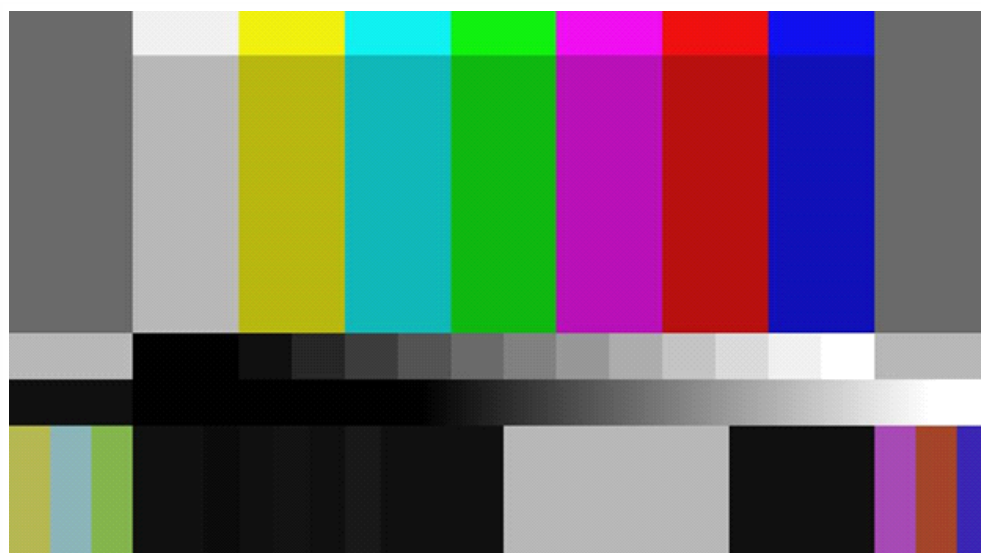
BT.2111-03

CUADRO 1

Tamaño de la barra en formato 2K, 4K y 8K

Tamaño de la barra (píxel)	2K	4K	8K
a	1920	3840	7680
b	1080	2160	4320
c	240	480	960
d	206	412	824
e	204	408	816
f	136	272	544
g	70	140	280
h	68	136	272
i	238	476	952
j	438	876	1752
k	282	564	1128

FIGURA 4  
Diagrama de color de la carta de ajuste



BT.2111-04

CUADRO 2  
Nivel de la señal para HLG gama reducida

Zona de imagen	10 bits			12 bits		
	R'	G'	B'	R'	G'	B'
100% Blanco	940	940	940	3 760	3 760	3 760
100% Amarillo	940	940	64	3 760	3 760	256
100% Cian	64	940	940	256	3 760	3 760
100% Verde	64	940	64	256	3 760	256
100% Magenta	940	64	940	3 760	256	3 760
100% Rojo	940	64	64	3 760	256	256
100% Azul	64	64	940	256	256	3 760
75% Blanco	721	721	721	2 884	2 884	2 884
75% Amarillo	721	721	64	2 884	2 884	256
75% Cian	64	721	721	256	2 884	2 884
75% Verde	64	721	64	256	2 884	256
75% Magenta	721	64	721	2 884	256	2 884
75% Rojo	721	64	64	2 884	256	256
75% Azul	64	64	721	256	256	2 884
40% Gris	414	414	414	1 656	1 656	1 656
-7% Escalón	4	4	4	16	16	16

CUADRO 2 (*fin*)

Zona de imagen	10 bits			12 bits		
	R´	G´	B´	R´	G´	B´
0% Escalón	64	64	64	256	256	256
10% Escalón	152	152	152	608	608	608
20% Escalón	239	239	239	956	956	956
30% Escalón	327	327	327	1 308	1 308	1 308
40% Escalón	414	414	414	1 656	1 656	1 656
50% Escalón	502	502	502	2 008	2 008	2 008
60% Escalón	590	590	590	2 360	2 360	2 360
70% Escalón	677	677	677	2 708	2 708	2 708
80% Escalón	765	765	765	3 060	3 060	3 060
90% Escalón	852	852	852	3 408	3 408	3 408
100% Escalón	940	940	940	3 760	3 760	3 760
109% Escalón	1 019	1 019	1 019	4 076	4 076	4 076
	Véanse la Fig. 5 y el Cuadro 5					
75% BT.709 Amarillo	713	719	316	2 852	2 876	1 264
75% BT.709 Cian	538	709	718	2 152	2 836	2 872
75% BT.709 Verde	512	706	296	2 048	2 824	1 184
75% BT.709 Magenta	651	286	705	2 604	1 144	2 820
75% BT.709 Rojo	639	269	164	2 556	1 076	656
75% BT.709 Azul	227	147	702	908	588	2 808
0% Negro	64	64	64	256	256	256
-2% Negro	48	48	48	192	192	192
+2% Negro	80	80	80	320	320	320
+4% Negro	99	99	99	396	396	396

CUADRO 3

## Nivel de la señal para PQ gama reducida

Zona de imagen	10 bits			12 bits		
	R´	G´	B´	R´	G´	B´
100% Blanco	940	940	940	3 760	3 760	3 760
100% Amarillo	940	940	64	3 760	3 760	256
100% Cian	64	940	940	256	3 760	3 760
100% Verde	64	940	64	256	3 760	256
100% Magenta	940	64	940	3 760	256	3 760
100% Rojo	940	64	64	3 760	256	256
100% Azul	64	64	940	256	256	3 760



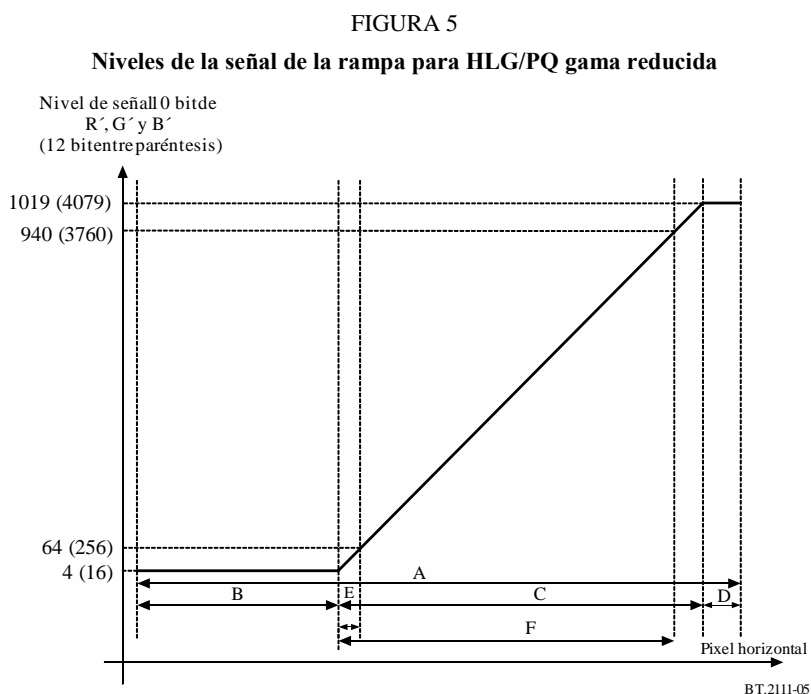
CUADRO 3 (fin)

Zona de imagen	10 bits			12 bits		
	R'	G'	B'	R'	G'	B'
58% Blanco	572	572	572	2 288	2 288	2 288
58% Amarillo	572	572	64	2 288	2 288	256
58% Cian	64	572	572	256	2 288	2 288
58% Verde	64	572	64	256	2 288	256
58% Magenta	572	64	572	2 288	256	2 288
58% Rojo	572	64	64	2 288	256	256
58% Azul	64	64	572	256	256	2 288
40% Gris	414	414	414	1 656	1 656	1 656
-7% Escalón	4	4	4	16	16	16
0% Escalón	64	64	64	256	256	256
10% Escalón	152	152	152	608	608	608
20% Escalón	239	239	239	956	956	956
30% Escalón	327	327	327	1 308	1 308	1 308
40% Escalón	414	414	414	1 656	1 656	1 656
50% Escalón	502	502	502	2 008	2 008	2 008
60% Escalón	590	590	590	2 360	2 360	2 360
70% Escalón	677	677	677	2 708	2 708	2 708
80% Escalón	765	765	765	3 060	3 060	3 060
90% Escalón	852	852	852	3 408	3 408	3 408
100% Escalón	940	940	940	3 760	3 760	3 760
109% Escalón	1 019	1 019	1 019	4 076	4 076	4 076
Rampa	Véanse la Fig. 5 y el Cuadro 5					
58% BT.709 Amarillo	568	571	381	2 272	2 284	1 524
58% BT.709 Cian	484	566	571	1 936	2 264	2 284
58% BT.709 Verde	474	564	368	1 896	2 256	1 472
58% BT.709 Magenta	536	361	564	2 144	1 444	2 256
58% BT.709 Rojo	530	350	256	2 120	1 400	1 024
58% BT.709 Azul	317	236	562	1 268	944	2 248
0% Negro	64	64	64	256	256	256
-2% Negro	48	48	48	192	192	192
+2% Negro	80	80	80	320	320	320
+4% Negro	99	99	99	396	396	396

CUADRO 4

## Nivel de la señal para PQ gama completa

Zona de imagen	10 bits			12 bits		
	R´	G´	B´	R´	G´	B´
100% Blanco	1 023	1 023	1 023	4 095	4 095	4 095
100% Amarillo	1 023	1 023	0	4 095	4 095	0
100% Cian	0	1 023	1 023	0	4 095	4 095
100% Verde	0	1 023	0	0	4 095	0
100% Magenta	1 023	0	1 023	4 095	0	4 095
100% Rojo	1 023	0	0	4 095	0	0
100% Azul	0	0	1 023	0	0	4 095
58% Blanco	593	593	593	2 375	2 375	2 375
58% Amarillo	593	593	0	2 375	2 375	0
58% Cian	0	593	593	0	2 375	2 375
58% Verde	0	593	0	0	2 375	0
58% Magenta	593	0	593	2 375	0	2 375
58% Rojo	593	0	0	2 375	0	0
58% Azul	0	0	593	0	0	2 375
40% Gris	409	409	409	1 638	1 638	1 638
0% Escalón	0	0	0	0	0	0
10% Escalón	102	102	102	410	410	410
20% Escalón	205	205	205	819	819	819
30% Escalón	307	307	307	1 229	1 229	1 229
40% Escalón	409	409	409	1 638	1 638	1 638
50% Escalón	512	512	512	2 048	2 048	2 048
60% Escalón	614	614	614	2 457	2 457	2 457
70% Escalón	716	716	716	2 867	2 867	2 867
80% Escalón	818	818	818	3 276	3 276	3 276
90% Escalón	921	921	921	3 686	3 686	3 686
100% Escalón	1 023	1 023	1 023	4 095	4 095	4 095
Rampa	Véanse la Fig. 6 y el Cuadro 6					
58% BT.709 Amarillo	589	592	370	2 356	2 370	1 480
58% BT.709 Cian	491	586	592	1 964	2 345	2 368
58% BT.709 Verde	478	584	355	1 915	2 339	1 420
58% BT.709 Magenta	551	347	584	2 206	1 389	2 336
58% BT.709 Rojo	544	334	225	2 178	1 337	900
58% BT.709 Azul	296	201	582	1 184	805	2 328
0% Negro	0	0	0	0	0	0
+2% Negro	20	20	20	82	82	82
+4% Negro	41	41	41	164	164	164



CUADRO 5

Ancho de la rampa para HLG/PQ gama reducida en formato 2K, 4K y 8K

Ancho (píxel)	2K		4K		8K	
	10 bits	12 bits	10 bits	12 bits	10 bits	12 bits
A	1 680	1 680	3 360	3 360	6 720	6 720
B	559	559	1 118	1 117	2 236	2 233
C <sup>(1)</sup>	1 014	1 015	2 028	2 031	4 056	4 062
D	107	106	214	212	428	425
E <sup>(2)</sup>	59	59	118	119	236	239
F <sup>(3)</sup>	935	935	1 870	1 871	3 740	3 743

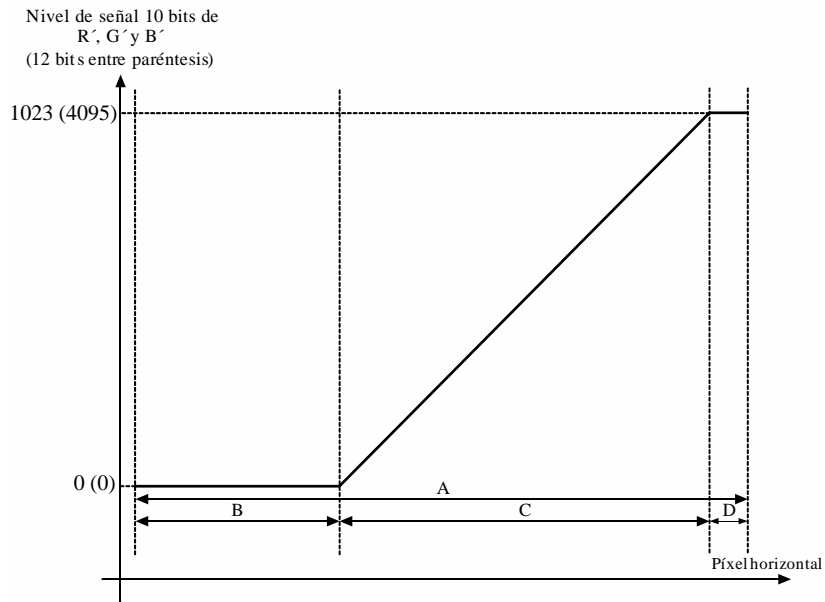
<sup>(1)</sup> C corresponde a la gama de nivel de señal de 5 a 1 018 en 10 bits y de 17 a 4 078 en 8K 12 bit, 18 a 4 078 en 4K 12 bit, y 20 a 4 076 en 2K 12 bits.

<sup>(2)</sup> E corresponde a la gama de nivel de señal de 5 a 63 en 10 bits y de 17 a 255 en 8K 12 bit, 18 a 254 en 4K 12 bit, y 20 a 252 en 2K 12 bits.

<sup>(3)</sup> F corresponde a la gama de nivel de señal de 5 a 939 en 10 bits y de 17 a 3 759 en 8K 12 bit, 18 a 3 758 en 4K 12 bit, y 20 a 3 756 en 2K 12 bits.

FIGURA 6

Nivel de la señal de la rampa para PQ gama completa



BT2111-06

CUADRO 6

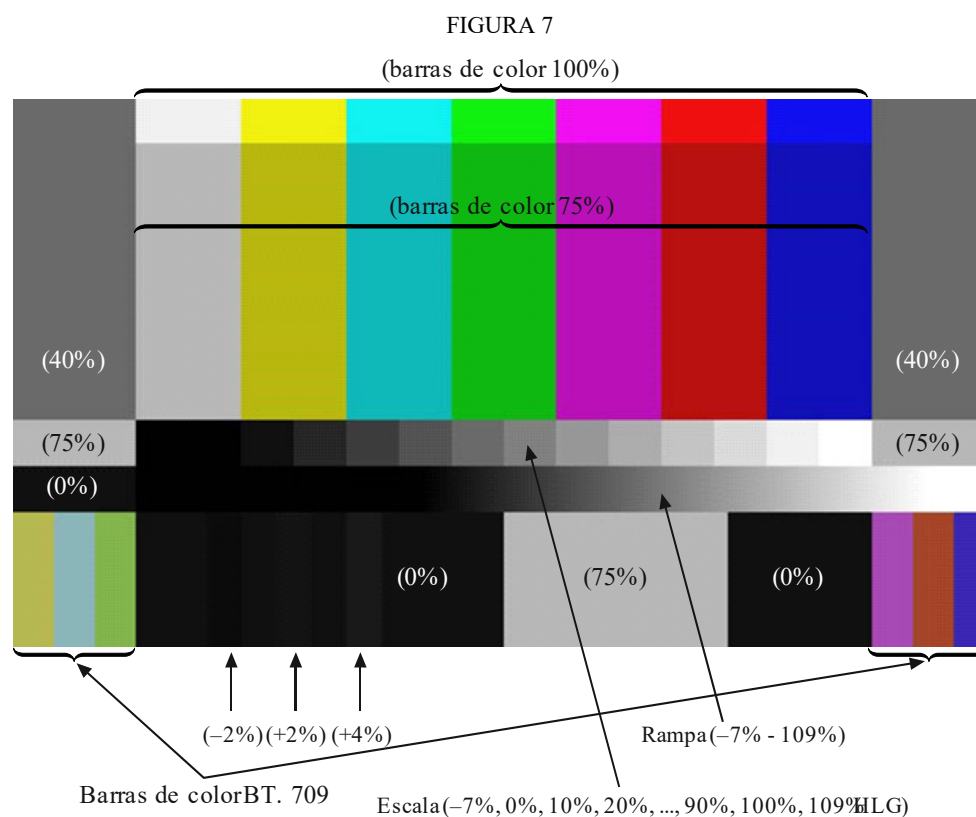
Ancho de la rampa para PQ gama completa en formato 2K, 4K y 8K

Ancho (píxel)	2K		4K		8K	
	10 bits	12 bits	10 bits	12 bits	10 bits	12 bits
A	1 680	1 680	3 360	3 360	6 720	6 720
B	551	551	1 102	1 101	2 204	2 201
C <sup>(1)</sup>	1 022	1 023	2 044	2 047	4 088	4 094
D	107	106	214	212	428	425

<sup>(1)</sup> C corresponde a la gama de nivel de señal de 1 a 1 022 en 10 bits y de 1 a 4 094 en 8K 12 bit, 2 a 4 094 en 4K 12 bit, y 4 a 4 092 en 2K 12 bits.

## Adjunto 1 al Anexo 1 (informativo)

### Secciones que forman la carta de ajuste HLG



BT.2111-07

**Barras de color:** las principales barras de color son 75%HLG con barras de color 100%HLG en la parte superior.

**Barras de color BT.709:** Se generan utilizando HLG OETF y una matriz lineal. Las barras de color BT.709 se sitúan en las partes inferior izquierda e inferior derecha para evitar solapamientos con las barras de color principales en el monitor de forma de onda.

**Rampa:** Los niveles van de  $-7\%$ HLG a  $109\%$ HLG. El nivel de vídeo  $0\%$  se sitúa en el borde izquierdo de la barra verde.

**Escala:** los niveles van de  $-7\%$ HLG a  $109\%$ HLG. El borde izquierdo del escalón  $0\%$  se sitúa en el borde izquierdo de la barra amarilla. Intervalos del  $10\%$  entre  $0\%$ HLG y  $100\%$ HLG. El ancho de cada escalón es la mitad de la barra de color. La señal escalón y la señal rampa se sitúan de manera que no se solapen en el monitor de forma de onda.

**Señal negra:** formada por niveles de vídeo de  $0\%$ ,  $-2\%$ ,  $0\%$ ,  $+2\%$ ,  $0\%$ ,  $+4\%$  y  $0\%$  se sitúa en la parte inferior izquierda, lejos de las zonas brillantes para lograr una mejor visibilidad.

**Barras grises (derecha e izquierda):** estas zonas pueden utilizarse para incluir otros ajustes para necesidades especiales.

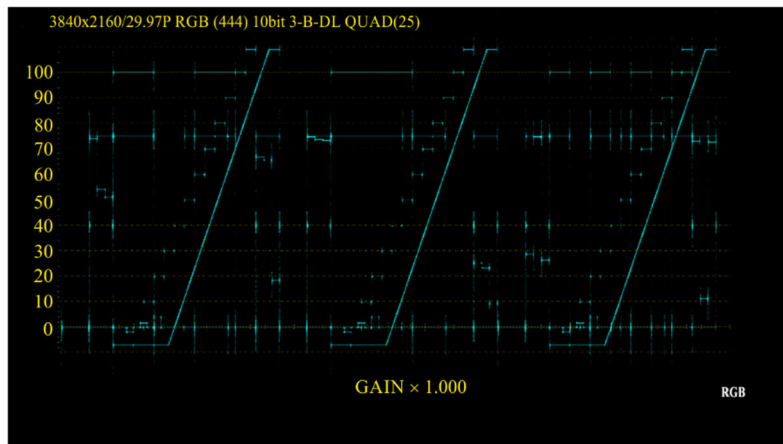
## Adjunto 2 al Anexo 1 (informativo)

### Forma de onda HLG en un monitor de forma de onda

En la Fig. 8 se muestra la forma de onda HLG de la carta de ajuste en un monitor de forma de onda.

FIGURA 8

Forma de onda en un monitor de forma de onda  
(rojo, verde y azul, respectivamente)



BT.2111-08

## Adjunto 3 al Anexo 1 (informativo)

### Información sobre la conversión de barras de color HLG/BT.2020 a SDR/BT.709

La Fig. 9 muestra las barras de color HLG/BT.2020, incluidas las barras de color equivalentes BT.709, y sus instantáneas de forma de onda y vectorscopio ajustadas a la colorimetría descrita en la Recomendación UIT-R BT.2020.

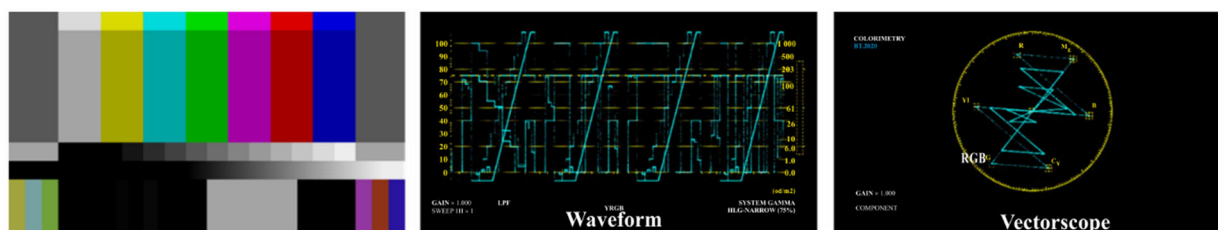
La Fig. 11 muestra una serie de barras de color convertidas de HLG/BT.2020 a SDR/BT.709 utilizando el método de conversión con respecto a la escena ilustrado en la Fig. 10, que es el inverso al establecimiento de correspondencias de SDR a HDR (con respecto a la escena). Cabe tener en cuenta que este método no incluye el ajuste de tonos. Las señales HDR sufren un amplio recorte en el proceso de conversión a SDR. Las barras de color equivalentes BT.709 alcanzan los objetivos del vectorscopio una vez llevada a cabo la conversión con respecto a la escena.

La Fig. 13 muestra las barras de color convertidas de HLG/BT.2020 a SDR/BT.709 utilizando el método de conversión con respecto a la pantalla ilustrado en la Fig. 12, que es el inverso al establecimiento de correspondencias de SDR a HLG sin ajuste de gamma (con respecto a la pantalla). Este método no incluye el ajuste de tonos. Las señales HDR sufren un amplio recorte en el proceso de conversión a SDR. Las barras de color equivalentes BT.709 alcanzan posiciones ligeramente distintas de las posiciones objetivo del vectorscopio.

En el Cuadro 7 se resumen los niveles de señal tanto para el 75% de barras de color HLG y equivalentes BT.709 de entrada, como para las barras de color SDR/BT.709 convertidas de salida. Las barras de color equivalentes BT.709 se convierten a los mismos niveles de señal que las barras de color SDR/BT.709 originales utilizando el método de conversión con respecto a la escena. Algunos de los niveles de señal de las barras de color SDR obtenidas a raíz del proceso de conversión con respecto a la escena no coinciden del todo con los de las barras SDR/BT.709 originales, por ejemplo, los niveles de señal de la barra verde son (71, 939, 66), en lugar de (64, 940, 64), debido a errores de redondeo.

FIGURA 9

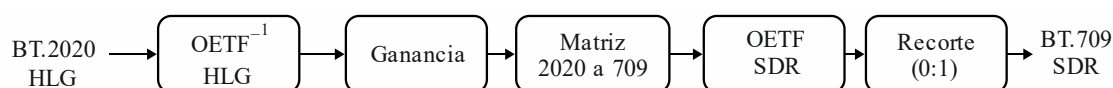
Barras de color HLG/BT.2020 y sus instantáneas de forma de onda y vectorscopio ajustadas a la colorimetría de BT.2020



BT.2111-09

FIGURA 10

Método de conversión con respecto a la escena de HLG/BT.2020 a SDR/BT.709

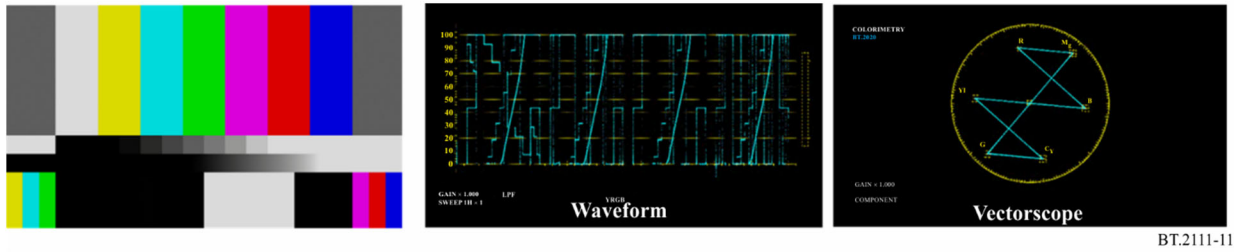


BT.2111-10

NOTA – La ganancia se ajusta de tal manera que el 75% de HLG corresponda al 100% de SDR. La matriz de conversión de color es la descrita en el § 2 del Informe UIT-R BT.2407 – «Simple conversion from BT.2020 to BT.709 based on linear matrix transformation» (conversión simple de BT.2020 a BT.709 basada en la transformación de matriz lineal). Cabe señalar que la aplicación de otros métodos puede dar lugar a niveles de señal diferentes para las señales de entrada fuera de la amplitud de color de BT.709.

FIGURA 11

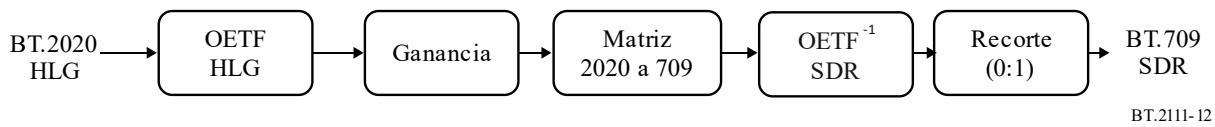
Barras de color convertidas a SDR/BT.709 utilizando la conversión con respecto a la escena y sus instantáneas de forma de onda y vectorscopio ajustadas a la colorimetría de BT.709



BT.2111-11

FIGURA 12

Método de conversión con respecto a la escena de HLG/BT.2020 a SDR/BT.709

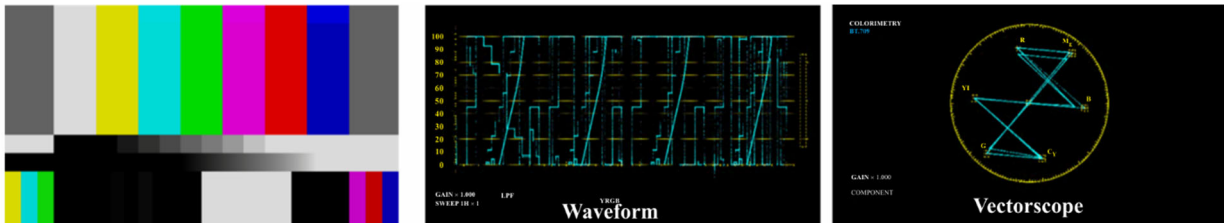


BT.2111-12

NOTA – La ganancia se ajusta de tal manera que el 75% de HLG corresponda al 100% de SDR. La matriz de conversión de color es la descrita en la Fig. 10.

FIGURA 13

Barras de color convertidas a SDR/BT.709 utilizando la conversión con respecto a la pantalla y sus instantáneas de forma de onda y vectorscopio ajustadas a la colorimetría de BT.709



BT.2111-13



## CUADRO 7

Niveles de señal en 10 bits para el 75% de barras de color HLG y equivalentes BT.709 de entrada y las barras de color SDR/BT.709 de salida convertidas utilizando los métodos de las Figs. 10 y 12

Zona de imagen	Nivel de señal de entrada (HLG/BT.2020, 10 bits)			Nivel de señal de salida (SDR/BT.709, 10 bits) (ajuste de tonos no aplicado; simple conversión de color)					
				Conversión con respecto a la escena			Conversión con respecto a la pantalla		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
75% Blanco	721	721	721	940	940	940	940	940	940
75% Amarillo	721	721	64	940	940	64	940	939	64
75% Cian	64	721	721	64	940	940	64	940	924
75% Verde	64	721	64	64	940	64	64	940	64
75% Magenta	721	64	721	940	64	940	940	64	894
75% Rojo	721	64	64	940	64	64	940	64	64
75% Azul	64	64	721	64	64	940	64	64	789
75% Amarillo BT.709	713	719	316	939	940	64	933	934	64
75% Cian BT.709	538	709	718	64	940	939	64	924	922
75% Verde BT.709	512	706	296	71	939	66	124	915	99
75% Magenta BT.709	651	286	705	940	65	940	854	89	853
75% Rojo BT.709	639	269	164	940	64	64	835	64	64
75% Azul BT.709	227	147	702	66	64	940	93	64	768