

EUROPA CINEMAS digital guide

Prólogo

I	Los principios de la digitalización	6
	De la química a la informática	
	Digitalizar no rima forzosamente con calidad	
	Pixel = Picture + Cell	
	La evolución de la tecnología digital	
II	Los procedimientos de proyección digital	12
	Limitaciones de la película	
	Las ventajas de la proyección digital	
	El sistema DMD / DLP	
	La tecnología D-ILA	
	La tecnología SXRD	
III	Los 4 parámetros de la imagen	17
	Luminosidad	
	Espacio colorimétrico	
	Resolución	
	Contraste	
IV	Los equipos	19
	Los proyectores	
	Los servidores	
V	Las normalizaciones	28
	35 mm: la fuerza de un estándar mundial	
	La norma definida por DCI (Digital Cinema Initiatives)	
	La norma francesa AFNOR y la CST	
	European Digital Cinema Forum (EDCF)	
	Encriptación y seguridad	
VI	Fechas clave del cine digital	30
VII	Direcciones en Internet	31
VIII	Glosario	33
IX	Agradecimientos	34

Prólogo

Nadie puede saber con certeza en qué momento la proyección digital se convertirá en norma en las salas de cine del mundo. Sin embargo, hoy en día, se admite que sucederá a lo largo del próximo decenio, entre otras cosas por razones económicas pero también para aprovechar las ventajas técnicas y estéticas de la tecnología digital.

Desde hace cinco años, los ejemplos de proyecciones digital se multiplican. Aunque siga relativamente escaso el número de salas equipadas, ya existen cerca de 400 instalaciones digitales en el mundo.

La transición hacia la tecnología digital ocurrirá de acuerdo con una de las dos alternativas que coexisten actualmente en el espíritu de los profesionales.

La primera plantea un desarrollo progresivo de la tecnología digital con un número creciente de instalaciones, siendo éstas el resultado de planes de equipamiento industrial o de iniciativas públicas — como el Digital Screen Network del UK Film Council— que permitirían acelerar y financiar el despegue de la tecnología digital. Según esa hipótesis, el 35 mm y la tecnología digital coexistirían en paralelo durante varios años.

La segunda alternativa sugiere una transición más rápida promovida por las grandes productoras hollywoodianas si éstas deciden convertir la tecnología digital en norma internacional. Desde este punto de vista, los distribuidores y los exhibidores deberán encontrar una forma justa y rápida de reajustar el reparto entre los ahorros realizados en cuanto a fabricación de copias y las importantes inversiones que impondrá el equipamiento de las salas.

El exhibidor tendrá que plantearse qué sala equipar primero si dispone de varias pantallas: la capacidad de la sala elegida puede no adaptarse al potencial comercial de las películas digitales programadas.

En cuanto a los realizadores, es probable que muchos de ellos sigan rodando en 35 mm, incluso a sabiendas de que sus películas serán proyectadas en digital. De hecho, algunos se están interrogando acerca de la estabilidad a largo plazo de los soportes digitales para

archivar sus obras, y al mismo tiempo, muchos "clásicos" han vuelto a las pantallas gracias a la tecnología digital.

No falta quien compare esta situación con la transición acaecida entre 1927 y 1930 entre el cine mudo y el cine hablado. Entonces, la industria cinematográfica dio el cambio a una velocidad sorprendente a pesar de las resistencias y del escepticismo de muchos. Una vez emprendida la transición, a nadie le interesaba que se demorara demasiado, aunque algunos países como la URSS o Japón, tardaron mucho más tiempo. Por supuesto, no se trata exactamente de la misma situación ya que, al ser una experiencia totalmente nueva para el público, el cine hablado fue adoptado inmediatamente. El cine digital no ofrece nada realmente nuevo al público en cuanto a proyección se refiere; de hecho, la mayoría de los espectadores ni siquiera se darán cuenta de la diferencia. Lo que puede ofrecer, es una programación más variada para las salas y ése es su principal interés de cara al público, a los exhibidores, distribuidores y productores. Sin embargo, queda mucho por discutir entre los diferentes sectores de la industria y la implantación del cine digital probablemente requerirá un período de prueba más o menos largo según los países.

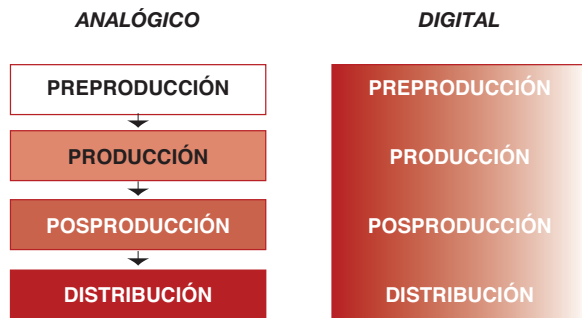
Hoy en día, no se puede saber lo que ocurrirá en los próximos años. No obstante, es preciso que los exhibidores europeos que desean seguir fomentando el cine europeo manteniendo su competitividad, estén perfectamente informados acerca del cine digital. El propósito de esta primera guía técnica publicada por Europa Cinemas con el apoyo del programa MEDIA de la Unión Europea es precisamente el de exponer los grandes principios de la proyección digital en las salas de cine. Esperamos que ayude a los exhibidores europeos a tomar las mejores decisiones para su propia empresa.

Ian Christie y Nico Simon
Vicepresidentes
Europa Cinemas

I | Los principios de la digitalización

Hasta ahora, las diferentes etapas de fabricación de una película, desde la filmación hasta la proyección, estaban perfectamente identificadas. La cinta de 35 mm era el vínculo entre las sucesivas y múltiples etapas del proceso (filmación, montaje, posproducción, proyección).

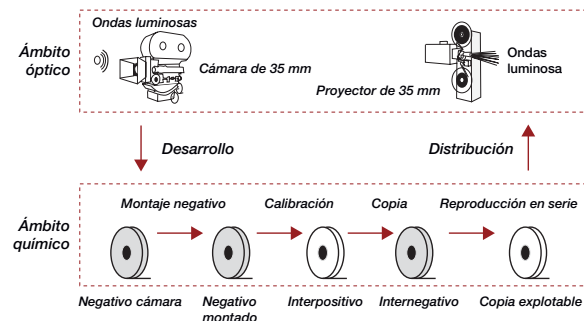
Al "disociar" la imagen de su soporte físico, el proceso de digitalización traslada el cine de la fotoquímica a la informática. Este cambio radical trastorna el conjunto del proceso de fabricación. De hecho, las fronteras que existían entre las diferentes etapas han quedado completamente diluidas.



La informática borra las fronteras existentes entre las diferentes fases de producción de las películas.

De la química a la informática

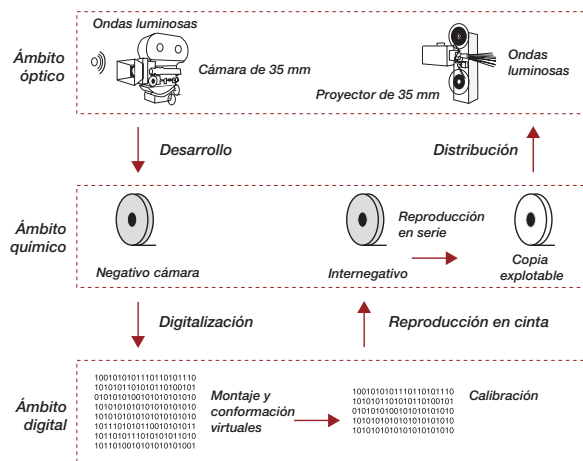
Actualmente, la elaboración de una película se basa en un proceso de **transformación fotoquímico**. Filmación y proyección no podrían hacerse sin una cinta de 35 mm sensible a la energía luminosa. La imagen se duplica y se invierte para obtener una imagen en positivo que acaba siendo una reproducción del original. La proyección en pantalla no es sino un procedimiento mecánico y óptico que permite multiplicar por un millón el tamaño de esta imagen, la sucesión de imágenes recreando la ilusión del movimiento.



Las etapas del procedimiento analógico en 35 mm.

El **montaje** es la primera etapa que aprovecha la digitalización de imágenes. En lugar de manipular cintas de 35 mm con guantes blancos, los montadores trabajan ahora con programas especializados (como Avid Film Composer) para integrar secuencias de imágenes digitalizadas en baja resolución. Al ganar tiempo en manipulaciones, el director y el montador pueden centrarse mejor en la parte creativa de su trabajo. El laboratorio es quien se hace cargo del montaje manual del negativo. Más recientemente, las posibilidades se han ampliado gracias a la aparición de nuevos dispositivos de digitalización de alta resolución y a la transferencia de imágenes informáticas en películas de 35 mm.

Por otra parte, la **calibración numérica** brinda posibilidades inéditas de control estético y artístico al director de la fotografía y al realizador. Hoy en día, el montaje y la calibración de muchas películas se realizan digitalmente y la cinta se convierte en un **master digital** de alta calidad, también llamado DI (Digital Intermediate). El master se utiliza para producir copias digitales que se distribuyen a las salas de cine vía satélite, por Internet o en formato DVD, aunque el sistema más común es el disco duro externo. Actualmente, ya que no se producen películas digitales, los laboratorios hacen copias en negativo de este master, que son utilizadas para fabricar copias tradicionales en 35 mm. El master DI también puede convertirse en vídeo-master para la producción de DVD o la difusión televisual.



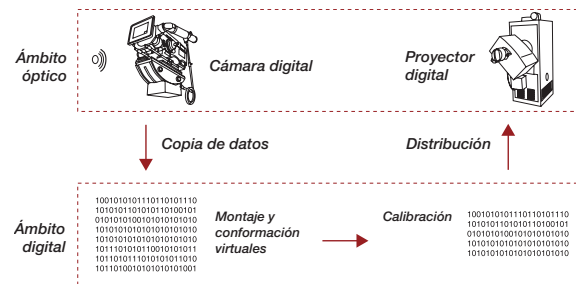
Las etapas del procedimiento analógico en 35 mm con calibración digital.

En el futuro —aunque es difícil saber cuando—, **el proceso de fabricación de las películas será completamente numérico**, basándose únicamente en soportes informáticos que suplantarán las cintas de 35 mm.

Hoy en día, todas las empresas que arriendan cámaras de cine de 35 mm proponen también cámaras digitales.

Por ejemplo, Sony y Panavision han desarrollado conjuntamente una nueva cámara llamada “Genesis”, que almacena las imágenes en cintas magnéticas HD Cam SR. Con el mismo espíritu, Panasonic ha diseñado una cámara de alta definición que también permite grabar imágenes en cintas utilizando el formato DVC Pro HD. Bautizada “Varicam”, esta cámara permite filmar hasta 60 imágenes por segundo a velocidades variables. Por otra parte, Thomson ha puesto a punto una cámara, la “Viper”, que puede conectarse a un vídeo, un disco duro o directamente a una memoria informática. La película *Collateral* de Michael Mann es el primer largometraje filmado con esta cámara. Finalmente, la sociedad alemana Arri también ha desarrollado una cámara digital: la Arri D20. En el sector del cine, los rodajes en 35 milímetros siguen siendo ampliamente mayoritarios, lo cual no excluye un **tratamiento digital en posproducción**. De esta

forma, los negativos de la cámara pueden escanearse directamente para poder ser tratados digitalmente.



Cadena de producción completamente digital.

Digitalizar no rima forzosamente con calidad

La digitalización consiste simplemente en transformar variables análogas (la luz o el sonido, por ejemplo) en datos digitales. Su tratamiento es básicamente informático pero, al final del proceso, es necesario volver a transformar estas variables numéricas en variaciones de luz para visualizar las imágenes en pantalla, o en vibraciones producidas por los altavoces en el caso del sonido. El tratamiento digital no implica necesariamente un resultado perfecto. De hecho, se asemeja bastante al resultado obtenido con tecnología analógica. Un CD audio puede sobrepasar la calidad de un LP pero, aún siendo digital, un archivo MP3 muy comprimido será de menos calidad que una cinta magnética tradicional. De forma general, cuanto más información contenga el tratamiento informático, mejor será el resultado final. Sin embargo, esa cantidad de información implica un coste (en términos de potencia de cálculo o de memoria). Por ende, la habilidad de los creadores será encontrar el mejor compromiso posible entre la calidad deseada y las exigencias económicas de la producción.

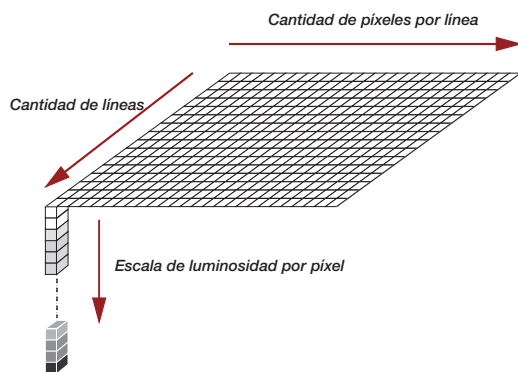
Pixel = Picture + Cell

La unidad básica de la imagen digital es el **píxel** (abreviatura de “picture element” o “picture cell”). En la práctica, el análisis digital de una imagen consiste en superponerle una rejilla y capturar los

valores referentes a color y luminosidad en cada casilla de la rejilla. Cuanto más fina sea la rejilla, más el análisis se acercará a la realidad.

El valor digital observado en la rejilla se coloca en una escala graduada que va del negro completo al blanco. Cuantos más niveles tenga la escala, más fino será el análisis y más parecido al original será el resultado final.

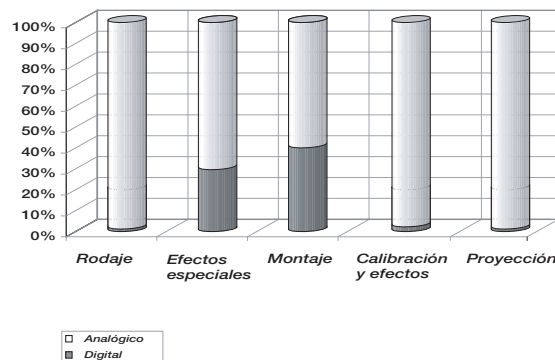
Un análisis en 1024 niveles equivale a una captura digital de **10 bits** (abreviatura de **Binary Digit**, unidad informática de tratamiento de la información constituida de 0 y 1); un análisis en 4096 niveles equivale a 12 bits y un análisis en 16384 niveles corresponde a 14 bits.



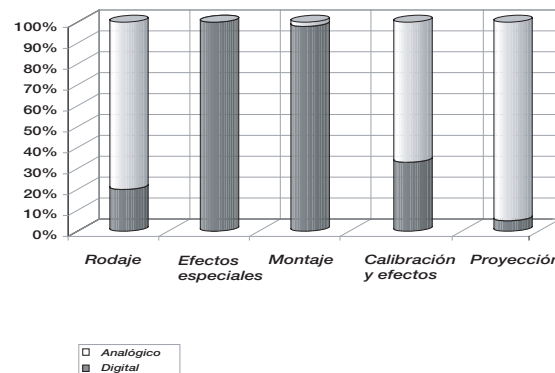
Cuanto más píxeles contenga una imagen, más alta será su resolución. Cuanto más profundo sea el análisis, mejor será el resultado de la luz y de los colores.

La evolución de la tecnología digital

Hoy en día, la fase de posproducción (efectos especiales, montaje y calibración) es la que mejor aprovecha las tecnologías digitales. Ofrecen a los directores de cine un amplio abanico de herramientas que ensanchan sus horizontes artísticos. Sin embargo, el soporte de 35 milímetros sigue teniendo muchas ventajas para la filmación y la proyección.



En el 2000, la tecnología digital empezaba a emerger en el ámbito de los efectos especiales y del montaje.



En el 2005, la proporción de películas con posproducción digital ha progresado considerablemente.

II | Los procedimientos de proyección digital

Limitaciones de la película

A pesar de estas innegables ventajas que le permitieron sobrevivir a lo largo de un siglo, la película de 35 milímetros presenta limitaciones técnicas intrínsecas. Para empezar, a pesar de los progresos realizados por los fabricantes de película, el grano básico del soporte cromático no puede reducirse por debajo de su tamaño actual (aproximadamente 6 micras). La finura de la imagen cromática está cerca de su asintota, o sea, de su nivel óptimo. En segundo lugar, la luminosidad de los proyectores no puede aumentar indefinidamente. Los 7000 vatios de las lámparas disponibles en la actualidad ya plantean importantes problemas de enfriamiento. ¡Por encima de 10000 vatios, el calor acabaría derritiendo la película! En último lugar, a pesar de todas las precauciones que se puedan tomar, las cintas de 35 mm atraen el polvo y son propensas al desgaste mecánico, lo cual perjudica la calidad de la proyección. Además, las copias realizadas en grandes cantidades en muy poco tiempo pueden ser de peor calidad.

Las ventajas de la proyección digital

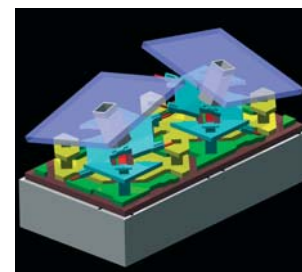
En la proyección digital, las imágenes están totalmente libres del polvo y de rasguños. Los espectadores no podrán advertir deterioro alguno, ni siquiera al cabo de 200 proyecciones. No existen variaciones de luminosidad y la imagen es perfectamente estable ya que no entra en juego ninguna pieza mecánica. Con la tecnología digital, se pueden proyectar imágenes en pantallas de más de 15 metros de ancho, con resoluciones y niveles de contraste equivalentes e incluso superiores al 35 mm. Actualmente, existen tres métodos para proyectar imágenes en pantallas de gran tamaño.

El sistema DMD / DLP

En 1987, tres investigadores de la compañía estadounidense Texas Instruments desarrollaron **un chip conocido como el DMD** (Digital Micromirror Device™). Se compone de una multitud de espejos microscópicos de 13,7 micras de ancho cada uno, capaces de bascular de una posición a otra según un ángulo de 24° en tan sólo 2 microsegundos.



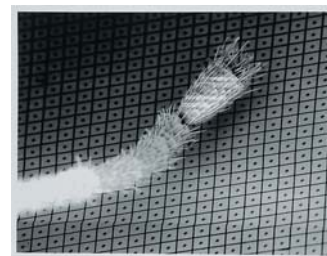
Matriz DMD constituida de microespejos.



Los microespejos de la matriz DMD se inclinan según un ángulo de +12° o -12°

De esta forma, el haz luminoso que golpea la superficie de cada espejo se refleja hacia la lente, formando un cuadradito blanco en la pantalla, o se envía fuera del eje de la lente, formando un cuadradito negro. Por lo tanto, cada espejo hace las veces de interruptor que oscila a alta velocidad. La acción mecánica de cada uno de esos microespejos es controlada por circuitos de procesamiento de imágenes desarrollados por Texas Instruments bajo el nombre de **DLP (Digital Light Processing™)**. Los circuitos DLP más avanzados, diseñados especialmente para el cine digital, se llaman **DLP Cinema**.

Tres fabricantes de proyectores (Barco, Christie y NEC-DPI) han obtenido licencias para utilizar la tecnología DLP Cinema, que permite alcanzar los mayores niveles de calidad de imagen en términos de contraste y espacio colorimétrico. El coste de la licencia es extremadamente elevado, por lo que influye a su vez en el precio de los proyectores de gama alta.

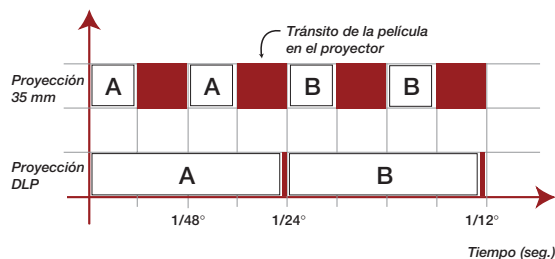


Espejos vistos al microscopio, comparados con la pata de una hormiga.

Las escalas de grises

En principio, un dispositivo Digital Micromiror sólo puede generar imágenes totalmente blancas o totalmente negras. Para poder reproducir diferentes niveles de gris, el dispositivo aprovecha el fenómeno de la persistencia retiniana, haciendo variar velozmente el tiempo de exposición de cada píxel. Por ejemplo, para conseguir un nivel gris del 50 %, los espejos basculan en posición "negro" durante la mitad del tiempo, y así sucesivamente.

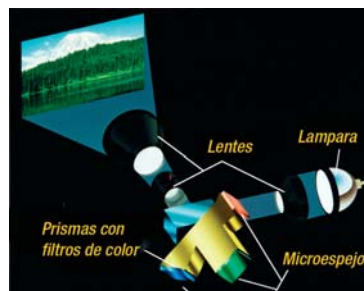
En la práctica, el procedimiento DMD permite obtener 1024 niveles de gris. Cabe destacar que, contrariamente a los proyectores de 35 mm, un proyector digital no necesita Cruz de Malta para iluminar la pantalla durante mucho tiempo sin que los espectadores noten centelleo.



En un proyector de 35 mm, el obturador bloquea la luz durante el desplazamiento de la película. La luz tiene que ser interrumpida dos veces para evitar el centelleo. La tecnología digital evita este problema proyectando las imágenes de forma casi instantánea.

La reproducción de los colores

Para la proyección digital en salas, los proyectores digitales están provistos de tres matrices DMD colocadas delante de los filtros rojos, verdes y azules respectivamente. Dividido en tres partes por un cuerpo prismático, el haz luminoso se recompone antes de pasar por la lente del proyector. Los proyectores DMD de los sistemas de cine caseros se valen de un método ligeramente distinto para reproducir los colores: éstos son reconstituidos por una rueda móvil coloreada.



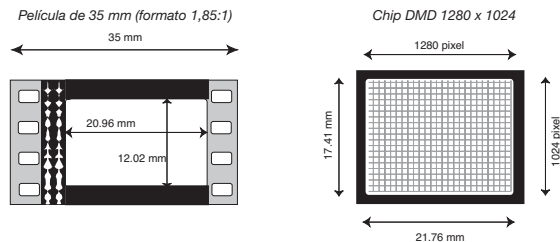
Esquema de principio de los proyectores tri-DMD de Texas Instruments (según esquema TI).

Los diferentes chips DMD

No existe uno sino varios chips DMD cuyo tipo varía según el tamaño, la resolución, el nivel de contraste y el formato. Los modelos más recientes son los siguientes:

Resolución (en píxeles)	Tamaño de la diagonal (en pulgadas)
1024 x 768	0,7
1280 x 1024	0,9
1280 x 720	0,9
2048 x 1080	1,2

Su tamaño es comparable al de un fotograma de 35 mm.



Comparación entre el tamaño de un fotograma de 35 mm y un chip DMD (misma escala).

La tecnología D-ILA

De igual forma que el DLP de Texas Instruments, la tecnología D-ILA (Image Light Amplification) desarrollada por JVC utiliza el método de la reflexión.

Sin embargo, en este caso, la imagen no se forma utilizando microespejos sino un panel reflectante de **crystal líquido** en el cual cada píxel mide 12,9 micras.

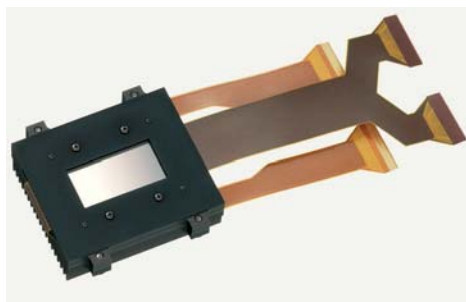


La matriz D-ILA de JVC, con una resolución de 2048 x 1536 píxeles y una diagonal de 1,3 pulgadas.

El flujo luminoso de la lámpara del proyector choca contra la superficie de este panel que refleja la imagen gracias a un sistema de prismas. Se necesitan tres chips D-ILA para un proyector de fuerte potencia. En junio de 2000, JVC lanzó un chip de alta resolución (el Q XGA de 2048 x 1536 píxeles) que se integró en un prototipo de proyector desarrollado en colaboración con Kodak.

La tecnología SXRD

Por su parte, Sony ha desarrollado un nuevo sistema de proyección basado en un chip de muy alta resolución 4K (4096 x 2160 píxeles) SXRD (Silicon X-tal Reflective Display) basado en el mismo principio reflectante que los chips DLP o D-ILA, pero con píxeles aún menores ya que apenas miden 8,5 micras, o sea, cerca de la mitad del tamaño de los píxeles DMD. De esta forma, se multiplica por cuatro el número de píxeles en la misma superficie. La primera presentación pública de este sistema tuvo lugar en septiembre de 2004, con ocasión del salón IBC de Ámsterdam.



La matriz SXRD de Sony, con una resolución de 4096 x 2160 píxeles.

III | Los 4 parámetros de la imagen

Comparados con los proyectores de 35 mm, los proyectores digitales se califican según cuatro parámetros esenciales referentes a la imagen: **luminosidad, espacio colorimétrico, resolución y contraste.**

Luminosidad

Los modelos más potentes de proyectores de 35 mm utilizan lámparas de 7000 vatios. La cantidad de luz que alcanza la pantalla debe ser por lo menos similar. La potencia luminosa efectiva de los proyectores digitales se mide en **lúmenes** en la pantalla. Los proyectores destinados a un uso casero pueden conformarse con 1000 lúmenes mientras que los proyectores de cine tienen que alcanzar por lo menos 10000 lúmenes.

Espacio colorimétrico

El espacio colorimétrico define la **gama real de colores** que se pueden representar en pantalla. El espacio colorimétrico de una película de 35 mm viene limitado por la combinación de las tres capas de color. Al utilizar filtros rojos, verdes y azules de diferentes valores, la proyección digital también tiene un espacio colorimétrico diferente. En efecto, ya no son los agentes químicos de la película los que determinan los colores visualizados sino las combinaciones múltiples de tres haces de luz coloreados. En la práctica, esto permite proyectar una gama de colores mucho más amplia en pantalla. El espacio colorimétrico también depende de la calidad del procesamiento digital efectuado antes de que los filtros entren en juego. Los proyectores digitales actuales ofrecen espacios colorimétricos mucho más amplios que cualquier cinta de 35 mm; de hecho, la película estaba muy lejos de cubrir el espectro completo de los colores que el ojo humano puede percibir. Por lo tanto, con la proyección digital, el espectador podrá ver por primera vez en pantalla colores que eran imposibles de reproducir hasta la fecha.

Resolución

Es difícil comparar la resolución de una imagen digital con la de una imagen cromática. En teoría, la resolución de un negativo de 35 mm es equivalente e incluso superior a la de una imagen digital.

Sin embargo, en la práctica, los espectadores no ven un negativo sino una copia positiva realizada a partir de un internegativo, que es a su vez una copia de un interpositivo que ya es una copia. Con cada proceso, el grano de la película aumenta y se reduce la impresión subjetiva de nitidez. Este fenómeno suele acentuarse debido a la imprecisión mecánica de algunos proyectores de 35 mm.

En la proyección digital, la resolución mínima necesaria es unos 2000 píxeles por línea.

Contraste

El nivel del contraste de una imagen se mide calculando la relación de luz entre una zona completamente blanca y una zona completamente negra. Según el método de medición, dicha relación puede variar enormemente por lo que conviene andarse con cierta cautela. Un índice de contraste de 1000:1 suele considerarse como respetable pero depende de factores múltiples. En efecto, la oscuridad nunca es absoluta en una sala de cine ya que, como mínimo, debe haber señalización para indicar las salidas de emergencia. Los proyectores DLP Cinema han sido especialmente diseñados para evitar la contaminación del haz óptico del proyector por fuentes de luz externas. Tales precauciones son imprescindibles para asegurarse de que las zonas oscuras de la imagen no parezcan grises en pantalla.

IV | Los equipos

Los fabricantes de **equipos de proyección y de servidores de imágenes**, procuran ampliar su oferta técnica y comercial para alcanzar un número de salas cada vez más extenso. Los modelos se multiplican y, con la competencia, los precios tenderán a la baja. Sin embargo, no hay que esperar milagros ya que esta tecnología sigue siendo altamente compleja y el mercado es limitado.

Ya existen muchos proyectores de gran alcance pero muy pocos de ellos responden a las exigencias cualitativas de las pantallas de gran tamaño.

Los proyectores

De momento, la tecnología DLP Cinema, basada en las matrices DMD de Texas Instruments, es la que mejor se adapta a la proyección de alta calidad en salas de cine. Sólo tres fabricantes disponen de la licencia necesaria para utilizar esta tecnología: **Barco** (Bélgica), **Christie** (EEUU) y **NEC-Digital Projection** (Japón). Les proponemos una selección de proyectores de gama alta, clasificados por orden alfabético, especialmente diseñados para el cine. Su precio de venta depende en gran medida de las opciones elegidas (las lentes, entre otras cosas). Varía de 70000 a 110000 €.

El coste actual de un sistema de proyección de 35 mm nuevo es de unos 50000 € que pueden amortizarse en 5 o 7 años, con una vida útil de más de 20 años. Los gastos de mantenimiento alcanzan aproximadamente el 5-7 % anual del precio de compra del sistema. En el caso de los proyectores digitales, aún no existen datos suficientes para evaluar su vida útil. Sin embargo, se considera que puede ser de unos 5-10 años, lo cual coincide con el tiempo de amortización de los equipos. En cuanto a su coste anual de mantenimiento, puede alcanzar el 10 o el 15 % de su precio de compra.

BARCO

Barco comercializa dos proyectores digitales especialmente diseñados para las proyecciones en salas de cine.

El DP-30

El DP 30 utiliza tres matrices DLP Cinema de 0,9 pulgadas, con un coeficiente de 5/4 y una resolución de 1280 x 1024 píxeles. Sus características técnicas anuncian una luminosidad de 6500 lúmenes y un coeficiente de contraste de 1250:1. Se recomienda una pantalla de 10 metros de ancho como máximo. Su consumo eléctrico es de 2550 W y su profundidad colorimétrica es de 15 bits. Se le pueden acoplar lentes anamórficas de x1,5 y x1,9. Por fin, se garantiza una vida útil de la lámpara de 1000 horas.



Proyector Barco DP-30.

EL DP 50

En conjunto, el DP-50 propone las mismas características técnicas que el DP-30: tres matrices DLP Cinema, una resolución de 1280 x 1024 píxeles, un coeficiente de contraste de 1350:1 y una profundidad colorimétrica de 15 bits. Se le pueden acoplar lentes anamórficas de x1,5 y x1,9. Sustituido por el DP-100, ya no existe en el mercado desde el mes de marzo de 2004.



Proyector Barco DP 50

DP 100

El DP-100 fue el primer proyector equipado con el nuevo chip 2K de Texas Instruments que ofrece una resolución de 2048 x 1080 píxeles y un coeficiente de 2/1. Con un factor de contraste optimizado de 1750:1, brinda una luminosidad de 18000 lúmenes y es capaz de proyectar imágenes en pantallas de hasta 24 metros de ancho. Su profundidad colorimétrica es de 15 bits. Se le pueden acoplar lentes anamórficas de x1,25 y x1,9. Por fin, se garantiza una vida útil de la lámpara 3000 W Osram de 1500 horas.



Proyector Barco DP-100.

CHRISTIE

El CP 2000 de Christie utiliza los mismos chips DLP Cinema que el DP-100, con una resolución de 2048 x 1080 píxeles y de una profundidad colorimétrica de 15 bits. Existen dos modelos: el CP 2000H y el CP 2000i cuya principal diferencia reside en la potencia luminosa de su lámpara (6000 W en el caso del 2000H, y 3000 W para el 2000i). El CP 2000 fue elegido en el Reino Unido en el ámbito del programa oficial de equipamiento llevado a cabo por el UK film Council.



Proyector Christie CP 2000.

CINEMECCANICA

Un acuerdo ha sido firmado entre Cinemeccanica y la sociedad Barco, siendo esta última encargada de la parte electrónica de tratamiento de la imagen (chip DMD 2048 x 1080, procesamiento digital de 15 bits). El resto del aparato fue diseñado por la firma italiana, ya famosa por sus proyectores de 35 mm. Los principales controles del equipo están en el panel trasero de manera que sea posible ubicarlo en una instalación existente, al lado de un proyector de 35 mm. Equipado con lámparas estándares de xenón, el equipo cuenta con un número reducido de piezas mecánicas (tales como los ventiladores de enfriamiento). Este proyector ya está funcionando en tres salas italianas (dos en Milán y el tercero en Porta Sant'Elpidio) en asociación con un servidor Avica.



Proyector Cinemeccanica CMC D2.

NEC / DIGITAL PROJECTION

En el año 2004, NEC y su socio, Digital Projection, adquirieron una licencia para poder utilizar la tecnología DLP Cinema 2K. El fruto de su trabajo es el iS8-2K, un proyector con resolución 2K basada en un chip DMD de 2048 x 1080 píxeles y una profundidad colorimétrica de 15 bits. El iS8-2K se distingue de sus competidores por su tamaño relativamente compacto. Fue seleccionado por el UK Film Council en el ámbito de su programa de equipamiento nacional.



Proyector NEC iS8-2K.

Otros proyectores en fase de desarrollo

JVC / KODAK

JVC y Kodak también han desarrollado su propio proyector de alta resolución. Con sus chips D-ILA y su resolución de 2048 x 1538 píxeles de 1,3 pulgadas de diagonal, ofrece un coeficiente de contraste de 1000:1 y una luminosidad de 7000 lúmenes. Por su lado, JVC desarrolló otro modelo con un chip de 3840 x 2048 píxeles de 1,7 pulgadas. Éste es el sistema usado por Kodak en su centro de investigación de Los Ángeles, el "Kodak Imaging Technology Center". Sin embargo, el acuerdo de colaboración entre JVC y Kodak está temporalmente estancado y no existe ninguna oferta comercial de momento.



Proyector Kodak / JVC con chips D-ILA.

SONY

Por su parte, Sony ha desarrollado un nuevo sistema basado en un chip 4K de muy alta resolución (4096 x 2160 píxeles) y una diagonal de 1,55 pulgadas. Se trata del SXR (Silicon X-tal Reflective Display) que funciona según el mismo principio reflectante que los chips DLP y D-ILA. El resultado son dos proyectores: el SRX-R110, que ofrece una luminosidad de 10000 ANSI lúmenes, y el SRX-R105 con una luminosidad de 5000 ANSI lúmenes. Estos equipos deberían comercializarse hacia finales de 2005. Sólo cabe preguntarse si dichos proyectores ofrecerán una calidad colorimétrica satisfactoria.



Proyector Sony SRX-R110.

Los servidores

Para que un equipo pueda proyectar imágenes, necesita un servidor informático que sustituye los tradicionales carretes de 35 mm. Las películas, los anuncios, los cortometrajes y demás tráileres son almacenados en discos duros seguros después de su codificación y encriptación. El tamaño extremadamente grande de los archivos digitales brutos implica una etapa de compresión de los datos, la cual debe ser lo más eficaz posible para no alterar demasiado la calidad de la imagen en pantalla. Para hacerse una idea de lo que representa, un largometraje de 90 minutos aún pesa alrededor de 60 GB una vez comprimido.

Las normas de compresión

Existen varios códecs estándares de compresión que son compatibles unos con otros. El más conocido y usado actualmente es el **MPEG 2** (siglas de Motion Picture Expert Group), códec utilizado para codificar las películas en DVD. Sin embargo, sus días están contados dado que ya se están diseñando nuevos algoritmos matemáticos que permiten reducir el impacto de la compresión en el resultado final. El más prometedor es el **JPEG 2000** pero su fase de desarrollo aún no está finalizada. Mientras tanto, algunos fabricantes de servidores han instalado sus propios códecs de compresión en sus máquinas.

En la práctica, la mayoría de los servidores actuales funcionan con el sistema de compresión MPEG 2, a excepción del V1-HD de Doremi, primer equipo dotado del sistema JPEG 2000. El precio de compra de estos servidores puede alcanzar 15000 o 25000 €.

AVICA

Avica comercializa una solución de servidores para salas de cine que se articula alrededor de un servidor central (Filmstore central), el cual alimenta diferentes servidores individuales (Filmstore player). Hasta ahora, los servidores Avica no incorporan el códec JPEG 2000. Sin embargo, según su constructor, los equipos serán compatibilizados en el futuro.



Esquema de principio de una red de servidores Avica.

DOLBY

Ya presente en la casi totalidad de las cabinas de proyección en lo que a sistemas de sonido se refiere, Dolby no podía quedarse al margen del mundo de la imagen por lo que ha desarrollado dos sistemas novedosos: el Show Player y el Show Store que soportan tanto el sonido como la imagen. Las películas codificadas de antemano, se almacenan en discos duros que pueden contener hasta 5 o 6 largometrajes de alrededor de 60 GB cada uno. De momento, las imágenes ofrecen una resolución HD, es decir, de 1920 x 1080 píxeles. En cuanto a su precio, los servidores Show Player y Show Store cuestan alrededor de 27000 \$ mientras que una masterización sale por unos 10000 \$. El precio de cada "copia digital" corresponde al del disco duro en el que se almacena, lo cual supone un coste insignificante. Actualmente, el sistema está instalado en cuatro salas: tres en los EEUU y uno en el Reino Unido.



Servidores Dolby Show Player y Show Store.

DOREMI

El primer servidor HD/2K que utiliza el códec de compresión JPEG 2000 ha sido desarrollado por la sociedad Doremi. Su modelo V1-HD comprime los datos en tiempo real a una velocidad cercana a los 160 Mbps, lo cual supone una capacidad de alrededor de 6 horas de programación.

Con su salida doble Dual-Link, alcanza un flujo de 300 Mbps con una resolución de 2K y un muestreo vídeo RGB 4:4:4 de 12 bits. Cabe destacar la utilización del V1-HD durante el Festival Julio Verne



Servidor Doremi V1-HD compatible con el formato JPEG 2000.

para la proyección del documental 3D de James Cameron "Aliens of the Deep". El dispositivo incluía dos proyectores Barco DP-100 equipados con filtros polarizantes. El V1-HD existe en dos versiones: un lector simple para las salas de cine y un lector/codificador JPEG 2000 destinado a los laboratorios o prestatarios.

XDC / EVS GROUP

Actualmente, los servidores EVS CineStore son distribuidos por XDC, nueva denominación del grupo. Los diferentes modelos se adaptan a las necesidades específicas de cada eslabón de la cadena cinematográfica, desde la compañía de posproducción hasta el exhibidor. De momento, todos los servidores CineStore utilizan la compresión MPEG 2, aunque el fabricante ofrece una actualización a cualquier futuro formato aceptado como norma internacional. Cada unidad es controlada por una aplicación específica que funciona bajo Windows. En cuanto a su explotación cinematográfica, XDC/EVS propone diferentes modelos:

El CineStore Plaza es un servidor centralizado dirigido a los multicines; y el CineStore Focus que se conecta directamente al proyector y es el servidor "satélite" del Plaza. También existe una unidad sencilla, el CineStore Solo, destinada a las salas con pantalla única. Equipado con un conector Gigabit Ethernet, puede conectarse al sistema de automatización del cine.

Puede almacenar hasta 20 horas de película codificada, que se descifran directamente en la salida. El proyeccionista puede elegir entre varios idiomas y subtítulos.



Servidor CineStore Solo de XDC.

KODAK

En los EEUU, Kodak ha lanzado una gama de servidores principalmente destinados a los anuncios proyectados antes de la propia programación. Actualmente, estos sistemas se utilizan en 900 salas de cine pero estos servidores no permiten proyectar largometrajes. Un nuevo modelo, el CineServer MN2000, debería salir dentro de poco. Fue presentado en Londres el pasado mes de enero y también se está probando actualmente en una sala de cine de EEUU.



CineServer de Kodak.

QUVIS

La compañía estadounidense QuVIS fue una de las primeras en comercializar un servidor destinado al cine digital en 1999. Los servidores QuVIS utilizan el JPEG 2000 y otro algoritmo de compresión desarrollado por la propia compañía, conocido bajo el nombre de QPETM (Quality Priority Encoding). Destinado a las salas de cine, este servidor soporta una amplia gama de formatos vídeo, desde el HD y el 2K hasta el 4K.

La encriptación de las películas se hace internamente usando un cifrado seguro de 128 bits. Finalmente, el servidor dispone de 8 salidas audio. En el año 2000, se eligió un servidor QuVIS para la inauguración del cine digital Gaumont Aquaboulevard (París). Entonces, un largometraje como Toy Story 2 sólo ocupaba 42 GB de espacio en el disco duro interno (reflejado en otra unidad para mayor seguridad).



QuVIS Cinema Player.

V | Las normalizaciones

35 mm: la fuerza de un estándar mundial

El 2 de febrero de 1909, el formato Edison de 35 mm con cuatro perforaciones por imagen fue adoptado como estándar por el Congreso Internacional de los Productores y Distribuidores de películas, presidido por Georges Méliès. Desde entonces, el formato de 35 mm se ha convertido en norma internacional, permitiendo la producción y el intercambio de copias aprovechables con cualquier proyector del mundo. Esta guía presenta las tecnologías y los equipos digitales que permiten proyectar películas en cines con un nivel de calidad igual o superior al de la proyección en 35 mm. Hasta ahora, no se ha fijado ninguna norma internacional referente a la proyección digital, aunque están emergiendo de forma cada vez más clara las grandes líneas de un futuro estándar.

La norma definida por DCI (Digital Cinema Initiatives)

Al no existir ninguna iniciativa internacional llevada a cabo por entidades gubernamentales para establecer normas en este ámbito, siete de las mayores productoras estadounidenses (Disney, Fox, MGM, Paramount, Sony Pictures Entertainment, Universal y Warner Bros) decidieron aunar sus esfuerzos creando el **DCI (Digital Cinema Initiatives)** cuyo objetivo es elaborar una lista de especificaciones. Dado el peso económico y estratégico de estas compañías, ningún fabricante puede permitirse pasar por alto estas especificaciones. De hecho, éstas harán las veces de norma. ¡En realidad, el DCI no se conforma con un estándar único de proyección digital sino cuatro! Las especificaciones técnicas pueden dividirse en cuatro categorías distintas, por orden descendente de calidad. La categoría más alta corresponde a las pantallas del cine de más de 15 metros de ancho mientras que la más baja se refiere a la proyección de videos en lugares públicos. El formato de compresión de imágenes adoptado es el JPEG 2000 y no el MPEG 2 aunque este último sigue siendo utilizado para la proyección digital D-Cinema y los DVD (con una compresión más fuerte, lo cual resulta en una calidad más baja).

La norma francesa AFNOR y la CST

En Francia, un grupo de trabajo amparado por la **CST (Comisión Técnica Nacional Francesa)** ha elaborado una relación de normas que están siendo homologadas por la asociación francesa de normalización (**AFNOR**). De forma general, la nueva norma francesa adopta las

recomendaciones del DCI, tales como una resolución mínima de 2048 píxeles por línea (equivalente a una resolución de 2K), una cadencia de 24 a 48 imágenes por segundo y una profundidad colorimétrica de 12 bits. Al final del proceso de consulta, cuando la norma quede aprobada (a finales del año 2005, probablemente), el CNC (Centre National de la Cinématographie) tendrá que definir las modalidades de aplicación de la norma. En cualquier caso, sea cual sea la resolución reglamentaria, no entrará en vigor hasta principios del 2006.

European Digital Cinema Forum (EDCF)

Presidido por la directora del Swedish Film Institute Ase Kleveland, el **foro europeo del cine digital (EDCF)** fue constituido el 13 de junio de 2001 y cuenta con unos 30 miembros de toda Europa, quienes representan diferentes organismos (CST, Danish Film Institute, CNC, UK Department of Trade and Industry...), compañías y asociaciones concernidos por la emergencia del cine digital. El foro aprovecha los salones profesionales tales como el NAB o el IBC para reunirse y estudiar las iniciativas y recomendaciones del DCI. Las tres comisiones del foro se encargan respectivamente de analizar los aspectos técnicos y comerciales así como los contenidos del cine digital.

Criptografazione e sicurezza

Para los titulares de los derechos, es imprescindible proteger las películas contra las copias ya que la industria del cine no está dispuesta a padecer las pérdidas que el fenómeno del MP3 ha acarreado para la industria de la música. Conscientes de la importancia de este tema, los fabricantes de proyectores y servidores digitales están incorporando **sistemas de cifrado** que impiden de forma casi total la reproducción digital de datos, dificultando además la filmación ilegal de películas en las salas de cine. Las imágenes proyectadas pueden "tatuarse" con marcas imperceptibles a simple vista si bien se revelan en una grabación hecha con una cámara y en todas sus sucesivas copias. De esta forma, se puede "trazar" la copia pirata de una película tatuada remontando hasta la fuente e identificando el lugar, la fecha e incluso la sesión durante la cual fue realizada la copia ilegal. Sin embargo, será difícil poner a punto un sistema que ofrezca total seguridad dejando a la vez suficiente libertad a los exhibidores en cuanto a la proyección de las películas. Los estudios y los exhibidores aún no se han puesto de acuerdo en un sistema que ofrezca suficiente protección dejando a los cines las mismas prerrogativas que las que tenían con las películas de 35 mm.

VI | Fechas clave del cine digital

Éstas son algunas de las fechas más importantes en la producción o distribución de películas digitales:

1990	“Dick Tracy”: primera película con sonido digital
1992	“Batman Returns”: primera película con sonido digital Dolby
1992	“Jurassic Park”: primera película con sonido digital DTS
Junio de 1999	“Star wars, primera parte”: en Estados Unidos (2 JVC, 2 TI), la película se proyectó en cuatro salas de cine
Año 1999	Distribución digital de las películas de animación “Toy Story 2”, “Tarzan” y “Dinosaurs” de Disney
Febrero de 2000	Primera proyección digital en la sala Gaumont Aquaboulevard de París de la película “Toy Story 2” (pantalla de 15,4 x 8,3 m)
Año 2001	“Vidocq” de Pitof: primer largometraje del mundo rodado en HD (unas semanas antes de “la segunda entrega de Star Wars”)
Festival de Cannes de 2002	“Dancer in the Dark”: primera película “sin película” premiada con la Palma de Oro
Febrero de 2004	“The Last Samurai”: es el 100º largometraje realizado con tecnología digital
Marzo de 2004	“Collateral” de Michael Mann: primer largometraje filmado principalmente con una cámara Viper de Thomson
2004	“Deux Frères” de Jean-Jacques Annaud, rodada en HD Cam Cinealta
2004	“Les gens honnêtes vivent en France” de Bob Decout: primer largometraje rodado con cámara HD Panasonic
Septiembre de 2004	Primera demostración del proyector Sony 4K
Noviembre de 2004	“Saraband”, última película de Ingmar Bergman, rodada en HD para la televisión y proyectada únicamente en salas equipadas con tecnología DLP Cinema

VII | Direcciones en Internet

Direcciones de algunas páginas Web sobre cine digital:

Fabricantes de proyectores:

Barco	www.barco.com
Christie	www.christiedigital.com
Cinemeccanica	www.cinemeccanica.it
Digital Projection	www.digitalprojection.com
JVC	www.jvc-victor.co.jp
NEC	www.nec-pj.com/products/dlpcinema/
Sony	www.sony.com

Fabricantes de servidores:

Avica	www.avicatech.com
Doremi	www.doremilabs.com
Kodak	www.kodak.com
Quvis	www.quvis.com
XDC	www.xdcinema.com

Compresión digital:

JPEG 2000	www.jpeg.org/jpeg2000/index.html
------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

Sonido digital:

Dolby	www.dolby.com
DTS	www.dtsonline.com

Normalización:

AFNOR	Association Française de Normalisation www.afnor.fr/portail.asp
CST	Commission Supérieure Technique www.cst.fr
DCI	Digital Cinema Initiatives www.dcinovies.com
EDCF	European Digital Cinema Forum www.digitalcinema-europe.com

Páginas Web de información acerca de la tecnología digital:

D Cinema today	Portal de información sobre cine digital (inglés) www.dcinematoday.com
Digital Cinema	Portal de información sobre cine digital (francés) www.digital-cinema.org
Texas Instruments	Información referente a la tecnología DLP Cinema www.dlp.com
UK Film Council	Informaciones referentes al Digital Screen Network www.ukfilmcouncil.org.uk

VIII | Glosario

Seguono alcune abbreviazioni incontrate spesso negli articoli dedicati al cinema digitale:

2K	Resolución de 2048 píxeles por línea
4K	Resolución de 4096 píxeles por línea
ANSI	American National Standards Institute
D-ILA	Digital Image Light Amplification, procedimiento desarrollado por JVC
DLP	Digital Light Processing
DMD	Digital Micromirror Device: matriz constituida por espejos microscópicos que reflejan la luz incidente
DVD	Digital Versatile (Video) Disk
HDTV	High Definition Television
IEEE	Institute for Electrical and Electronics Engineering
JPEG 2000	Estándar de compresión digital de imágenes
LCD	Liquid Crystal Display
MPEG	Motion Picture Expert Group
NTSC	National Television Standard Comitee
RGB	Siglas de Red, Green y Blue (rojo, verde y azul) que representan los tres colores primarios
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SXRD	Silicon X-tal Reflective Display
WM 9	Sistema de compresión de Windows Media Player 9, también llamado VC1

IX | Agradecimientos

Europa Cinemas agradece a los miembros de su Junta Directiva por su contribución en la redacción de esta guía:

Nico Simon, vicepresidente, responsable del grupo de trabajo "cine digital".

Ian Christie, vicepresidente

Henk Camping, secretario general

Jean-Marie Hermand, tesorero

Asimismo, agradecemos a **Serge Sirtzky**, Director de "Ecran Total" por su apoyo a lo largo del elaboración de esta guía, así como a **Alain Besse** de la C.S.T (Commission Supérieure Technique de l'Image et du son) por su participación en el grupo de trabajo "cine digital" de Europa Cinemas.

Europa Cinemas
54 rue Beaubourg, F 75003 Paris
Tel. 33 1 42 71 53 70
Fax. : 33 1 42 71 47 55
info@europa-cinemas.org
http://www.europa-cinemas.org

Presidente: Claude Miller

Director general: Claude-Eric Poiroux

Redactor de la guía digital: Fatima Djoumer
fatim@djoumer.de

Redactor adjunto: Antoine Trotet
atrotet@europa-cinemas.org

Autores: Philippe Loranchet, Europa Cinemas.
Philippe Loranchet es el autor del libro "Le cinéma numérique: la technique derrière la magie", publicado por Éditions Dujarric.

Traducción: Cinescript

Design: Ça Tourne, ★ Bronx



EUROPEAN UNION



Europa Cinemas is the first international film theatre network for the promotion of European, Mediterranean and African films supported by MEDIA Plus, Euromed Audiovisual and European Development Fund (European Union – Brussels), Centre National de la Cinématographie (Paris), Eurimages (Council of Europe – Strasbourg), Ministère des Affaires Étrangères (Paris), Agence Intergouvernementale de la Francophonie (Paris).

CNC

EUROMED
AUDIOVISUEL



EUROPA CINEMAS

President: Claude Miller
General Director: Claude-Eric Poiroux
Head of International Relations: Fatima Djoumer
Europa Cinemas, 54 rue Beaubourg, 75003 Paris, France
Tél. +33 (0) 1 42 71 53 70 – Fax +33 (0) 1 42 71 47 55
info@europa-cinemas.org

www.europa-cinemas.org