

# Guía del comprador de escáneres de libros

SCAN VERSUS PICTURE

▶ EXPLANATION VIDEO



Esta [guía para el comprador de escáneres de libros ha sido](#) publicada por Image Access, líder mundial en el mercado de escáneres de libros. Image Access produce varios modelos de escáneres de libros, así como otros escáneres, y cuenta con varias décadas de experiencia en el desarrollo de tecnologías de escaneo.

El lector comprenderá qué puede esperar de las distintas tecnologías de escaneo y también entenderá qué tipo de resultados puede esperar de una cámara digital. Muchos de los términos técnicos y sus explicaciones también pueden verificarse en Wikipedia y otras fuentes y animamos explícitamente al lector a verificar nuestras afirmaciones.

## Escaneo de libros



Los escáneres de libros son diferentes a cualquier otro escáner de documentos porque los libros no tienen una superficie plana. Mecánicamente, los libros son una pesadilla de manejar y si fueran reinventados por los ingenieros de hoy en día, vendrían en una forma interminable como la película, probablemente enrollada en dos pequeños tubos. Si este fuera el caso, no habría ninguna necesidad de un escáner de libros dedicado.

Por desgracia, Johannes Gutenberg no pensó en los escáneres cuando inventó los libros en su forma actual hace unos 600 años, por lo que es inevitable familiarizarse con la mecánica especial de un libro.

Aunque es posible escanear un libro en un escáner plano presionándolo contra la placa de cristal, esto puede dañar el lomo del libro y no es realmente la forma correcta de escanear un libro. Recomendamos encarecidamente el uso de un escáner de libros que escanee un libro abierto desde arriba, de la misma manera que se lee normalmente.

Se han desarrollado varios soportes para libros y otros soportes, todos ellos con sus ventajas e inconvenientes. Dado que los impactos mecánicos sobre un libro son obvios para cualquiera que vea un escáner de libros físicamente, en un vídeo o incluso en un folleto, nos hemos abstenido de analizar estos aspectos. En su lugar, queremos centrarnos en las características más sutiles de los escáneres de libros, que también son más vulnerables a la información engañosa o incorrecta.



El mercado de los escáneres de libros está dominado por tres grandes proveedores, **Image Access**, **I2S** y **Zeutschel**, pero muchas pequeñas empresas también intentan hacerse con su parte. Por desgracia para el cliente, algunas de estas empresas reclaman especificaciones muy poco realistas para sus dispositivos y están elevando las expectativas por encima de los límites definidos por los conocimientos actuales de la física moderna.

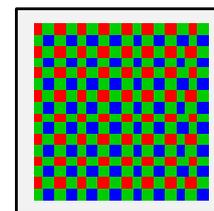
En los últimos dos años, algunos proveedores han montado cámaras digitales sobre un soporte y equipadas con una pantalla para competir con los verdaderos escáneres de libros. También llaman a sus sistemas de cámaras digitales "escáneres de libros", lo cual no es cierto porque un escáner escanea un documento y una cámara digital hace una foto. Esto ha provocado cierto nivel de confusión en el mercado y la intención de este documento es explicar las diferentes técnicas y su impacto en la calidad de la imagen, el manejo del libro y la vida útil esperada de una manera no sesgada.

La intención de esta **Guía para el comprador de escáneres de libros** es explicar ciertos términos técnicos y su impacto en la calidad, la velocidad y el manejo del escaneo de libros de forma imparcial. La segunda intención es proporcionar herramientas y tablas de medición fáciles de usar para determinar la resolución, la cantidad de píxeles en las cámaras y otros factores necesarios para lograr la calidad deseada.

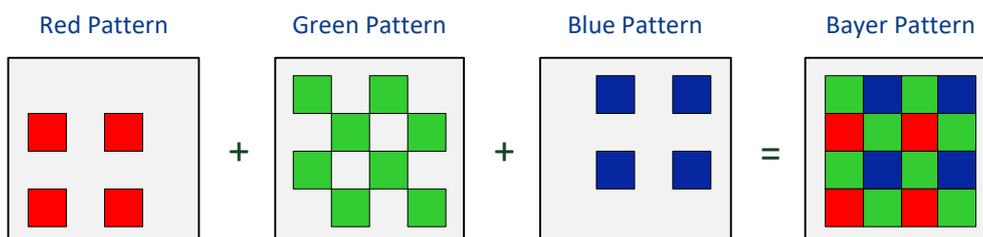
## Cámaras digitales

Las cámaras digitales utilizan CCDs de área compuestos por muchos píxeles extremadamente pequeños, que se cubren con un **patrón Bayer formado** por dos píxeles verdes, uno rojo y uno azul dispuestos en cuádruple. Esto reduce la resolución en un factor de dos para el canal verde y en un factor de cuatro para los canales rojo y azul. Su pequeño tamaño también aumenta el ruido en comparación con los sensores lineales. Estos sensores de imagen CCD de área no son adecuados para los escáneres, ya que no escanean, sino que toman fotografías.

Bayer Pattern CCD



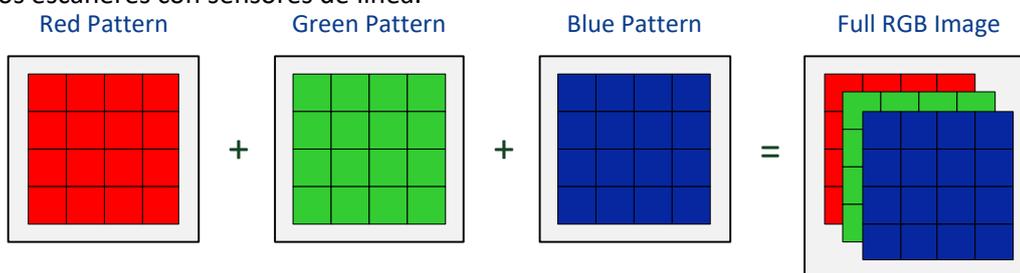
Los siguientes diagramas muestran cómo se genera una imagen de patrón Bayer de una cámara digital.



Si un vendedor dice ofrecer un "escáner" con una cámara de una sola toma, una cámara matricial o un chip, lo más probable es que se trate de una cámara digital ordinaria montada en un marco excesivamente caro.

Hay una excepción de otro vendedor de escáneres de libros. Utilizan un sensor monocromo de alta resolución y toman **tres exposiciones con diferentes filtros** delante del sensor. Cada exposición utiliza todos los píxeles y después se componen en una imagen RGB completa como hacen todos los demás escáneres ordinarios. Dado que cada exposición dura unos segundos, hay que asegurarse de que no haya ningún movimiento del objeto o de la cámara del escáner, ya que de lo contrario las tres imágenes no coincidirán. El mejor modelo de este proveedor utiliza chips de 140MPixel para obtener una resolución de 600dpi en un área de DIN A2.

El siguiente diagrama muestra cómo se compone una imagen RGB completa con tres exposiciones tomadas con filtros de color rojo, verde y azul. **Sólo las cámaras de tres disparos con filtros de color** tienen la misma calidad que los escáneres con sensores de línea.



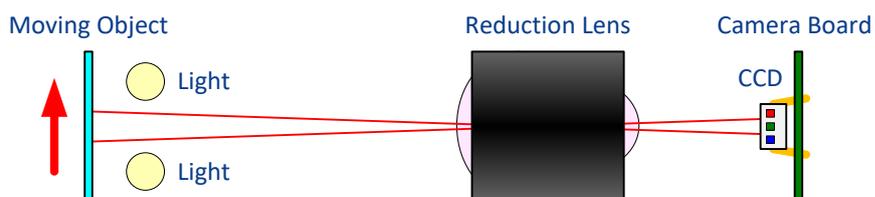
Es posible conseguir buenos resultados con esta técnica, siempre que el libro esté completamente plano, lo que implica que se presione contra una placa de cristal.

Una cámara digital está diseñada para tomar fotografías de objetos a distintas distancias, algunas enfocadas y otras desenfocadas. Una cámara digital no está diseñada para sustituir a un escáner.

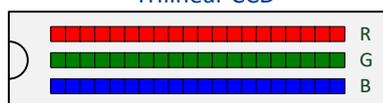
## Escáneres

**Las siguientes empresas sólo utilizan sensores de línea para sus escáneres:** Avision, Canon, Contex, Colortrac, Cruse, Epson, Fujitsu, Graphtec, HP, Image Access, Kip, Oce, Panasonic, IBML, Inotek, Microtek, Kodak, Ricoh, Rowe, Xerox, Zeuschel, ninguno de estos proveedores utiliza la tecnología digicam para sus escáneres y hay buenas razones para ello. Los escáneres profesionales tienen sensores lineales que capturan las líneas rojas, verdes y azules, una tras otra, de un documento iluminado con luz blanca. La imagen se reduce mediante una lente y se proyecta en el sensor CCD lineal. El objeto (documento) se mueve de forma sincronizada con la exposición de los elementos del CCD. En un escáner de libros, la cámara y el sistema de lentes pueden estar en movimiento o un espejo giratorio escanea sobre el objeto simulando un movimiento.

El elemento rojo capturaré una línea de una imagen seguida por un elemento verde y un elemento azul. Después de que el ordenador haya desplazado estas líneas en el orden correcto, la imagen consistirá en valores RGB en la resolución completa sin ningún artefacto de patrón Bayer.



Trilinear CCD

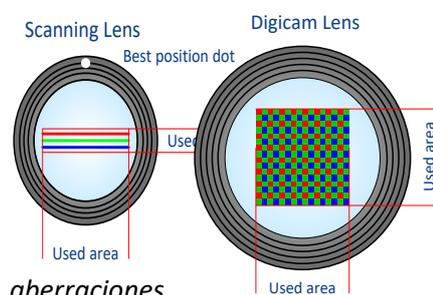


Los sensores trilineales convierten la luz en su superficie en señales eléctricas. Los filtros de color para el rojo, el verde y el azul en tres filas consecutivas de elementos CCD proporcionan una gama de colores muy alta, típica de los escáneres CCD. El tamaño de los píxeles de los sensores

CCD de alta calidad es bastante grande;  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  es un valor típico y el tamaño importa. Los píxeles más grandes ayudan a reducir el ruido y otros efectos de degradación de la imagen.

## Lentes de escáner

Un píxel en el original con una resolución de 600 ppp tiene una dimensión de  $64\mu\text{m} \times 64\mu\text{m}$ , por lo que debe utilizarse una lente de reducción 1:6.4 en caso de que los elementos del CCD sean de  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ . Esto da lugar a una gran longitud de pista con una gran profundidad focal. Hoy en día, casi todos los escáneres de libros utilizan una cámara compuesta por una lente y un elemento CCD lineal alineados de forma que sólo cambia la distancia entre estos elementos para mantener el enfoque correcto durante el barrido sobre el libro.



aberraciones

La calidad del objetivo reductor es un factor muy importante que influye en la calidad general del sistema de escaneado, pero las limitaciones son mucho menores en comparación con los objetivos de las cámaras digitales de alta calidad. La razón es el hecho de que sólo se utiliza la parte central de la lente debido a la naturaleza del sensor de líneas. El objetivo de una cámara digital no sólo tendría que tener casi el doble de diámetro, sino que también mostraría importantes cromáticas, imprecisiones geométricas como distorsiones de cojín de

alfiler y una pérdida de intensidad en las esquinas exteriores. Los escáneres también se utilizan para aplicaciones de control de calidad más allá del punto en el que sólo hay que tomar una foto, por lo que la precisión es un factor clave.

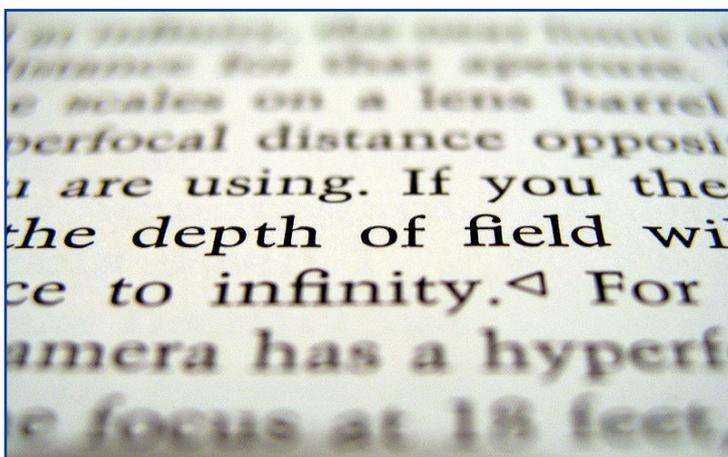
**Una "imagen bonita" no es un sustituto de un escaneo preciso.**

## Principios de escaneo

Los libros no tienen una superficie plana, por lo que es necesario escanear a lo largo de la superficie curva del libro mientras se ajusta constantemente la distancia focal para mantener el enfoque. Hay dos maneras de escanear un libro, que normalmente se coloca en el lecho de escaneado en orientación horizontal. Una forma es escanear de arriba a abajo (o viceversa) y la otra es escanear de izquierda a derecha (o de derecha a izquierda). Ambos métodos tienen sus ventajas, pero hay dos diferencias distintivas: el número de píxeles necesario en la cámara CCD es mayor si se escanea de arriba a abajo en comparación con el escaneo del borde más corto. El factor es aproximadamente 1:1,4 porque éste es el factor entre el borde más largo y el borde más corto de un libro abierto en formato DIN. La otra diferencia es que el escáner tiene que recorrer una distancia más corta si escanea de arriba a abajo y el tiempo de escaneo es menor.

Si un escáner es capaz de escanear desde un lado y si además es capaz de ajustar continuamente el enfoque y la resolución mientras se desplaza por la superficie curva, puede construirse para escanear documentos planos, libros abiertos e incluso libros no abiertos del todo mientras descansan en un soporte en forma de V. Si un escáner escanea de arriba a abajo, puede hacer lo mismo con la excepción de la capacidad de escanear documentos planos y en forma de V al mismo tiempo.

Algunos vendedores utilizan cámaras digitales y afirman que también son escáneres de libros, lo que obviamente no es cierto. Una cámara digital sólo puede tomar una foto de un documento perfectamente plano y tampoco es adecuada para la impresión en blanco y negro de alta resolución. Para superar esto hasta cierto punto, estos vendedores utilizan una distancia focal muy larga que hace que sus escáneres sean muy altos.



Otra forma de ocultar estos problemas es utilizar cámaras baratas con chip de baja resolución, ya que a menor resolución, mayor rango focal.

## Vida útil

Los escáneres de libros pueden alcanzar más de 5 millones de escaneos durante la vida útil del escáner. Muchas cámaras digitales no logran ni 1 millón, los detalles se pueden encontrar aquí: [www.olegkikin.com/shutterlife](http://www.olegkikin.com/shutterlife).

Tenga en cuenta que los departamentos de marketing de algunos proveedores de cámaras digitales son más creativos que sus departamentos de ingeniería. Hemos visto cámaras libro anunciadas con **300.000.000 de** ciclos de exposición, lo que se traduce en una esperanza de vida típica de 240 años. Muchos clientes ya se han arrepentido de sus decisiones de compra basadas en las especificaciones publicadas o incluso en los datos introducidos en las licitaciones oficiales, ya que algunas de estas especificaciones son muy engañosas, si no completamente erróneas.

**Haga responsable al vendedor de sus especificaciones. Antes de comprar, pida escaneos de muestra con la resolución más alta que se diga. No te creas ninguna cifra de ppp o megapíxeles antes de haberla verificado tú mismo.**

**Pero, ¿qué es la resolución y cuánta resolución necesita un determinado proyecto de digitalización? Este es uno de los temas más confusos en el mercado de los escáneres de libros y el siguiente capítulo pretende explicar la verdad imparcial desde un enfoque científico.**

## Resolución de la pantalla

Las pantallas TFT actuales tienen 1600\*1200 píxeles en una diagonal de 23" o quizás 1920\*1080 en una diagonal de 24". Esto suele dar una resolución de 96 píxeles (en realidad, tripletes de píxeles rojos, verdes y azules) por pulgada. Supongamos 100 ppp para una pantalla normal para facilitar los siguientes cálculos.

Si se muestra un escaneo realizado a una resolución de 100 ppp en su tamaño original (1:1, se muestra cada píxel) en una pantalla TFT típica, se ajustará perfectamente al tamaño original. A 200dpi la imagen en la pantalla es el doble de ancha y el doble que el original. A 400 ppp, se multiplica por cuatro. Con este conocimiento puedes hacer fácilmente una comprobación rápida de la resolución geométrica y compararla con lo que se anuncia. Puede que no te lo creas, pero algunos vendedores realmente engañan. Hemos visto un escáner de 150 ppp anunciado como de 400 ppp y, en este caso concreto, incluso las propiedades del archivo estaban falseadas.

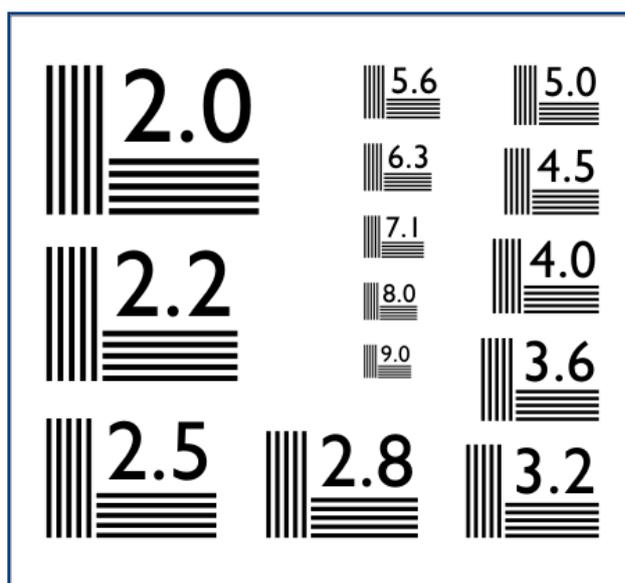
**Busque un detalle en el documento original que sea tan grande como el borde más corto de su tarjeta de presentación y mida si este detalle en la pantalla es tan largo como el borde más largo de su tarjeta de presentación para un escaneo de 200 ppp, 1.5 veces más largo para un escaneo de 300 ppp y dos veces más largo para un escaneo de 400 ppp.**

## Resolución del escáner

Lo más confuso es el hecho de que el término "resolución" en el mundo digital ya no describe la resolución del sistema, sino la resolución geométrica de los elementos ópticos, normalmente los elementos CCD. La resolución geométrica se comprobó en el capítulo anterior. La imagen de la página anterior tiene la misma resolución geométrica de 300 ppp tanto en la parte superior e inferior como en el centro. Está claro que la capacidad de "resolver detalles" es buena en el centro, pero mala por encima y por debajo del plano focal.

Una forma ampliamente aceptada de determinar la resolución real del sistema es utilizar varios gráficos de prueba de resolución. Uno de los gráficos más populares y fáciles de usar es el que se muestra a la derecha. Este objetivo de prueba de pares de líneas puede encontrarse en muchos otros objetivos de prueba como el objetivo de prueba CSTT de Image Access o el objetivo de prueba UTT (Universal Test Target) [www.universaltesttarget.com](http://www.universaltesttarget.com)

El objetivo consiste en varias manchas de cinco líneas negras separadas por cuatro líneas blancas de diferentes tamaños. El número 2.0, por ejemplo, significa que hay dos pares de líneas (dos negras y dos blancas) por milímetro.



Otros objetivos de prueba se utilizan para comprobar las variaciones de la iluminación, el equilibrio de tonos grises, la fidelidad del color y las distorsiones geométricas. Se puede realizar una medición objetiva con herramientas de terceros como Image Engineering, así como con herramientas de proveedores de escáneres de libros como Image Access. No se sabe que ninguno de los proveedores de cámaras digitales que dicen producir escáneres de libros admita el control de calidad automático a través de la tabla de pruebas UTT o de cualquier otra tabla.

Para determinar la **resolución del sistema** de un escáner **en dpi**, debe escanear un objetivo de prueba como el de arriba. Un objetivo de alta calidad basado en papel como el CSTT de Image Access es suficiente hasta 6.0 pares de líneas por mm, por encima de este valor se debe utilizar un objetivo de alta resolución basado en película para obtener resultados correctos. Para evitar cualquier efecto de muestreo que pueda producir artefactos de moaré, el objetivo de prueba debe estar orientado en un ángulo de 45°. Observe el escaneado en su tamaño original (1:1) e intente contar las líneas negras. Recuerde, por ejemplo, el número 4.0, con el que está seguro de ver exactamente cinco líneas, ni más ni menos. La siguiente tabla traduce este valor a la resolución real del sistema. Pruébalo también en los bordes exteriores de un documento, ya que éstos suelen tener menos resolución, sobre todo si el escaneo no es un escaneo sino sólo una foto de una digicam.

LP/mm	Sistema de ppp	Escanear el objetivo de la prueba
2.0	100	Impresión de alta calidad (Image Access CSTT o UTT)
3.0	150	Impresión de alta calidad (Image Access CSTT o UTT)
4.0	200	Impresión de alta calidad (Image Access CSTT o UTT)
5.0	250	Impresión de alta calidad (Image Access CSTT o UTT)
6.0	300	Impresión de alta calidad (Image Access CSTT o UTT)
7.0	350	Impresión de alta calidad (Image Access CSTT o UTT)
8.0	400	Impresión de alta calidad (Image Access CSTT o UTT)
10.0	500	Objetivo basado en la película necesaria (UTT)
12.0	600	Objetivo basado en la película necesaria (UTT)

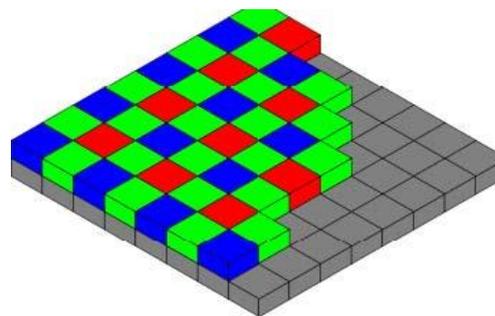
Determina el número con el que todavía puedes contar cinco líneas negras, multiplica el valor por 50 y obtendrás la resolución del sistema en ppp. No tengas en cuenta los valores superiores que aparecen en el material publicitario, las promesas de los vendedores y las especificaciones.

## Eficiencia del muestreo

La eficacia del muestreo es otra forma de abordar el mismo tema: comparar la resolución real. Un escáner tiene una resolución de 300 ppp, lo que significa que deberíamos ver 6.0 pares de líneas por mm. Si sólo vemos 4 pares de líneas por mm (las cámaras digitales muestran incluso menos que eso), la eficiencia de muestreo es de  $4.0/6.0 = 66\%$ . Cuanto mayor sea la eficiencia de muestreo, mejor será el sistema óptico en general. Un valor superior al 80% es lo suficientemente alto como para poder afirmar que la resolución geométrica se acerca a la resolución real. Las cámaras digitales suelen tener un valor inferior al 60%, lo que básicamente indica que la resolución real está entre el 50% y el 70% de la resolución declarada.

## Resolución de la cámara digital

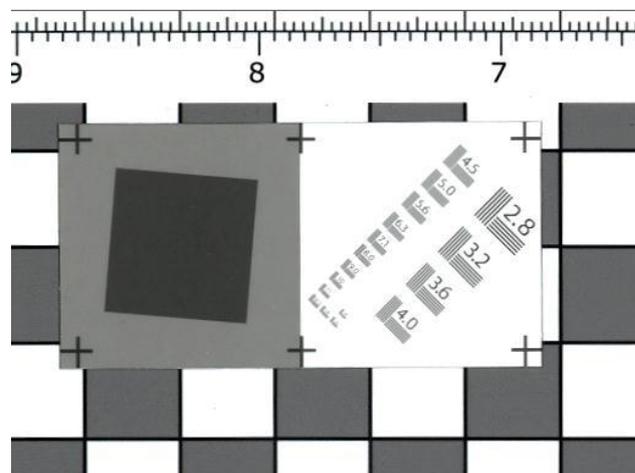
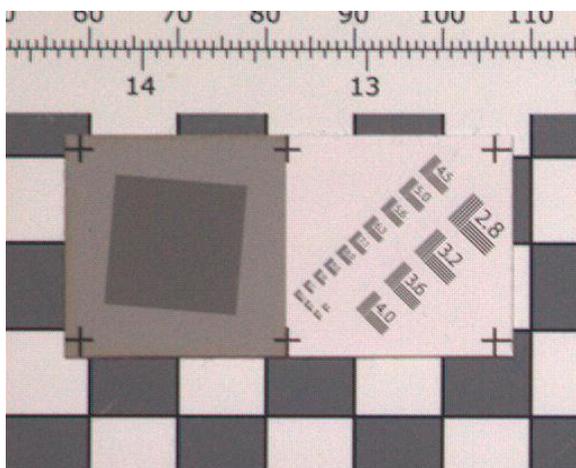
Las cámaras digitales no se inventaron para **sustituir a los escáneres**. Su finalidad es **tomar fotografías** de objetos tridimensionales junto con otros objetos. Dado que sólo existe un plano focal, muchos de los objetos de una foto típica tomada con una cámara digital estarán desenfocados de todos modos, lo que permite una menor nitidez general que la que se puede capturar con un escáner. En una imagen típica, la región de interés está en algún lugar cercano al centro, lo que oculta el hecho de que el objetivo pierde nitidez, precisión geométrica y registro de color en los bordes de la imagen.



Un escáner escanea el rojo, el verde y el azul secuencialmente, uno tras otro, y produce píxeles RGB perfectamente buenos desde el punto de vista geométrico.

Todas las cámaras digitales tienen un **patrón Bayer**, que reduce la resolución efectiva a la mitad para el canal verde y a un cuarto para los canales rojo y azul. Los píxeles tienen que ser interpolados en el software, lo que produce aún más artefactos.

La imagen de la izquierda de abajo es de un sistema de cámara digital, la de la derecha es de un escáner de libros reales. Ambas están escaneadas a 200dpi sólo porque ésta es la máxima resolución que admite la cámara digital. El vendedor lo llama escáner de libros, pero si se comparan las dos imágenes, la diferencia se hace evidente. La imagen de la izquierda está borrosa y llena de artefactos. También tiene un nivel de ruido muy alto, típico de las cámaras digitales de gama baja con su tamaño de píxel extremadamente pequeño. Muchas cámaras digitales intentan suavizar el ruido y sacrificar aún más detalles, lo que es inaceptable para el escaneo de documentos.



**Imagen de una cámara digital book2net\*.**      **Escaneo desde un escáner Bookeye 4**

La incapacidad de producir líneas rectas en blanco y negro también hace que sea muy difícil para cualquier software OCR reconocer el texto borroso.

**Una cámara digital no es un escáner. Está diseñada para tomar fotos de objetos a distancias variables, mientras que un escáner está diseñado para escanear un documento a una distancia muy bien definida, produciendo imágenes nítidas y definidas.**

## Tamaño del documento

Los escáneres normales de alimentación de hojas tienen una anchura de documento máxima fija y una longitud de documento algo ilimitada. Esto se debe a que un escáner toma constantemente imágenes línea por línea mientras el documento se mueve delante de su cámara de línea. Se trata de "escanear" el documento línea por línea, a diferencia de "hacer una foto". Desde un punto de vista técnico, no hay diferencia entre un sistema que mueve el documento y un sistema que mueve la cámara, aunque el segundo suele tener una longitud limitada.

Los escáneres de libros tienen una anchura y una longitud máximas del documento, que suelen estar especificadas en formato DIN. Dado que escanean un área fija, el lector debe evaluar cuidadosamente el tamaño real del área de escaneado. El departamento de marketing de un proveedor, cuyo escáner escanea sólo un 20% más que el A3, inventó el término "casi DIN A2".

Una vez que haya determinado la resolución adecuada del sistema, como se ha comentado en el capítulo anterior, deberá especificar el tamaño máximo del documento que se va a escanear. Cuanto más grande sea el documento de origen, más píxeles se necesitarán. La siguiente tabla muestra el número de píxeles necesarios para un escáner que escanea a lo largo del borde más largo de un documento y un escáner que escanea a lo largo del borde más corto de un documento. El primero necesita menos píxeles y más tiempo, el segundo necesita más píxeles y menos tiempo.

Algunos vendedores utilizan cámaras digitales y afirman que también son escáneres, lo cual no es cierto. Todas las cámaras digitales tienen un único plano focal y, por lo tanto, sólo pueden tomar una imagen de alta resolución de un documento perfectamente plano, y un libro nunca es perfectamente plano. La imposibilidad de ajustar el enfoque durante un escaneo hace que sea absolutamente obligatorio tener la cámara y el objeto precisamente perpendiculares entre sí.

## Guía del comprador de escáneres de libros

No obstante, en la siguiente tabla hemos enumerado los requisitos de megapíxeles para las cámaras digitales. Un píxel se define por un porcentaje de rojo, verde y azul y, en el caso de la digicam, un píxel tiene un porcentaje de verde y rojo con el contenido azul interpolado o un verde y un azul con el contenido rojo interpolado.

	A0 /Tamaño E	A1 / Tamaño D	A2 / Tamaño C	A3 / tamaño B	A4 / carta
Escanear de izquierda a derecha <b>200dpi</b>	3 x 6700	3 x 4700	3 x 3400	3 x 2400	3 x 1700
Escanear de arriba a abajo	3 x 9400	3 x 6700	3 x 4700	3 x 3400	3 x 2400
Digicam	124 Mpixel	62 Mpixel	31 Mpixel	16 Mpixel	8 Mpixel
Escanear de izquierda a derecha <b>300dpi</b>	3 x 10000	3 x 7100	3 x 5000	3 x 3600	3 x 2500
Escanear de arriba a abajo	3 x 14100	3 x 10000	3 x 7100	3 x 5000	3 x 3600
Digicam	279 Mpixel	140 Mpixel	70 Mpixel	35 Mpixel	18 Mpixel
Escanear de izquierda a derecha <b>400dpi</b>	3 x 13300	3 x 9400	3 x 6700	3 x 4700	3 x 3400
Escanear de arriba a abajo	3 x 18800	3 x 13300	3 x 9400	3 x 6700	3 x 4700
Digicam	496 Mpixel	248 Mpixel	124 Mpixel	62 Mpixel	31 Mpixel
Escanear de izquierda a derecha <b>600dpi</b>	3 x 19900	3 x 14100	3 x 10000	3 x 7100	3 x 5000
Escanear de arriba a abajo	3 x 28100	3 x 19900	3 x 14100	3 x 10000	3 x 7100
Digicam	1116 Mpixel	558 Mpixel	279 Mpixel	140 Mpixel	70 Mpixel

**Nota:** Si un proveedor muestra la mitad del número de píxeles de lo que se muestra en la lista anterior, cuenta todos los píxeles rojos, verdes y azules juntos e interpola los dos colores que faltan por píxel. En otras palabras, 1/3 de los píxeles son reales y 2/3 son interpolados. La tabla anterior supone que 2/3 de la información de color de un píxel es real y sólo 1/3 interpolada, lo que sigue siendo una calidad inferior a la que puede producir un escáner.

Algunos proveedores afirman que pueden capturar imágenes **DIN A2** a 400 ppp con sus cámaras digitales de 30 megapíxeles, pero la tabla anterior demuestra que están equivocados porque para ello se necesitan al menos **124 megapíxeles**. A 600 ppp, los sensores de las cámaras digitales más grandes disponibles hoy en día, que cuestan miles de dólares o euros, sólo pueden producir una imagen de tamaño A4, que es demasiado pequeña para el escaneo serio de libros.

**Todos los escáneres de libros tienen cámaras de línea de alta resolución, de lo contrario no se llamarían escáneres. Si un vendedor que utiliza una cámara digital afirma que se acerca a las resoluciones típicas de los escáneres de 300 ppp y superiores, compruebe la tabla anterior y averigüe la verdad.**

## Velocidad y exposición

El proceso de escaneo toma varios miles de imágenes por segundo y, por tanto, es muy insensible a las imperfecciones del movimiento del documento, las vibraciones, etc. Las cámaras de los escáneres sólo iluminan la pequeña área que realmente escanean con una luz intensa y de alta calidad que, a cambio, proporciona imágenes de alta calidad y bajo ruido. Los tiempos de exposición típicos están en el rango de 250 $\mu$ s a 1.500 $\mu$ s. Por otro lado, las cámaras digitales de alta resolución tienen tiempos de exposición de un par de segundos, lo que las hace muy sensibles a todo tipo de movimientos de la cámara, el libro, el usuario e incluso el suelo de la habitación en la que está instalada la cámara digital.

La cantidad de luz también es un factor determinante de la calidad. Algunos proveedores afirman que sus escáneres no necesitan luz en absoluto y que, por tanto, no emiten ningún tipo de luz infrarroja o UV. Mientras que la segunda afirmación es obviamente cierta, la primera es engañosa. Estos escáneres dependen completamente de la luz ambiental para el proceso de escaneo, lo que equivale a tomar una foto con una cámara digital sin flash. Todo el mundo sabe que el resultado de una foto de este tipo es muy impredecible en términos de equilibrio de color, ruido, reflejos, etc.

Los buenos escáneres de libros tienen su propia fuente de luz bien controlada y de alta calidad. El nivel de luz debe ser alto en el área de interés y no debe iluminar nada fuera de esta área. El alto nivel de iluminación del escáner es necesario para potenciar la "luz buena" del escáner a un nivel mucho más alto que la luz ambiental, de modo que anule todas las imperfecciones introducidas por la luz ambiental. La fuente de luz del escáner debe ser normalmente 10 - 20 veces más brillante que la luz ambiental, reduciendo la sensibilidad al nivel de luz ambiental no controlada a un nivel invisible.

Al mismo tiempo, todas las zonas que no se estén escaneando en un momento dado sólo deben estar sometidas a una exposición lumínica limitada para proteger los libros y al operador del escáner. Los escáneres de libros que obedecen estas reglas tienen una barra luminosa móvil de luz LED de alta intensidad que barre la superficie del libro mientras se escanea. La intensidad de la luz se controla durante el escaneo para iluminar perfectamente el libro incluso a diferentes distancias y ángulos. Todos los escáneres de libros de los principales operadores del mercado funcionan con una barra de luz móvil.

**Un escáner de libros moderno utiliza una barra de luz móvil generada por LEDs de alta calidad. Un dispositivo que ilumina toda el área de escaneo a la vez o no lo hace, lo más probable es que no sea un escáner, sino una cámara digital demasiado cara.**

## Bits, densidad y ruido

Probablemente el mayor error sobre la tecnología de los escáneres es el que se refiere a la profundidad de bits por color, también llamada resolución de color. Lo primero que hay que recordar es que la profundidad de bits y el rango dinámico NO son lo mismo. Van a sonar muy parecido, pero no lo son y esta diferencia se explicará aquí. La mayoría de los escáneres tienen ahora una profundidad de color de al menos 30 bits y muchos tienen una profundidad de color de 36, 42 o 48 bits. Se necesitan más bits para mantener los valores numéricos que contienen un mejor rango dinámico. Aunque los dos factores se asocian a menudo, existe también un segundo requisito. Se necesita un CCD y una electrónica de alta calidad y bajo ruido (es decir, caros) para obtener un mejor rango dinámico. El hecho de que un escáner diga tener 48 bits de profundidad de color no tiene nada que ver con su densidad óptica real. Sólo significa que se utilizan convertidores A/D de 16 bits.

La siguiente tabla muestra la densidad máxima teórica para varias profundidades de bits. Si estos valores se encuentran en la hoja de especificaciones de un escáner, es seguro ignorarlos por completo porque sólo especifican el tamaño del contenedor, no el contenido.

Total de Bits	Pasos binarios	Densidad máxima (sin ruido)	Densidad máxima (ruido de 1 bit)
30	1024	3.0	2.7
36	4096	3.6	3.3
42	16384	4.2	3.9
48	65536	4.8	4.5

Material	Densidad máxima
Impresión de periódicos	< 1.8
Papel fotográfico reflectante	2.0
Mejor impresión en papel	2.6
Las mejores transparencias de película	3.2

Los rangos de densidad en el mundo real son mucho más bajos de lo esperado. La tabla de la izquierda muestra los rangos de densidad de varios materiales

El mensaje es claro: 36 bits de resolución pueden contener todos los valores numéricos necesarios para representar el rango de densidad que se encuentra en las mejores transparencias de película. Un contenedor mayor, de 42 o 48 bits, es un desperdicio, sobre todo porque manejar más datos ralentiza todos los sistemas. Algunos sistemas pueden utilizar más de 36 bits de resolución para permitir la corrección del brillo y la gamma en el software en un paso posterior del procesamiento, pero esto no significa que la densidad también aumente.

Mucho más importante que la profundidad de color es el nivel de ruido del sistema. Los escáneres de libros modernos tienen cámaras de línea con grandes píxeles de hasta 10\*10µm que pueden recoger muchos fotones antes de saturarse. Más fotones significan menos ruido. Si el tamaño del píxel se reduce a la mitad, se duplica el ruido, un problema al que tienen que hacer frente todas las cámaras digitales de alta resolución. Hoy en día, los píxeles de una digicam son sólo una décima parte del tamaño de una cámara de línea y se necesita mucha computación para obtener una imagen medianamente decente de ellos. El viejo dicho "cuanto más grande, mejor" se aplica plenamente a los elementos CCD.

**Una resolución de color de 36 bits es más que suficiente para un escáner de libros. Cualquier cosa por encima de eso puede resultar atractiva en un folleto, pero es inútil. Más importantes son el nivel de iluminación y el tamaño de los píxeles.**