

## La reproducción del color en la industria gráfica

Mgter. María Cristina Portalupi. Marzo 2010

### Del error de quienes ejercen la praxis sin ciencia.

*“Aquellos que se enamoran de la praxis sin la ciencia, son como navegantes que se embarcan sin timón ni brújula; nunca sabrán qué rumbo van a tomar. Toda la praxis debe estar fundamentada siempre en una buena teoría.”*

“El libro de la pintura” Leonardo da Vinci

#### Temas

- 1- La impresión.
- 2- Imágenes imprimibles.
- 3- Materia colorante.
- 4- Atributos de las tintas.
- 5- Tramas de impresión.

#### Objetivos

- Recuperación de conocimientos previos Tecnología I. Software y Tecnología II. Insumos
- Identificación y conocer los tipos de tramas y conocer el proceso de separación digital del color.

## El concepto de imprimir

En este material vamos a recuperar los conceptos básicos que vimos en primer año, con respecto a:

- Los elementos que intervienen en el proceso de impresión.
- Los principios básicos de los sistemas industriales de impresión

Y de la tecnología de segundo año:

- Las características de las tintas (materias colorantes).
- Los soporte de impresión.

### Imprimir:

*“Dejar una marca, texto escrito, dibujo o figura en un papel u otro soporte por medio de procedimientos mecánicos o digitales”.*

Los elementos fundamentales que intervienen en un proceso de impresión:

- 1- La **Forma Impresora**, que es el elemento que transfiere la imagen entintada al soporte.
- 2- La **Tinta, o materia colorante**, que permite la impronta sobre el soporte.
- 3- El **Soporte**, donde actúa la materia colorante: papel, textil, cerámica, plástico, cartón, metal, vidrio.
- 4- Las **Máquinas**, que realizan la impresión.

La forma en que la tinta se transfiere al soporte determina los sistemas de impresión:

#### **Impresión en relieve.**

Es el sistema más antiguo, su antecedente es el grabado en madera

#### Xilografía

**La imagen a imprimir se encuentra en relieve, como en un sello.**



A este sistema se lo denomina tipográfico ya casi no se utiliza pero quedan algunos talleres artesanales.

En la actualidad este principio de relieve es utilizado por dos sistemas de impresión:

- Flexografía, sistema directo.

Se imprimen materiales plásticos, especialmente envases flexibles, papel, cartón corrugado, bolsas, tapas, etc.



- Offset seco: sistema directo (con mantilla) o indirecto (con cilindro anilox) los polímeros son de menor espesor y se imprimen objetos de revolución, como latas de aluminios, vasos de plástico y otros



En la impresión en hueco o *calcografía* la imagen a imprimir se encuentra **bajo relieve**.

La forma impresora es metálica.

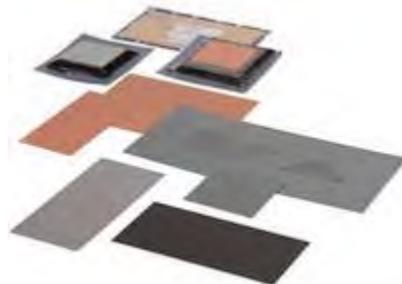
- La forma impresora es un **cilindro de cobre**, donde lo que se va a imprimir se **graba bajo relieve**, se entinta, se saca el excedente y se imprime sobre el soporte. Es **directo**, por lo cual la imagen en la forma impresora está espejada.

- El sistema se denomina **Huecograbado o rotograbado**.

Se imprime fundamentalmente envases flexibles, papel, cartón cuando la cantidad de productos es muy alta.



la tampografía es otro sistema cuya forma impresora, el **clisé**, se encuentra **grabada en bajo relieve**. Es un sistema indirecto e imprime objetos preformados.



#### **La impresión en plano o litografía.**

Este sistema se **basa en que el agua y la tinta se repelen**, la forma impresora del offset, tiene una superficie que adecuada para que la **grasa se quede en ella y el agua forme una capa de bloqueo**.

La forma impresora es una **plancha de aluminio**, donde la imagen se encuentran en un mismo nivel, **las zonas de imagen son grasas, aceptan las tintas grasas** y las zonas de no imagen están **cubiertas de agua y repelen la tinta**.

Debido al uso de agua y tinta, la imagen pasa en primera instancia a un cilindro cubierto con una mantilla y luego al soporte. **Es indirecto**.

**Se denomina offset.**



#### **El sistema de impresión permeográfica.**

Es un sistema de impresión permeográfico y directo que consiste en hacer pasar tinta a través de una pantalla de tejido tensada en un marco.



*Este año desarrollaremos en profundidad estos sistemas.*

A partir de los sistemas digitales existen dos formas más de impresión:

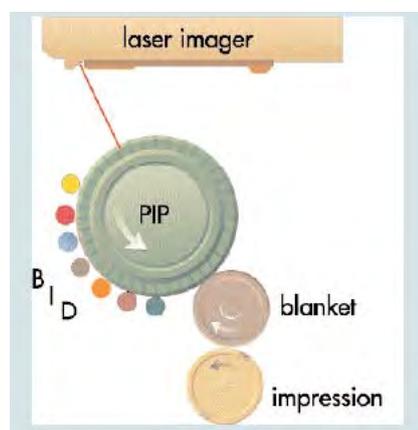
- Digital, cuya característica es que no **existe una forma impresora**, ( se denominan también “de no impacto”). Distintos tipos de materias colorantes se transmiten al papel por diferentes sistemas:

- Laser.
- Chorro a tinta.
- Cera.
- Sublimación.



Se imprimen celulósicos y materiales plásticos.

- Impresión **DI**. Imagen directa, tienen formas impresoras:
  - Planchas térmicas y digitales.
  - Cilindros cerámicos.
  - Bobinas de poliéster y otros.
- La tintas son generalmente UV. se imprime celulósicos y plásticos.



Por ejemplo La HP Índigo  
 Carga electrostática de la Plancha de Exposición

Como los sistemas tradicionales los ampliaremos en el año.

### Imágenes posibles de imprimir

En la vida diaria, cuando vemos impresos, la sensación es que todo es posible de imprimir, es así, pero tiene sus recaudos, limitaciones y conocimientos que debemos tener muy claros.

**En casi todos los sistemas de impresión las máquinas sólo pueden imprimir la tinta en forma de pleno, es decir que no pueden poner distintas cantidades de tinta.**

Nos referimos a que no es posible modificar la cantidad o el espesor de la capa de tinta, para reflejar más o menos luz, con lo cual veríamos más claro o más oscuro el color.

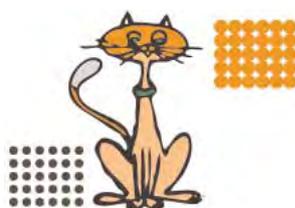
En la industria gráfica se considera que existen tres tipos de imágenes posibles de imprimir, y cada una tiene sus requerimientos puntuales:



1- Las denominadas, **de línea o trazo** en las que hablamos de una impresión **sólida** con uno o más colores al 100%.

Las que básicamente corresponden a textos y a dibujos y su característica principal es que, generalmente se imprimen con tintas especiales.

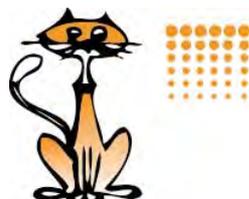
2- Las **tramadas** que son imágenes en las que al color se le modifica su **intensidad** mediante puntos de igual o distinto tamaño y tan pequeños que el ojo no puede percibirlos y produce un tono más claro mediante la



mezcla óptica, o el efecto de un degradé cuando varían el tamaño.

Es decir que en un impreso para percibir **más claro un color éste se descompone en puntos equidistantes** y el ojo percibe parte de luz blanca del soporte y parte del color.

Y se produce la mezcla óptica.



Este tipo de imágenes se resuelven como **gráficos vectoriales** los cuales se componen de líneas y curvas definidas por objetos matemáticos denominados vectores. Los vectores describen una imagen de acuerdo a sus características geométricas: segmentos rectos y segmentos curvos.

El programa vectorial a nivel profesional es el Adobe Illustrator, existía hasta hace poco el Freehand de Macromedia, pero la empresa Adobe compró Macromedia y a quedado para la industria gráfica el paquete Adobe CS y la última versión el CS5 que incluye: Adobe Illustrator, Adobe Photoshop y Adobe InDesign.

Veremos las características de una imagen vectorial:

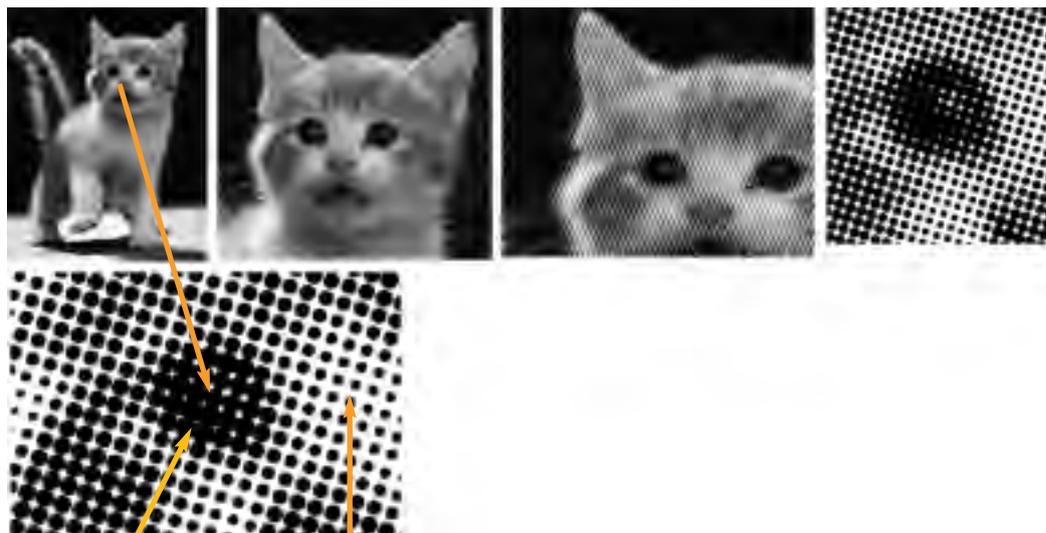
- Lo principal es el dibujo vectorial a partir de la herramienta pluma.



**3- Originales de tono continuo:** las fotografías e ilustraciones, ya sea blanco y negro o color, como así también las diapositivas y las imágenes digitales, se denominan originales de tono continuo.

La característica de este tipo de original es que poseen una **gran cantidad de valores tonales** entre la zona de altas luces y la zona de altas sombras.

Para poder reproducir un original de tono continuo en una prensa de impresión es necesario **transformarlo en una serie de puntos de trama, de tama variable**, que permitan simular los valores tonales del mismo, puesto que las máquinas solamente imprimen plenos y no pueden colocar más tinta en la zona de sombras y menos en la zona de luces.



Los puntos pequeños determinan las zonas de las luces de una imagen y los puntos mayores, las sombras. El pasaje entre los mínimos y máximos genera la percepción de distintos valores.

Esta formación se denomina “trama de impresión”.

Dentro de las imágenes de tono continuo se clasifican en monotono, duotono, tritono y cuatritono, las cuales representan colores de fantasía, sin aproximarse a la realidad.



Las imágenes color real: sabemos que con la mezcla sustractiva se puede reproducir cualquier color *a partir de tres primarios pigmentos, con la condición que ninguno de ellos podría ser formado con la suma de los otros dos.*, (teoría tricromática).

La mezcla sustractiva necesita del soporte blanco para que se produzca la sensación.

Los primarios sustractivos:

**Cian.**

**Magenta.**

**Amarillo.**

Pero..., hay un problema. Las tintas de impresión no son perfecta. La teoría dice que si se mezclan iguales proporciones de cian+magenta+amarillo, se sustrae toda la luz y se percibe Negro.

Pero en la realidad no da un negro puro y se debe, en la industria gráfica, adicionar la tinta negra, para corregir errores.



Existe otro tipo de trama para reproducir imágenes de tono continuo, que se denomina de “frecuencia modulada” FM, con este procedimiento, los tonos de la imagen original se convierten en pequeños puntos, del mismo tamaño, mientras que lo que se modifica para obtener tonos más oscuros o más claros es el número de puntos y su colocación.



Los tonos oscuros se representan colocando más puntos y los tonos claros se representan con menos puntos.

### Bibliografía

- Gustavo Sánchez Muñoz. (2001). *La impresión en color. La cuatricromía*. Ver en: <http://www.gusgsm.com/html/003.html>
- Green, Phil, (1995). *La especificación de colores especiales*. Londres. Ver en <http://www.gabrielpasarisa.com/articulos/doc2.htm>
- Mauro Boscarol. (2002). *Los colores directos*. Ver en [http://www.gusgsm.com/colores\\_directos](http://www.gusgsm.com/colores_directos)
- Mauro Boscarol. (2002). *Cómo definir colores*. Ver en [http://www.gusgsm.com/15\\_como\\_definir\\_colores](http://www.gusgsm.com/15_como_definir_colores)
- Mauro Boscarol. (2003). *Muestrarios de colores*. Ver en: [http://www.gusgsm.com/muestrarios\\_color](http://www.gusgsm.com/muestrarios_color)

## Tramas de impresión

*“William Henry Fox Talbot (1800 – 1877) además de ser considerado junto con Louis-Jacques-Mandé Daguerre (1787 – 1851) padre de la fotografía, dejó uno de los legados más valiosos a la industria de la reproducción gráfica: patentó en 1852 el primer grabado en medio tono (British Patent Specification No. 565, de Octubre 29 de 1852). Aquí nació la idea de convertir una imagen de tono continuo en una distribución ordenada de muchos pequeños puntos con tamaños proporcionales a la tonalidad de la imagen original, utilizando una retícula de malla fina o trama”.*

*En 1880 Stephen Horgan hizo el primer fotograbado de medio tono para imprenta, el cual fue impreso por el proceso litográfico en The Daily Graphic, primer periódico ilustrado de Nueva York.*

*La primera trama comercial para hacer medios tonos fue producida en 1883 por Max y Louis Levy, y en 1886 Frederick Eugene Yves la mejoró y produjo la primera versión de trama reticulada en vidrio. Consistía en dos piezas de vidrio unidas de tal forma que las líneas rectas grabadas de una pieza cruzaban en un ángulo de 90 grados las líneas de la otra pieza.*

*El uso de las tramas de vidrio disminuyó con el nacimiento en 1945 de las retículas de contacto sobre película. Estas últimas se hacían mediante un proceso de deposición de colorante, en donde miles de diminutas colmenas como compartimentos o celdas se formaban sobre una base estable de plástico transparente. Cada compartimento o celda presentaba una gradación tonal, de tal forma que el centro de cada celda era casi claro, pero gradualmente el colorante se hacía más denso y oscuro hacia los bordes.*

*1852 - 2002: 150 años del punto de trama. Parte I Martha C. Corredor R.*

### Tramas de impresión

El concepto de convertir una imagen fotográfica en un medio apto para ser impreso necesita de dos procesos:

- **Tramado de la imagen**, o conversión en un conjunto de puntos.
- **Separación de color**, o conversión de cualquier matiz de la imagen en los componentes básicos de color usados en la imprenta: cian, magenta, amarillo y negro.

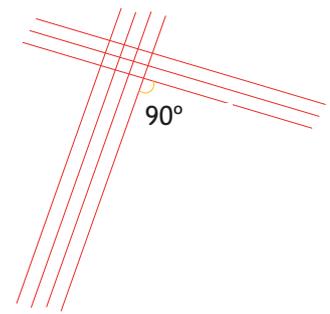


- La función de un dispositivo de entrada, escáner o cámara digital, es digitalizar la imagen; es decir, convertirla en un sistema ordenado de números, según un código.
- La función del ordenador es modificar, completar o combinar con texto u otras imágenes la fotografía anterior, es decir realizar el original digital.
- La función del RIP es calcular los puntos de trama que son necesarios y separar los colores, para que esa imagen pueda ser reproducida en imprenta con calidad
- La función de la filmadora es trazar o dibujar esos puntos sobre una película o directamente sobre una forma impresora.

El resultado habitual de la filmadora para una imagen en color es el de cuatro películas o cuatro formas impresoras por cada imagen o página creada en el ordenador. Cada película o plancha contiene los porcentajes de color primario de imprenta que corresponden a cada tono del original, y por ello deben ser impresos con su tinta correspondiente: cian, magenta, amarillo y negro.

#### Trama AM

Es una trama en donde los puntos, de distintos tamaños, están organizados por una grilla virtual conformada por líneas paralelas y equidistantes, que se cruzan a  $90^\circ$ . El punto de intersección de las líneas es el centro de cada punto. El centro del punto es fijo, por tanto la distancia entre los puntos es siempre la misma, independientemente del tamaño de punto.



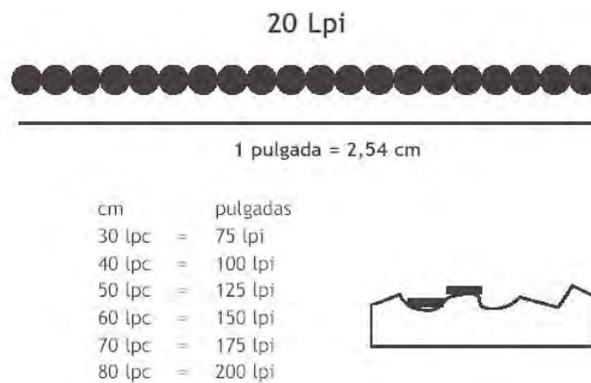
Los puntos pequeños determinan las zonas de las luces de una imagen y los puntos mayores, las sombras. El pasaje entre los mínimos y máximos genera la percepción de distintos valores.

*El tamaño del punto varía pero conserva constante la distancia entre los puntos.*

Hay dos características que definen una trama y estas son la lineatura y el porcentaje.

**La lineatura**

La lineatura es la **cantidad de puntos** que puede tener la trama **por unidad de longitud lineal**, expresada en líneas por pulgada (lpi) o líneas por centímetro (lpc).



Las **diferentes** lineaturas tienen que ver con el **soporte** a imprimir, con el **método de impresión** utilizado, con la **forma impresora** y el tipo de tinta con respecto a su anclaje al soporte.

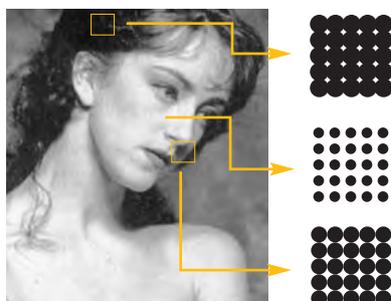


A mayor lineatura menor el tamaño de los puntos, lo que permite lograr una mejor definición de la imagen, pues el ojo al no poder enfocar un elemento tan pequeño, percibe la imagen que está tramada, como un tono continuo.

Por ejemplo, para imprimir en papel periódico se emplean lineaturas bajas donde los puntos son suficientemente grandes para que no se pierdan en un poro del papel. El estándar actual para soportes de alta calidad como los encapados es de 150 lpi a 175 lpi.

### El porcentaje

Es la relación que existe entre la superficie que ocupa el punto y la superficie máxima que puede llegar a ocupar.



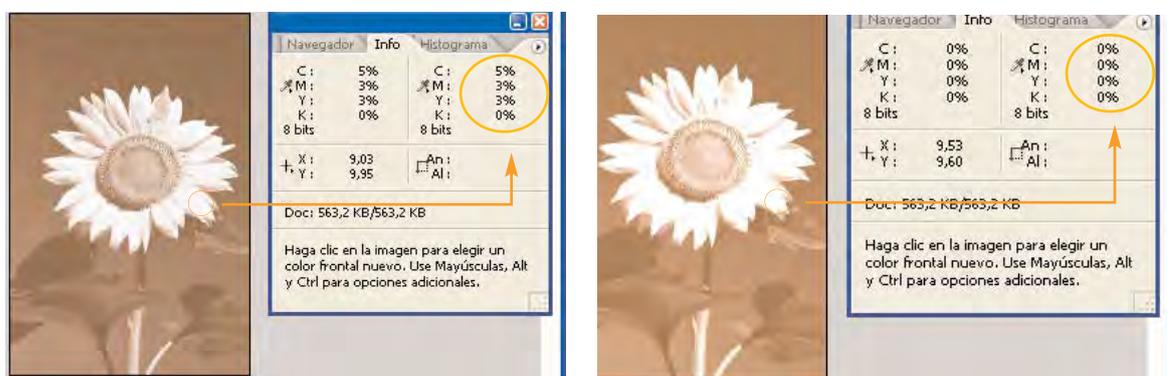
En el primer esquema el punto ocupa una superficie mayor por tanto el porcentaje de trama es mayor, por ejemplo 70%, quedando un 30% de la superficie descubierta.

En el segundo esquema, se puede observar que la mitad de la superficie está cubierta por los puntos, por tanto decimos que la trama representa un valor tonal del 50%. En este caso la trama presenta un aspecto de tablero de ajedrez.

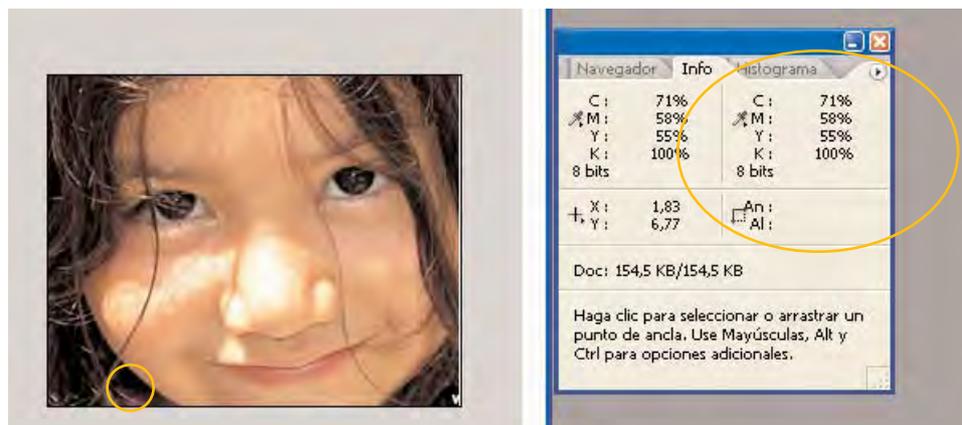
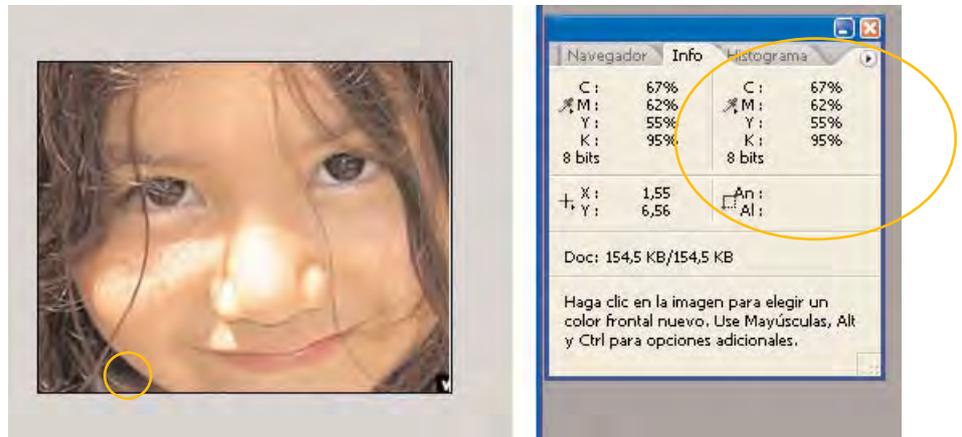
En el tercer esquema el punto ocupa una superficie menor, entonces decimos que el porcentaje es menor por ejemplo 40%, queda descubierta el 60%.

Las tramas de impresión tienen un límite reproducible de **porcentaje de punto en la luces y en las sombras**, nos referimos a que, la sensación del blanco que percibimos en una imagen impresa está formado por puntos de trama, no por el soporte.

*De no existir un punto mínimo en las zonas de las luces de la imagen, y el blanco fuera el del papel, esas zonas no tendrían detalles y se denomina punto mínimo imprimible o punto blanco.*



*En cambio en las zonas de las altas sombras si el punto fuera del 100% la imagen se vería plana y sin detalles.*



Las imágenes no pueden reproducir la realidad de un impreso pero ustedes se pueden dar una idea de cómo se pierden los detalles cuando no tengo punto blanco y cuando la tinta del negro llega al 100% y las zonas oscuras de una imagen se vuelven planas.

#### Angulación de trama

La estructura geométrica de la trama, produce en la percepción, ciertas texturas que causan pérdida de detalle y nitidez de la imagen original en su reproducción, la angulación de las tramas minimizan esta ilusión óptica.

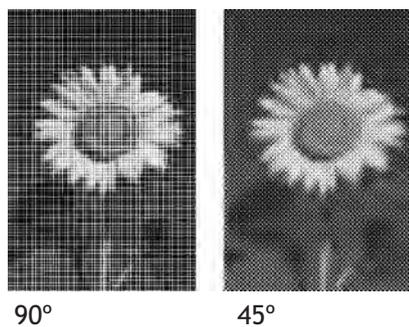
*“El efecto resultante de la interacción de dos o más motivos geométricos, por la superposición, por ejemplo, de tramas de puntos, es la formación de un nuevo patrón geométrico o textura que se repite periódicamente, conocido como muaré. Al ser un patrón periódico, se caracteriza por su frecuencia de aparición, siendo menos perceptible cuanto mayor sea su frecuencia, pues el*

*patrón de repetición se hace tan pequeño que la textura comienza a percibirse uniforme. Los patrones de muaré son causados por nuestra percepción visual”.*

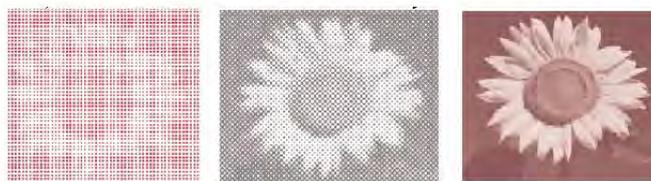
Martha Corredor, Bogotá, Enero 2002

Los criterios establecidos son:

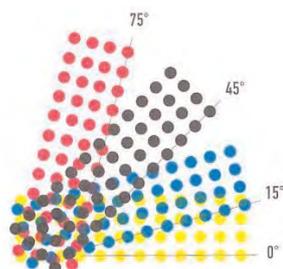
- Para impresiones monocromáticas, o sea una imagen a una sola tinta, se utiliza un ángulo de  $45^\circ$ , que es el ángulo medio entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . Estos ángulos forman una textura de líneas y espacios entre ellas que se cortan perpendicularmente. A  $45^\circ$  el efecto resulta menos visible.



- Para una bicromía los ángulos de las tramas deben entonces diferir en  $45^\circ$ , utilizando el color dominante a  $45^\circ$  y el color secundario a  $0^\circ$ .



- Para color real, cyan, magenta, amarillo y negro, se busca el mayor ángulo de separación posible entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  para estos cuatro colores. Puesto que el amarillo es el color más luminoso y menos notable, se ajusta en  $0^\circ$  (ángulo más perceptible) y se separa solo  $15^\circ$  del color más próximo, y los demás  $30^\circ$  entre sí. Con ello se logra la mayor separación posible entre los tres colores más perceptibles, magenta, negro y cyan. Así, las especificaciones según la norma DIN 16547 establecen  $45^\circ$  para el color negro,  $0^\circ$  para el amarillo,  $15^\circ$  para el cian y  $75^\circ$  para el magenta.

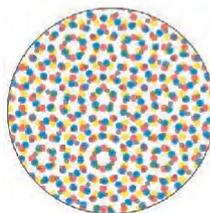


### La roseta de impresión

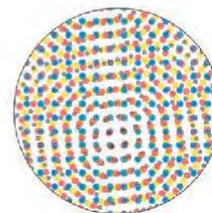
Como los puntos de cada color deben quedar **yuxtapuestos** y **no superpuestos** para darnos la ilusión de un color continuo, se aplican pequeñas diferencias angulares a la alineación de las tramas de cada color, para evitar el muaré.



### Chequeo de la estructura del tramado

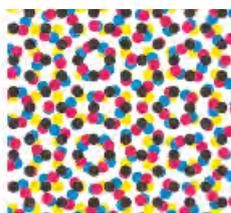


**Roseta**



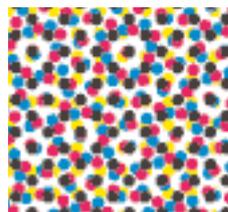
**Moiré**

### Roseta abierta



Es la más utilizada, los puntos de la trama del negro no quedan como centro. Al dejar más espacios abiertos, tolera mejor que la cerrada los pequeños errores de registro y tiene menos ganancia de punto (hay menos zonas de contacto entre los puntos cuando son grandes). Sin embargo, es más evidente al ojo.

### Roseta cerrada



Es menos corriente. Aquí, el motivo geométrico sí tiene los puntos de la trama negra como centro de la roseta. Es más difícil de controlar que la roseta cerrada y tiene más ganancia de punto, pero puede proporcionar más detalles en imágenes con muchas zonas oscuras y es menos evidente al ojo.

### Tramas FM

La idea del tramado estocástico no es nueva del todo: ya alrededor de 1960 Karl Scheuter describió la posibilidad de una trama FM. Pero todavía no disponía de la tecnología electrónica necesaria para realizar sus ideas. En 1978 dos alumnos de Scheuter podían probar los primeros algoritmos para un tramado estocástico.

Con este procedimiento, los tonos de la imagen original se convierten en **pequeños puntos -del mismo tamaño-**, mientras que lo que se modifica para obtener tonos más oscuros o más claros es el **número de puntos y su colocación**. Los tonos oscuros se representan colocando más puntos y los tonos claros se representan con menos puntos.



El punto de la trama FM se organiza de forma aleatoria, no existe un patrón geométrico constante, no varía de tamaño, por lo cual no existe **el problema de muaré, ni la angulación de trama**. Se la suele denominar **estocástica** (*stocástico viene de stocásticos, palabra griega que se usaba para llamar al que era hábil en conjeturar, y que en español sirve para referirse a lo que pertenece al azar.*)

Debido al tamaño del punto, 10- 40 micrones (un micrón, es la millonésima parte del metro, milésima de milímetro), se pueden reproducir **estructuras y líneas finas**, debido al micro punto y a la corta distancia entre ellos. Los puntos son tan pequeños que resultan casi imperceptibles.

Permite reproducir un **espacio mayor de color**, ya que el micro punto y la capa delgada de tinta filtran mejor la luz contaminante.

Al estar distribuidos **los puntos con una distancia variable y no fija**, no existe frecuencia o lpi (líneas por pulgada), como en las tramas AM.

Al eliminarse la angulación no existe la estructura de la roseta, no hay posibilidad de que se formen patrones indeseados.

Y finalmente se elimina el salto óptico lo que genera una imagen más estable.



© 2005 Copyright WPC  
Internacional

Tamaño de punto	Ambito de aplicación
10 $\mu$ - 22 $\mu$	Impresión offset en papeles estucados
20 $\mu$ - 31 $\mu$	Impresión offset en papeles no estucados
30 $\mu$ - 40 $\mu$	Impresión offset bobina

© AIDO. Departamento de Artes Gráficas

#### Ventajas del FM

- No existe roseta porque no hay angulación.
- No existe el riesgo de obtener el efecto moiré.
- Se pueden reproducir estructuras y líneas finas, debido al micro punto y a la corta distancia entre ellos.
- Los puntos son tan pequeños que resultan casi imperceptibles. (21-25 micrones) un micrómetro (micron) es la milésima parte de un milímetro
- Permite reproducir un espacio mayor de color, ya que el micro punto y la capa delgada de tinta filtran mejor la luz contaminante.

#### Desventajas del FM

- Puntos pequeños y difíciles de imprimir.
- Mayor ganancia de punto óptica en las sombras debido a la cantidad de micro puntos.

#### Ventajas del AM

- Puntos de trama grandes y fáciles de imprimir.
- Reproducción homogénea de superficies.
- Numerosos niveles de gris.

#### Desventajas del AM

- Puntos de trama y roseta visible.
- Efecto Moiré.
- No se pueden reproducir estructuras ni líneas muy finas.
- Riesgo de empaste.

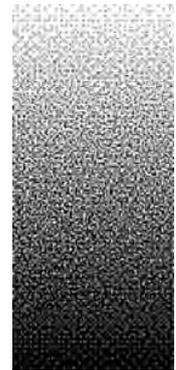
#### Variaciones de la trama FM

Se denominan, de acuerdo a su evolución:

- Estocásticas.
- Híbridas: 1° orden, 2° orden y 3° orden
- XM o cruzadas

Las tramas híbridas de **primer orden**, se dividen las imágenes en varias partes; se utilizan **tramas estocásticas** en las zonas de **detalle** para captar los matices y se aplica el **método AM** para la reproducción de **tonos planos** sin que se generen “ruidos”.

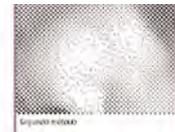
Pero, la intersección entre las tramas AM y FM resulta visible.



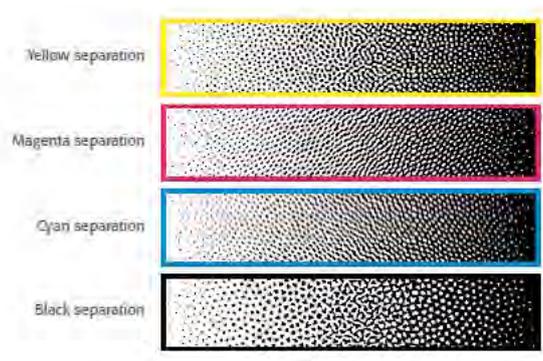
En las de segundo orden, las tramas de AM se aplican a los **tonos intermedios** y tramado FM en las **zonas de luces y sombras**.

Sin embargo, también en este caso se hace evidente la intersección entre las zonas procesadas con algoritmos de FM y AM.

Con este método, la trama AM proporciona una reproducción sin discontinuidades evidentes y, gracias a la elevada lineatura de trama, se conservan los detalles más sutiles. La trama FM garantiza que los puntos no serán menores que los que pueden reproducirse en el sistema de planchas y la prensa. Para evitar la aparición de ruido, se reduce el número de puntos. Sin embargo, también en este caso se hace evidente la intersección entre las zonas procesadas con algoritmos de FM y AM.



Las tramas híbridas de tercer orden se distribuyen los puntos AM según el método FM. Así se obtiene un buen nivel de detalle con frecuencias (Lpi) no muy altas. Sin embargo, no se superan las limitaciones inherentes al tramado FM ni la apariencia granulada en los tonos intermedios y planos.

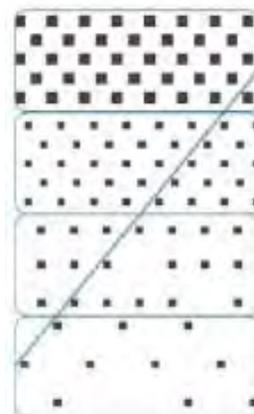


Las tramas **Xm o cruzadas**, utilizan **tramado FM** en las luces y las sombras para captar los detalles más sutiles, y de **tramado AM** en los tonos intermedios para conseguir degradados suaves.

Dado que los puntos de FM se colocan en los ángulos de AM establecidos

para los tonos intermedios, no existen intersecciones por la aplicación de las dos tecnologías. Los tonos planos se reproducen utilizando los mismos ángulos AM (ya sea en las zonas de luces, tonos intermedios o sombras). No se aprecian defectos en los degradados.

Estas tramas combinan las ventajas de las AM y FM, alcanzan lineaturas más altas, (sublima de AGFA 340 Lpi). Los pasajes de tonos son suaves y sin saltos ópticos y reproducen detalles y líneas muy finas.



#### **Ventajas de las tramas XM:**

- Sin una trama aparente, las imágenes parecen fotografías.
- Las líneas finas e incluso las tipografías más delicadas se imprimen como colores planos sólidos mediante un proceso de cuatricromía.
- Las tintas planas y de cuatricromía se reproducen de forma homogénea, sin asperezas ni rastros de mezcla de colores.
- Los tonos carne son perfectamente suaves y precisos.
- La ampliación o reducción de imágenes no afecta a la calidad ni al mantenimiento de los detalles.
- Se amplía la variedad de papeles que es posible usar con lineaturas de trama elevadas: desde papel con alto brillo hasta pergamino translúcido y papel de periódico.

#### **Ganancia de punto. Aumento del valor tonal. (ISO 12647)**

Para que sea posible la impresión, un original debe pasar por distintos momentos, en primer lugar el RIP le da información a una fotocomponedora para filmar una película o una forma impresora. La forma impresora es entintada y presionada sobre el soporte, esto y otras situaciones hacen que el **punto no conserve su tamaño**.

Esto se denomina **ganancia de punto**, que es la transformación que sufre el punto de impresión en los distintos procesos gráficos, lo que produce del incremento en los valores tonales (del punto de trama, es decir, la superficie relativa que ocupa en la trama). En impresión es un hecho inevitable que debe controlarse y minimizarse.

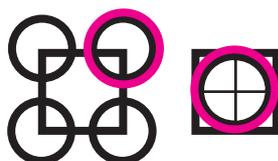
#### **La ganancia de punto y el porcentaje de punto**

La ganancia de punto **no se da igual para todos los valores de una trama**. En la zona de los medios tonos del 35% al 70% del porcentaje de punto, la ganancia es mayor y es menor en los valores extremos, entre el 1 y el 35% y el 70 y el 100%.

Pero una ganancia de sólo el 10% en los puntos de trama de 90% hará que todos se cierren, por lo que se creará una falta de detalle en las zonas oscuras de la imagen.

### La ganancia de punto y la lineatura de trama (Lpi)

La ganancia de punto está también relacionada con la lineatura de impresión, a mayor lineatura, el punto es más pequeño pero la ganancia de punto es mayor. A menores lineaturas el punto es grande y la ganancia es menor.



Ya habíamos dicho que el porcentaje de punto es la relación que existe entre la superficie que ocupa el punto y la superficie máxima que puede llegar a ocupar.

En las zonas de los medios tonos la superficie que ocupa el punto es mayor que en las luces y las sombras, ya que los puntos se tocan, en las luces están más separados y en las sombras ya están superpuestos, la incidencia relativa es menor.

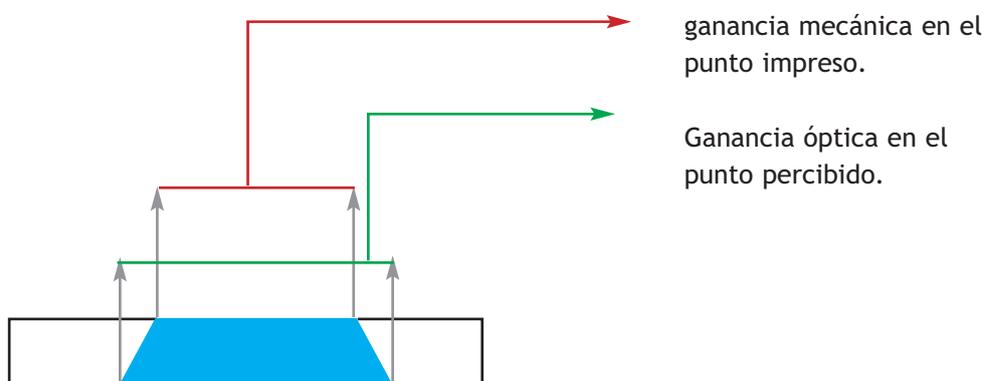
### Ganancia mecánica y ganancia óptica

La ganancia **mecánica** es la producida por la presión de los rodillos impresores sobre el soporte a imprimir y por las condiciones del soporte, siendo los celulósicos, por su capilaridad los que más influyen.

Los sistemas de impresión indirectos generan más ganancia de punto por el hecho de, que antes de llegar al soporte sufren presión de dos rodillos, el portaforma y el porta mantilla, mientras que los directos sufren una sola presión.

La ganancia **óptica** se produce, por dos factores, primero el espesor de la capa de tinta impresa que forma una sombra lateral, que hace que el punto se vea de mayor tamaño que el que realmente tiene.

El segundo se debe a la transparencia del papel, que deja ver el interior de la tinta en el papel.



La ganancia de punto altera los valores tonales de una imagen, el rango de color se modifica y se pierden los detalles.

La ganancia de punto no se evita se controla y minimiza.



## Separación del color

Este proceso tiene lugar cuando los **datos de una imagen RGB son convertidos a valores equivalentes de mayor precisión de cian, magenta, amarillo y negro (CMYK)**, necesarios para la reproducción gráfica de dichas imágenes. Ya se sabe que el negro es necesario para compensar las deficiencias de absorción y reflexión de las tintas de impresión o de los tóneres empleados en las impresoras digitales. La aplicación de negro extiende el rango tonal del proceso de impresión y produce sombras más profundas y ricas.

El desafío de la separación de colores radica en calcular exactamente qué cantidad de CMYK se necesita para aproximar el escaneado RGB. Los primeros escáneres rotativos escaneaban en RGB e inmediatamente transformaban los datos a CMYK. Este método de separación del color, está siendo rápidamente reemplazado por flujos de trabajo que capturan datos RGB y los salvan de esa manera en el disco rígido. La conversión CMYK se realiza en un momento posterior, usando softwares tales como Photoshop de Adobe, LinoColor de Linotype CPS, etc.

Ambos métodos de separación del color, no obstante, limitan severamente la flexibilidad del usuario para producir los mismos datos separados para una variedad de diferentes dispositivos porque **esa separación se hace específicamente para un sistema particular de reproducción gráfica.**

Si el archivo ha sido separado para una reproducción en offset, indudablemente que no se verá igual cuando se lo imprime en una impresora color, aún cuando ambos sean reproducidos en CMYK.

Hay varias razones por la cual la separación CMYK debe ser específica para cada dispositivo, esto es que cada uno tiene su propia característica de reproducción de

tonos, incluyendo la ganancia de punto. Además el operador que ajusta los controles de la separación de color puede variar la cantidad de generación de datos de negro que se producen durante la conversión de RGB a CMYK.

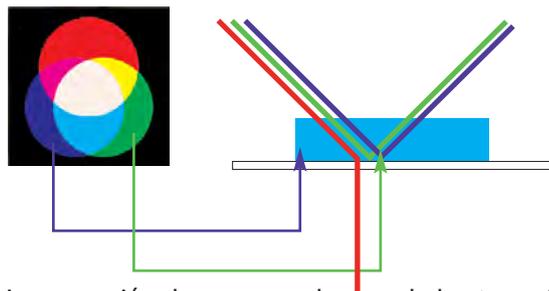
La cantidad de negro que se necesita para crear un rango tonal apropiado depende fundamentalmente de las características generales de la tinta y el soporte a emplear. Los procesos de separación de color que determinan la cantidad de información de la plancha del negro.

Para una separación CMYK de una imagen con tramas AM o FM consideramos:

#### Generación de negro:

Se denomina así a los procesos de gestionar digitalmente la formación de la cuarta tinta de impresión, el negro.

Sabemos que en el espacio RGB, el negro se percibe frente a la ausencia de la luz y en el espacio CMY, los pigmentos coloreados absorben de la luz los componentes que no tienen y reflejan o transmiten los que ya tiene.



La sensación de negro se da cuando los tres pigmentos están en el mismo porcentaje y absorben todas las componentes de la luz.

Sin embargo, la generación de un Negro CMY sólo se consigue con tintas ideales, aquellas tintas que absorberían totalmente las componentes RGB que no poseen y que reflejarían las que ya tienen (tintas del 2/3) .

Pero esta situación no se da en la realidad pues los pigmentos no son totalmente puros y, en consecuencia, no son capaces de absorber toda la luz, lo que da la sensación de un **marrón oscuro** en lugar de negro; esto reduce el campo cromático en la impresión con cian, magenta y amarillo. A fin de corregir esta deficiencia se utiliza una cuarta tinta, la negra, en aquellas zonas donde la imagen es negra, oscura o contiene grises, lo que compensa la falta de saturación de color.

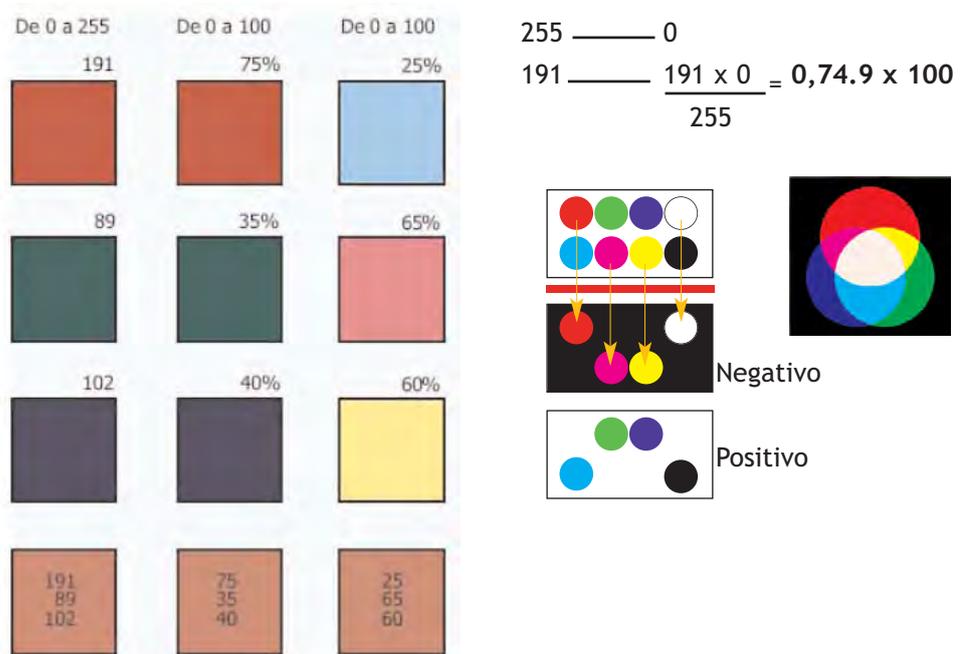
Para comprender la generación de negro, primero veremos cómo se realiza la **conversión de RGB a CMY**.

En el dispositivo de entrada, escáner o cámara digital, la luz (reflejada por la imagen original) pasa por tres filtros, rojo verde y azul, el rojo absorberá las componentes verde y azul (las que no tiene) y deja pasar la que tienen y así sucesivamente el verde y el azul.

De este modo, se generará una separación de color de la imagen para cada filtro de color.

Cada separación de color RGB generará un **negativo de su complementario**; el **filtro rojo (magenta+amarillo)** se utilizará para la selección del cian, se obtendrá el negativo del cian, de la misma manera se procederá para el resto de colores. Una vez positivados obtendremos la separación para el cian, magenta y amarillo.

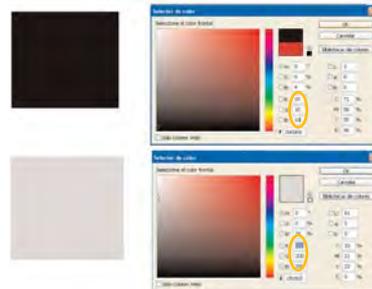
La conversión de RGB a CMY es compleja pero lo veremos mediante un ejemplo, los colores RGB se miden de 0 a 255 posibles valores y los CMY de 0 a 100%. A ambos espacios los mediremos en tantos por cien utilizando una sencilla regla de tres para los colores RGB.



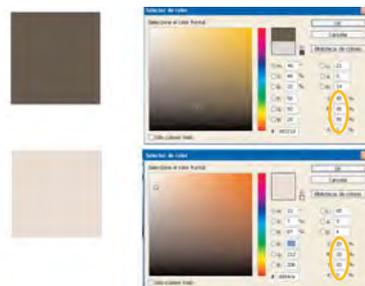
Como pueden ver al positivar todo lo rojo que deja pasar el filtro rojo, no queda, todo lo que no tiene rojo, o sea la separación del cian.

Ahora, si hemos comprendido la separación de RGB a CMY, ¿como se hace para generar un cuarto canal, el de negro, qué parte de la imagen puede ser sustituida por negro?

En el espacio RGB la percepción del negro se produce por la ausencia de luz, o cuando las tres intensidades se encuentran en igual proporción tenemos la sensación de blanco y valores de gris.



En el espacio CMY la percepción del negro y los valores de gris o el supuesto blanco, (recuerden el punto blanco), se dan en la zona de la imagen en la que actúan en igual proporción las tres tintas.



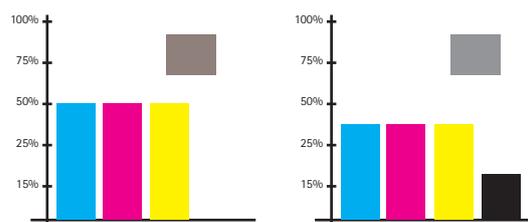
*“El negro se utilizará en aquella zona de la imagen que sea negra, oscura o contenga grises. La solución pasa, entonces, por sustituir aquellas partes de la imagen CMY por negro, es decir, aquellas zonas que participan al mismo tiempo de cian, magenta y amarillo serán sustituidas por un porcentaje de negro. Este porcentaje vendrá determinado por el menor de los porcentajes de las tintas CMY.*

*Surge así el concepto de negro esquelético”.*

@aido.es

Existen dos sistemas formar el canal de la tinta negra en una imagen:  
Eliminación de color en los tonos neutros.

UCR (Under Color Removal).



Reduce en forma proporcional las cantidades de tintas CMY, en las áreas neutras de la imagen, donde las tintas CMY se encuentran en igual proporción.

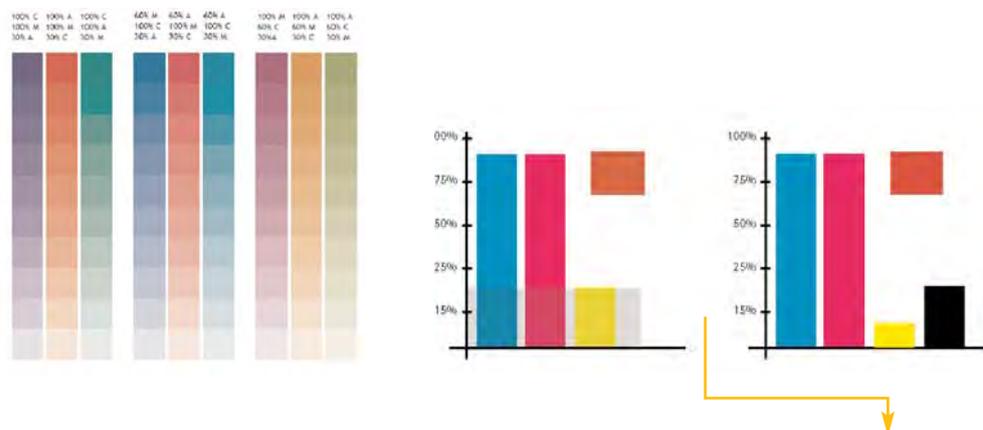
*“...Sin embargo, es posible reducir los tamaños de los puntos de la trama del CMY en las sombras negras de la imagen y aumentar el tamaño del punto de la separación del negro hasta obtener la misma densidad visual negra, reduciendo así los problemas potenciales de impresión relacionados con la acumulación de tinta. Esta técnica se conoce con el nombre de UCR o remoción del color subyacente”.*

- El UCR es parcial, porque solamente afecta los tonos grises y no a los tonos de color de la imagen.
- El UCR empieza a tener efecto en el área de los tonos medios y tiene el mayor efecto en las áreas de las sombras negras.
- El UCR reduce los colores de impresión de policromías CMY y aumenta la cantidad de negro para lograr el mismo efecto visual de tono gris.

Reducir la cantidad de tinta cian, magenta y amarillo en las áreas de sombras e incrementar el negro, ayudará a aliviar los problemas potenciales relacionados con altos cubrimientos de tinta, como el secado y ampollamiento.

#### Sustitución del componente gris, GCR (Gray Component Replacement)

El GCR es una extensión del UCR, pero que actúa, además de los tonos neutros de una imagen, en los colores compuestos por distintas proporciones de CMY, (recuerden los colores tricromáticos).



Un color tricromático presenta lo que se denomina “**error de grisura**”, sin las tintas reflejaran dos tercios de los componentes de la luz y absorbieran un tercio, esto no sucedería, pero en la realidad los colores formados de esta manera presentan un **ennegrecimiento** o un **aspecto de grisidad del color**.

Entonces el GCR funciona **reduciendo el componente gris de un color**, reduciendo el complementario y agregando tinta negra.

El negro adicionado reemplaza al componente gris, tendría que hacerlo

en la misma cantidad de cian que se elimina de los rojos, la misma cantidad de magenta que se elimina en los verdes y la misma cantidad de amarillo que se elimina de los azules, pero en realidad por las deficiencias de las tintas y los soportes, la densidad del gris construido con CMY es mayor que densidad de gris formado con una cantidad equivalente de negro, por lo cual la proporción del negro suele ser mayor. Y esto también depende de los requisitos de la corrección del color, ganancia de punto, etc.

- El GCR logra un color más consistente.
- Mayor control de tonos piel y tonos madera, especialmente el marrón oscuro.
- Menor consumo de tintas de policromía y reducción del tiempo de secado.
- Colores más brillantes con más definición.
- Menor ganancia de punto con mayor contraste.

## El punto de trama electrónico

*“La generación de puntos de medio tono sin la utilización de una trama de contacto comienza con el advenimiento de los escáneres electrónicos de tercera generación a comienzos de la década del 70, cuya característica fue precisamente la posibilidad de tramar. En la DRUPA 72, el Dr. Ing. Rudolf Hell produjo y mostró el primer grupo de impresiones hechas en cuatro colores a partir de un conjunto de separaciones en color tramadas electrónicamente. Desde entonces se conoce con el término general de tramado electrónico.*

*Pero la producción de punto electrónico por medio de escáneres electrónicos no fue la única alternativa. El desarrollo paralelo de la informática en el área de pre prensa facilitó la evolución de otras opciones, las llamadas filmadoras, dispositivos de salida dirigidos por una Unidad Procesadora de Computador (CPU) de características especiales.*

*Para hacer viable la salida por el dispositivo de filmación (filmadora) mediante el modo raster, se requiere de un medio informático que haga la transformación de las instrucciones digitales del computador en un mapa de bits que sea fácilmente interpretado por el dispositivo de filmación. Este lugar informático (hardware) se denomina procesador de imágenes reticuladas o RIP (acrónimo de raster image processor), y el vehículo lógico (software) que hará realidad el proce-*

samiento de la información en el RIP se denomina lenguaje descriptor de páginas o PDL (page description language).

*Pero la mayor ventaja del sistema "Computador a Película", además de lograr más fácilmente la reproducción de tono, es que se puede hacer un ajuste más flexible a las condiciones de impresión requeridas para un original dado. De aquí que hoy prácticamente haya desaparecido el tramado fotográfico y la tendencia generalizada sea obtener medios tonos digitalmente".*

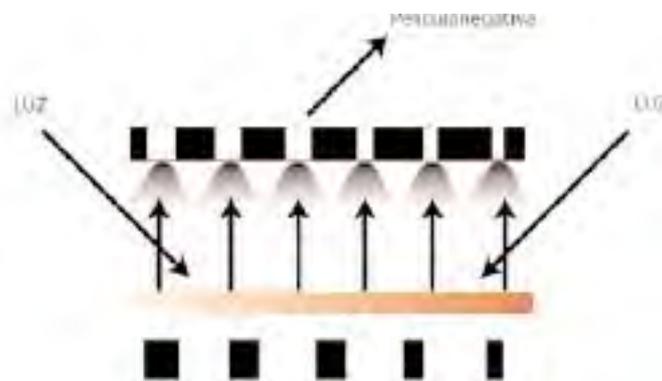
1852 – 2002: 150 años del punto de trama. Parte I

Martha C. Corredor R., Bogotá, Septiembre 2002

Ya está en el conocimiento de ustedes que la conversión de una imagen de tono continuo a medios tonos o tramado, es una técnica de reproducción que consiste en descomponer la imagen original en un conjunto de minúsculos puntos, de tal manera que a distancia normal la imagen resultante se perciba como un tono continuo, simulando las gradaciones del original. Los puntos incrementan o decrecen en tamaño en el medio tono dependiendo de los requerimientos tonales de la fotografía. Una imagen tramada es pues una ilusión óptica en que se perciben tonos de gris allí donde solo hay minúsculos puntos.

Antes de la tecnología digital, la trama se conseguía por medio del proceso fotomecánico que consistía en una película fotosensible junto a una trama de contacto, al proyectar luz del original de tono continuo, a través de una transparencia original fotográfica, trama de contacto, se formaban puntos de distinto tamaño sobre la película expuesta según los diferentes valores tonales existentes en la transparencia original.

La luz incidía sobre el original opaco de tono continuo, era reflejada y atravesaba la densidad de la trama de contacto, (endureciendo la emulsión, sensible a la luz) formando el punto en una película negativa, que en un segundo paso se hacía positiva.



### La trama digital

El proceso de convertir la imagen en RGB (cuadrícula de píxel), en una trama de impresión por medios digitales, para la obtención de una película gráfica o una forma impresora (plancha offset, polímero de flexo, cilindro de hueco, pantalla de serigrafía, etc), se realiza enviando los datos a un dispositivo denominado RIP (Raster image processor).



Veremos los pasos necesarios:

#### 1- Digitalización de la información analógica de la imagen original

**Sistema de entrada**, en donde la imagen es convertida en una rejilla de pequeños cuadrados o rectángulos, denominados elementos de imagen o píxeles, siéndole asignado a cada uno de ellos un nivel de gris.

El número de posibles valores de gris que se le asigne a estos píxeles, dependerá de los "bits de profundidad" con que se digitalice la imagen. Así, si la digitalización es de 1 bit de profundidad, los píxeles pueden ser o negros (valor 0) o blancos (valor 1): dos niveles de gris. Si es de 8 bits, los píxeles pueden ser de 256 niveles de gris diferentes (a cada píxel se le asignará un valor de gris entre 256 posibles), número que sobrepasa el número de niveles de tono por color (llamado niveles de gris) que el ojo humano puede diferenciar en condiciones normales de observación.

#### 2- Conversión de la información digital de niveles de gris en información digital de puntos

En el RIP se genera una matriz o rejilla imaginaria de pequeñísimos espacios (mapa de bits) donde se formarán con micro puntos del rayo láser los puntos de trama.



En la filmadora un **rayo de luz láser** hace un barrido horizontal sobre la película sensible, **exponiendo o no exponiendo foto-elementos** (recorder elements o rels) ubicados en posiciones con **coordenadas fijas sobre la retícula de la filmadora** (recorder grid).

La resolución de esta retícula se expresa en **nº de elementos o rels por pulgada lineal**, dpi (dots per inch), que puede variar entre 1200 dpi y 3600 dpi. La resolución de 1200 dpi puede exponer 1.440.000 rels por pulgada cuadrada, la de 3600 dpi puede ubicar 12.960.000 rels por pulgada cuadrada. La información que se graba es de tipo binario, es decir que expone o no expone foto-elementos.

Si solo se direccionaran rels en forma individual se podrían producir nada más que películas de línea o trazo. **Para poder reproducir las variaciones tonales de las imágenes de medio tono el dispositivo de salida conforma celdas de medio tono.** Estas celdas de medio tono reproducen los píxeles de la imagen.

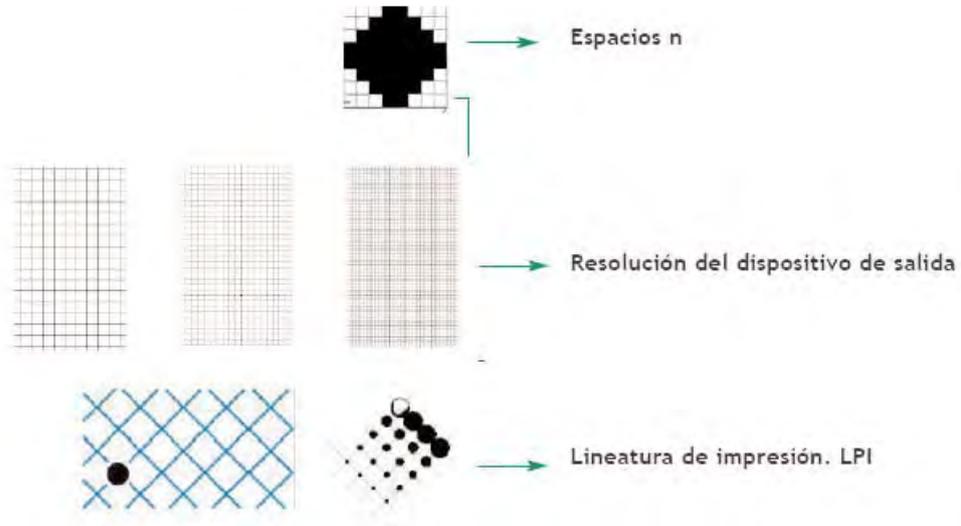
Exponiendo o no exponiendo rels dentro de la celda de medio tono se construyen los puntos de trama similares a los del proceso tradicional. Para crear un punto del 100% llena todos los rels de la celda; en el punto del 50% expone la mitad de los rels.

#### Consideraremos:

**a-** El tamaño de los pequeños espacios de cada matriz viene determinado por la Resolución **R** del dispositivo de salida, que está definida como el número de **posiciones por unidad de longitud** - usualmente una pulgada - donde se ubicarán los micro puntos del rayo láser.

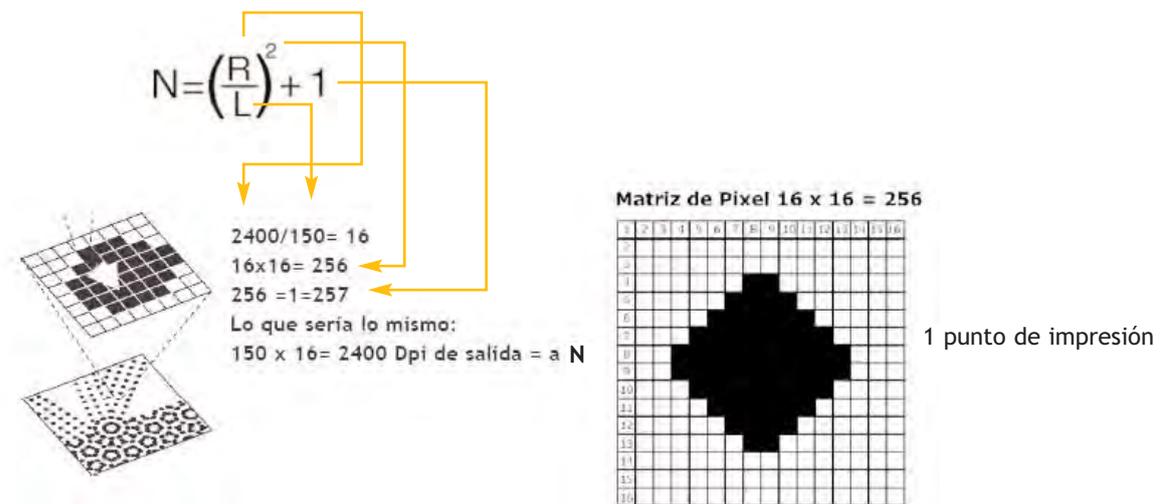
**b-** El número de pequeños espacios **n** que conforman una matriz para construir el patrón de un punto de trama está determinado, tanto por la

resolución del dispositivo de salida R, como por la lineatura L (Lpi), factor que a la vez condiciona el número de niveles de gris N que se pueden reproducir en la salida.



*Veamos un ejemplo:*

Debido a que el PostScript solo puede resolver 256 niveles, y el ojo humano también puede percibir 256 niveles de color, es aconsejable buscar una resolución en función de la lineatura que se aproxime o que reproduzca una matriz de 16 x 16 píxeles.



c- La manera en que los pequeños espacios se llenan con micro puntos en la matriz para formar un patrón de agrupaciones que conformen la trama de medio tono, está gobernada por el ALGORITMO DE TRAMADO o FUNCION DE TRAMA (software), el cual define la forma y el ángulo de punto.

De los ángulos de trama ya hemos hablado, veremos el concepto de la forma del punto.

A este respecto es importante hablar sobre la forma del punto que tendrá la trama de impresión, ya que la forma del punto de trama puede variar considerablemente el aspecto de una imagen.

La forma del punto de aprecia especialmente en las siguientes áreas:

- **Altas luces:** para definir las bien han de ser capaces de reproducir matices del orden del 2% o 3%.
- **Medias luces:** alrededor del 50% de tono, muchos tipos de puntos empiezan a tocarse. Hay que evitar los saltos tonales, ya que cuando los puntos se tocan pueden hacer crecer la tinta por contacto. Algunos tipos de puntos, como los elípticos o redondos, no se tocan al 50%.
- **Sombras:** la trama debe ser capaz de mantener pequeños puntos negativos sin cerrarse por la tinta que hay alrededor, ya que eso causaría una gran pérdida de detalle en las sombras.

#### Resolución y lineaturas.

En el material anterior vimos que una imagen digitalizada (capturada por escáner, cámara digital, o video) está compuesta por una matriz o mapa de bits, de píxeles adyacentes (elementos de la imagen), que pueden ser blancos, negros, de distintos valores de gris o de color uniforme.

Este tipo de imágenes tienen cuatro características básicas:

- **Resolución.**
- **Profundidad de bits (número de bits por pixel).**
- **Espacio o modelo de color.**

La resolución es muy importante para la formación adecuada de la trama digital. Las imágenes pixelares dependen de la resolución y la resolución depende de la lineatura de impresión: Lpi, del soporte a imprimir y del sistema de impresión.

La lineatura también llamada frecuencia de trama o frecuencia de medio tono, es el número de líneas de puntos por unidad de medida utilizado para representar la imagen impresa sobre el soporte.

La relación entre resolución de digitalización (entrada), resolución de salida (dpi) y lineatura (lpi) determinan el grado de detalle en la impresión y la cantidad de niveles de gris que podrá tener. La lineatura depende del tipo de soporte y del sistema de impresión.

Resolución de digitalización para imágenes plumas.

Imágenes de un bit.

Ilustraciones, grabados, etc.

Por ahora nombraremos dos de los cuatro factores importante al digitalizar trabajos de líneas (pluma) o imágenes de tono continuo:

- El factor de ampliación entre el formato original y el de salida.
- La resolución de salida.

**Imágenes de 1 bits.**

Resolución de digitalización (entrada)=

**Resolución del dispositivo de salida x factor de ampliación**



**Resolución del dispositivo** nos referimos, en nuestro caso a una filmadora (impresora) de película gráfica o a una filmadora o copiadora de formas impresoras (planchas, polímeros, cilindros, pantallas, etc.) :

1200 dpi es el límite máximo de resolución de digitalización (si no se produce ningún cambio de tamaño), las mejoras que se obtiene con resoluciones más altas son insignificantes pero

aumentan el tamaño del archivo.

**Factor de ampliación (FA)**, es igual al tamaño deseado dividido el tamaño original. Se considera como tamaño deseado, una de las dimensiones de la fotografía a escanear, sea el alto o el ancho, de acuerdo al trabajo.

Resolución de digitalización para una Escala de grises y color real.

Nos referimos a imágenes fotográficas, impresa a una o más tintas, para efectos especiales y para reproducir color real.

Imágenes de 8 y 24 bits.

Res de digit. = **Lineatura de trama (Lpi) x Factor de calidad (Fc) x Factor de ampliación (Fa).**

- Fc = 2 si la lineatura es igual o menor a 133 lpi.
- Fc = 1,5 hasta 1,75 si la lineatura es mayor a 133 lpi.
- Fa = Tamaño deseado dividido tamaño original.



Para ejemplificar:

1- Debo imprimir esta foto en una tapa de revista de 20 cm x 28 cm.

2- Selecciono como medida el ancho, porque necesito que salga completo.

3- Voy a imprimir en papel encapado de alta calidad a 150 Lpi.

Fórmula:

Lpi = 150

Fc = 1,5

Fa = 20 cm = 8 pulgadas / 8 cm = 3, 2 pulgadas

$$150 \text{ lpi} \times 1,5 \frac{\text{x } 8''}{3, 2''} = 150 \times 1,5 \times 2,5 = 600 \text{ dpi}$$

Ahora vamos a hacer la relación con una foto capturada en una cámara digital:

El mismo ejemplo.

1- La imagen tiene **8 pulgadas x 3,2 pulgadas**, al tamaño que la necesito para imprimir.

2- Debo escanearla a 600 dpi, o sea, la imagen tendrá 8 x 600= 4.800 pixel por pulgada de ancho (ppi) y 3,2 x 600= 1920 ppi de alto.

O sea tendrá 600 ppi por pulgada lineal.

3- La imagen escaneada tendrá 4.800 ppi x 1920 ppi = 9.216.000 ppi, o sea 9,216 millones de pixel ó 9, 216 Megapixel.

Cuando uno compra una cámara digital, la calidad está relacionado con la cantidad de Mega Pixeles que puede producir. Lo más alto su número, más nítida la imagen y más alto el costo de la cámara. Más pixeles generalmente significa más detalle.

Para los tramados estocásticos puros, la fórmula es :

**Trama comparable**, o sea de acuerdo a requerimiento del soporte por **Factor multiplicativo** que baja hasta **0,75**, por el **Factor de amplización**.

El mismo ejemplo anterior:

$$150 \times 0, 75 \times 2,5 = 280 \text{ dpi } +o-$$

## Bibliografía

Ing. Rainer Wagner. *Tramado AM - Tramado Híbrido XM - Tramado FM. Conectando los puntos con los medios tonos* Ing. Rainer Wagner. Ver en: <http://wpc.ilatec.com/wpcinfo101tramaFM.html>

Enrique Bonilla. *Tramas marcan la diferencia. Atrévase a reproducir el color de una manera diferente*. Artes Gráficas. 2007. B2Bportales, Inc. Ver en: [http://www.artesgraficas.com/ag/secciones/AG/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc\\_56439\\_prnIN04.html?idDocumento=56439](http://www.artesgraficas.com/ag/secciones/AG/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc_56439_prnIN04.html?idDocumento=56439)

Instituto Tecnológico de óptica, color e imagen. *GENERACIÓN DE NEGRO. Un as en la manga*.

AGFA. *Tecnología de tramado XM (modulación cruzada)*. Documentos

Martha C. Corredor R. *1852 - 2002: 150 años del punto de trama. Parte I*. Ver en : [http://www.artesgraficas.com/ag/secciones/AG/ES/MAIN/IN/ARCHIVO/ARTICULOS/doc\\_19936\\_HTML.html?idDocumento=19936](http://www.artesgraficas.com/ag/secciones/AG/ES/MAIN/IN/ARCHIVO/ARTICULOS/doc_19936_HTML.html?idDocumento=19936)

Adams, Richard M. *Cómo entender las características del tramado para la reproducción de tono*. © 1998, Graphics Arts Technical Foundation. B2Bportales, Inc.