



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**SERIGRAFÍA PRÁCTICA Y LA CREACIÓN DE UNA CULTURA DE
CONTROL DE CALIDAD**

José Mauricio Vargas Colindres

Asesorado por Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz

Guatemala, octubre de 2,005.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SERIGRAFÍA PRÁCTICA Y LA CREACIÓN DE UNA CULTURA DE
CONTROL DE CALIDAD**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MAURICIO VARGAS COLINDRES

ASESORADO POR EL INGENIERO HUGO LEONEL RAMÍREZ ORTIZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,005.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos.
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez.
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada.
VOCAL IV	Bach. Kenneth Issur Estrada Ruiz.
VOCAL V	Bach. Elisa Yazminda Vides Leiva.
SECRETARIA	Ingá. Márcia Ivonne Véliz Vargas.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herber René Miranda Barrios.
EXAMINADOR	Ing. José Luis Valdeavellano Ardón.
EXAMINADOR	Ing. René Aguilar Marroquín.
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera.
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado

SERIGRAFÍA PRÁCTICA Y LA CREACIÓN DE UNA CULTURA DE CONTROL DE CALIDAD,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha octubre de 2,005.

José Mauricio Vargas Colindres

DEDICATORIA A:

DIOS

QUE ME DIÓ LA FUERZA DE CUMPLIR UN
SUEÑO MÁS, por su infinita misericordia.
¡GRACIAS PAPÁ!

MI MADRE

Ofelia Colindres Recinos

Por amarme tanto en mi vida a ella dedico este
Sueño. ¡QUÉ DIOS LE BENDIGA CADA DÍA!
Gracias por su apoyo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS A:

MI HERMANO

Luis Eduardo Posada Colindres.

MI AMIGO Y ASESOR

Ing. Hugo Leonel Ramírez por su apoyo y amistad.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Sergio, Christian, Vera, Alberto, Henry, Pinelo y a todos que estuvieron en la lucha por cumplir este sueño.

MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

Willy, Danilo, Mario, René y José Luis por brindarme el apoyo a realizar este trabajo de graduación.

GRAFIK PRINT, S.A.

Por su apoyo en la elaboración de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN	XXVII
OBJETIVOS	XXIX
INTRODUCCIÓN	XXXI

1. ANTECEDENTES.

1.1. Presentación.	1
1.1.1. Antecedentes de la empresa.	1
1.2. Historia de la serigrafía.	2
1.3. Fundamentos de serigrafía.	4
1.3.1. Película.	4
1.3.2. Pantalla.	5
1.3.3. Esténcil.	7
1.3.4. Rasero.	9
1.3.5. Tinta.	10
1.3.6. Sustrato.	12
1.3.7. Prensa/Secado.	14
1.3.8. Medio ambiente.	16

1.4. El color en la serigrafía.	16
1.4.1. Percepción del color.	20
1.4.2. La fuente de la luz.	21
1.4.3. Temperatura del color.	22
1.4.4. Sistemas del color aditivo vrs Sustractivo.	24
1.4.5. Modelos del color.	27
1.4.6 El color conoce la matemática.	28

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA SERIGRAFÍA “EL PAPEL DE LA CUATRICROMÍA”.

2.1. La influencia de la tela serigráfica (malla).	33
2.2. La malla y la finura del medio tono.	36
2.3. La forma del punto.	44
2.4. Las tintas para imprimir.	44
2.5. La influencia del sustrato sobre el cual se va ha imprimir.	45
2.6. La pantalla.	46
2.7. La influencia del material de la película del estencil sobre la precisión de los registros.	50
2.8. La influencia del rasero de impresión.	51
2.9. La influencia de las máquinas para impresión serigráfica.	52
2.10. Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.	52

2.10.1. Reproducción del rango tonal.	53
2.10.2. Determinación del rango tonal.	54
2.10.3. Serigrafía en el siglo veintiuno.	55
2.10.4. La paleta de tonos.	55
2.10.5. El proceso sin una prueba.	57
2.10.6. Creación de la barra tonal abreviada.	58
2.10.7. Control del rango tonal en la preparación y la reproducción.	60
2.10.8. Lectura de la densidad.	61
2.11. Igualación de colores.	62
2.11.1. Sistema de igualación pantone® y guía de color pantone®.	62
2.11.2. Apariencia del color.	63
2.11.3. Efecto(s) del sustrato.	64
2.11.4. Variaciones en el espesor del depósito de tinta.	65
2.11.5. Cambios en la tensión de la pantalla, la presión del rasero y otros factores.	66
2.11.6. Estandarización de las fuentes de luz y de condiciones de observación.	66
2.11.7. Variación en las tolerancias de color.	68
2.11.8. Algunas guías para mejorar.	69

3. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS A LA APARIENCIA COMO UNA PROPUESTA PARA LA SERIGRAFÍA.

3.1. La importancia de medir la apariencia del producto.	71
3.2. Interacción de los objetos y de los materiales.	72
3.3. Atributos geométricos de la apariencia.	73
3.4. Atributos cromáticos de la apariencia.	76
3.5. Los atributos del color vistos por un observador. Iluminantes.	77
3.6. Escalas de medición del color observador estándar de la CIE.	80
3.7. Escalas de color de colores contrarios (tipo $L^* a^* b$).	81
3.8. Igualación del color y el metamerismo.	82
3.8.1. Metamerismo.	85
3.8.2. Color pantone.	86
3.9. Aspectos prácticos de la separación de colores.	88
3.9.1. Recuento de líneas.	93
3.9.2. El punto.	93
3.9.3. La prensa.	95
3.9.4. Pantallas.	96
3.9.5. Esténcil.	97
3.9.6. Ajuste de la prensa.	98
3.9.7. Tintas.	99
3.9.8. Impresión.	100
3.9.9. Pruebas de la impresión.	102

3.10. Medición del color.	104
3.10.1. Instrumentación para la medición del color.	105
3.10.1.1. Espectrofotómetro.	106
3.10.1.2. Colorímetro.	107
3.10.1.3. Densitómetro.	108
3.11. Serigrafía práctica.	112
3.11.1. Remoción de un estencil.	112
3.11.2. Tratamiento previo y desengrasado.	114
3.11.3. Preparación de un estencil.	116
3.11.4. Preparación de la prensa.	126
3.11.5. Tintas.	131
3.11.5.1. Reología.	131
3.11.5.2. Como seleccionar tintas para serigrafía.	143
3.11.5.3. Preparación de tintas para serigrafía.	151
3.11.5.4. La rentabilidad de la tinta para serigrafía.	157

4. IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE LA CALIDAD EN SERIGRAFÍA.

4.1. La pantalla correcta.	170
4.2. Sistemas de estencil.	172
4.3. Alineación precisa.	173
4.4. Técnicas de impresión.	175
4.5. Cómo mejorar la calidad de la serigrafía y reducir errores.	179

4.5.1. El rasero.	183
4.5.2. Angulo del rasero.	185
4.5.3. Velocidad del rasero.	186
4.5.4. Aplicador de fluido.	188
4.5.5. Presión del rasero.	189
4.5.6. Fuera de contacto.	192
4.5.7. Desprendimiento.	192
4.5.8. Secado de la impresión.	200
4.5.9. Curado UV.	202
4.6. Control estadístico de proceso.	203
4.6.1. Diagrama de control.	205
4.6.1.1. Preparación de plan.	206
4.6.2. Diagramas de mediana.	213
4.6.3. Recolección de datos/límites de control.	214
4.6.4. Atributos y su control.	216
4.7. Implantación estructural del sistema de calidad en la organización.	218
4.7.1. Responsabilidad de la dirección	219
4.7.2. Sistema de calidad.	221
4.7.2.1. Control de la documentación.	222
4.7.2.2. Control de los registros.	223
4.7.3. Gestión de los recursos	225
4.7.4. Realización del producto.	226

4.7.4.1. Proceso relacionado con el cliente.	226
4.7.4.2. Servicio post venta.	227
4.7.5. Diseño y desarrollo	227
4.7.6. Compras.	230
4.7.7. Producción y prestación del servicio	232
4.7.7.1. Control y validación de los procesos de producción y Prestación del servicio.	232
4.7.7.2. Identificación y trazabilidad	232
4.7.7.3. Preservación del producto.	234
4.7.7.4. Inspección y ensayo.	235
4.7.8. Control de los dispositivos de seguimiento de medición.	236
4.7.9. Medición, análisis y mejora.	238
4.7.9.1. Auditorias internas	239
4.7.9.2. Control del producto no conforme	240
4.7.8.3. Análisis de datos.	241
4.7.10. Mejora	242
4.7.10.1. Acciones preventivas y/o correctivas.	243

5. SEGUIMIENTO DE LA CULTURA DE CONTROL DE CALIDAD

5.1. Seguimiento en la preparación de archivos	245
5.1.1. Medición de variables.	249
5.1.2. Medición del sustrato.	250
5.1.3. Medición de los colores sólidos.	252

5.1.4. Medición del área del punto.	253
5.1.5. Seguimiento cuantitativo.	253
5.2. Seguimiento en “pre-prensa”.	254
5.2.1. El control del color de la pre-prensa.	254
5.2.2. Calibración de los instrumentos.	255
5.2.3. La fotocomponedora, linearización de la salida de película.	256
5.2.4. Salida de película.	257
5.2.5. Comprensión de los archivos originales.	258
5.2.5.1. Cómo calificar una prueba.	259
5.2.5.2. Cómo ajustar las pruebas.	262
5.3. Seguimiento en “prensa”.	263
5.3.1. Cinco pasos para el control en prensa.	263
5.3.2. Precauciones de control en prensa.	266
CONCLUSIONES	267
RECOMENDACIONES	269
REFERENCIAS	271
BIBLIOGRAFÍA	273

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

No.	FIGURAS	PÁGINA
1	Los tres elementos del color	17
2	El espectro electromagnético	18
3	Esta ventana representa un segundo de 4 tiempo	18
4	La longitud de onda y la frecuencia del color rojo	19
5	La lente enfoca la luz sobre la retina que contiene millones de bastones y conos	21
6	SPD para la luz incandescente y D ₆₅ (luz de día 6,500K	22
7	La luz blanca contiene todos los colores en el espectro visible.	23
8	Primarios y secundarios los colores aditivos	25
9	El color aditivo (RGB)	25
10	Los principios del color aditivo	26
11	Primarios y secundarios del color substractivo	27
12	CIE, XYZ	28
13	CIE L*a*b	29
14	Plano horizontal de CIE L*a*b	30
15	Sistema HSB	31
16	Proporción del punto vrs malla	36

17	Porcentaje de punto	37
18	Relaciones de tamaño de los puntos con una cobertura	38
19	Abertura de malla + diámetro de hilo	39
20	Abertura menos que el diámetro de hilo	39
21	Comparación de los distintos resultados de impresión	40
22	Depósito de tinta	41
23	La influencia de la malla sobre la reproducción de un punto de medio tono con un diámetro de 105 micrones	42
24	Alcance tonal total	43
25	Punto elíptico	44
26	El corte transversal correcto de una esténcil directo	47
27	Estructura de la malla en el lado de impresión de la pantalla no puede ser equilibrada	48
28	La imagen de arriba es el ejemplo más común de una barra de color abreviada	59
29	Ejemplo de un chart de prueba	60
30	La función de luminosidad del ojo humano	72
31	La luz reflejada es la luz que rebota desde una superficie iluminada	74
32	Reflexión especular	74
33	La parte entre la interacción entre el objeto y la luz de la situación en observación, como nublado y y translucidez	75

34	La parte entre la interacción entre el objeto y la luz de la situación en observación, condición rectilínea.	75
35	Curvas espectrofotométricas	76
35	Sistema de color de tres dimensiones	78
36	Sólido de color Munsell	78
37	Tipos de iluminantes	80
38	Observador estándar de CIE de 1931	81
39	Masa de color Hunter L a y b	82
40	Orden del color: 12 colores fuera de orden	84
41	Colocación del amarillo en orden de tonalidades de verde a rojo	84
42	Colocación de los colores rojos seguidos de los azules	84
43	Se empieza con una tonalidad roja de azul que es otra manera de escribir el color púrpura	84
44	Colocación de colores verdes como paso final del orden del color.	84
45	Originales	89
46	Tira de control	94
47	Nivelación mesas de impresión	95
48	Nivelación de platinas	96
49	Pantalla	96
50	Medidor de fuera de contacto	99

51	Tipos de hule	101
52	Colocación de muestra en la producción	103
53	Hoja técnica	103
54	Espectrofotómetro	104
55	Colorímetro	105
56	Densitómetro	105
57	Lavadora de alta tensión	113
58	Lavado de una pantalla	114
59	Micro foto de una malla dañada debido a frotamiento hecho con polvos de fregar	116
60	Malla frotada con polvo de carburo de silicio	116
61	Sistema de estencil y representación gráfica	117
62	Limitación de la emulsión	121
63	Estructura del PVA expuesto a la luz UV	121
64	Emulsión con mayor cantidad de sólido	122
65	Muestra de una malla de 90 hpcm (230 hpp)	123
66	Muestra de una película capilar convencional de espesor de 35-38 micrones en la misma malla	123
67	Muestra de una película capilar de curado dual realizado para brindar las mismas características	124
68	Preparación de la prensa	128
69	Traspaso de tinta en malla 355 hpp	152

70	Taza de Zahn	156
71	Paleta de Broockfield	156
72	Aguja descendente	156
73	Dispositivos de control de calidad	170
74	Recomendación del proveedor según malla	171
75	Alineación precisa de una prensa	174
76	Factores básicos en la ejecución de la serigrafía	175
77	Factores importantes para la calidad en la serigrafía	176
78	Factores de tensión y fuera de contacto son viables para la calidad.	177
79	Aspectos básicos del sustrato para la calidad.	178
80	La automatización, aspectos importantes para la calidad	183
81	Aspectos básicos del rasero que influyen en la calidad	184
82	Angulo del rasero.	186
83	Relación ángulo y velocidad.	187
84	Diferentes tipos de aplicadores de fluidos.	188
85	Ubicación de cilindros y rasero.	191
86	Sistema con un cilindro de presión individual con movimiento lateral	191
87	Angulo de desprendimiento después del paso del rasero	192
88	Desprendimiento automático	193
89	Ejemplo de desprendimiento automático y fuera de contacto	195

90	Relación entre inicio del ciclo y un punto en la pantalla	196
91	Relación entre inicio del ciclo y un punto 2 en pantalla	196
92	Relación entre inicio del ciclo y un punto 3 en la pantalla	197
93	Posición del punto 3 en el estencil se mueve según un radio desde el punto de pivote del mecanismo de desprendimiento	198
94	Compensador de distorsión de imagen	200
95	Recolección de datos desde cuatro posiciones en una hoja impresa.	209
96	Diagrama de control	210
97	Calculo de subgrupos	211
98	Recolección de datos	214
99	Trazo de datos	215
100	Tazo de los límites de control	215
101	Un cian kodak approval y de un cian de matchprint	221
102	Diagrama de flujo	223
103	Espectrofotómetro leyendo el color del papel	224
104	Comparación visual entre el color de la prueba y el sustrato	225
105	Prueba Dupont	225
106	Diferencia de tonos en magenta	226
107	Grafica de matíz	226
108	Densitómetro leyendo la ganancia de punto en una prueba	227
109	Densitómetro de transmisión	229

110	Película de calibración para densitómetro de transmisión	230
111	Película de muestras	231
112	Comparación de archivos y pruebas contra muestra	231
113	3 pasos para calificar una prueba	233
114	Espectrofotómetro	234
115	Muestras tonales	235
116	Medición y registro de valores tonales.	235
117	Formula de Murria-Davies para el cálculo del área de punto	237
118	Hoja de trabajo para la igualación del color objetivo.	238

TABLAS

I	Especificaciones de tela	40
II	La relación entre la superficie del punto de medio tono y la superficie de las aberturas de malla.	42
III	Relación entre el tamaño de la imagen a ser impresa, el conteo de líneas del medio tono y el número de malla	43
IV	Ganancia de punto	56

LISTA DE SÍMBOLOS

POP	Punto de Venta
SPPA	Asociación de serígrafos
SPAI	Asociación internacional de serígrafos.
SGIA	Asociación internacional serígrafos y proceso digital.
Dmax	Densidad máxima en película.
Dmin	Densidad mínima en película.
Dpi	Puntos por pulgada.
Lpi	Línea por pulgada
UV	Ultravioleta.
EM	Espectro electromagnético
SPD	Distribución de energía espectral.
CIE	Comisión internacional del color.
CMY	Colores primarios sustractivos (Cian, magenta, amarillo).
RGB	Colores primarios aditivos (Rojo, verde y azul).
L A B	Ejes de color basado en coordenadas X Y Z.
PVC	Cloruro de polivinilo
Hpp	Hilos por pulgada.
nm	Nanómetro.
TSF	Medidor de fuera de contacto.
QC	Control de calidad (<i>Quality Control</i>).

ANSI	Instituto nacional americano de estándares (<i>American National Standar Institute</i>).
ISO	Instituto Internacional de estandarización (<i>Internacional Organization for Standardization</i>).
CAD	Diseño por computadora (<i>Computer arded design</i>).
PVOH	Polivinilo alcohol.
PVA	Polivinilo acetato.
cm	Centímetro.
μm	Micra.
GATF	Fundación Técnica para las Artes Gráficas.
Kp	Kilo pascales.
CEP	Control estadístico del proceso.

GLOSARIO

Abrasión	Desgaste producido por el roce o fricción.
Ácido	Compuesto corrosivo, que forma sales en combinación con una base.
Ángulo	En una película tramada se refiere al ángulo de la línea de puntos con respecto a un eje horizontal o vertical de la imagen -Angulo entre las líneas de puntos de una película tramada y la trama de la malla.
Autoadhesivo	Lámina adhesiva imprimible, transparente o coloreada, de papel, plástico, tela o lámina metálica, adherida provisoriamente a una lámina de papel.
Bastidor	Marco que posee una malla serigráfica adherida y tensada formando una pantalla.
Bloqueador	Sustancia líquida y densa para retocar y tapar aberturas de la Matriz y que debe ser resistente a la tinta empleada en la impresión. Como bloqueador se utiliza emulsión sensibilizada o no sensibilizada dependiendo de la tinta con que se imprimirá.
Calcomanía	Impresión sobre un papel especial, para que posteriormente esa impresión sea transferida a un soporte final.
Emulsionador	Perfil metálico en forma de canoa utilizado para aplicar foto emulsión a la malla.
Cara exterior	Cara de la pantalla o bastidor que se coloca en contacto con el soporte o pieza que se imprimirá.
Cara interior	Cara de la pantalla por donde se coloca tinta y se pasa el rasero.
Catalizador	Producto químico que acelera o completa la reacción de un compuesto.

Color plano	Área de color uniforme o parejo, sin matices, tonos, tramas ni degradados.
Entintador	En las máquinas impresoras automática o semiautomática es una hoja de metal, plástico o goma que recubre de tinta la matriz luego de la pasada del rasero.
Corrosivo	Producto con capacidad de disolver químicamente los materiales y capaz de provocar quemaduras en la piel.
Cruces de registro	Marcas en cruz que en el original y las películas sirven de referencia para el registro y ajuste de los diferentes colores.
Cuatricromía	Proceso de reproducción tramada que utilizando solo cuatro colores; azul, amarillo, rojo y negro, logra en la impresión la ilusión óptica de poseer todos los demás colores.
Cuenta-hilo	Lupa o película de finas líneas utilizado para determinar la lineatura de una malla
Definición	Capacidad de un material o proceso de mantener fidelidad de reproducción.
Degradé	Variación gradual de matiz o tono en una impresión, obtenido por un tramado en degrade, o al mezclar tintas de diferente color en la pantalla.
Desemulsionador	Producto liquido, en gel o pasta utilizada para retirar la emulsión de la malla.
Desemulsionar	Retirar la emulsión de la malla.
Desengrasante	Producto específico para remover aceites y grasas de las mallas antes de emulsionarlas.
Diagramar	Ordenamiento de textos e imágenes en un original o en una película.
Diazo	Sensibilizador de emulsiones caracterizadas por su regular definición, baja toxicidad y vida útil de un par de semanas.
Dispersión	Fina suspensión de materiales sólidos en un medio líquido.

Distorsión	Variación de un aspecto dimensional de una imagen con respecto al original, puede ser alargamiento, achatamiento, curvatura etc.
Dpi	Puntos por pulgadas, se refiere a la definición de las impresoras o componedoras. Puede ser de 300, 600, 800, 1200 o hasta 3000 dpi.
Emulsión	Producto que al ser mezclado con un sensibilizador se utiliza para recubrir y grabar pantallas por el método directo de fotograbado.
Emulsionado	Proceso de aplicación de la emulsión a la pantalla para efectuar un fotograbado.
Endurecedor	Líquido que se aplica a las matrices para otorgarles resistencia.
Exposición	Aplicación de luz a un material fotosensible para provocarle un cambio químico.
Fotocomponedora	Sistema digital-fotográfico de obtención de originales o películas por microprocesador, con resultados de óptima definición.
Fotoemulsión	Material sensible a la luz, que aplicado a una malla es utilizado para obtener matrices por fotograbado.
Fotomecánica	En ciertos países proceso fotográfico de reproducción para obtener películas.
Fuentes	Tipos de letras de acuerdo a su estilo.
Hidrolavadora	Aparato para lavar que lanza un fuerte chorro de agua a presión.
Humedad relativa	Porcentaje de la humedad del aire en diferentes temperaturas en que el 100% indica saturación del aire.
Imagen fantasma	Imagen formada en los hilos de la malla por vestigios de tinta de anteriores impresiones.
Infrarroja	Radiación con características térmicas o de transmisión de calor.
Insolado	Exposición para fotograbado utilizando como fuente la luz solar.
Líneas de corte	Líneas que en el original y/o en la película indican la línea por donde se debe cortar un material después de impreso.

Líneas x centímetro	Líneas formadas por filas de puntos en un original, una película o un impreso, se cuenta la cantidad de líneas en un centímetro.
Lupa cuenta-hilo	Pequeña lupa usada en gráfica que cuenta con escala de medición en centímetros y pulgadas.
Luminiscente	Se refiere a aquellas sustancias que emiten luz pero sin emisión de calor.
Malla	Tejido sintético homogéneo muy fino y resistente utilizado para confeccionar pantallas en serigrafía.
Matriz o Esténcil	Imagen grabada en una pantalla y que permite el paso, a través de ella, de las tintas serigráficas.
Medio tono	Imagen en que las diferentes tonalidades se obtienen por puntos de diferente tamaño de acuerdo al porcentaje de luz o sombra de las áreas que representan.
Mesa de luz	Estructura en forma de cajón con tubos fluorescentes y un vidrio encima, utilizado para fotografiar y también para revisar y retocar películas y matrices. Para fotografiar con buena definición no se usa mesa de luz si no que un solo foco o lámpara de luz.
Moaré	Repetición geométrica u ondulada de imágenes, provocado por la superposición de tramas en ciertos ángulos.
Negativo	Imagen que reproduce tonos o colores invertidos con respecto a un original.
Newton	Unidad de fuerza, corresponde a la fuerza que imprime una aceleración de un metro/segundo a una masa de un kilogramo.
Objetivo	Se designa así en fotografía al lente o conjunto de lentes que enfocan un objeto.
Original	Uno o más elementos gráficos, bien definidos y de buena calidad, utilizados como patrón o modelo para reproducir.
Pantalla	Malla serigráfica extendida y fija a un marco.

PH	El término indica "poder de hidrógeno" y es una medida para indicar el grado de acidez y basicidad de una solución, que va de 1 a 14, donde 1 corresponde a ácido fuerte 7 es neutro y 14 es base fuerte.
Pigmentos	Materiales de alta coloración y finamente molidos de procedencia orgánica, mineral o sintética utilizados para dar su color a las tintas.
Pirómetro	Aparato para medir la temperatura elevada en lugares donde no resulta práctico o posible el uso de un termómetro.
Polimerización	Unión química de dos o más moléculas para formar moléculas más grandes, obteniéndose un compuesto con mejores características de cohesión, adhesión, estabilidad y resistencia.
Presensibilizado	Material cuya sensibilidad a la luz es otorgada por el fabricante y no por adición de un sensibilizador en el taller.
Pretratamiento	Tratamiento que se hace a un material para asegurar la buena adherencia, de la emulsión en el caso de mallas, o de la tinta en el caso de plásticos.
Pruebas de lavado	Pruebas combinando detergentes en diferente temperatura, frote y agitación para determinar la resistencia de la impresión textil.
Quemador	Dispositivo a gas que emite una llama uniforme para el pretratamiento de ciertos plásticos.
Quitamanchas	Solvente muy volátil empleado para retirar manchas de las telas.
Rasero	Ancha espátula de goma utilizada para arrastrar y presionar la tinta a través de la malla serigráfica.
Recuperado	Proceso de limpieza de emulsión y restos de tinta de una matriz para obtener la pantalla limpia para otro fotograbado.
Registro	En una separación de colores es el ajuste de una película con las demás - Ajuste de un color impreso con respecto a otro adyacente

	- En impresión gráfica ajuste de un soporte en los respectivos topes - En impresión textil ajuste de un bastidor suelto en su riel y tope.
Removedor	Producto líquido, en pasta o gel utilizado para retirar la emulsión de la pantalla. Algunos productos removedores más fuertes además de retirar la emulsión también retiran los restos de tinta.
Resina	Material orgánico de origen natural o sintético, de estado sólido o semisólido, obtenido por reacción química.
Resolución	Ver Definición.
Revelado	Etapa de procesado con agua de una pantalla emulsionada y recién expuesta, para obtener una matriz. -En fotografía se refiere al proceso para hacer visible la imagen latente de una película expuesta.
Retiro	Número de impresiones por la cara posterior de un soporte.
Sensibilizador	Compuesto que al ser aplicado a una solución obtiene que esta sufra cambios químicos al ser expuesto a la luz. - Se llama así también al bicromato de amonio y al sensibilizador Diazo.
Serigrafía	Proceso de impresión que utiliza como matriz una malla grabada en la cual la tinta es transferida al soporte a través de la matriz por medio de un rasero.
Shore	Escala internacional de medición de la dureza de los materiales. Su rango va de 0 a 100 Shore. Indicando los números más altos las mayores durezas.
Sobreexposición	Exceso de exposición al fotografar, se manifiesta por bloqueo total o parcial de la matriz durante el revelado.
Sobreimpresión	Impresión de un color sobre otro ya sea parcialmente para obtener un tercer color o en una estrecha franja para obtener un calce seguro - Impresión de una capa de barniz o laca sobre todos los colores para otorgar brillo y resistencia.

Solvente	Sustancia con capacidad de disolver la que se encuentra en mayor cantidad en una solución.
Solvente orgánico	Líquido compuesto de diferentes hidrocarburos con cierto grado de inflamabilidad y con capacidad de disolver resinas.
Sustrato o Soporte	Pieza, material u objeto que recibe la impresión - Lámina que sostiene las películas de recorte.
Subexposición	Falta de exposición al fotografar, se manifiesta por excesivo desprendimiento de la emulsión durante el revelado.
Tintas secado UV	Tintas cuyo secado instantáneo se obtiene sólo por aplicación de radiación ultravioleta.
Tiraje	Se refiere al número de piezas o soportes impresos en una sesión o tanda.
Tiro	Número de soportes impresos por la cara frontal.
Tope	Piezas o elementos para el registro de los soportes a imprimir en impresión gráfica.
Tramas	Distribución geométrica o no de puntos, líneas, figuras o efectos de textura en un papel blanco o película transparente.
Transparencia	Capacidad de un material de permitir el paso de la luz a través de él. - Película usada para fotografar.
Troquel	Molde de corte empleado para cortar con un mismo patrón diversos materiales como papel, cartón, láminas plásticas etc.
Ultravioleta	Radiación al extremo del espectro luminoso y que posee la característica de provocar cambios químicos en ciertos materiales.
Velo	Delgada y transparente capa de emulsión que en una matriz bloquea el paso de la tinta.
Vinilo	Vocablo para indicar el PVC o Cloruro de polivinilo, especialmente aquél laminado.

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación esta formado por cinco capítulos: el primero trata de los antecedentes generales de la empresa, conceptos básicos del color y de la serigrafía.

El segundo capítulo nos da un enfoque de cómo se encuentran los talleres de impresión y las variables que deben controlar dentro del proceso serigráfico.

El tercer capítulo detalla un nuevo concepto y análisis de la apreciación del producto impreso, así como, aspectos prácticos de la serigrafía y del manejo del color a través de la medición y otras variables que intervienen dentro del proceso.

El cuarto capítulo inicia la implantación del control de calidad dentro de la serigrafía especializada.

El quinto capítulo es el seguimiento de la cultura de calidad implantada para el mejoramiento continuo del control del color dentro el área productiva.

OBJETIVOS

General

Iniciar una cultura de control de calidad dentro de la industria de la serigrafía especializada, con el propósito del mejoramiento continuo en tecnología y capacidad técnica en la mano de obra.

Específicos

1. Contribuir al desempeño y mejora en los procesos dentro de Grafik Print, S.A.
2. Estructurar un manual de procedimientos que ayude a la formación técnica del personal en el área de producción.
3. Dar a conocer instrumentación para la medición objetiva del color.
4. Implantar la cultura de control del color.

INTRODUCCIÓN

En la pequeña industria guatemalteca de serigrafía publicitaria, se trabaja de una manera empírica, con una baja productividad, altos costos y mala calidad. Es importante que la industria de la serigrafía publicitaria ingrese a un mercado globalizado y competitivo, produciendo altos volúmenes, a bajos costos y de alta calidad, es por ello que la tecnología ofrece diferentes opciones de maquinaria, tintas, etc. al mercado nacional, donde puedan competir a nivel internacional, cumpliendo con altos estándares de calidad a precios competitivos.

Así mismo la pequeña industria guatemalteca no cuenta con sistemas de control y mucho menos estándares de calidad. En la industria serigráfica es de vital importancia contar con un sistema que garantice al cliente la calidad del producto, debido que la serigrafía es uno de los procesos difíciles de controlar. En el capítulo uno se describe conceptos básicos del color y la serigrafía. En el segundo capítulo la situación actual de los talleres de impresión y las condiciones de trabajo en que se encuentran. El tercer capítulo la introducción de un nuevo concepto sobre apreciación del color y una serigrafía práctica. El capítulo cuatro la implantación del control de calidad en la serigrafía. El capítulo cinco el seguimiento de la implantación de la cultura de control de calidad.

En el presente trabajo de investigación será de gran beneficio y está orientado a todos los talleres de impresión para convertirse en pequeñas industrias y puedan alcanzar un desarrollo industrial y competir a nivel internacional.

1. ANTECEDENTES

1.1. Presentación.

El presente trabajo de tesis de graduación es el resultado de todas las actividades realizadas como trabajo profesional en *Grafik Print*, S.A., localizada en la 10 ave. 3-15, zona 4 de Mixco, colonia Monte real II. Dichas actividades se realizaron en un período de tiempo superior a los seis meses.

1.1.1. Antecedentes de la empresa.

Grafik Print, S.A. es una empresa dedicada al diseño, manufactura y comercialización de material *POP* y material para exteriores en serigrafía. Desde su fundación el control de calidad no ha tenido una organización definida, por lo que dicha actividad industrial no ha podido realizarse de manera profesional y que permita a la empresa optimizar esfuerzo y resultados desde el ingreso de materia prima hasta la obtención del producto final. En la industria serigráfica es de vital importancia contar con un sistema que garantice al cliente la calidad del producto, debido que la serigrafía es uno de los procesos difíciles de controlar.

Grafik Print, últimamente ha ido creciendo de tal manera que sus actividades comerciales de impresión en serigrafía son cada vez más requeridos por compañías nacionales e internacionales y por lo cual se están tornando más complejas, exigiendo un trato más técnico y profesional.

Es importante que la industria de la serigrafía publicitaria ingrese a un mercado globalizado y competitivo, produciendo altos volúmenes, a bajos costos y de muy alta calidad, donde pueda competir a todo nivel, cumpliendo con altos estándares de calidad a precios competitivos.

1.2. Historia de la serigrafía.

El registro más antiguo que se tiene es de hace más de 1000 años a.C. en las cavernas de los Pirineos entre España y Francia. Existen más de 200 impresiones negativas de una mano apoyada sobre rocas. Estas impresiones se lograban soplando polvos de hollín a través de una caña o hueso alrededor de la mano, utilizando esta como plantilla de reproducción.

En el oeste de China entre 500 a 1000 años d.C. la impresión de imágenes de Buda de más de 20 metros se realizó en las cavernas de *Tun Huang*, utilizando plantillas de papel y tintas chinas. Por lo que en oriente se presentan grandes descubrimientos y aportaciones a esta técnica.

En el siglo XVIII en Japón las plantillas de papel de arroz eran sujetas por hilos de seda y cabellos humanos, engomados por un barniz llamado *shibu*. Ciento cincuenta años después surgen los tejidos de seda y los marcos de bambú. La impresión en seda se desplaza de Asia a Europa probablemente al comercio que introdujo el explorador Marco Polo de productos como la seda, el papel, las tintas chinas y los marcos de bambú.

En la edad media en Gran Bretaña esta técnica se utilizó para colorear naipes, estampas religiosas y la cruz en los mandiles de los cruzados y con esto se expande por toda Europa. En la última década del siglo XIX se implanta en Francia introduciéndose en la región Lionesa y es utilizada exclusivamente en la impresión de textiles. En 1891 *Toulouse Lautrec* presenta su primer cartel “El baile en el Moulin Rouge” con separación de colores reproducido con esta técnica.

Para 1906 en América se desarrollan las primeras aplicaciones gráficas de esta técnica pero de poco tiraje y mala calidad. En 1907 nace la serigrafía moderna, *Samuel Simón* de Manchester obtiene la primer patente serigráfica al utilizar un líquido aislante para formar estenciles, después cambia las brochas por raseros.

El avance de mejoras en esta técnica es más acelerado y en 1914 *John Pilsworth* inventa el método *selecta sine* para imprimir varios colores en Estados Unidos de América. En la primera guerra mundial al fabricar banderas y estandartes se descubre la plantilla fotográfica (película) elaborando estenciles de mejor calidad y con esto se desarrolla la serigrafía industrialmente.

En 1923 en Londres Inglaterra se crea el taller de serigrafía gráfica *Selecta de Londres*. En 1925 se automatiza la serigrafía, poco tiempo después *Autremont* de Ohio (Estados Unidos de América). Inventa la película de recorte, que agiliza el proceso de elaboración de estenciles y con esto se logró inventar el sistema *Pantone* de tintas. En 1927 Escandinavia se proyecta serigráficamente y después Suiza en 1928. En Estados Unidos de América ésta técnica se perfeccionaba rápidamente, en 1930 se le da un sentido artístico porque surge la creación y reproducción de obras artísticas siendo su representante *Andy Warhol* en los años cuarenta.

Con la segunda guerra mundial el procedimiento de impresión era muy práctico para marcar los embalajes y materiales que se transportaban, los bidones de gasolina, los cascos militares, los aviones, banderas, estandartes, etc. Para 1948 se constituía la primera gran asociación nacional de serigrafía en Estados Unidos de América, la **SPPA** (*Screen Process Printing Association*). En 1950 la serigrafía se aceptó como una forma válida de comunicación visual por el trabajo de *Roy Lichtenstein*. En 1951 en Francia se crea la “Cámara Sindical de la Serigrafía”, lo que para entonces estaba atrasado técnicamente con los demás países como Gran Bretaña, Suiza y Alemania.

Entre 1950 y 1960 se inventan los tejidos serigráficos sintéticos como los poliésteres y las poliamidas. En 1980 se descubren los tejidos antirreflectivos o de colores. En 1995 la **S.P.A.I.** (*Screen Printing Association International*) adopta el proceso digital de impresión y diseño serigráfico por lo que cambia de nombre a **S.G.I.A** (*Screenprinting & Graphic Imaging Association International*).

1.3. Fundamentos de serigrafía.

La serigrafía es un proceso simple y como tal, es fácil de entender el principio básico que hay detrás de él. La imagen se crea utilizando un portador de la imagen constituido por el marco, la malla y el estencil. La tinta es forzada a través de las áreas abiertas de la imagen sobre el sustrato utilizando un rasero. Sin embargo, debido a que el proceso es tan simple, un error común es subestimar el aspecto complejo de la serigrafía.

Cuando se considera el proceso con mayor profundidad, resulta ser mucho más complicado de lo que se supone. Todos los procesos de impresión tienen que controlar variables que afectan la calidad final de la impresión. Una variable es un elemento o componente que puede alterarse o cambiar. Mientras que otros procesos de impresión tienen que ver con más de 100 variables (el doble de las que tiene la serigrafía) aún así, cada variable debe ser controlada para producir calidad consistente.

El proceso de la serigrafía puede ser agrupado en ocho áreas: la película, la pantalla, el estencil, el rasero, la tinta, el sustrato, la prensa/secado y el medio ambiente. Cada una de las 53 variables encaja dentro de estos componentes de la serigrafía. Tres de ellas se refieren a la película; nueve están relacionadas con la pantalla, nueve con el estencil y nueve con el rasero; siete corresponden a la tinta; cinco se refieren al sustrato; ocho tienen que ver con la prensa y el secado; y tres se relacionan con el medio ambiente.

1.3.1. Película.

Difícilmente podría uno excederse en realzar la importancia de utilizar películas de la más alta calidad. Solamente se puede obtener un resultado final de impresión tan bueno o menor como sea la película original, por lo tanto el adagio “usas basura, obtienes basura” aplica. No es realista pensar que se pueda obtener un resultado impreso mejor que la película. Las tres variables de la película son:

1. Densidad de imagen: Las áreas oscuras en la película positiva representan áreas de imagen. Estas áreas oscuras deben ser lo suficientemente densas como para obstruir el paso de cualquier luz incidente durante la exposición del estencil, de manera que las áreas oscuras puedan ser eliminadas completamente en el lavado. A esto se le refiere como D-Max o densidad máxima de la película.
2. Densidad base de la película. Áreas de la película positiva que no pertenecen a la imagen, son transparentes. A esto se le refiere como D-Min o densidad mínima. Las áreas que no pertenecen a la imagen permiten el paso de la luz durante el proceso de exposición del estencil. Estas áreas deben endurecerse en el estencil para lograr una durabilidad apropiada. Si la película base interfiere con la transmisión de la luz, la durabilidad del estencil se verá afectada en forma adversa.
3. Resolución de la imagen. La resolución de la imagen se relaciona con la nitidez o precisión de la orilla de las imágenes de la película. Los métodos para producir la película, electrónicamente o con cámara, afectarán la calidad de la orilla. Los dispositivos electrónicos miden su resolución en puntos por pulgada (dpi).

1.3.2. Pantalla.

La malla de la pantalla es el componente más importante de la serigrafía, haciéndolo diferente a otros procesos de impresión. Interactúa con y afecta a cada operación en el proceso. Las nueve variables de la malla son:

1. Composición de la fibra de la malla: La malla está hecha de una diversidad de compuestos. Una fibra natural, la seda, fue una de las primeras mallas utilizadas en la serigrafía. Actualmente se utilizan fibras sintéticas tales como poliéster o nylon.
2. Estructura del hilo: La estructura del hilo puede ser multifilamento o monofilamento. Debido a que la tela de poliéster monofilamento ofrece mejores resultados en el proceso de impresión, los profesionales de la industria de la serigrafía la usan con mayor frecuencia en la actualidad.

3. **Diámetro del hilo:** El diámetro del hilo es el diámetro o la distancia de la sección transversal del espesor de la fibra de la malla. En el pasado las telas para pantalla han estado clasificadas en tres tipos de fibras: S, T y HD. S está hecho de hilo de diámetro delgado, T está hecho de hilo de diámetro medio y HD está hecho de hilo para trabajo pesado.

La práctica reciente clasifica el tipo del hilo por la medición real en micrones. Por ejemplo: Una tela 305-34D está tejida utilizando un hilo de 34 μ (micrones); mientras que una 305-31D y una 305-40D son telas con un hilo más delgado y más pesado correspondientemente. Un hilo delgado produce una calidad de impresión superior en comparación con otros tipos de hilo, debido a que el hilo delgado ofrece una menor interferencia de la malla. Desafortunadamente los hilos delgados son menos durables que los hilos más pesados.

4. **Densidad de la malla:** La densidad de la malla, ya sea desde una densidad baja de 80 hilos por pulgada o alta de 420 hilos por pulgada, afecta al depósito de tinta, la resolución y calidad final de la impresión.
5. **Abertura de la malla:** La abertura de la malla es una medida lineal entre cada fibra de la malla. La abertura, medida ya sea en milésimas de una pulgada o en micrones, indica el espacio real que permite que la tinta pase.
6. **Estructura del tejido:** La malla está tejida ya sea en tejido cruzado o sencillo. Con el tejido sencillo, cada hilo va por debajo de un hilo y por encima del siguiente. Con el tejido cruzado, cada hilo pasa por debajo de un hilo y por encima de dos hilos. La estructura del tejido cruzado produce baja calidad en medios tonos y en diseños de líneas delgadas. Por esa razón, solamente las mallas de tejido sencillo deben ser utilizadas en serigrafía.

7. Color de la malla: La malla está disponible en diferentes colores: blanco, amarillo, naranja y rojo. La malla de color es preferible tanto con emulsión directa como con películas capilares, ya que reduce la dispersión de luz, dando como resultado imágenes de mejor calidad.
8. Tensión de la pantalla: La malla de la pantalla debe ser tensada adecuadamente para obtener calidad óptima. La malla se dañará cuando sea tensada demasiado; sin embargo, un tensado muy bajo dará como resultado una impresión con baja calidad. Asimismo, la tensión deberá ser consistente en todas las áreas de la pantalla misma.
9. Estabilidad del marco: El diseño del marco debe ser apropiado para mantener la malla al nivel de tensión deseado. Si se utiliza un marco de baja calidad, no será lo suficientemente fuerte para soportar la malla adecuadamente.

1.3.3. Esténcil.

El esténcil es el componente que conforma las áreas que no pertenecen a la imagen. El esténcil también ayuda a determinar el depósito de tinta y es responsable del establecimiento de los estándares de calidad y durabilidad para el portador de la imagen. Los profesionales de la industria están de acuerdo en que el principal aspecto de problema durante los años noventa han sido problemas de producción relacionados con el esténcil. Las nueve variables del esténcil son:

1. Preparación de la malla: Las dos operaciones principales que preparan la malla para aplicación del esténcil son el tratamiento abrasivo (o desgastado) y el desengrasado. Ambas afectan la fuerza con que se adhiere el esténcil a la tela de la pantalla.
2. Espesor del esténcil: Los estenciles pueden ser producidos en diversos espesores. El espesor de la emulsión directa se puede variar por medio de la aplicación de más de una capa de emulsión líquida. La película capilar se fabrica en diferentes espesores que van desde 15 a 80 micrones: Meramente seleccionar el esténcil con el espesor deseado para un trabajo dado y aplicarlo a la pantalla.

3. Características del estencil: Se encuentran disponibles una gama de estenciles que ofrecen diferentes características en relación con la resolución, la definición y la sensibilidad, así como la resistencia al agua y a los solventes. Algunos estenciles producen altos resultados de resolución y definición. Asimismo, pueden tener diferentes sensibilidades, que determinan sus tiempos de exposición.
4. Durabilidad del estencil: La composición de los estenciles afecta su durabilidad. Algunos tipos de estencil son más frágiles e incapaces de imprimir grandes cantidades mientras que otros son extremadamente durables y pueden ser utilizados para producir corridas muy largas.
5. Contenido de humedad: Cualquier humedad en la emulsión del estencil previa a la exposición afectará adversamente su sensibilidad. La humedad en el estencil después de la exposición afectará su funcionamiento en la prensa.
6. Intensidad de la exposición: Los dispositivos de exposición están disponibles con diversas fuentes de luz. Cada uno tiene sus propias características con diferentes frecuencias e intensidades de salida.
7. Distancia de exposición: La distancia entre la fuente de exposición y la emulsión de la pantalla afecta tanto a la calidad de la orilla como a la durabilidad del estencil.
8. Duración de exposición: El propósito de la exposición es endurecer las áreas del estencil que no pertenecen a la imagen. Si la duración de la exposición es insuficiente, el estencil no se endurecerá totalmente. El resultado será un deterioro prematuro del estencil y una durabilidad de operación reducida. Asimismo, es posible que el estencil sea difícil de lavar. La sobre exposición del estencil dará como resultado pérdida de resolución, ya que con el tiempo de exposición adicional se ha dado lugar a que se presente una incidencia transversal indeseable de la luz. La exposición óptima es un punto intermedio entre estos dos extremos.

9. Elaboración del estencil: El procedimiento utilizado para preparar el estencil, con variaciones en la temperatura y la presión del agua, puede tener un efecto significativo en el estencil y debe ser controlado.

1.3.4. Rasero.

El rasero, una tira u hoja de hule o plástico sostenida en la orilla de una manija metálica o de madera, es otro componente importante en el proceso de la serigrafía. El rasero tiene cuatro funciones: Pone a la pantalla en contacto con el sustrato, ayuda a determinar la cantidad de tinta depositada en el sustrato, limpia de tinta la superficie de la pantalla y ayuda a la pantalla a que entre en contacto total con superficies u objetos irregulares.

Existen nueve variables que controlan el efecto de la acción del rasero. Cinco se relacionan con el rasero y cuatro se relacionan con la barra entintadora:

1. Dureza de la hoja: Una hoja dura tiene 80 grados Shore A y una hoja suave tiene 40 grados Shore A. La dureza de la hoja afecta la cantidad de tinta depositada además de la calidad de la imagen.
2. Forma de la hoja: Aún cuando usualmente la hoja tiene un borde cuadrado afilado, también puede utilizarse un borde redondo. La forma de la hoja afecta la cantidad de tinta depositada además de la calidad de la imagen.
3. Ángulo de la hoja: El ángulo que la hoja del rasero mantiene durante la impresión afecta a la cantidad de tinta depositada así como a la calidad de la impresión.
4. Velocidad de la pasada del rasero: La velocidad en que el rasero es operado afecta tanto a la cantidad de tinta depositada como a la calidad de la imagen impresa.

5. Presión de la hoja: Para producir la mejor calidad de impresión, debe aplicar la cantidad de presión adecuada al rasero para forzar la tinta a través de las aberturas en la malla hasta llegar al sustrato. Presión insuficiente o excesiva producirá resultados no satisfactorios.
6. Forma del borde de la barra entintadora: La barra entintadora es una barra delgada de metal o plástico que esparce una película delgada de tinta uniformemente sobre la pantalla de impresión, en dirección opuesta a la pasada de impresión y antes de ésta. El perfil del borde de la barra entintadora, ya sea afilado o redondeado afectará la calidad. Cualquier variación en la uniformidad del borde, u otra imperfección, producirá una acción inconsistente de cobertura de entintado.
7. Ángulo de la barra entintadora: Durante la impresión, el ángulo de la barra entintadora afecta la cantidad de tinta depositada y la calidad de la impresión.
8. Velocidad de la pasada de la barra entintadora. La velocidad de la barra entintadora, ya sea de rápido o lento movimiento, afecta la calidad y la cantidad de tinta depositada.
9. Presión de la barra entintadora: La presión de la barra entintadora afecta la uniformidad de la capa de recubrimiento, a la tinta depositada y a la calidad de la imagen final.

1.3.5. Tinta.

Aún cuando se puede imprimir con serigrafía casi cualquier material o superficie, la serigrafía requiere una tinta que esté formulada para que funcione apropiadamente sobre el sustrato bajo las condiciones deseadas. Las siete variables de la serigrafía relacionadas con la tinta son:

1. Molienda del Pigmento: El tamaño y distribución de las partículas, o molienda de los pigmentos que constituyen la tinta, afectará su calidad, desde burdo hasta detalle fino.
2. Dispersión del pigmento: El grado en que los pigmentos se encuentran dispersos en la tinta es importante para lograr resultados de calidad.
3. Viscosidad: La viscosidad es la resistencia a fluir, una medida de la resistencia interna de los fluidos a la deformación entre sus moléculas. Si la resistencia interior es alta, la viscosidad es alta y la tinta no fluirá con facilidad. Cuando la resistencia interna es baja la viscosidad es baja, la tinta es delgada y fluirá con facilidad.
La viscosidad puede ser medida utilizando un viscosímetro. Este dispositivo mide la viscosidad determinando cuánto tiempo le toma a una cantidad predeterminada de tinta fluir a través de un orificio de tamaño especificado. El viscosímetro mide la viscosidad en una unidad de medida conocida como *centipoise*.
4. Adhesividad. La adhesividad es la pegajosidad de una tinta. Esta variable afecta la capacidad de impresión. Una tinta sin suficiente adhesividad puede no imprimir en forma limpia y nítida. Con demasiada adhesividad, la tinta puede no transferirse apropiadamente al sustrato.
5. Características de fluidez: Las características de fluidez se refieren a la capacidad de una tinta de fluir a través de las aberturas de la malla y formar un depósito de tinta suave y uniforme sobre la tela de la pantalla.
6. Propiedades adhesivas. Una tinta utilizada en serigrafía debe ser compatible con el sustrato al que se supone se va a adherir. Por ejemplo, una tinta formulada para adherirse a papel puede no adherirse al policarbonato. El aglutinante en la formulación de la tinta une el pigmento al sustrato. Diferentes sustratos requieren un diferente aglutinante para cada caso específico. Existen tintas multipropósitos que son compatibles con más de un sustrato.

7. Velocidad de secado/curado: La velocidad de secado o curado varía considerablemente entre las tintas. Las tintas con base en laca evaporan rápidamente y secan en poco tiempo. Las tintas con base en agua, debido a la velocidad menor de evaporación del agua, secan más lentamente.

Las tintas que se curan por polimerización son de dos tipos diferentes, epóxicas o de curado con luz ultravioleta (UV). Las tintas UV se curan instantáneamente cuando se exponen a la luz UV. Las tintas epóxicas se curan durante un tiempo dado, una vez que se ha añadido el catalizador.

1.3.6.Sustrato.

Aún cuando se puede imprimir sobre casi cualquier superficie o artículo utilizando el proceso de serigrafía, algunas superficies son más difíciles de imprimir que otras. Las cinco variables relativas a sustratos son:

1. Textura de la superficie: Varios sustratos utilizados en la serigrafía tienen diferentes acabados en su superficie. Algunos plásticos tienen un acabado suave mientras que los materiales de vinilo tienen un acabado texturizado debido a su estructura. Al papel producido con acabado suave, se le corre a través de rodillos de calandria durante el proceso de elaboración. El papel puede también ser producido con diferentes acabados texturizados tales como el tejido de lino o una apariencia áspera parecida a la grava.

Imprimir en una superficie texturizada puede ser difícil: Las partes salientes se imprimen con facilidad mientras que las que están sumidas con frecuencia no se imprimen completamente. Una superficie suave proporcionará los mejores resultados para lograr una alta calidad, especialmente cuando se trata de imprimir detalles finos o medios tonos.

2. Porosidad de la superficie: La estructura de la superficie del sustrato puede también afectar la calidad. El papel con un acabado poroso permite la penetración de la tinta, ocasionando una pérdida de detalle y de nitidez de la imagen. Un sustrato que no es poroso, tal como el plástico o un papel recubierto, no permite a la tinta penetrar y logrará una mejor calidad de impresión de medios tonos o detalles finos.
3. Color: *El* color del sustrato puede tener un efecto significativo en el color de la tinta impresa. Los mejores resultados se logran cuando se imprime en un sustrato blanco, para evitar que pueda llegar a darse un cambio de color. Esto es especialmente importante cuando se utiliza un proceso de impresión de cuatro colores. Un color impreso en un sustrato blanco aparecerá diferente que un color impreso sobre un material de color. Las tintas de serigrafía pueden ser opacas o transparentes. Una tinta opaca ocultará los colores previos cuando se imprima sobre un sustrato de color, mientras que una tinta transparente permitirá que los colores se vean a través de ella y se combinen.
4. Consistencia del espesor: Hay sustratos que pueden tener variación en el espesor durante su fabricación. Ya que el espesor del sustrato varía, imprimir uniformemente se hace más difícil. Los rodillos que controlan el espesor de los papeles de alta calidad se controlan cuidadosamente y se ajustan para mantener un alto grado de consistencia. La fabricación de otros sustratos puede no estar regulada tan cuidadosamente. Frecuentemente los materiales de menor calidad tienen un mayor grado de variación.
5. Efectos de la estática: Las cargas estáticas pueden ser generadas cuando se imprime sobre sustratos tales como poliéster, policarbonato o vinilo. Esta carga estática puede interferir con el proceso de la serigrafía produciendo efectos indeseables tales como problemas de contaminación o de filamentos (“telas de araña”). La estática no puede ser eliminada pero puede ser controlada utilizando diversos procedimientos y dispositivos.

1.3.7.Prensa/Secado.

La prensa es una de las etapas finales del proceso de la serigrafía. Durante la corrida de la prensa, se puede verificar si hay errores y si los resultados de la impresión no reúnen las especificaciones adecuadas y se puede hacer ajustes para remediar el problema.

Obviamente, no se puede lograr los mejores resultados utilizando una pantalla, rasero u otro equipo de calidad inferior. Una vez que la impresión sea terminada, generalmente es utilizado un secador para acelerar los resultados. Los dos tipos distintos de secadores comúnmente utilizados en el proceso de serigrafía son: secadores que utilizan calor y unidades de curado UV que utilizan luz. Las ocho variables relacionadas con la prensa o los secadores son:

1. Distancia fuera de contacto: En algunos casos la pantalla es mantenida en contacto antes y durante la impresión. A esto se le conoce como impresión de contacto. La impresión fuera de contacto es cuando la pantalla se mantiene a una pequeña distancia por encima del sustrato y hace contacto debido a la pasada del rasero. La impresión fuera de contacto proporciona una mejor calidad de impresión. La distancia fuera de contacto varía según los trabajos pero debe ser mantenida al mínimo o dará efectos adversos.
2. Ajuste de desprendimiento: El ajuste de desprendimiento aumenta la distancia fuera de contacto después de que el rasero fuerza a la tinta a través del área de imagen del estencil. Bajo circunstancias ideales el desprendimiento no es necesario. La distancia fuera de contacto se utiliza para separar la pantalla del sustrato inmediatamente después de que el rasero ha hecho pasar la tinta a través de las áreas de imagen. En situaciones adversas, tales como cuando se utiliza una tinta espesa o cuando se imprime una gran plasta o una impresión negativa, el desprendimiento de la pantalla del sustrato se puede ver retrasado. Esto puede ocasionar resultados de baja calidad tales como borrones sobre la imagen.

El desprendimiento se utiliza bajo estas condiciones. Así como con la distancia fuera de contacto, se debe controlar cuidadosamente este ajuste, ya que su uso excesivo causará una distorsión del tamaño de la imagen.

3. Uniformidad de la cama de la prensa: Para obtener una calidad consistente es importante la uniformidad de la cama de la prensa. Si existen depresiones o protuberancias sobre la cama, ambas afectarán adversamente a la calidad de impresión.
4. Paralelismo de la cama de la prensa/pantalla: La distancia entre la pantalla y la cama debe ser consistente a través de toda la superficie.
5. Secuencia de Color: La secuencia de color, o el orden en el que las imágenes son impresas, es una variable crítica en el trabajo multicolor. El orden en que las imágenes son impresas tiene un efecto profundo en la apariencia de la impresión final debido a las tintas utilizadas. Por ejemplo, en el proceso de impresión de cuatro colores, se mejora el detalle y las imágenes de color aparecen debidamente saturadas cuando el negro es incluido en el orden apropiado de impresión. Así mismo, se logra brillantez del color y mejores tonos en la piel cuando el impresor de amarillo es colocado en la secuencia apropiada.
6. Temperatura de curado: Con tintas cuya base es solvente o agua, el tiempo de secado se reduce aumentando la temperatura. Sin embargo, si se aplica calor en exceso, se afectará la estabilidad dimensional del sustrato.
7. Intensidad de la lámpara UV: Las tintas UV requieren utilizar lámparas de curado UV. La alta intensidad acelera la velocidad del curado mientras que la baja intensidad la disminuye.

8. Duración del curado: La velocidad utilizada para curar la tinta afecta la calidad y el curado de la tinta. Se debe ajustar la velocidad de curado para permitir que la película de tinta quede totalmente curada, con base en la temperatura de curado o la intensidad de la lámpara UV. Mientras que un tiempo de curado más lento disminuye la productividad, la calidad del trabajo de impresión terminado depende de establecer adecuadamente la velocidad y la temperatura de curado.

1.3.8. Medio ambiente.

El medio ambiente dentro de la operación serigráfica tiene un efecto significativo en los resultados de impresión. Una operación con temperatura y humedad consistentes, así como aire filtrado, es ideal para obtener resultados superiores de impresión. Desafortunadamente, este caso es raro. La solución más cercana está en poner atención a los cambios en el medio ambiente y compensar sus efectos. Las tres variables del medio ambiente son:

1. Contaminantes suspendidos: Dentro del medio ambiente del taller puede haber varios contaminantes tales como el polvo o pelusas que afectan la calidad. Un medio ambiente del tipo de cuarto limpio eliminará este problema, pero generalmente no es económicamente rentable.
2. Temperatura y Humedad del Ambiente: Cualquier variación mayor en la temperatura y humedad puede afectar drásticamente la calidad del proceso de serigrafía tanto en el área de preparación de pantallas como en el área de la prensa. Los controles de temperatura y humedad eliminarán este problema, pero generalmente no son económicamente rentables.

1.4. El color en la serigrafía.

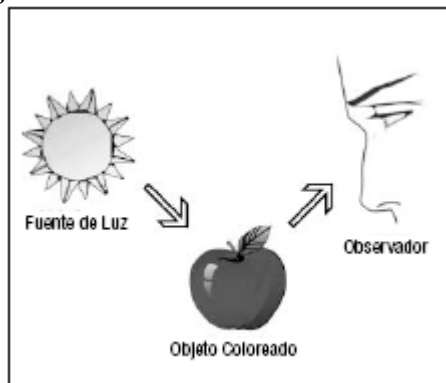
Todos disfrutamos del color, pero realmente ¿qué tanto sabemos sobre él? Desde el momento en que nacemos, empezamos a aprender y a absorber información del mundo a nuestro alrededor.

El color es algo que aceptamos como parte del mundo en que vivimos, sin embargo, reproducir consistentemente el color es uno de los elementos más difíciles en el proceso de la impresión. Ese plátano amarillo brillante que usted obtuvo con el escáner a partir de una fotografía, no se ve tan vibrante cuando ya está en la pieza impresa. Puede conseguir que el plátano se vea similar al original, pero nunca igual. Esto, desafortunadamente, se debe a la naturaleza del color y a los procesos utilizados para reproducirlo. Si usted quiere lograr una comprensión de la reproducción del color, debe lograr primero una comprensión del fenómeno de color. El color es una percepción, no un componente imparcial o una característica de un objeto; tiene lugar en la mente. El color es una característica de la visión, y (en términos técnicos) es una respuesta psicofísica que consiste en una reacción física del ojo y una respuesta interpretativa automática del cerebro a las características de longitud de onda de la luz.

Para abreviar, “El Color” es el efecto visual causado por los objetos cuando emiten, reflejan o transmiten luz. El color tiene algo de paradójico en cuanto a que se origina en la luz, sin embargo, la luz del sol, como la percibimos, es incolora. Se necesitan tres elementos para la creación de color:

1. La luz, que es la fuente del color
2. El objeto y cómo responde al color, y
3. El ojo que percibe el color (Figura 1).

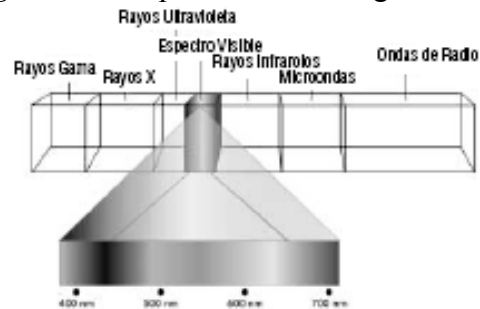
Figura 1. Los tres elementos del color



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color.** Pág. 1

Cada elemento juega una parte vital en cuanto al color y la ausencia de cualquiera de ellos haría imposible ver el color. La luz esta hecha de vibraciones de campos eléctricos y magnéticos que se propagan a través del espacio. El espectro electromagnético (EM) (Figura.2) es el nombre que se ha dado a un conjunto de tipos de radiación para que puedan analizarse como un grupo.

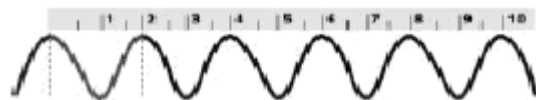
Figura 2. El espectro electromagnético.



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color.** Pág. 1

La radiación es energía que se extiende hacia afuera cuando viaja. Las ondas de audio que llegan de una estación de radio o la luz emitida por una lámpara son dos tipos de radiación electromagnética. En contraste con las ondas del océano que tienen un lento movimiento, las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz. La mayor parte del espectro electromagnético es invisible, y contiene frecuencias variables. La frecuencia es la cantidad de longitudes de onda que pasan por un punto dado en un segundo. Una longitud de onda es la longitud de una sola onda de luz (Figura 3).

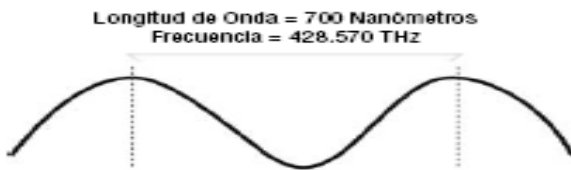
Figura 3. Esta ventana representa un segundo de tiempo. Hay cinco y media ondas en la ventana, por lo consiguiente la frecuencia es 5.5. La sección resaltada representa una sola onda. La onda empieza en 0 mm y termina en 2 mm. Para esta onda, por lo tanto, la longitud de onda es 2 mm.



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color.** Pág. 2

Cada onda electromagnética exhibe una única frecuencia y longitud de onda asociada con esa frecuencia. Todos los colores tienen una única y distinta frecuencia y longitud de onda. Por ejemplo, la figura 4, representa la onda electromagnética que corresponde al color rojo.

Figura 4. La longitud de onda y la frecuencia del color rojo



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 2

Su frecuencia es 428,570 mil millones de ciclos por segundo (428,570 GHz). Por tanto cuando usted ve una luz roja, su ojo recibe más de cuatrocientos billones de ondas cada segundo. Sin embargo, la longitud de onda es sólo de 700 nanómetros (nm) de largo, lo que significa que una onda se extiende sólo a 7 diezmillonésimas de un metro. Esto es equivalente a comparar la anchura de la cabeza de una tachuela con la distancia de un lado a otro de los Estados Unidos de América.

Nuestros ojos solamente son sensibles a una sección pequeña del espectro electromagnético llamada el espectro visible. Brevemente disertemos el espectro electromagnético identificando las categorías básicas desde la longitud de onda más larga a la más corta:

1. Las ondas de radio: se utilizan para transmitir señales de radio y televisión. Las estrellas y los gases en el espacio también emiten ondas de radio. Las longitudes de onda de la radio van de menos de un centímetro a decenas o incluso cientos de metros.

2. Las microondas: cocinan su comida, pero también son utilizadas por los astrónomos para aprender acerca de la estructura de nuestra galaxia. Las longitudes de onda de las microondas van desde aproximadamente un milímetro hasta treinta centímetros.
3. El infrarrojo: es la región del espectro EM que se extiende desde la región visible hasta aproximadamente un milímetro (de longitud de onda). Con frecuencia asociamos la energía infrarroja con calor.
4. El espectro visible: es la porción del espectro EM con longitudes de onda entre 380 y 700 nm. Es la parte del espectro de EM que podemos ver.
5. La radiación ultravioleta: tiene un rango de longitudes de onda de 400 a 10 nm. La luz del sol contiene ondas ultravioletas que causan las quemaduras del sol en la piel. Aquellos que utilizan los sistemas de tinta UV están familiarizados con la radiación UV utilizada para curar la tinta una vez impresa.
6. Los rayos X: son ondas de alta energía que contienen gran poder de penetración. Se usan extensamente en aplicaciones médicas. El rango de longitud de onda es desde aproximadamente diez milmillonésimas de un metro hasta alrededor de 10 billonésimas de un metro.
7. Los rayos gamma: tienen longitudes de onda de menos de diez billonésimas de un metro. Tienen mayor poder de penetración que los rayos X y son generados por átomos radiactivos y explosiones nucleares.

1.4.1. Percepción del color.

Nuestros ojos tienen sensores que responden a las diferentes longitudes de onda de la luz (Figura 5.). Cuando nuestro ojo recibe luz, nuestro sistema visual trabaja rápidamente para responder a las longitudes de onda de energía electromagnética dentro del espectro visible (380-700 nm).

Figura 5. La lente enfoca la luz sobre la retina que contiene millones de bastones y conos. Los bastones y conos envían impulsos nerviosos al cerebro el cual integra la imagen que vemos.



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color.** Pág. 4

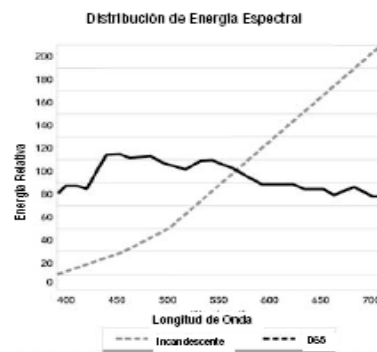
El ojo separa entonces las longitudes de onda del espectro visible en tres áreas primarias: rojo, verde y azul. Hay tres tipos diferentes de conos receptores en el ojo y cada tipo es sensible a aproximadamente un tercio del espectro visible. Vemos los objetos coloreados con base en la cantidad de luz roja, verde y azul reflejada al ojo. Cuando ninguna luz es reflejada, vemos negro. Cuando la luz es reflejada en cantidades iguales de rojo, verde y azul, vemos blanco. Para abreviar, el color de un objeto es producido por la interacción de ese objeto con la energía de una fuente de luz. El objeto absorberá selectivamente o reflejará la energía que le llega desde la fuente de luz. El ojo recibe la luz reflejada y envía una señal al cerebro que lo interpreta como color. Un factor importante que hay que comprender en este punto es la fuente de luz.

1.4.2. La fuente de luz.

Una fuente de luz puede ser cualquier objeto que emita energía en el espectro visible. Hay tres tipos comunes de fuentes de luz. La *Luz de día*, proveniente del sol, puede considerarse como una luz blanca y tiene como característica el contener todas las longitudes de onda del espectro visible en cantidades relativamente iguales. La *Luz fluorescente* es una luz azul-verde porque contiene una gran cantidad de energía en las regiones azules y verdes del espectro visible, pero muy poca en las regiones amarillas y rojas.

Los *focos de filamento de tungsteno* que producen la luz incandescente, emiten una luz amarillo-roja porque contienen grandes cantidades de energía en las regiones amarillas y rojas del espectro visible pero muy poca en las regiones azules y verdes. Cada fuente de luz puede ser caracterizada por la cantidad de energía emitida en cada longitud de onda del espectro visible. A esto se le conoce típicamente como la distribución de energía espectral (SPD) de la fuente de luz específica (Figura 6.).

Figura 6. SPD para la luz incandescente y D₆₅ (luz de día 6,500K)



SPD para luz incandescente y D65 (luz de día 6.500K).

Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color.** Pág. 4

1.4.3. Temperatura del color.

El color de una fuente de luz dada es medido en Kelvin (K) que es una escala de temperatura desarrollada por Lord William Thomson Kelvin (1824-1907) y se utiliza para describir la mezcla de las diversas longitudes de onda, o colores, en la luz. Kelvin midió los últimos extremos de caliente y frío y desarrolló su escala calentando un filamento de carbón que consideraba que absorbía la luz completamente.

Observó que entre más caliente estaba el “cuerpo negro” (filamento de carbón), más azul se tornaba la luz radiada, y que a medida que el filamento se enfriaba la luz radiada se tornaba más rojiza. Cuando el filamento era calentado a 3,200 grados centígrados, el filamento de carbón emitía una luz blanca; en consecuencia, 3,200 grados Kelvin es considerada la lectura de temperatura “estándar” para luz blanca interior. En resumen, la temperatura de la luz describe qué tan roja o azul es. (Figura 7.).

Figura 7. La luz blanca contiene todos los colores en el espectro visible. La temperatura, en Kelvin, describe que tan roja o azul es la fuente de luz.



Fuente: Johnny Shell. *La ciencia del color*. Pág. 5

Una temperatura de color baja implica una luz más caliente (más amarillenta/rojiza) mientras que una temperatura de color más alta implica una luz más fría (más azul). La luz de una vela tiene una temperatura de aproximadamente 2,000 K, indicando una luz muy roja. Los focos (bombillas) de luz incandescente son un poco más fríos con una temperatura de aproximadamente 3,000 K. La luz de día puede describirse como la luz en un día nublado promedio, a mediodía, a una latitud equivalente a la ubicación de Washington, D.C.

Representa una temperatura de 6,500 K. La luz fluorescente típica es equivalente a un tubo fluorescente GE *Deluxe Cool White Fluorescent* como está definido por CIE (la *Commission Internationale de l'Eclairage*, que estableció la norma mundial para color).

Es apropiado, en este punto, definir la diferencia entre una fuente de luz y un iluminante. Los términos se usan a menudo indistintamente pero hay una diferencia. Una fuente de luz es exactamente eso: un objeto físico que emite luz, como un foco (bombilla).

Un iluminante es un juego de números que representan un SPD, tales como:

A = Incandescente
D-65 = Luz de día (según definición)
CWF = Fresco Blanco Fluorescente (según definición)

Cuando una fuente de luz es descrita por un SPD, se vuelve una fuente de luz estándar. Los iluminantes pueden ser representados por una fuente de luz estándar, pero no necesariamente.

Por tanto, las condiciones de iluminación cuando se está viendo un color afectan significativamente cómo es percibido el color. El color visto bajo la iluminación fluorescente aparecerá considerablemente diferente de como se vio bajo condiciones de luz de día porque cada fuente de luz emite un SPD diferente.

1.4.4. Sistemas de color aditivo vrs sustractivo.

Hay dos sistemas utilizados para crear color — el aditivo y sustractivo. Los dos están basados en la teoría de utilizar tres colores primarios para crear todos los colores. El comprender los principios fundamentales le proporcionará una base para entender muchas facetas del proceso de reproducción del color en la impresión.

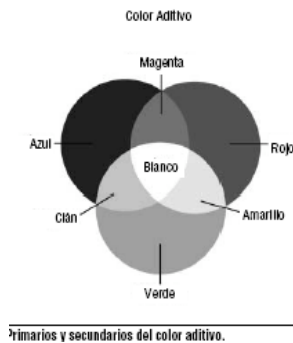
1. Aditivo

La percepción del color es un asunto complejo que involucra psicología, fisiología, biología, química y física. Cuando usted percibe un color determinado mientras ve un objeto, puede ser que no se trate necesariamente de una sola frecuencia de luz.

Las complejidades del color pueden reducirse si uno piensa en términos de colores primarios de luz. El blanco no es un color. Es la presencia de todas las frecuencias del espectro visible. No se requiere, sin embargo, de todas las frecuencias en el espectro visible para crear el blanco.

El combinar tres frecuencias distintas de luz puede también producir Blanco siempre y cuando estén ampliamente separadas en el espectro visible de luz. A cualesquiera tres colores (o frecuencias) de luz que produzcan luz blanca cuando son combinadas con la intensidad correcta, se les llaman colores primarios. El conjunto más común de colores primarios es rojo, verde y azul. Cuando éstos son mezclados o agregados en conjunto con la intensidad apropiada, se obtiene luz blanca (Figura 8).

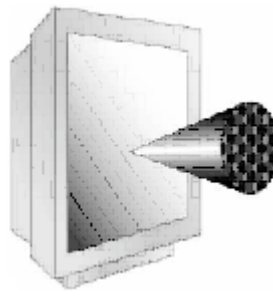
Figura 8. Primarios y secundarios del color aditivo.



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color.** Pág. 7

Los ejemplos más comunes de color aditivo son los monitores para computadora y las pantallas de televisión. Estos dispositivos utilizan mezclas de fósforos rojo, verde y azul colocados en forma de puntos. A distancias de vista apropiadas, el ojo no ve los puntos, sino que los mezcla para obtener una imagen compuesta (Figura 9.).

Figura 9. El color aditivo (RGB) está incorporado en los monitores de la computadora



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color.** Pág. 7

Hay dos principios básicos para el color aditivo. Primero, las proporciones iguales de dos colores primarios producen un color secundario. Segundo, las proporciones iguales de todos los tres colores primarios producen blanco (Figura 10).

Figura 10. Los principios del color del aditivo

Principios del Color Aditivo		
<u>Primer Principio</u>		
1 Rojo	+ 1 Azul	= Magenta
1 Azul	+ 1 Verde	= Cian
1 Verde	+ 1 Rojo	= Amarillo
<u>Principio Segundo</u>		
1 Rojo	+ 1 Azul + 1 Verde	= Blanco
<u>Principio Tercero</u>		
2 Rojo	+ 1 Verde	= Naranja
2 Verde	+ 1 Rojo	= Verde Limón
1 Azul	+ 1 Verde + 4 Rojo	= Café

Fuente: Johnny Shell. *La ciencia del color*. Pág. 7

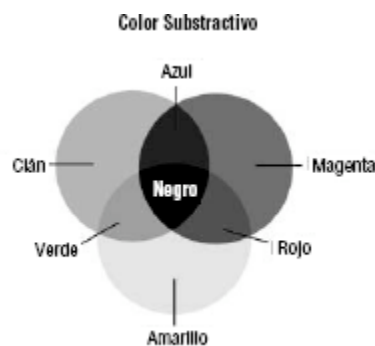
1. Sustractivo

Los principios del color aditivo controlan el color resultante cuando la luz visible está mezclada. Sin embargo, nuestra comprensión de la percepción del color no estaría completa sin una comprensión de los principios de sustracción del color y más específicamente del proceso de la sustracción del color.

El color sustractivo define el color en términos de pigmento. Utilizamos este método al imprimir para sustraer los colores (luz) que no queremos y reflejar los colores (luz) que si queremos. La sustracción de la luz roja, verde o azul es lograda utilizando colorantes que son sus opuestos. El pigmento del cian refleja luz azul y verde (absorbe la luz roja). El pigmento del magenta refleja luz roja y azul (absorbe luz verde).

El pigmento amarillo refleja luz verde y roja (absorbe luz azul) (ver Figura 11). Se usa tinta negra por varias razones. La primera es que se obtiene un negro más verdadero que el negro creado con tres colores (CMY) que normalmente da una apariencia de lodoso. El agregar un “canal” negro también reduce el consumo de tinta y el tiempo de secado (si aplica) utilizando un sólo color para producir negro en lugar de tres tintas coloreadas. La ausencia de cualquier pigmento produce blanco porque se reflejan todas las longitudes de onda de luz visible, y un 100% del Cian, del Magenta, y del Amarillo producen negro (teóricamente) porque todas las longitudes de onda de luz visible están siendo absorbidas. Considere una camisa amarilla. Cuando luz blanca incide sobre la camisa, la luz azul se absorberá y la roja y la verde serán reflejadas. La combinación de luz roja y verde percibida por el ojo produce amarillo.

Figura 11. Primarios y secundarios del color substractivo



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 9

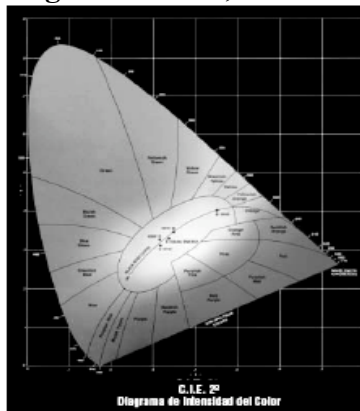
1.4.5. Modelos de Color.

Se usan modelos de color para clasificar colores y calificarlos según atributos tales como matiz, saturación, intensidad, luminosidad o brillo. Se utilizan inclusive para igualar colores y son valiosos recursos para cualquiera que trabaje con color. Dentro de ellos están: (a) triangulo equilátero de Goethe (b) triangulo de Maxwell (c) esfera de Munsell.

1.4.6 El color conoce a la matemática.

En 1931, se intentó establecer un estándar mundial para la medición del color por la *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE). Este grupo creó una versión del triángulo de Maxwell y es basado en colores primarios imaginarios XYZ — qué no existen físicamente. El resultado se conoció como la tabla de cromaticidad (intensidad de color) de la CIE, o CIE XYZ (ver Figura 12).

Figura 12. CIE, XYZ

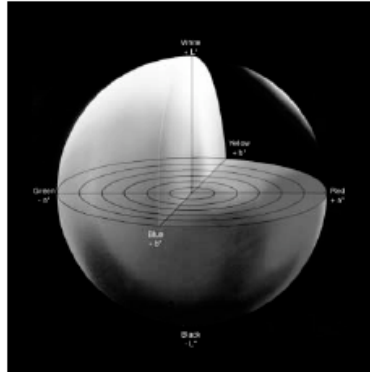


Fuente: Johnny Shell. *La ciencia del color*. Pág. 15

En este modelo, los colores puros están contenidos en un plano con forma de herradura. El borde recto inferior representa los colores obtenidos cuando se mezclan longitudes de onda de rojo y azul desde cada extremo del espectro visible.

La introducción del sistema de color de la CIE hizo posible expresar el color en términos cuantitativos y numéricos exactos en lugar de un proceso cualitativo de descripción (por ejemplo, “verde brillante”). El espacio de color de la CIE también permite que los resultados de mezclas aditivas de color sean presentados en forma sencilla y permite asimismo cualesquiera transformaciones de color deseadas de una gama de color a otra (por ejemplo, la transformación de una imagen en gama de color RGB a la gama CMYK de impresión de proceso).

Figura 13. CIE L^*a^*b



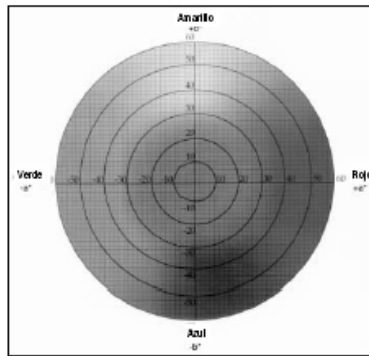
Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 15

Sin embargo, el diagrama de cromaticidad la CIE tiene sus inconvenientes. La brillantez es difícil de incluir y hay una discrepancia entre las diferencias de color percibidas y el espaciado real del color. Por ejemplo, una diferencia entre verde y amarillo-verdoso es relativamente grande, mientras que la distancia que separa el azul y el rojo es relativamente pequeña. Este problema fue un tanto dilucidado por la CIE en 1976 con el desarrollo del espacio de color L^*a^*b , un espacio de color de tridimensional (ver Figura13), en donde las diferencias de color percibido tienen una mejor correspondencia con las distancias cuando se miden colorimétricamente. Mientras que el ojo registra al principio tres estímulos de color (rojo, verde, azul), no es sino hasta después de un proceso posterior que se generan tres sensaciones: (a) Una sensación rojo-verde (b) Una sensación amarillo-azul (c) Una sensación de brillantez.

Estas sensaciones se utilizan para desarrollar un sistema conocido como el sistema de color complementario y está basado en las diferencias de rojo-verde, amarillo-azul, y negro-blanco. La CIE comprendió que no sólo deben separarse cuantitativamente sino también cualitativamente la información de brillo acromático y la información del color.

CIELAB está basado en los colores de XYZ pero también incluye el modelo de color complementario descrito aquí. El eje “a” se extiende desde el verde (-a) hasta el rojo (+a) y el eje “b” desde el azul (-b) hasta el amarillo (+b). El brillo (L) aumenta desde el punto más inferior hasta la cima del modelo. Un corte transversal horizontal del modelo CIELAB revela un plano que incluye todos los valores del mismo brillo, lo que significa que cada color puede designarse exactamente indicando sus valores específicos a y b, junto con su brillantez, L (ver Figura 14).

Figura 14. Plano horizontal de CIE L*a*b

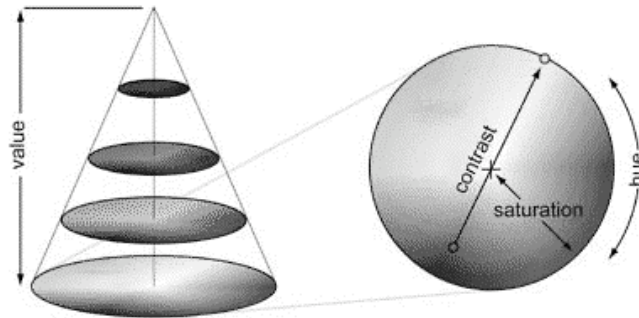


Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 17

Existen muchos otros modelos de espacio de color e ilustrarlos todos está fuera del alcance de este tema. Sin embargo, se adaptará brevemente con algunos de los espacios de color más comúnmente conocidos:

1. **HSB/HLS** — HSB/HLS son dos variaciones de un modelo de color muy básico por definir colores en programas de gráficos para computador de escritorio (*desktop*) que siguen estrechamente la manera en que percibimos el color. Este modelo es más o menos análogo al sistema de Munsell de matiz, valor e intensidad en cuanto a que usa tres ejes similares para definir un color. En HSB, éstos son matiz (*Hue*), saturación (*Saturation*) y brillantez (*Brightness*); en HLS, están definidos por matiz (*Hue*), luminosidad (*Lightness*) y saturación (*Saturation*). HLS también se usa bajo otros nombres: HSB es común, como es LCH (luminosidad, intensidad y color). Los valores, sin tener en cuenta como sean llamados, son muy similares. (Figura 15)

Figura 15. Sistema HSB



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 19

2. **CIExyY** — Una variación del estándar CIE que utiliza dos componentes de color más la luminancia (Y). Usando los valores xyY, cualesquiera dos colores pueden compararse para determinar si hay igualdad. El sistema no fue creado para describir colores o para producir una línea de muestrarios que pudieran utilizarse en reproducciones de color. No es posible utilizar el diagrama de intensidad de color xyY como un mapa por mostrar las relaciones entre colores. El diagrama es una representación plana de lo que realmente es una superficie esférica. Por lo que partes de él están visiblemente distorsionadas en relación a otras. Colores de igual cantidad de diferencia aparecen mucho más separados en las áreas verdes que en las áreas rojas o en las de color violeta.
3. **CIELUV** — El modelo de color CIE xyY era inadecuado porque no daba una representación visual espaciada uniformemente de lo que realmente es un espacio de color tridimensional. Para corregir esto, una fórmula matemática fue utilizada para transformar los valores XYZ o coordenadas x,y a un nuevo conjunto de valores (u,v) que es visualmente más exacto en un modelo bidimensional. El valor principal de CIELUV está en el hecho de que es independiente del dispositivo y por consiguiente no está limitado por la gama. Es una mejor representación de un espacio de color uniforme.

Por último, existen diferentes sistemas comerciales de definición de colores, siendo el más conocido de ellos el sistema *Pantone*. Creado en 1963 y buscando un estándar para la comunicación y reproducción de colores en las artes gráficas, su nombre completo es *Pantone Matching System*, y se basa en la edición de una serie de catálogos sobre diversos sustratos (superficies a imprimir), que suministran una codificación estandarizada mediante un número de referencia y un color específico.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA SERIGRAFÍA, “EL PAPEL DE LA CUATRICROMÍA”.

La impresión cuatricromática se ha convertido en una parte importante del proceso serigráfico. Sin embargo, las fallas y problemas son causados por descuidar limitaciones de la pantalla y las posibilidades de impresión e igualmente por no observar los requerimientos específicos para la elaboración de pantallas de medio tono, o las propiedades específicas de la tinta. Esta disertación trata de las limitaciones que influyen en la calidad de las impresiones cuatricromáticas en el proceso serigráfico.

2.1. La influencia de la tela serigráfica (malla).

La calidad de una impresión cuatricromática en la serigrafía depende de un registro preciso, la eliminación del moaré y el posible tamaño o forma del punto de medio tono a ser reproducido. La precisión del registro, el moaré y una pérdida en el tamaño o la forma del punto de medio tono dependen de la malla. La precisión del registro requerida en la impresión cuatricromática implica no solo el uso de una malla con buenas propiedades de estabilidad, sino también el estiramiento correcto y el uso de un marco de pantalla estable.

Los requerimientos de estabilidad se cumplen con una malla de monofilamento de poliéster y un estiramiento de malla controlado (es decir, medido). Una regla básica importante para el estiramiento de la malla: Las cuatro pantallas requeridas para la impresión cuatricromática deben tener el mismo valor de estiramiento. Las diferencias en el estiramiento llevan a alargamientos diferentes de las pantallas durante el proceso de impresión, resultando en pérdida del registro.

Las diferencias en el estiramiento o encogimiento del sustrato a ser impreso (un problema que ocurre cuando se está imprimiendo sobre papel, cartón y termoplásticos) pueden ser evitadas principalmente a través de una aclimatación previa de los mismos. Los sustratos a ser impresos susceptibles a la humedad y el calor deben ser almacenados en el taller de impresión por lo menos 24 horas antes de ser impresos. Si la tinta es secada a calor en secadores de banda, se debe pasar el sustrato por el secador antes de imprimirlo.

Para evitar diferencias en los registros derivadas del estiramiento o encogimiento del sustrato, también es necesario secar los cuatros colores a la misma temperatura. El moaré, un patrón ondulado, es causado por el traslape de dos medios tonos que no se cubren uno al otro. Cuando se hacen negativos de medio tono se puede evitar la formación de moaré montando en ángulos diferentes los negativos o positivos de medio tono para los cuatro colores.

Los siguientes ángulos son usados internacionalmente:

1. Para el color principal 45° (la mayoría de las veces negro.)
2. Para el color rojo o magenta 15° .
3. Para el color azul o cian 75° .
4. Para el color amarillo 90° .

Los ángulos están en relación los unos con los otros. Dado que un diferencial de ángulo de 22.5° tampoco permite que se forme un moaré cuando las cuatro películas de medio tono son sobrepuestas, los siguientes ángulos también pueden ser adoptados:

1. Para el color negro 45° .
2. Para el color rojo 22.5° .
3. Para el color azul o cian 67.5° .
4. Para el color amarillo 90° .

Por supuesto, el problema del moaré en el proceso serigráfico todavía no se ha resuelto con estos ángulos para medios tonos, lo cual es hecho correctamente en forma regular por el operador de la cámara. La malla en si misma es una “pantalla de medio tono” la cual puede producir moaré cuando se está traslapando con un negativo o positivo de medio tono. Si la “pantalla de medio tono” causada por un número de malla y en diámetro del hilo de la malla tuviera valor constante, se podría evitar la formación del moaré con ángulos predecibles. Pero el diámetro del hilo y la abertura de las mallas son diferentes de un fabricante a otro y de un tipo de malla a otro.

Los cambios incontrolables en el número de hilos de la malla y la abertura entre estos, dependen del estiramiento que sufran durante la tensión que a la misma se aplica y por la flexibilidad de los lados del marco, en relación con la altura de fuera de contacto de la impresión.

Los cambios incontrolables en el número de malla, abertura de la misma, y el diámetro del hilo de la malla son causas de los siguientes problemas de moaré:

1. Una imagen moaré puede aparecer en las impresiones de una pantalla de medio tono en la cual no se puede notar el moaré.
2. El moaré visible en una pantalla no aparece en las impresiones.
3. En una pantalla sin moaré visible, la impresión de medio tono no muestra moaré, pero después de un tiraje más pequeño o más grande, el moaré es visible repentinamente.

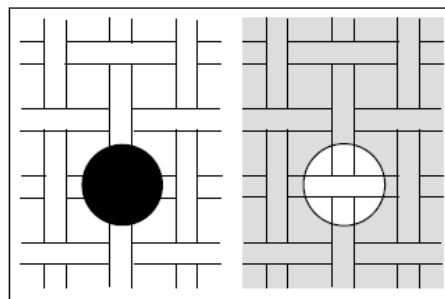
Todas las posibilidades mencionadas anteriormente se deben a cambios en el número de malla, abertura de la misma y el diámetro del hilo, resultando en diferentes valores para la extensión de la malla, causados por el estiramiento de la misma y la altura del punto de fuera de contacto en la impresión.

En algunos casos se puede resolver el problema del moaré cambiando la altura del punto de fuera de contacto; es decir, la distancia entre la pantalla y el sustrato a ser impreso. Pero no existe una manera segura de evitar el moaré por medio del ángulo visual de un negativo de medio tono en una tela estirada o por experiencia individual. Como también no existe la posibilidad de establecer una relación angular específica. La mejor posibilidad de evitar el moaré surge si el número de malla es 5.5 a 6 veces más alto que el número de puntos de un medio tono y si se usan los ángulos convencionales. El uso de un número de malla de 5.5 a 6 veces más alto que el número de punto pondría el medio tono de 55 líneas en una malla de 120 a 138 hilos por centímetro (305 a 350 hilos por pulgada), y se requeriría de una tinta de evaporación lenta para prevenir que se seque en la pantalla. Dependiendo de sus propiedades de secado, la tinta debe ser ajustada de acuerdo a las necesidades de impresión con hasta un 5% de retardador.

2.2. La malla y la finura del medio tono.

La finura del medio tono que se puede lograr en el proceso serigráfico está limitada por el punto oscuro y claro más pequeño que se pueda imprimir. Si el diámetro del punto de medio tono más pequeño es igual a o menor que el diámetro de hilo más pequeño de la malla, entonces la reproducción es imposible. Por el momento, el diámetro de hilo más delgado en mallas de monofilamento de poliéster es de aproximadamente 30 micrones = 0.0012 pulgadas.

Figura 16. Proporción del punto vrs malla.

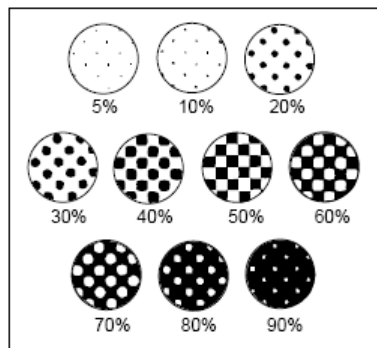


Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 3

Observando la relación entre el tamaño del punto y una malla en la figura 16, se notará dos cosas: Primero, que el tamaño del punto de medio tono está en una relación desfavorable al número de malla y al diámetro del hilo de la malla; es decir, el flujo de tinta de los puntos por entre las aberturas de la malla se ve reducido en una buena parte por los hilos de la malla; y segundo, que la abertura de pantalla para el punto claro pequeño está situada más bajo la influencia negativa de la malla que de la abertura de malla del punto oscuro pequeño.

Para las personas quienes no están muy familiarizados con la impresión de medios tonos, se puede mencionar que con puntos de medio tono se debe imprimir una escala de grises entre las tonalidades completas de negros y blancos. Expresado en valores de porcentajes, el alcance tonal de los valores grises dividido en puntos cae entre el 5% y el 90%. (Véase la figura 17).

Figura 17. Porcentaje de punto.






Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 3

Con el tono completo del color negro, se logra una cobertura del 100% cuando se imprime sobre una superficie blanca. Con un alcance tonal o una cobertura de medio tono al 90%, hay una relación de negro a blanco del 90% al 10%. Con un alcance tonal o cobertura de medio tono del 10%, hay una relación recíproca del 10% negro contra un 90% blanco. Por lo tanto, el diámetro de un punto de medio tono negativo con una cobertura del 90% (el punto oscuro más pequeño) es igual al diámetro de un punto de medio tono positivo con una cobertura del 10% (punto claro).

Como se puede ver en la figura 17, el punto claro con una cobertura del 5% tiene el más pequeño diámetro. Con cada valor porcentual el diámetro de los puntos incrementa hasta el cuadrado con una cobertura del 50%. También, se debe estar en conocimiento que el diámetro de los puntos más pequeños con una cobertura del 5% o 90% está en relación con el número de puntos.

Figura 18. Relaciones de tamaños de los puntos con una cobertura del 10% cuando los medios tonos tienen 25 líneas/cm.

	Lin.		∅	
	cm	inch	μ	inch
	25	63	120	.00472
	34	86	90	.00354
	54	137	60	.00236

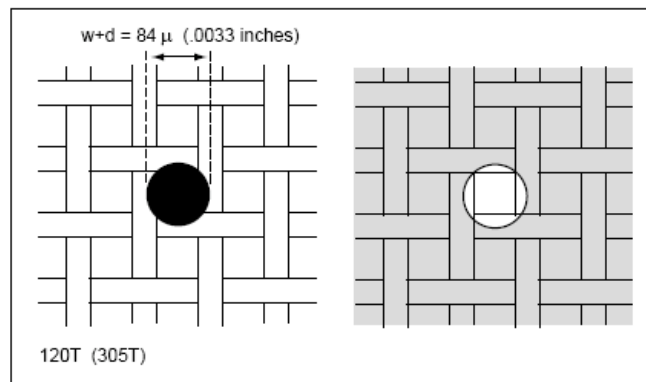
Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 6

La figura 18 muestra las relaciones de tamaños de los puntos con una cobertura del 10% cuando los medios tonos tienen 25 líneas/cm. (63 líneas/pulgada), 34 líneas/cm. (86 líneas/pulgada) y 54 líneas/cm. (137 líneas/pulgada).

Para la impresión cuatricromática, la malla debe ser dividida en tres grupos. En uno de los grupos la abertura de malla es mayor que el diámetro de hilo: con todas las mallas de monofilamento de poliéster en calidades S y T con hasta 140 hilos/cm. (355 hilos/pulgada), y calidad S con 150 hilos/cm. (390 hilos/pulgada). En el segundo grupo, la abertura de malla es igual al diámetro del hilo: con las mallas de monofilamento de poliéster 150 T (390 T), y 165 S (420 S). En el tercer grupo, las mallas de monofilamento de poliéster 165 T (420 T), 185 S y T (470 S y T) y 195 S (495 S), la abertura de malla es menor que el diámetro del hilo.

Cuando se están usando mallas con una abertura mayor o de igual tamaño que el diámetro del hilo, el diámetro de punto más pequeño (para poder ser imprimible) no debe ser menor que la suma de $w + d$ (abertura de malla + diámetro de hilo) (Figura 19).

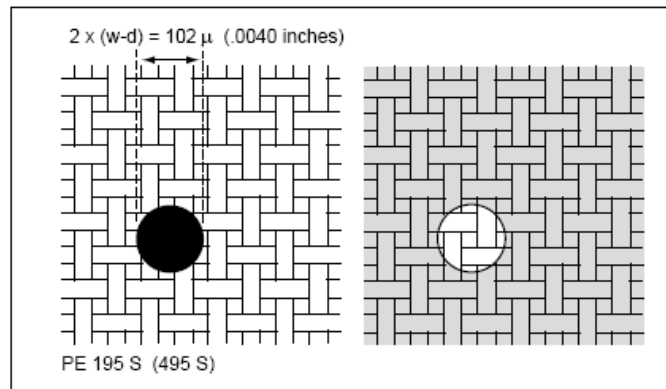
Figura 19. Abertura de malla + diámetro de hilo



Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 6

Cuando se están usando mallas con una abertura menor que el diámetro de hilo, el diámetro de punto más pequeño no debe ser menor que el resultado de $2 \times (w + d)$ (Figura 20).

Figura 20. Abertura menor que el diámetro de hilo.



Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 6

Si el diámetro del punto más pequeño es siempre fijado de acuerdo al resultado de $2 \times (w + d)$, el paso de la tinta a través de las aberturas de la pantalla no se ve tan reducido y el resultado de la impresión es mejorado (Tabla I).

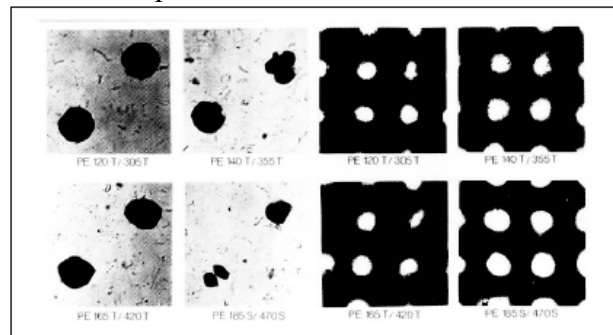
Tabla I. Especificaciones de tela (malla)

Número de tela PE por cm	Número de tela PE por pulgada	2(w + d) en micrones	2(w + d) en pulgadas	w + d en micrones	w + d en pulgadas
100 T	260 T	194	.0076	97	.0038
100 HD	260 HD	194	.0076	97	.0038
120 HD	305 HD	166	.0065	83	.0032
120 T	305 T	168	.0066	84	.0033
120 S	305 S	168	.0066	84	.0033
130 HD	330 HD	152	.0060	76	.0030
130 T	330 T	154	.0061	77	.0031
130 S	330 S	154	.0061	77	.0031
140 HD	355 HD	144	.0057	72	.0030
140 T	355 T	144	.0057	72	.0030
140 S	355 S	144	.0057	72	.0030
150 T	390 T	132	.0052	66	.0026
150 S	390 S	132	.0052	66	.0026
165 T	420 T	120	.0047	60	.0024
165 S	420 S	120	.0047	60	.0024
185 T	470 T	108	.0043	54	.0022
185 S	470 S	108	.0043	54	.0022
195 S	495 S	102	.0040	51	.0020

Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 7

Como se ha mencionado anteriormente, las aberturas de pantalla de los puntos pequeños claros están más bajo la influencia negativa de los hilos de la malla que los puntos de las áreas oscuras. La reproducción de los puntos claros se mejora si el paso de la tinta a través de las aberturas de la pantalla es reducido lo menos posible por medio de los hilos de la tela. Se logra una mejor reproducción de los puntos oscuros con una mayor reducción del paso de la tinta: por ejemplo, con una superficie de hilo más grande en las aberturas de malla. (Figura 21).

Figura 21. Comparación de los distintos resultados de impresión.



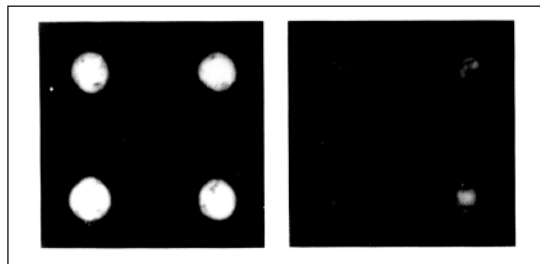
Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 7

La influencia de la malla en una reproducción diferente de un punto claro y oscuro puede ser explicada de la siguiente manera: Con las aberturas de la malla de un punto claro, por ejemplo del 10%; el 10% de la superficie del sustrato a ser impreso está cubierto con tinta. Las relativamente pequeñas aberturas de la malla, parecidas a unos puntos, presentan una resistencia relativamente alta en contra de la tinta. Esta que depende de las leyes de la física, se incrementa mientras mayor sea la superficie de los hilos.

En las aberturas de pantalla de un punto oscuro con una cobertura del 90%, el 90% de la superficie del sustrato a ser impreso está cubierto con tinta. Sin tomar en consideración la superficie de los hilo de la malla, con el punto claro tenemos una superficie de pantalla abierta del 5%; con un punto oscuro hay una superficie de pantalla abierta del 90%.

La superficie de pantalla abierta del 90% prácticamente no plantea ninguna resistencia al paso de la tinta. Una resistencia relativamente alta lleva a un depósito de tinta más delgado; ninguna resistencia lleva a un depósito de tinta más grueso. Dependiendo del espesor del depósito de tinta y el diámetro del punto oscuro, la tinta fluye uniformemente y reduce o cierra las áreas oscuras (figura 22).

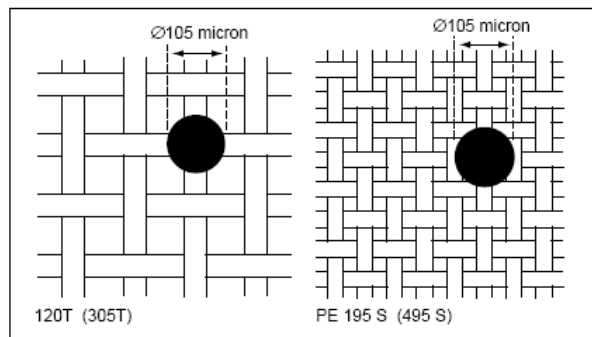
Figura 22. Depósito de tinta



Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 7

En la figura 23 se muestra esquemáticamente la influencia de la malla sobre la reproducción de un punto de medio tono con un diámetro de 105 micrones (0.0041 pulgadas). El tamaño del punto tiene una cobertura del 10% con un medio tono de 28 líneas por centímetro (70 líneas por pulgada).

Figura 23. La influencia de la malla sobre la reproducción de un punto de medio tono con un diámetro de 105 micrones



Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 6

Para completar los dibujos esquemáticos, la tabla II muestra la relación entre la superficie del punto de medio tono y la superficie de las aberturas de malla. De acuerdo a esta tabla, en teoría solamente el 60% del diámetro del punto puede ser reproducido en la impresión con una malla de 120 S (305 S). Con la malla 120 T (305 T), la reproducibilidad teórica es del 65%, y con la malla 195 S (495 S) es del 85%.

Tabla II. La relación entre la superficie del punto de medio tono y la superficie de las aberturas de malla.

Número de tela en pulgadas	Superficie de una malla en pulgadas cuadradas	Superficie de un punto con una .0041 pulgada	Número de mallas cubiertas	Promedio de la superficie de malla en pulgadas cuadradas	Promedio reproducción de impresión teórica en porcentaje
305 S	.0000044	.000013	1 - 1.3	.0000052	60
305 T	.0000040	.000013	1 - 1.3	.0000046	65
495 S	.0000006	.000013	2 - 4.0	.0000020	85
Número de tela en cm	Superficie de una malla en mm ²	Superficie de un punto con un 0.105 cm	Número de mallas cubiertas	Promedio de la superficie de malla en mm ²	Promedio reproducción de impresión teórica en porcentaje
120 S	0.00290	0.0087	1 - 1.3	0.0034	60
120 T	0.00260	0.0087	1 - 1.3	0.0030	65

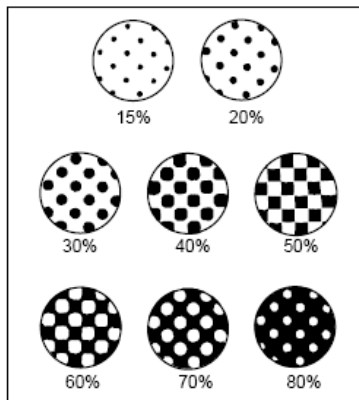
Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 11

Aun cuando estos porcentajes representan solamente valores teóricos, nos permiten entender la influencia de la malla sobre la reproducción del punto. En la práctica, el tipo de pantalla, la calidad de la tinta, la capacidad de absorción y estructura de la superficie del sustrato a ser impreso llevan a desviaciones mayores de los porcentajes mencionados.

Resumiendo las influencias de la malla sobre el moaré y la reproducción de los puntos en la impresión cuatricromática, se pueden establecer las siguientes reglas básicas. Punto más pequeño que se puede imprimir está normalmente alrededor de un diámetro de 75 micrones (0.0030 pulgadas).

Para evitar otras pérdidas importantes en la reproducción de puntos claros y oscuros pequeños, el alcance tonal total no debe tener una cobertura del 5% al 90%, sino de aproximadamente del 15% al 80% (véase figura 24).

Figura 24. Alcance tonal total



Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 9

Tomando en cuenta las reglas básicas mencionadas con anterioridad, se recomienda una relación entre el tamaño de la imagen a ser impresa, el conteo de líneas del medio tono y el número de malla, tal como se indica en la tabla III.

Tabla III. Relación entre el tamaño de la imagen a ser impresa, el conteo de líneas del medio tono y el número de malla

Tamaño de la impresión		Líneas		Número PE de la Tela	
en centímetros	en pulgadas	en centímetros	en pulgadas	en centímetros	en pulgadas
84.1 x 118.9	33.11 x 46.81	14	35	95 T	240 T
59.4 x 84.1	23.29 x 33.11	18	45	120 T	305 T
42.0 x 59.4	16.54 x 23.39	22	55	130 T	330 T
29.7 x 42.0	11.96 x 16.54	28	70	165 S	420 S
21.0 x 29.7	8.27 x 11.69	34	86	195 S	495 S

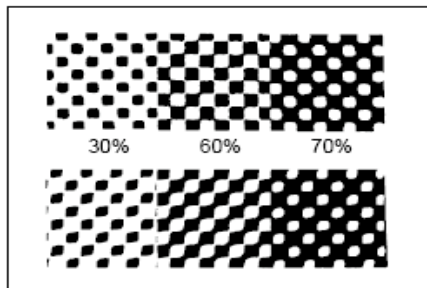
Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 15

En la práctica serigráfica internacional, un número relativamente pequeño de serigrafistas hacen estampados cuatricromáticos con hasta 54 líneas por centímetro (137 líneas por pulgada). Detrás de esta eficiencia está una experiencia de muchos años.

2.3. La forma del punto.

En serigrafía, la mayoría de las veces se usa el punto de medio tono convencional (es decir, el punto circular). Pero se pueden lograr mejores resultados en la impresión con el punto de cadena o elíptico (figura 25).

Figura 25. Punto elíptico.



Fuente: Andy Ardenson. **Separación de colores.** Pág. 7

Con el punto elíptico, las pérdidas en el alcance tonal, las cuales son inevitables en la serigrafía, son menores que con los puntos circulares. Se usa el punto elíptico con medios tonos finos y para originales con alcances tonales finos, tal como tonos de piel en retratos.

2.4. Las tintas para imprimir.

El misterio de la tinta serigráfica para estampados cuatricromáticos queda en la tixotropía. La tinta tixotrópica, la cual puede ser adicionalmente regulada por el serigrafista con recubrimientos transparentes y aditivos apropiados, fluye debajo del rasero y se mantiene con mucha definición en los contornos sobre el sustrato. En otras palabras, la propiedad de fluidez de la tinta es el factor principal para la calidad de la tinta.

Una buena propiedad para la impresión cuatricromática debe permitir que la tinta fluya uniformemente bajo los hilos de la malla en las aberturas de la pantalla para los puntos de impresión positiva, pero no debe permitir que la tinta fluya junta en las áreas de los puntos negativos pequeños.

Las escalas de tinta - es decir, amarillo, rojo o magenta, azul o cian y negro - son establecidas en los estándares correspondientes. Sin embargo, la práctica demuestra que no siempre se siguen los estándares fijados por la ISO, Organización Internacional de Estándares. Además, muchas veces los estándares establecidos para la impresión en prensas antiguas y en litografía causan problemas si se requiere una fiel reproducción de un original en serigrafía.

Por estas razones la tinta serigráfica para la impresión cuatricromática debe tener una mayor concentración de pigmentos, lo cual le ofrece al serigrafista la posibilidad de añadir recubrimientos transparentes de acuerdo con su propia experiencia para poder lograr la brillantez requerida. El tiempo del secado de la tinta en impresiones de cuatricromía tampoco está exento de problemas. La propiedad de secarse aceleradamente, tal como se requiere en la práctica, lleva a un secado rápido de la tinta en las pequeñas aberturas de la malla en los puntos claros. Por lo tanto, dependiendo de las propiedades del secado, se debe ajustar la tinta a una consistencia razonable de acuerdo a la pantalla, con un retardante de secado, hasta en un 5%. Aquí es cuando las tintas de curado UV ofrecen unas propiedades ideales ya que aun después de las interrupciones, no ocurre un secado dentro de las aberturas de la malla.

2.5. La influencia del sustrato sobre el cual se va a imprimir.

El color (o el tono blanco), la capacidad de absorción y la estructura de la superficie del sustrato tienen una influencia importante sobre el comportamiento de la tinta, y por ende, sobre la calidad del impreso.

El color del sustrato cambia la tonalidad y brillantez del estampado; y la estructura de la superficie y la capacidad de absorción cambian el comportamiento de fluidez de la tinta. Para lograr una impresión de buena calidad, se debe tomar en cuenta la influencia del sustrato cuando se está ajustando la tinta. Para esto, se necesita alguna experiencia práctica. Con otros procedimientos de impresión la secuencia de tinta normalmente es amarilla, azul o cian, roja o magenta y negra. En la serigrafía, es aconsejable empezar con azul, seguido por amarillo, rojo y negro. O, primero imprima la capa del color magenta (rojo), entonces el amarillo, cian (azul) y negro. Pero en muchos de los casos se puede mejorar la calidad de los estampados si uno empieza con negro, seguido por amarillo, cian y magenta.

Se puede comenzar con el color negro una vez que ya se tenga experiencia en la impresión cuatricromática. En este sentido se debe mencionar que con las serigrafías el color “negro” usado es gris; es decir, un color negro abrigantado con un recubrimiento transparente.

2.6. La pantalla.

Impresiones de alta calidad requieren pantallas de alta calidad. En la impresión cuatricromática, la reproducción de un punto de medio tono no está solamente influenciada por la malla y la tinta sino también por el tipo de material del estencil y el manejo de éste. Todos los materiales de foto estenciles pueden ser usados para la impresión cuatricromática, si el material y la fabricación del estencil cumplen con las siguientes condiciones:

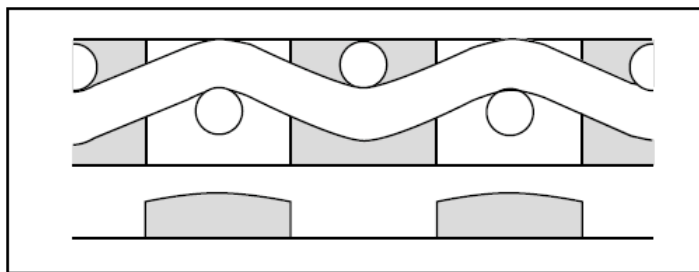
1. Un perfecto poder de resolución y puente de continuidad de la malla
2. Una igualación de la estructura de la malla en el lado de impresión de la pantalla.
3. Los puntos claros más pequeños (positivos) deben mantenerse abiertos; es decir, no deben cerrarse cuando se esté copiando la película por efecto de la luz de exposición (refracción de la luz).

Los materiales de películas para estenciles indirectos y estenciles directos/indirectos cumplen con las primeras dos condiciones cuando son manejados correctamente. Cuando se usan foto emulsiones, el cumplimiento de esas dos condiciones depende del contenido de cuerpos sólidos de la emulsión, el grosor de la emulsión que se aplique sobre la maya y tiempo correcto de exposición.

Las emulsiones tipo diazo causan menos problemas que las emulsiones de dicromato. Con las emulsiones diazo que tienen normalmente un alto contenido de cuerpos sólidos, se logra con menos trabajo establecer un puente de continuidad de malla y equilibrio de la estructura de la misma en el lado de impresión de la pantalla.

La transparencia reducida resultante del alto contenido de cuerpos sólidos y de una coloración normalmente más intensa de las emulsiones del tipo diazo, comparada con las emulsiones de dicromato, reduce también la posibilidad de la refracción de la luz. Esta ventaja conlleva un mejor cumplimiento de la tercera condición. El corte transversal correcto de un estencil directo para una impresión cuatricromática es mostrado esquemáticamente en la figura 26.

Figura 26. El corte transversal correcto de un estencil directo.

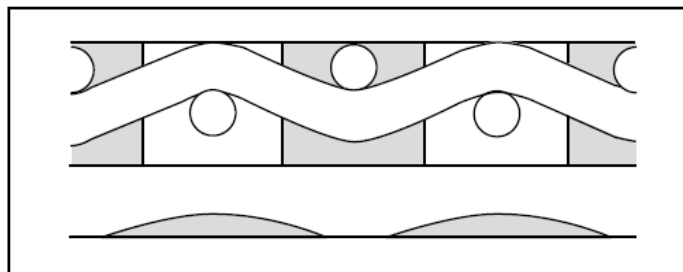


Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 13

Se necesita tener alguna experiencia para poder encontrar la técnica de recubrimiento correcta basándose en la foto emulsión usada y la finura de la malla. Dado que existen diferencias en los contenidos de los cuerpos sólidos de las distintas fotos emulsiones y en los recubrimientos de pantalla usados en la serigrafía, no se pueden establecer reglas para el recubrimiento de la malla.

Si se le pone a la malla una capa muy delgada o si la película de emulsión se expone muy brevemente, la estructura de la malla en el lado de impresión de la pantalla no puede ser equilibrada (figura 27). La estructura irregular de la malla producirá que los puntos oscuros (áreas negativas) en el estampado se cierran en un tiraje pequeño.

Figura 27. Estructura de la malla en el lado de impresión de la pantalla no puede ser equilibrada



Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 13

La calidad de los estampados cuando se está usando estenciles directos depende del recubrimiento correcto de la malla. El recubrimiento se ha hecho correctamente si la película de emulsión seca igual a la estructura de la malla en el lado de impresión de la pantalla.

Una película de emulsión muy gruesa en el lado de impresión de la pantalla no tiene una influencia negativa sobre la reproducibilidad de los puntos oscuros, pero trae problemas en la reproducibilidad de los puntos claros. Incrementando el grosor de la película de emulsión, se aumenta el riesgo de la refracción de la luz, cerrando las aberturas de la pantalla para los puntos pequeños claros, cuando se está copiando. Con un incremento en el grosor de la película de emulsión, el paso de tinta en las aberturas pequeñas de la pantalla, para los puntos claros, también se hace más difícil o hasta imposible.

Se puede lograr una buena igualación de la estructura de la malla en el lado de impresión de la pantalla con un recubrimiento de la malla relativamente delgado, de la siguiente manera: La malla normalmente es recubierta y la película de emulsión bien seca es expuesta y enjuagada. Inmediatamente después del revelado, se coloca la pantalla mojada sobre una película delgada transparente (Mylar o PVC), la cual ha sido puesta sobre una base lisa (una placa de vidrio). Sobre un trapo (pañó) mojado, el cual ha sido colocado sin arrugas en el lado del rasero de la pantalla, se pasa un rodillo de goma aplicando fuerza, presionando la película de emulsión en contra de la película transparente.

Después, se remueve el paño para que la película de emulsión se pueda secar. A continuación se retira la pantalla de la placa de vidrio y se desprende la película transparente que se adhirió a la pantalla. La ventaja de este procedimiento un poco complicado consiste en la alta igualación que se logra de la estructura de la malla con una película de emulsión relativamente delgada, y con esto una imprimibilidad eficiente de los puntos pequeños claros sin el peligro de que la tinta fluya en las áreas negativas.

En principio, el método mencionado en el párrafo anterior de hacer una pantalla directa, le corresponde a una pantalla indirecta. Pero tiene la ventaja de una mayor vida útil y mejor resistencia cuando se tiene que lavar la pantalla, en el caso de que se tenga que interrumpir el proceso de impresión.

Las pantallas directas/indirectas combinan la ventaja de una igualación de estructura de la malla con la ventaja de una larga vida útil. Para garantizar un buen paso de tinta a través de las pequeñas aberturas de la pantalla, para los puntos claros, se recomienda el uso de una película de estencil directo/indirecto con un grosor de aproximadamente 20 micrones (0.0008 pulgada).

Cuando se use pantallas directas y directas/indirectas, una leve refracción de la luz (y con ella una disminución o hasta un cierre completo de los puntos pequeños claros) al exponer los negativos es inevitable si se usan mallas “blancas”. No se puede resolver este problema reduciendo el tiempo de exposición. El tiempo de exposición tiene que garantizar un endurecimiento óptimo de la película estencil directa o directa/indirecta para mantener un correcto grosor y resistencia química y mecánica de la pantalla.

Con las pantallas directas y directas/indirectas, las aberturas de pantalla pequeñas para los puntos claros (cuando se está copiando) se mantienen abiertas cuando se usan mallas con una óptima protección de refracción de la luz. Esta protección de la refracción de la luz se obtiene tiñendo la malla, en forma optima de color negro.

Sin embargo, y dado que cuando se usan mallas de color negro, la inspección de la copia de pantalla y el ajuste de la pantalla en la prensa de imprimir es muy difícil, principalmente se usan mallas teñidas de rojo, seguidas por mallas teñidas de color anaranjado-ámbar y amarillo para la impresión de cuatricromías con pantallas directas o directas/indirectas.

2.7. La influencia del material de la película del estencil sobre la precisión de los registros.

Basándose en experiencias prácticas y pruebas de laboratorio, se sabe que la precisión del registro de las pantallas no depende solamente de la estabilidad del marco de la pantalla, el tipo de malla y la tensión de la tela, sino también en el tipo de material de la película del estencil y su uso.

Fallas en el registro pueden ser causadas por el encogimiento del material de la película de esténcil cuando se le seca. Como sucede con pantallas directas en la mayoría de los casos, se recubre la superficie entera de la malla con una foto emulsión para reducir las diferencias en los registros.

Diferencias de registros aun de mayor importancia ocurren con materiales de películas de esténciles directos/indirectos si se utilizan tramos de la película relativamente pequeños para reducir su costo y una parte relativamente grande de la superficie de la tela se cubre con un relleno de pantalla. Las diferencias en los registros debidos al inevitable encogimiento de una película esténcil indirecta pueden ser mantenidas dentro de las tolerancias normales si la película corresponde aproximadamente a las dimensiones internas de la pantalla y si solo las zonas de borde pequeñas de la malla son cubiertas con un relleno de pantalla.

Un curado y almacenamiento igual de todas las cuatro pantallas para la impresión cuatricromática es una absoluta necesidad para la exactitud del registro con todos los métodos serigráficos. También, una tensión igual y una pasada pareja del rasero en la dirección de la malla (dirección de la urdimbre o de la trama) debe ser una necesidad absoluta para la exactitud de los registros.

2.8. La influencia del rasero de impresión.

Se entraría en un campo muy diferente si se intentase tratar en este documento todas las influencias del rasero de impresión sobre los resultados conseguidos cuando se imprimen cuatricromías. Dado que la mayoría de las máquinas de impresión no proveen una unidad de medición para la presión del rasero, y muchas veces no es posible variar o reproducir el ángulo del rasero, se debe encontrar el ajuste correcto del rasero de manera empírica o basándose en la experiencia.

Para obtener estampados de calidad cuatricromáticos, el rasero debe ser rectilíneo y nítidamente afilado (afilado al 90%); debe tener una dureza Shore de aproximadamente 70-80 (durómetro) y un ángulo de aproximadamente 70°. También se debe mencionar que la velocidad del rasero influye en el resultado de la impresión; por lo tanto, debe ser adaptada a la finura del medio tono, el tipo de estencil, la tinta y el sustrato a ser impreso.

2.9. La influencia de las máquinas para impresión serigráfica.

En general se pueden hacer estampados cuatricromáticos en todas las máquinas de producir serigrafía. Aparte del resultado, no existen ningunas ventajas o desventajas importantes entre los diferentes tipos de máquinas. Cuando se está imprimiendo sobre un sustrato relativamente delgado, tal como un papel delgado o películas plásticas, las mesas de impresión de las prensas planas o máquinas de impresión manuales deben tener una superficie lisa y plana para obtener estampados de buena calidad. Irregularidades y orificios grandes de vacío causan marcas en los estampados, como también lo haría un fuerte vacío.

Si no se puede regular la fuerza del vacío, se puede resolver el problema en gran manera colocando una hoja de papel, tal como papel vellum (vitela), entre la mesa de impresión y el sustrato a ser impreso, lo cual reduce la fuerza del vacío y a través del cual se pueden evitar las marcas de los orificios de vacío sobre los estampados.

2.10. Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.

Cuando de lo que se trata es de reproducir una imagen, hay dos categorías en las que la imagen puede caer. La primera categoría es línea de dibujo. Ésta es una categoría en blanco y negro, sin intención de hacer ningún juego de palabras. Éstas son imágenes que contienen área de imagen sólida y área de no-imagen. Un ejemplo de este tipo de gráficos sería el texto, las líneas y las áreas sólidas cubiertas de tinta. Éste fue el primer tipo de imagen en ser reproducido y durante cientos de años se mantuvo como el tipo de imagen principal.

Esto ha cambiado. Una vez que las fotografías aparecieron en escena a finales del siglo XIX, se generó interés por reproducirlas. La gran diferencia entre una fotografía en blanco y negro y una imagen en línea de dibujo, es que la fotografía puede contener muchas tonalidades diferentes de gris que pueden constituir un rango continuo de tonos o valores.

Este tipo de imagen es considerado como una imagen de tono continuo. En aquel entonces no podían reproducirse imágenes de tono continuo y aun en la actualidad no pueden reproducirse por medio de los procesos usuales de impresión comercial. El proceso de medio tono se desarrolló como la solución para reproducir estas imágenes de tono continuo. Medio tono es el proceso de asignar áreas específicas de porcentaje de punto para representar áreas tonales específicas. Éste es el elemento básico de reproducción de imagen para las imágenes de tono continuo. Ejemplos de este tipo de imagen serían fotografías (blanco y negro y a color), ilustraciones, pinturas, e imágenes creadas digitalmente.

La reproducción exitosa de imágenes de tono continuo depende totalmente de poder reproducir el rango tonal más grande posible correspondiente al proceso de impresión respectivo.

2.10.1. Reproducción del Rango Tonal.

Sería ideal poder reproducir el rango tonal para cualquier resolución específica (líneas por pulgada o puntos por pulgada), de manera lineal. Esto significa que uno podría reproducir cualquier parte de la imagen de tono continuo con la misma área de porcentaje de punto de la película original o del archivo de computadora si se está creando imágenes directamente a pantalla. Esto normalmente puede hacerse en la generación de la película o poniéndose en contacto con empresas que transfieren la imagen a través de materiales sensibles a la luz o al calor.

Pero esto no es realista para la mayoría de los procesos de impresión en donde la tinta o el tóner se transfieren físicamente al sustrato. Hablando en general, ninguno de los procesos de impresión puede reproducir el rango tonal con plena fidelidad. La mayoría de los procesos de impresión experimentan ganancia de punto y algunos experimentan pérdida de punto.

La mayoría de los serigrafistas experimentarán tanto ganancia de punto como pérdida de punto. Ésta es una de las razones por las que un serigrafista se beneficiaría de contar en su propio local con una persona de diseño gráfico / película o de un servicio externo que entienda las características de la curva tonal de la serigrafía.

2.10.2. Determinación del Rango Tonal.

Los impresores pueden conseguir separaciones hechas con base en información genérica pero consecuentemente podrían terminar haciendo impresión genérica. O el impresor puede involucrarse más para determinar cuál es el rango tonal reproducible en la empresa. Esto puede determinarse para cada prensa. La mayoría de los impresores se refieren a esto como ‘usar la huella digital’ de la empresa.

La experiencia demuestra que es mejor usar la huella digital de cada prensa asumiendo que el serigrafista está dispuesto a asignar cada trabajo que entra a una prensa particular para adecuarlo con la curva tonal específica de la película. Esto depende de la empresa. Esa curva tonal puede ser de hecho diferente para cada sustrato impreso, y para cada tipo de tinta utilizado para imprimir. Esto puede ser abrumador.

Pero a medida que nuestra industria está cambiando de talleres de impresión que anteriormente tenían 5 o 10 prensas de un solo color, de épocas diferentes, construidas por fabricantes diferentes, a las instalaciones modernas de hoy que tienen una o dos máquinas multicolores de impresión, estamos estandarizando tanto como es posible ¡contra la propia naturaleza de este negocio!

Esto lleva a que el serigrafista reevalúe una de las características que se han considerado durante mucho tiempo como algo único del proceso de impresión, y esa característica es versatilidad. La placa de membresía de la SGIA que se encuentra en la mayoría de las salas de recepción de los serigrafistas dice, “Serigrafía el proceso de impresión más versátil”.

En el transcurso de los años esto ha significado que los serigrafistas pueden imprimir en casi cualquier sustrato, en casi cualquier formato, en casi cualquier cantidad. El problema está en que si el impresor quiere lograr una muy buena impresión con cualquiera de los procesos de impresión, el enfoque necesita ser dirigido a una o dos áreas. Esto significa normalmente concentrarse en uno o dos sustratos particulares con un cierto formato y cantidad, y comprar en consecuencia equipo para perfeccionar la impresión en estas áreas específicas. Esto no es ser muy versátil.

2.10.3. Serigrafía en el Siglo Veintiuno.

Por tanto, si ahora los trabajos de impresión pueden ser canalizados a una o dos máquinas de colores múltiples, tiene mucho sentido establecer curvas tonales para las películas. ¡De hecho el proceso está llevando a los serigrafistas a actuar como el resto del mundo de la impresión! Lo que significa empezar a hacer uso de algunas de las técnicas de control adoptadas por los otros procesos de impresión hace muchos años.

2.10.4. La Paleta de Tonos.

Si se pide un juego de películas de prueba de un separador de color o de una organización de artes gráficas, habrá muchos objetivos diferentes y patrones que ayudan a identificar características importantes del proceso de impresión. Antes de que un serigrafista pueda hacer uso de la mayoría de estos objetivos, la paleta de tonos necesita ser impresa para determinar cómo debe ser la curva de la película de manera que futuras separaciones de la película puedan ser hechas tomando en cuenta las características de ganancia y de pérdida de punto.

Una vez logrado esto, el próximo juego de películas estará efectivamente modificado o curvado y se podrá hacer uso de la otra información de la mayoría de las películas de prueba que normalmente incluyen balance de grises y la información de la corrección de color.

La paleta de tonos también se conoce como los 100 pasos. Se trata simplemente de una película de prueba con muestras de tono que van desde 1% hasta 100%. Esta película debe ser producida como película lineal en donde el área de porcentaje de punto mide $\pm 1\%$ del área de porcentaje designada. Esta película debe ser obtenida tanto en el tamaño de área de impresión más común como en la densidad de pantalla en líneas por pulgada (LPI) más usual. Seguidamente se imprime esta película en el sustrato más usual con la serie apropiada de tinta. Se ajusta la pantalla y la preparación para imprimir como si se tratara de procesar un trabajo típico. Se necesita imprimir múltiples hojas de este patrón. Una vez que esto ha sido impreso, las muestras de porcentaje de punto necesitan ser medidas usando un densitómetro de reflexión en el modo de área de punto y usando la ecuación de Murray-Davies para medir tanto la ganancia de punto física como óptica.

Tabla IV. Ganancia de punto

La Ganancia de Punto en el Material de Prueba						
Estas mediciones se hicieron sobre película de prueba Ination Matchprint con creación de imágenes lineal. Todas las densidades de línea fueron trabajadas en material de alta y baja ganancia. El área de punto fue medida utilizando en el densitómetro la ecuación de Murray-Davies.						
Película	Área de Punto	10%	25%	50%	75%	90%
25 LPI	Alta Ganancia	11%	28%	55%	80%	93%
	Baja Ganancia	10%	27%	52%	77%	91%
35 LPI	Alta Ganancia	14%	33%	59%	83%	94%
	Baja Ganancia	13%	29%	55%	79%	93%
45 LPI	Alta Ganancia	15%	34%	62%	84%	95%
	Baja Ganancia	13%	31%	56%	80%	93%
55 LPI	Alta Ganancia	16%	36%	63%	85%	95%
	Baja Ganancia	13%	32%	57%	81%	94%
65 LPI	Alta Ganancia	17%	37%	64%	86%	95%
	Baja Ganancia	14%	32%	58%	82%	94%
75 LPI	Alta Ganancia	22%	43%	69%	87%	96%
	Baja Ganancia	16%	35%	62%	82%	94%
85 LPI	Alta Ganancia	23%	44%	70%	88%	97%
	Baja Ganancia	17%	36%	63%	83%	95%
100 LPI	Alta Ganancia	23%	45%	71%	89%	97%
	Baja Ganancia	17%	38%	64%	84%	96%
150 LPI	Alta Ganancia	23%	47%	73%	89%	97%
	Baja Ganancia	17%	38%	66%	84%	96%

Gracias a PGF Megafilm, Kansas City, MO por la información detallada.

Fuente: Andy Anderson. **Separación de colores**. Pág. 19

La mayoría de los serigrafistas encuentran que tienen pérdida de punto en las áreas claras, ligera ganancia en los cuartos de tono, 10 – 20% de ganancia de punto en los tonos medios y tres cuartos de tono, y ganancia pequeña en las sombras. Como una regla general, entre más alta la densidad en LPI, mayor la ganancia de punto (tabla 4).

Una vez que se ha obtenido esta importante sección de información, ¿Qué puede hacerse con ella? Bueno, eso depende. No todos los impresores hacen las cosas de la misma manera. Pero he aquí un ejemplo de cómo esta información puede usarse por el serigrafista que está imprimiendo color de proceso y está usando uno de los muchos sistemas de revisión analógicos comerciales en el mercado.

2.10.5. El Proceso sin una Prueba.

Se debe recordar, la mayoría de los sistemas de revisión comerciales disponibles en el mercado están diseñados para “predecir” cómo se va a ver una imagen cuando sea reproducida a través del proceso de litografía por offset. En su mayor parte, este proceso tiene una curva de ganancia de punto muy predecible para impresores que imprimen en sustratos similares con prensas similares. Y como la litografía por offset comprende más del 50% del total del mercado de impresión, la mayoría de estos sistemas de revisión tienen una curva de ganancia de punto interconstruida que imita la curva de litografía del offset porque ahí es donde está el mayor volumen de negocio.

Por consiguiente, un impresor de offset puede tomar un juego de películas de separación para hacer tanto una prueba como las placas de impresión para el trabajo. La prueba tendrá mágicamente las mismas ganancias que las hojas impresas en la prensa, y las hojas impresas se verán exactamente igual que la prueba. Esto suena como un ejemplo más de la conspiración mundial del offset.

Debido a que el serigrafista normalmente imprimirá el rango tonal con pérdida de punto en las áreas claras y ganancia de punto en los tonos medios y sombras, hay una necesidad de modificar el rango tonal en el juego de películas que son utilizadas para crear la imagen en la pantalla. Esto significa que se generan dos separaciones de película: una para la prueba y otra para las pantallas. Esto demuestra por qué la incorporación de un sistema digital de prueba y/o un sistema directo-a-pantalla podrían ahorrar significativamente tiempo y dinero.

El sistema comercial de prueba más común usado por los serigrafistas gráficos, es el sistema de prueba Matchprint. Parece ser que no está claramente entendido que hay muchas versiones diferentes disponibles de Matchprint.

Una de las diferencias importantes es que un Matchprint puede hacerse para una prueba de alta ganancia o de baja ganancia. Por tanto, hay que referirse nuevamente a la impresión de la paleta de tonos para determinar qué tipo de prueba se ajustará más estrechamente a la curva de ganancia de punto. El separador puede ayudar en el manejo de las películas para que la impresión realmente imprima como la prueba aunque el material de Matchprint esté diseñado para igualar litografía por offset. Se debe tener presente: Matchprint es simplemente un ejemplo de un material de prueba. Hay muchas maneras de crear una prueba, y todas tienen sus propias características únicas de ganancia de punto/curva.

2.10.6. Creación de la Barra Tonal Abreviada.

La mayoría de los impresores no tiene espacio en sus hojas de la prensa para imprimir una prueba de 100 pasos o una paleta de tonos para controlar su proceso. Por ello la información de la paleta de tonos se condensa reduciéndola a una instantánea concisa de las áreas tonales importantes.

Normalmente esto incluirá muestras de porcentaje de punto para 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, y 100%. Algunos densitómetros llevarán automáticamente al impresor a leer estas muestras debido a que se han vuelto estándares. El área sólida o 100% es necesaria para leer la densidad.

Algunos impresores imprimirán sólo la muestra sólida y la de 50%, y algunos imprimirán sólo la sólida y la muestra de áreas claras (figura 28). El propósito principal de esta barra tonal más pequeña es poder imprimirla en cada trabajo para ayudar en el proceso de preparación del mismo, hacer comparaciones rápidas entre la impresión y la prueba, y para supervisar el trabajo de manera que la impresión # 50 se vea como la impresión # 500.

No hay ninguna regla acerca de lo que necesita estar en la hoja impresa, esa es la decisión de cada impresor en particular con base en el espacio disponible, y la información que desee supervisar.

Figura 28. La imagen de arriba es el ejemplo más común de una barra de color abreviada. Esto proporciona a un impresor una instantánea de qué tan bien está imprimiendo su rango tonal durante una corrida de producción



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 9

Es muy raro que uno vea a un impresor de offset imprimir un trabajo de color de proceso sin incluir las barras de color. Por el contrario, es muy raro que un serigrafista imprima un trabajo de proceso de color con barras de color. ¿Por qué hay una diferencia tan grande entre los dos tipos de impresores? La experiencia muestra que la mayoría de los serigrafistas no ven el valor de las barras de color porque no tienen los instrumentos para leerlas, y no están seguros de lo que se supone que debieran de leer.

Aunque también se da el caso de que algunos de los segmentos del mercado de serigrafía no puedan imprimir barras de color porque no tienen ninguna área de margen o recorte en sus sustratos. Las camisetas y los CD's son un buen ejemplo de aplicaciones que no tienen un área de recorte en la pieza impresa.

La mayoría de las aplicaciones gráficas de formato mediano a grande pueden ciertamente encajar algunas barras de color alrededor del perímetro del trabajo. Se debe notar cómo las barras de color se han vuelto tan importantes para los impresores de litografía por offset y de flexografía que actualmente se ven barras de color impresas en las áreas que no son de recorte de periódicos, folletos postales de publicidad, y en empaques de comida (figura 29). Las barras de color son aun más importantes para los serigrafistas debido a que es casi imposible lograr un depósito de tinta regular en la mayoría de las aplicaciones desde el borde superior de una hoja de la prensa hasta la base, y desde la izquierda hasta la derecha. Y entre más grande sea la impresión, más imposible se vuelve esta tarea.



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 3

2.10.7. Control del Rango Tonal en la Preparación y la Reproducción.

A medida que el proceso está siendo desafiado por ataques competitivos constantes de los procesos de impresión existentes, así como por ataques totalmente nuevos de tecnologías que están surgiendo, se ven forzados a volverse más eficientes y consistentes en la reproducción de imágenes de color.

La mayoría de los problemas que enfrentan los impresores ya se han confrontado en los otros procesos de impresión. Es sumamente importante continuar con la capacitación y entrenamiento en el uso y comprensión de las barras de color, y en los instrumentos que se requieren para leer estos dispositivos. La experiencia muestra que cuando un serigrafista prepara un trabajo de color de proceso, con la intención de igualar el color a una prueba proporcionada, leerá la densidad del CMYK (Cian, Magenta, Amarillo, Negro) en la prueba y tratará luego de igualar estos números con su tinta.

Esto puede producir un problema para realmente igualar la prueba por un par de razones. La primera es que si las áreas de porcentaje de punto no son cercanas ($\pm 2 - 3\%$) a los porcentajes de punto en la prueba, se necesitan cambios de densidad significativos en la tinta para conseguir que la imagen impresa se parezca remotamente a la prueba. Segundo es que el acabado de la prueba (de lustroso a mate) tendrá un efecto en la lectura de densidad de reflexión. Si el acabado de la prueba no es muy similar al acabado en la impresión, entonces las lecturas de densidad no serán similares aun cuando los números coincidan.

2.10.8. Lectura de la densidad.

Se recomienda preparar la prensa de manera que los porcentajes de punto en las impresiones estén cercanos a las muestras correspondientes en la prueba. Enseguida comparar visualmente la impresión a la prueba en un área controlada de color correcto. Las barras grises indicarán si la densidad del C, M y Y están balanceadas entre sí. Luego usar la medida de densidad para controlar el depósito de la tinta y la densidad desde la impresión uno hasta la 1,000.

Para la mayoría de las aplicaciones de impresión se verá mejorada en la calidad de la impresión y en la velocidad de preparación usando este método para igualar una prueba. Todo esto depende de realizar trabajo de antemano manipulando las películas, e imprimiendo y controlando después las barras de color en todos los trabajos futuros.

2.11. Igualación de colores.

Un color se ve bien a nivel de tinta pero para cuando llega a la prensa, la tinta ha migrado varias tonalidades del color objetivo que se buscaba. Mientras que es posible que el igualador de colores esté ciego o perdiendo la razón, es mucho más probable que se esté encontrando con las temibles “*Condiciones Variables de Impresión*” y los resultantes “*Cambios en Apariencia de Color*”. Antes de que se examine la apariencia del color de las películas de tinta de serigrafía, se debe ver primero el “SISTEMA DE IGUALACION PANTONE®” y su Guía de Formula de Color PANTONE®, ya que muchos clientes especifican los colores utilizando estas guías.

2.11.1. Sistema de igualación pantone® y guía de color pantone®

Los colores de la guía pantone fueron diseñados para usarse con tintas de litografía offset e impresión tipográfica y sus colores brillantes dependen de delgados depósitos de tintas transparentes sobre papel blanco brillante. Las guías de color pantone se producen para impresión tipográfica no para serigrafía... lo que puede ser un problema. La típica página de color en la guía de formula de color pantone se centra alrededor de un color clave claro, limpio y brillante. La adición de crecientes cantidades de blanco producirá las tonalidades más claras en la página, mientras que la adición de crecientes cantidades de negro producirá las tonalidades más oscuras.

Los litografistas de offset nos aseguran que las “recetas” o “fórmulas” impresas debajo de cada una de las muestras de color son bastante precisas; sin embargo, por distintas razones, esas mismas recetas no funcionan bien para los serigrafistas. A diferencia de las tintas transparentes de la impresión tipográfica, la mayoría de las tintas para serigrafía están formuladas para ser algo opacas o semiopacas, con objeto de reducir inconsistencias en la impresión tales como las marcas de malla y las marcas del rasero.

Las tintas para serigrafía verdaderamente transparentes son relativamente poco comunes y pueden presentar dificultades en la impresión... puesto que cada variación en las condiciones de impresión puede cambiar el espesor del depósito de tinta, dando como resultado una variación sustancial en el color de las piezas impresas. Por lo tanto, muchas tintas para serigrafía tienen incorporado blanco para mejorar la facilidad de impresión y la apariencia del color — así como para incrementar la opacidad.

Las piezas impresas con serigrafía suelen estar sujetas a condiciones severas. Para ello, las tintas requieren pigmentos y resinas que les impartan resistencia a la intemperie o decoloración, resistencia al frotamiento y resistencia química apropiada para un medio ambiente de exposición publicitaria. Las capas de tinta pueden requerir ser flexibles si se utilizan para piezas de vinilo sensibles a la presión, o pueden requerir un acabado más fuerte pero transparente, si se utilizan para trabajos de dos vistas. Estas necesidades de resistencia y opacidad del depósito de tinta con frecuencia requieren que los colores sean igualados por separado para cada muestra en una página Pantone®. Añadir simplemente negro o blanco a un color clave no produce una igualación de color precisa para muchas aplicaciones de serigrafía. Existen también limitaciones en cuanto a la gama de colores que pueden ser reproducidos en serigrafía. Algunos colores son virtualmente imposibles de reproducirse con el proceso de serigrafía debido a que dependen de películas de tintas muy delgadas y transparentes sobre papel blanco brillante, mientras que la naturaleza del proceso de serigrafía produce una película de tinta comparativamente gruesa, semitransparente o inclusive opaca.

2.11.2. Apariencia de Color.

Una vez que se ha formulado y mezclado una muestra de tinta, se imprime y se compara con la muestra de color impresa topográficamente en la versión más reciente de la guía de fórmula de color PANTONE.

¡Posiblemente se encuentre con que hay diferencias! La apariencia se ve afectada por una diversidad de variables: transmisión y reflectancia, metamerismo, condiciones de observación e iluminación, espesor del depósito de tinta, opacidad de la tinta, sobreimpresión y factores del sustrato... por mencionar sólo algunos. Si se examina algunas de las fuentes de cambio en la apariencia del color. Uno puede preparar fácilmente una pieza de presentación para demostrar los cambios que estas variables pueden producir.

Después de curar apropiadamente la película de tinta, se debe recortar las muestras impresas y pegarlas en una carpeta o en un exhibidor, indicando los cambios en la apariencia de color. El exhibidor puede ser utilizado en el departamento de igualación de colores o como una herramienta general de adiestramiento tanto para clientes como para el personal interno.

2.11.3. Efecto(s) del Sustrato.

Primeramente está el efecto del sustrato mismo. Cada sustrato puede tener un diferente acabado, textura, absorción y color de la superficie. El efecto de cambio en el color es particularmente notorio con tintas brillantes sobre papel y cartelones de exhibición. Se debe investigar por uno mismo, por medio de imprimir un cuadro con una tinta brillante dada - misma tinta, pantalla, malla y rasero - sobre una media docena de sustratos diferentes; por ejemplo, papel recubierto y sin recubrir, vinilo sensible a la presión mate y brillante, aglomerado de poliolefina, cartón para ilustración publicitaria, etc.

En seguida, se debe imprimir la misma clase de tinta sobre un mismo tipo de sustrato... pero utilice varios colores diferentes de papel (tal como blanco, negro y rojo). Esto ilustrará el efecto del color del sustrato. Si es posible, aplicar un barniz transparente a una parte de cada pieza que se imprimió antes y observe la dramática diferencia en la apariencia del color.

2.11.4. Variaciones en el Espesor del Depósito de Tinta.

Posiblemente la causa principal de cambios en la apariencia de color sean las variaciones en el espesor del depósito de tinta o peso de la película. El depósito de tinta está directamente afectado por una serie de variables: la densidad de la malla, la tensión de la pantalla, el tipo de estencil y espesor, el perfil del rasero y dureza, la presión del rasero, su velocidad y su ángulo, presión y velocidad del entintado, perfil del contra rasero, tipo de prensa de impresión, distancia fuera de contacto, velocidad del despegue... y numerosas variables más.

El método más sencillo de observar los efectos del espesor del depósito de tinta es preparar piezas de ejemplo impresas. Al seleccionar un sustrato tal como un papel cubierto blanco brillante, imprimir por serigrafía una tinta brillante sobre varias hojas del mismo sustrato, utilizando el mismo rasero. (Sin embargo, debe utilizar diferentes densidades de malla - por ejemplo 195 hilos por pulgada, 305 h.p.p., 355 h.p.p. y 380 h.p.p.).

La densidad de malla más fina producirá la capa de tinta más delgada, con la apariencia de color más clara. La malla más gruesa producirá la capa de tinta más pesada y la apariencia de color más oscura. En seguida, disponga una pantalla para imprimir la misma tinta brillante sobre varias hojas del mismo sustrato, utilizando solamente una densidad de malla. Sin embargo, utilizar diferentes lecturas de durómetro de rasero, tales como 65, 75 y 85 durómetro.

Los raseros más suaves transferirán la mayor cantidad de tinta a través de la pantalla, dando por resultado el depósito de tinta de mayor espesor y la apariencia de color más oscura. Los raseros más duros transferirán la menor cantidad de tinta para producir la capa de película más delgada y la apariencia de color más clara.

2.11.5. Cambios en la tensión de la pantalla, la presión del rasero y otros factores.

Ejemplos similares a los descritos anteriormente pueden ser diseñados para demostrar las variaciones en la apariencia del color resultante de cambios en la tensión de la pantalla, la presión del rasero, la velocidad del rasero, la distancia fuera de contacto, los ajustes para el despegue y diferentes tipos de prensa. Puede requerir algo de tiempo el preparar e imprimir todas estas variaciones, pero el resultado será un muestrario invaluable de los cambios en la apariencia de color.

Posiblemente se descubra que las impresiones hechas a mano en el departamento de igualación de colores no producen la tonalidad de color buscada en la prensa automática. En estos casos, es aconsejable determinar la correlación entre las pruebas de tono de tinta por impresión manual y el resultado impreso proveniente de una prensa automática. Por ejemplo, se puede encontrar que una impresión manual a través de una malla 305 con un rasero duro es necesaria para duplicar la impresión resultante de un rasero de durómetro medio sobre una prensa automática particular. Entre más cercanamente pueda el departamento de igualación de colores replicar las condiciones reales de impresión, mayor será la probabilidad de igualaciones de color exitosas que serán aprobadas por el cliente.

2.11.6. Estandarización de fuentes de luz y de condiciones de observación.

Otra área vital para controlar la apariencia del color es la estandarización de las fuentes de luz y las condiciones de observación. Imagínese la frustración causada cuando una igualación de color es aprobada bajo iluminación fluorescente blanca fría y es impresa en una orden... ¡solamente para ser rechazada por el cliente cuando la pieza es vista bajo luz natural! Para igualaciones de color críticas, es importante determinar las condiciones de iluminación bajo las que la pieza terminada será colocada e igualar las tintas bajo esas mismas condiciones de iluminación.

Si las condiciones de iluminación no son especificadas, muchos impresores de serigrafía igualan bajo lámparas fluorescentes de luz blanca fría, dado que esa es la fuente de luz interior más común. Es posible que sea necesario adquirir o construir una cabina de observación de color con una selección de fuentes variadas de luz, incluyendo luz de día artificial D65, luz fluorescente blanca fría y lámparas incandescentes. Una fuente de luz negra o luz UV también suele encontrarse en algunas cabinas de observación de color. El fenómeno por el cual dos muestras de color son iguales bajo una cierta clase de condición de iluminación, pero no bajo una iluminación diferente, se conoce como *metamerismo*.

Muchos fabricantes de tintas tratan de formular igualaciones de color con la menor cantidad de pigmentos metaméricos posible; pero un cambio en la fuente de luz o en el ángulo de observación o en el observador puede producir una desigualación que puede percibirse. Cada pigmento diferente tiene su propio conjunto de curvas espectrales, según se miden bajo diferentes fuentes de luz con un espectrofotómetro y una computadora de color. De hecho, la única forma de garantizar una igualación de color contra una muestra objetivo en cualquier condición de observación es formular la tinta utilizando exactamente los mismos pigmentos utilizados en la muestra de color objetivo, asegurando así que las curvas espectrales de los colores son idénticas.

En la mayoría de los casos, es imposible utilizar pigmentos idénticos a los utilizados en la muestra de color objetivo (especialmente si se trata de los pigmentos de impresión tipográfica en las guías PANTONE); por lo que frecuentemente tenemos que recurrir al mejor uso de una igualación aceptable bajo condiciones de iluminación similares, tomando en cuenta las diferencias en la intensidad de color y los pigmentos así como el espesor de la película de tinta.

2.11.7. Variación en las tolerancias de color.

Diferentes familias de color tienen tolerancias de color muy variables. La diferencia entre una muestra de color objetivo y la correspondiente tinta con la que se pretende igualarla puede ser medida con un espectrofotómetro.

La diferencia se expresa usualmente como la CIELAB ΔE o ΔE (referida como Delta E) entre las dos muestras de color. En el modelo CIELAB de espacio de color, una ΔE es la mínima cantidad de diferencia de color que puede ser detectada por el ojo humano. Por ejemplo, una computadora de color puede reportar que la muestra de tinta que se acaba de mezclar tiene una diferencia de color (ΔE) de 2. Este valor en particular nada nos dice acerca de en qué dirección está la diferencia de color – si es más clara o más oscura, más rojiza o verdosa, azulosa o amarillenta - sino que sencillamente mide el tamaño de la diferencia de color entre el espécimen y el objetivo.

Entre mayores sean los números, mayor es la diferencia con el color objetivo. Las diferencias en los otros valores de L (claridad - oscuridad), a (rojizo - verdoso) y b (amarillento - azuloso) se utilizan para determinar cómo debe ajustarse el color.

Todas las muestras de color pueden ser medidas para determinar la ΔE comparada contra un color objetivo y las industrias de serigrafía están adquiriendo en un número creciente el instrumental para controlar el color. Algunos serigrafiistas intentan establecer un estándar para su industria en cuanto a tolerancia de color utilizando una medida única de ΔE ; pero los cambios de color aceptables variarán para cada familia de color.

Por ejemplo, Una muestra amarillenta que tiene una ΔE de 3 (comparada contra la muestra objetivo) aún puede ser una igualación comercialmente aceptable. Sin embargo, un gris con una ΔE de 3 sería completamente inaceptable, mientras que un gris con una ΔE de 0.5 de variación contra el objetivo normalmente sería aprobado. Por lo tanto, es importante para cada serigrafista el establecer el rango de diferencia visual que un cliente aceptará y utilizar esta información con la intención de establecer tolerancias de color útiles para la industria.

2.11.8. Algunas guías para mejorar.

He aquí algunas guías para mejorar la precisión de la reproducción del color en la serigrafía:

1. Utilice una balanza electrónica para pesar todo.
2. ¡Pese Todo! Registre el peso exacto de cada ingrediente.
3. No pretenda medir con el método de “un montón o dos”: ¡pese todo!
4. Mezcle en un recipiente limpio.
5. Añada los componentes en orden: en secuencia de mayor cantidad a menor cantidad.
6. Mezcle a fondo, ya sea a mano o con una mezcladora de tinta.
7. Utilice una balanza con una precisión de 1/1000 de su tamaño de lote; para lotes de producción de un kilo o más, una balanza con una precisión de 1 gramo es suficiente. Para una formulación inicial de color, se pueden requerir balanzas de hasta 1/100 de gramo.

8. Si se requieren cantidades minúsculas o trazas de un componente final, mezcle el color sin ese ingrediente e imprímalo para verificar si el componente es necesario. Con frecuencia esas pizcas de componentes son de color negro, violeta o azul y se utilizan para “ensuciar” o “torcer” el color ligeramente hacia otra dirección.
9. Vuelva a pesar cada formulación para asegurar la precisión de todos los componentes.
10. Registre la fórmula terminada y aprobada en una tarjeta de registro de igualación de color.

3. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS A LA APARIENCIA COMO UNA PROPUESTA PARA LA SERIGRAFÍA.

La apariencia de un producto manufacturado, dado que va a cumplir con el propósito para el que fue realizado, es su atributo más importante. La apariencia muchas veces determina la capacidad de aceptación de un producto el área de ventas, y por último para el consumidor o usuario final. La calidad de la apariencia de un producto está relacionada psicológicamente a su desempeño esperado y su vida útil. Por lo tanto determina su recepción por los compradores potenciales.

Este tema describe la interacción de la luz con los objetos; la reflexión, la absorción, la transmisión, o una combinación de estos fenómenos, que da como resultado la percepción de los objetos, y cómo se hacen las mediciones que corresponden a la forma en que el ojo ve el color.

3.1. La importancia de medir la apariencia del producto.

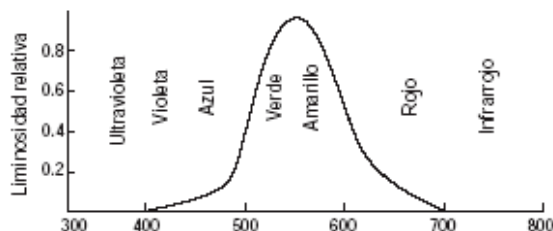
Todas las industrias de fabricación están preocupadas con la apariencia de sus productos. La apariencia involucra todos los aspectos visuales tales como el color, el lustre, la forma, la textura, el brillo, la brumosisidad, y la translucidez que caracterizan a los objetos. Cuando los consumidores pueden elegir, cuando otras cosas son iguales, compran lo que luce mejor. La apariencia es el mensaje del producto principal y más impactante. Los compradores también esperan uniformidad de la apariencia en cualquier grupo del mismo producto. Cuando los consumidores ven una diferencia entre una cantidad de los mismos productos en exhibición, la diferencia se asocia con una calidad pobre. La atracción visual y la uniformidad de la apariencia tienen tanta importancia que las identificaciones cuantitativas de la apariencia se solicitan en todos los mercados.

El comportamiento de la luz en interacción con los productos, tales como las pinturas, los papeles, los textiles, los plásticos, los metales, las cerámicas, los fármacos, los cosméticos y la comida, varía dependiendo de muchas características físicas. Al utilizar la instrumentación apropiada y aproximaciones a la resolución de los problemas, se pueden medir los atributos de la apariencia distintivos de una amplia variedad de productos.

3.2. Interacción de los objetos y de los materiales.

Los objetos y los materiales aparecen a la vista de acuerdo a cómo estos afectan a la luz que cae sobre ellos, mientras que las fuentes de luz son visibles por su propia luz emitida. Los objetos o los materiales pueden ser una superficie impresa, una hoja de papel, mermelada de fresas o cualquier cosa de una gran variedad. La luz se define como energía radiante evaluada visualmente de longitudes de onda de cerca de 380 a 770 nanómetros (nm). Las diferentes longitudes de onda tienen colores diferentes, y algunas longitudes de onda son visiblemente más intensas que otras. La respuesta variable del ojo a la misma cantidad de energía a diferentes longitudes de onda está representada por la curva de luminosidad. Cuando nos incumben las propiedades dependientes de la longitud de onda, utilizamos la palabra “espectral”. Las curvas espectrales pueden describir la cantidad de luz o radiación a cada longitud de onda, o nuestra respuesta a ella, como en la curva de luminosidad (figura 30).

Figura 30. La función de luminosidad del ojo



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 4

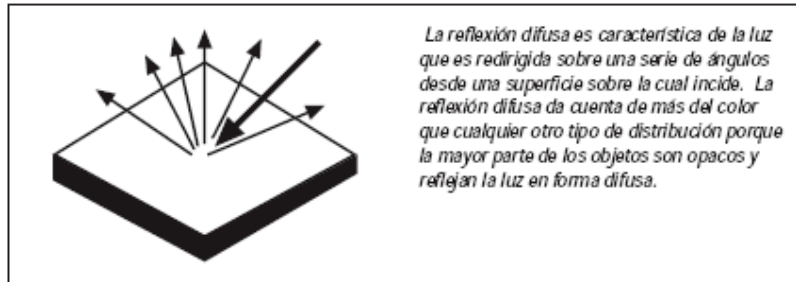
La luz puede ser producida por objetos calentados hasta la incandescencia o por la excitación de los átomos y de las moléculas. Un caso especial es la fluorescencia, donde la luz es convertida desde una región espectral a otra. Una fuente de radiación completa, llamada un “radiador de cuerpo negro”, se puede usar como estándar de referencia para la identificación del color de las fuentes de luz incandescente prácticas. La temperatura del color correlacionada de una fuente de luz es la temperatura del radiador de cuerpo negro visualmente más cercana a la apariencia de la fuente de luz real.

Aunque la apariencia de los materiales es un resultado de factores muy complejos, el problema se puede simplificar por el análisis al separar los atributos cromáticos (de color) de los atributos geométricos (el lustre, la brumosisidad, la textura, etc.), y al separar las distribuciones de la luz difusa por las especulares. Con la ayuda de ésta la descomposición, es posible identificar casi cualquier atributo y prescribir el instrumento de medición y las técnicas necesarias para analizarlo. La luz que incide sobre un objeto estará afectada por la interacción con el objeto en una cantidad de formas diferentes. Las distribuciones de la luz resultantes nos dan nuestras impresiones de cómo luce el objeto. La reflexión especular, por ejemplo, hace que el objeto luzca lustroso o brillante. Los metales generalmente se distinguen por una reflexión especular más fuerte que aquella de los otros materiales, y las superficies lisas son siempre más brillosas que las ásperas.

3.3. Atributos geométricos de la apariencia.

Los atributos geométricos, de forma diferente al color, no se pueden definir completamente en ninguna disposición de coordenadas simple. Por fortuna, es posible alguna simplificación significativa de los atributos geométricos, si sólo se consideran las áreas de superficie relativamente planas y uniformes, y las distribuciones de la luz difusa y especular muy simplificadas. Primero, la luz puede ser caracterizada como reflejada o transmitida por un objeto. La luz reflejada es la luz que rebota desde una superficie iluminada (figura 31).

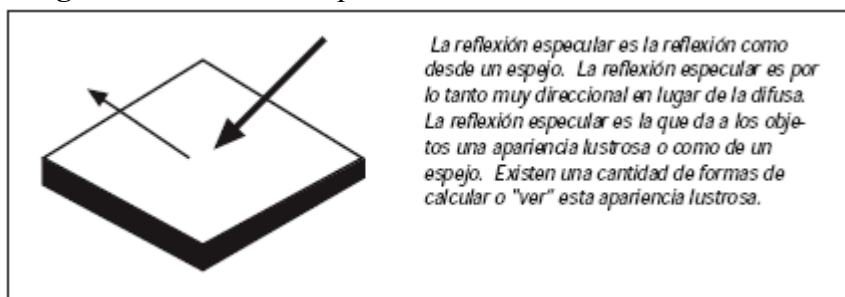
Figura 31. La luz reflejada es la luz que rebota desde una superficie iluminada.



Fuente: Mike Ruff. **Densitometría serigráfica.** Pág. 7

La luz transmitida, por otro lado, es la luz que pasa a través del objeto y es visualizada desde el lado de salida. Tanto la luz transmitida como la reflejada pueden ser además divididas en luz difusa y no difusa (especular para la reflexión, rectilínea para la transmisión), dando cuatro tipos principales de distribución de la luz desde los objetos, como se ilustra. Esta separación en componentes difusos y especulares provee una buena aproximación (adecuada para muchos análisis) de la distribución geométrica de la luz reflejada o transmitida. Cuando la absorción es el proceso dominante, los colores resultantes no son intensos. La absorción selectiva de sólo ciertas longitudes de onda da como resultado nuestra percepción del color. Si se absorben todas las longitudes de onda, da como resultado el negro. Todos estos procesos operan en la mayoría de los objetos: la reflexión especular (brillante), la reflexión difusa, la transmisión rectilínea, la transmisión difusa mediante el esparcimiento, y la absorción (figura 32.).

Figura 32. Reflexión especular.



Fuente: Mike Ruff. **Densitometría serigráfica.** Pág. 7

Para hacer los análisis físicos de los resultados combinados de estos procesos, se usan mediciones de espectrofotómetro y de goniofotómetro. Las curvas espectrofotométricas miden la reflexión o la transmisión de la luz desde o a través de los objetos mediante las longitudes de onda. Las curvas espectrales de esta manera se relacionan con el color. Las curvas goniofotométricas describen la reflexión desde o la transmisión de la luz a través de los objetos como una función del ángulo, y se relacionan con los atributos geométricos tales como el lustre y la brumosisidad. Aunque estas mediciones no proveen valores conclusivos de descripción de la apariencia, ellas cuantifican la parte de la interacción entre el objeto y la luz de la situación en observación (figuras 33 y 34).

Figura 33.

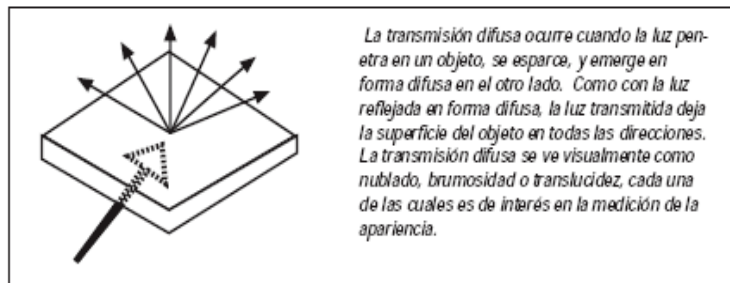
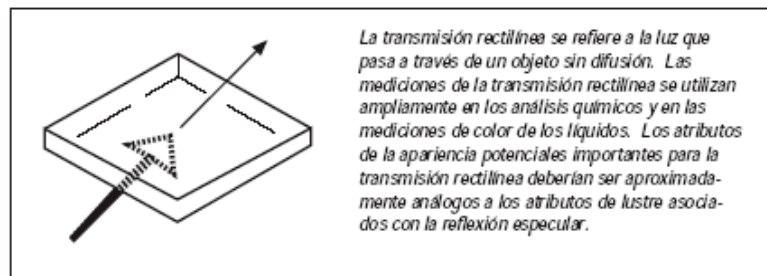


Figura 34.



Fuente: Mike Ruff. **Densitometría serigráfica**. Pág. 9

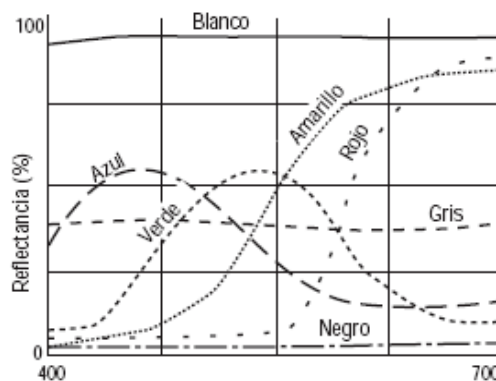
3.4. Atributos cromáticos de la apariencia.

- Física del color

El color está asociado con las ondas de la luz — específicamente con sus distribuciones de la longitud de onda. Las longitudes de onda visibles son aquellas que están entre las terminaciones violeta y roja del espectro, las cuales están cerca de 400 y 700 nm, respectivamente.

La absorción selectiva de las diferentes cantidades de las longitudes de onda dentro de estos límites generalmente determina el color de los objetos. Las longitudes de onda que no se absorben son aquellas reflejadas o transmitidas por los objetos y de estos modos visibles a los observadores. En otras palabras, los objetos amarillos absorben en forma característica la luz azul; los objetos rojos absorben en forma característica la luz verde, etc. Físicamente, el color de un objeto se mide y se representa mediante las curvas espectrofotométricas, que son gráficas de las fracciones de la luz que incide (reflejada o transmitida) como una función de la longitud de onda a lo largo del espectro visible. En la figura 35 se muestran las curvas espectrofotométricas para algunas superficies coloreadas en forma típica.

Figura 35. Curvas espectrofotométricas



Fuente: Mike Ruff. **Densitometría serigráfica.** Pág. 7

Las curvas del blanco, del gris y del negro son líneas horizontales casi derechas en la parte superior, en el medio, y en la parte inferior de la gráfica, respectivamente, mientras que cada una de las curvas que representan a los colores cromáticos es más alta en esa parte del espectro asociada con dicho color y baja a valores menores a otras longitudes de onda.

- Fisiología del color.

Psicológicamente y fisiológicamente, el color es una percepción en el cerebro, que resulta de las señales traídas a él desde los receptores de la luz en los ojos. El color de cualquier material es el resultado del efecto en la luz por los pigmentos, los tintes, o los otros materiales absorbentes en el objeto percibido. El ojo no ve los análisis de las longitudes de onda, como las curvas en la figura 35; pero en lugar de eso sintetiza las respuestas de los receptores de los tres colores en el ojo. Un colorimetrísta con pericia puede estimar, a partir de las curvas tales como las de la figura 35, cómo lucirá el color de una muestra; pero una persona sin dicha pericia no podrá hacerlo.

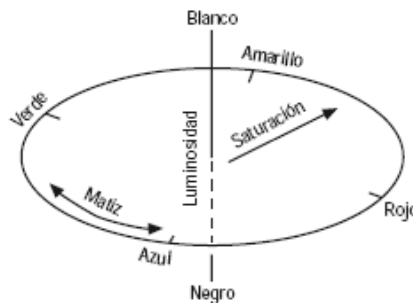
3.5. Los atributos del color vistos por un observador.

Lo que un artista ve cuando examina un color no es ni su curva espectrofotométrica ni las respuestas separadas de los receptores de la luz azul, la verde y la roja de su ojo. Si se le solicita identificar el color de un objeto, el artista hablará primero de su matiz. El matiz es el atributo que corresponde a si el objeto es rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul o violeta. El círculo de los matices ha sido reconocido por los artistas, los tecnólogos del color y los decoradores durante años.

El atributo secundario fácilmente apreciado de la cromaticidad es la saturación. La saturación está determinada por cuán lejos del eje del gris (luminosidad) hacia el matiz puro en los bordes externos se percibe que está el color. De este modo, un tinte pastel tiene una saturación baja, mientras que un color puro se dice que tiene una alta saturación.

Un tercer atributo o la dimensión del color está asociada con la intensidad luminosa (generalmente la capacidad de reflejar o transmitir la luz) del objeto. Este atributo es llamado en forma variable luminosidad, valor, y algunas veces inclusive “brillo”. Estos tres atributos del color de un objeto puede decirse por lo tanto que son los matices, la saturación y la luminosidad, y están relacionados entre sí según se muestra en la figura 35. Uno de los sistemas de color de la superficie mejor conocidos es el Sistema Munsell de Notación del Color ilustrado en la figura 36. En este sistema, las tres dimensiones percibidas visualmente de la apariencia del color son denominadas matiz, valor e intensidad del color.

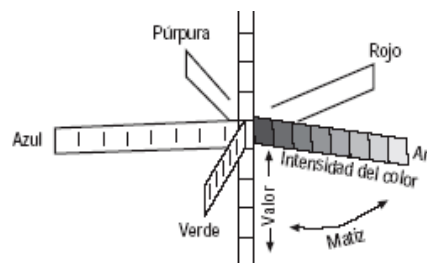
Figura 35. Sistema de color de tres dimensiones.



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 17

Las distribuciones de la longitud de onda de la luz que son responsables por el color se denominan características espectrofotométricas. El color de un objeto se describe en términos de su matiz, su saturación o intensidad del color, y su luminosidad o valor.

Figura 36. Sólido de color Munsell.



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 18

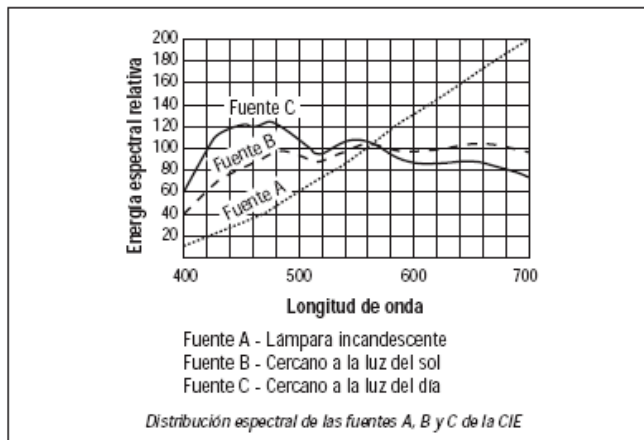
1. Iluminantes.

Para la detección de las diferencias en el color bajo la iluminación difusa, se usan comúnmente tanto la luz de día natural o la luz de día simulada artificial. Una ventana que dé al norte (para estar libre de la luz del sol directa) es el iluminante natural empleado normalmente para el examen del color visual. La luz del día natural, sin embargo, varía grandemente en la calidad espectral con la hora del día, el clima, la dirección de la vista, el momento del año, y la ubicación geográfica. La tendencia reciente en las pruebas industriales, por lo tanto, ha sido hacia el uso de la luz de día simulada porque las fuentes de la luz artificial pueden ser estandarizadas y permanecer estables en la calidad.

Para definir las fuentes de luz artificial usadas en la evaluación de la apariencia, la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE) estableció en 1931 los iluminantes “estándar”, que tienen características espectrales similares a las fuentes de luz natural y son reproducibles en el laboratorio (CIE, 1931). El Iluminante A define la luz típica de una lámpara incandescente, el Iluminante B representa la luz del sol directa, y el Iluminante C representa la luz de día promedio del cielo total.

Estos se muestran en la figura 37. En 1966 se propuso a la CIE una cuarta serie de iluminantes, D, que fue más tarde adoptada. Estos iluminantes no sólo representan la luz del día más completamente y con más precisión que los iluminantes B y C, sino que están definidos para una serie completa de temperaturas del color del amarillo al azul. Los iluminantes D se identifican generalmente por los primeros dos dígitos de su temperatura del color, por ejemplo, la curva de 6500 grados Kelvin se conoce como D65.

Figura 37. Tipos de iluminantes.



Fuente: Mike Ruff. **Densitometría serigráfica.** Pág. 9

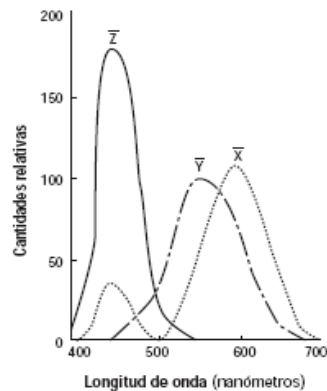
Dentro de los años recientes, se ha desarrollado un interés creciente en el contenido ultravioleta de cualquier iluminante utilizado para la evaluación visual. La razón principal para esto es un aumento en el uso comercial, principalmente en los papeles y en los textiles, de materiales fluorescentes que se activan mediante la luz ultravioleta. Para el examen del color correcto de estos materiales es necesario controlar no sólo la energía visible sino la cercana al ultravioleta que los afecta.

3.6. Escalas de medición del color observador estándar de la CIE.

La medición científica del color está basada en representaciones numéricas o cuantificaciones de los tres mecanismos de respuesta del color del ojo humano. La respuesta de los receptores de la luz del ojo a diferentes longitudes de onda de la luz es ampliamente conocida. Para poder hacer mediciones que se correspondan con la forma en que el ojo ve la luz, se requieren valores numéricos específicos para las respuestas del ojo humano promedio para las diferentes longitudes de onda de la luz. En la figura 38 se muestra la delineación de la función de respuesta de equiparación de los tres colores del observador humano, llamada el observador estándar de la CIE de 1931.

Este estándar internacional también se puede mostrar como una tabla de los factores de peso de los cuales se puede derivar una especificación de color mediante los valores de triple estímulo de la CIE X, Y y Z. En 1960, la CIE propuso un Observador Estándar 10 en un esfuerzo para obtener una mayor correlación con los juicios comerciales. Las funciones adoptadas finalmente en 1964 dan más peso a las longitudes de onda más cortas, y se cree que representan más adecuadamente la función de respuesta al color del objeto de los observadores humanos.

Figura 38. Observador estándar de CIE de 1931.



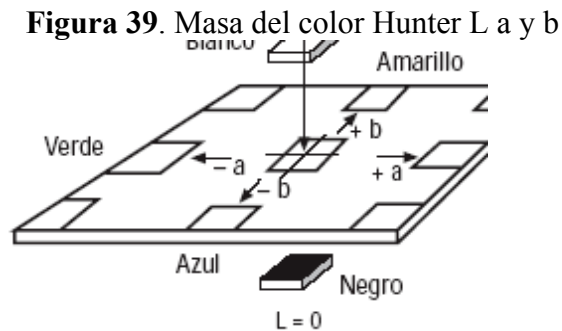
Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 17

3.7. Escalas de color de colores contrarios (tipo L, a y b).

Dado que las escalas de la CIE no proveen ni siquiera estimados razonablemente uniformes de los intervalos de color percibidos o el color y sus relaciones, los científicos han desarrollado una cantidad de las denominadas escalas de color uniformes. La mayor parte de éstas, aunque no todas, son escalas de colores contrarios (tipo L, a y b), basadas en la teoría de los colores contrarios de la visión del color. Esta teoría tuvo sus comienzos con *Ewald Hering* en 1878, y fue refinada por G. E. *Müller* en 1930. Desde entonces, aquellos que han aplicado los principios de *Müller* han creado varias técnicas altamente útiles. La teoría de los colores contrarios presume que, en el ojo humano, hay una etapa de cambio de señal intermedia entre los receptores de la luz en la retina y el nervio óptico que lleva las señales del color al cerebro.

En esta etapa de cambio, las respuestas del rojo se comparan con las del verde para generar una dimensión del rojo al verde. La respuesta al verde (o al rojo y al verde conjuntamente, dependiendo de la teoría utilizada) se compara de un modo similar con el azul para generar la dimensión del amarillo al azul.

Estas dos dimensiones son asociadas ampliamente, aunque no siempre, con los símbolos a y b respectivamente. La tercera dimensión necesaria, L por la luminosidad, es una función no lineal tal como la raíz cuadrada o cúbica de Y , que es la reflectancia porcentual (o transmisión). Las dimensiones del sistema de coordenadas del color *Hunter* L , a y b se muestran en la figura 3.8.1. En 1976, la CIE adoptó otra escala de tipo L , a y b identificada como la escala $L^*a^*b^*$ de 1976 de la CIE. Esta es muchas veces abreviada como la escala “CIELAB”.



Fuente: Johnny Shell. *La ciencia del color*. Pág. 19

La validez científica del sistema de colores contrarios está muy apoyada por la evidencia experimental. Por ejemplo, *Russell L. DeValois*,

3.8. Igualación del color y el metamerismo.

La igualación de color es tan sencilla como es difícil. Una vez que se comprenda todas las variables que afectan el color, el proceso se tornará más eficaz. Por otro lado, si no se comprende los fundamentos del color (el cuarto de tinta, así como la igualación del color), el proceso de igualación puede ser una pesadilla.

La meta es ahorrar tiempo y dinero por medio de lograr una mejor comprensión de las áreas que se necesita controlar (espacio de piso y procedimientos de color) cuando se trata de la igualación de colores con tintas. No se trata solamente de igualar colores. Normalmente es una falta de control, no una falta de la capacidad para igualar colores lo que causa problemas en el cuarto de tinta. He aquí algunas áreas potenciales de problemas y mejora:

1. Comunicación Acerca del Color: Pérdida de la información sobre un cambio en el color y/o un ajuste a un color en alguna parte a lo largo de la cadena de comunicación entre el cliente, el departamento de arte, el cuarto de tinta y el cuarto de producción.
2. Procedimientos de Igualación del Color: No tener un procedimiento de rutina establecido para la igualación del proceso de colores. Se resuelve cada color en forma diferente. Sin embargo, si bien se debe considerar cada igualación como un caso único, el procedimiento que se utilice debe ser gradual para crear un proceso de igualación eficiente y rápida. Otro problema es secar los colores con aire soplado sobre cualquier color y tipo de tela que esté disponible, no la tela que se usará en producción.
3. Herramientas para la Igualación del Color: No tener disponibles una caja de luz, balanza — las herramientas necesarias para la igualación de colores.
4. Control del Color: No igualar el color usando la misma densidad de malla, la misma secuencia de colores y/o el mismo tipo de depósito que se usará en producción.

En otras palabras, el color puede estar aprobado por el laboratorio de color, sin embargo cuando llega a producción es colocado en una posición diferente y se aplican además cinco pasadas más, lo que puede tener un dramático efecto en el color.

Si se cambia el depósito de la película de tinta, cambia el color, y entre más transparente sea el color, más sensible es cambiar el depósito de tinta. Por ejemplo, un azul marino puede volverse azul real si se cambia de un depósito de película grueso a uno delgado. Si se trata de un trabajo de ocho colores, es posible que se deba igualar cinco de los ocho.

5. Teoría del color: No tener una clara comprensión de los fundamentos del color. Si sólo se confía en fórmulas, hay limitaciones. Si no se comprende los fundamentos del color se está disparando en la oscuridad y el aumento potencial de exceso de tinta en el estante es inevitable. Hay compañías que operan con una sola persona en el cuarto de tinta, sin balanzas y con 23 prensas automáticas. Éste caso es la peor situación que puede tener una empresa.

6. Orden de color: La figura 40 muestra 12 colores que están fuera de orden. Para ordenar apropiadamente los colores se empieza con los amarillos y se mueve hacia los rojos, después a los azules y, finalmente, a los verdes. La figura 41 ilustra la colocación del amarillo en orden de tonalidades de verde a rojo. Los rojos se colocan enseguida en orden (figura 42) seguidos de los azules (figura 43). Se empieza con una tonalidad roja de azul que es otra manera de describir el color púrpura. Finalmente, los verdes se colocan en su orden apropiado (figura 44).

Figura 40.



Figura 41.

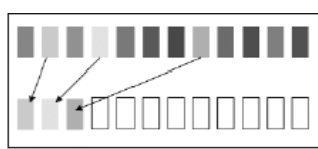


Figura 42.

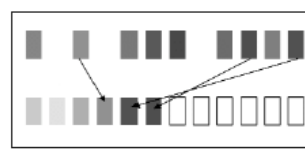


Figura 43.

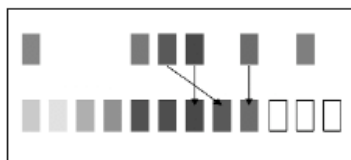
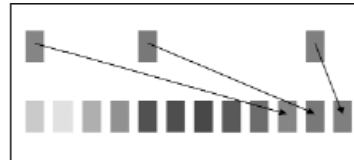


Figura 44.



Fuente: Johnny Shell. **La ciencia del color**. Pág. 23

3.8.1. Metamerismo.

El metamerismo no es una enfermedad, pero si no se entiende y no se le toma en cuenta, ¡puede tener efectos bastante desagradables! Una definición es como sigue según el sitio en la *Web de Colourware Ltd.* (colourware.co.uk): “El metamerismo se refiere a la situación en donde dos muestras de color parecen ser iguales bajo unas ciertas condiciones pero no bajo otras; se dice que la igualación es condicional. El metamerismo normalmente se analiza en términos de dos iluminantes (metamerismo iluminante) en donde dos muestras pueden aparecer iguales bajo un iluminante pero no bajo otro”. Por ejemplo:

Una compañía de serigrafía. Una tarde el comprador de la cadena local de supermercados le dio al serigrafista un pedido importante para preparar anuncios publicitarios sobre espuma de poliuretano, bajo las condiciones siguientes: debía entregarse a la mañana siguiente y debía igualar el esquema de los colores corporativos (Rojo Pantone® 200C). “No hay problema”, dijo el serigrafista “pondré un turno nocturno”. Mientras su equipo de producción creaba positivos del trabajo artístico y hacía pantallas, el impresor se puso a mezclar tinta para poder igualar la especificación del color. Mezcló un par de rojos de vinilo que habían sobrado de trabajos anteriores con un toque de algunas tintas que tenía a la mano, hizo una impresión de prueba, y se la presentó al gerente de producción. La impresión fue aprobada y la producción comenzó. A la mañana siguiente el serigrafista entregó el trabajo y la factura. ¡Una buena noche de trabajo!

Esa tarde el trabajo — junto con la factura — fue devuelto con una nota que explicaba que el trabajo había sido rechazado. La impresión no había igualado el Rojo Pantone® 200C especificado en el esquema de color corporativo.

¿Qué salió mal? ¡El impresor fue víctima de un efecto llamado metamerismo! Ésta puede ser una historia familiar para algunas personas — quizás para más de las que están dispuestas a admitirlo. El ejemplo mencionado anteriormente, el impresor fue víctima de este efecto por dos razones:

1. El cliente no especificó (o no se le preguntó) bajo qué tipo de iluminación se evaluaría la igualación a Pantone® 200C.
2. Cuando la tinta utilizada en la prueba de impresión pasó la inspección, la revisión en las oficinas generales probablemente tuvo lugar bajo tubos fluorescentes de luz blanca “fría” (CIE F2), los tubos típicamente utilizados. El espectro de luz de estos tubos está muy alejado del de la iluminación de un establecimiento comercial (probablemente CIE F11). Cuando el cliente vio los anuncios publicitarios en la tienda, no es de extrañar, por consiguiente, que el color no fuera satisfactorio.

Los rojos, naranjas y amarillos, y los colores que contienen uno o más de estos colores, son los que presentan la mayor tendencia a exhibir metamerismo. Los azules y verdes para “combinar”, y los colores que están hechos a partir de éstos, tienen menor probabilidad de presentar metamerismo, si bien, la modificación con tonalidades de amarillos y rojos puede aumentar la probabilidad de este efecto.

3.8.2. Color Pantone.

Los colores de la guía *Pantone* fueron diseñados para usarse con tintas de litografía offset e impresión tipográfica y sus colores brillantes dependen de delgados depósitos de tintas transparentes sobre papel blanco brillante. Las guías de color *Pantone* se producen para impresión tipográfica no para serigrafía... lo que puede ser un problema. La típica página de color en la guía de fórmula de color *Pantone* se centra alrededor de un color clave claro, limpio y brillante.

La adición de crecientes cantidades de blanco producirá las tonalidades más claras en la página, mientras que la adición de crecientes cantidades de negro producirá las tonalidades más oscuras. Los litografistas de offset nos aseguran que las “recetas” o “fórmulas” impresas debajo de cada una de las muestras de color son bastante precisas; sin embargo, por distintas razones, esas mismas recetas no funcionan bien para los serigrafistas.

A diferencia de las tintas transparentes de la impresión tipográfica, la mayoría de las tintas para serigrafía están formuladas para ser algo opacas o semiopacas, con objeto de reducir inconsistencias en la impresión tales como las marcas de malla y las marcas del rasero. Las tintas para serigrafía verdaderamente transparentes son relativamente poco comunes y pueden presentar dificultades en la impresión... puesto que cada variación en las condiciones de impresión puede cambiar el espesor del depósito de tinta, dando como resultado una variación sustancial en el color de las piezas impresas. Por lo tanto, muchas tintas para serigrafía tienen incorporado blanco para mejorar la facilidad de impresión y la apariencia del color — así como para incrementar la opacidad.

Las piezas impresas con serigrafía suelen estar sujetas a condiciones severas. Para ello, las tintas requieren pigmentos y resinas que les impartan resistencia a la intemperie o decoloración, resistencia al frotamiento y resistencia química apropiada para un medio ambiente de exposición publicitaria. Las capas de tinta pueden requerir ser flexibles si se utilizan para piezas de vinilo sensibles a la presión, o pueden requerir un acabado más fuerte pero transparente, si se utilizan para trabajos de dos vistas. Estas necesidades de resistencia y opacidad del depósito de tinta con frecuencia requieren que los colores sean igualados por separado para cada muestra en una página Pantone®. Añadir simplemente negro o blanco a un color clave no produce una igualación de color precisa para muchas aplicaciones de serigrafía.

Existen también limitaciones en cuanto a la gama de colores que pueden ser reproducidos en serigrafía. Algunos colores son virtualmente imposibles de reproducirse con el proceso de serigrafía debido a que dependen de películas de tinta muy delgada y transparente sobre papel blanco brillante, mientras que la naturaleza del proceso de serigrafía produce una película de tinta comparativamente gruesa, semitransparente o inclusive opaca.

Para ilustrar esto, al abrir una guía de fórmula de color *Pantone* en la muestra Pantone® Rhodamine Blue C y en la muestra *Pantone* Reflex Blue C. Estos colores brillantes en general no podrán ser reproducidos con la brillantez que aparecen en la guía de fórmula de color *Pantone*. Por ejemplo, la mayoría de los fabricantes produce una tinta de color llamada “Reflex Blue”. Al obtener varias muestras de varios fabricantes e imprímalas con serigrafía. Se puede observar de que los colores impresos muestran solamente una lejana similitud entre ellos... sin embargo, todos pretenden reproducir una supuestamente aceptable simulación en serigrafía del color PANTONE de impresión tipográfica.

3.9. Aspectos prácticos de la separación de colores.

Para poder tratar mejor el tema del proceso de separación de colores en el proceso serigráfico, es necesario estudiar el proceso paso por paso. Este procedimiento ayudará a concentrarse en los aspectos prácticos de la producción de una impresión de proceso de separación de colores.

Al tratar las necesidades del proceso de separación de colores, el primer tópico que debe observarse es el muy olvidado tópico del compromiso de la administración. Se necesita la actitud y el compromiso correctos por parte de la administración y del personal para producir impresiones consistentes y capaces de ser repetidas. La administración debe establecer la actitud correcta para el proceso de separación de colores.

Esta actitud debe consistir en un compromiso total al proceso de separación de colores y los compromisos necesarios, tanto financieramente como mentalmente, para lograr el objetivo final de impresiones capaces de ser repetidas y consistentes. La actitud correcta debe ser inculcada y tomada no sólo por el propietario/la administración, sino por el personal por entero.

La administración debe ser receptiva a las necesidades del personal. Es imperativo que la industria adopte estándares a los que se debe adherir estrictamente. Son necesarios las pantallas, los bastidores, los raseros, las tintas, las máquinas, los estenciles, las separaciones, etc., apropiados.

Todos los factores deben ser estandarizados para que la industria obtenga resultados capaces de ser repetidos. En forma adicional, hay beneficios que se suman para hacer estos compromisos y para seguir estas prácticas. El premio serán los resultados mejorados en todas las áreas de la producción. Al acceder a un trabajo de separación de colores, puede ser primero necesario revisar el tema deseado para comprobar la posibilidad de impresión. Algunos trabajos pueden ser traídos como diapositivas o transparencias del material gráfico o las fotografías originales. Otras piezas pueden ser traídas como obras de arte originales (figura 45). Para este tema, se tratará una obra de arte original como una acuarela y se dará los pasos necesarios para lograr el resultado deseado.

Figura 45. Originales



Fuente: Andy Anderson. **Separacion de colores.** Pág. 27

Al trabajar con un original (o arte reflexivo), se debe determinar si la pieza cabrá en un explorador (scanner) para producir las separaciones. Si es demasiado grande, simplemente haga duplicar el original en una transparencia de color. Una transparencia es simplemente una reproducción del original de película de color similar a una diapositiva de 35 mm, sólo que generalmente es mayor en tamaño (4 x 5 pulgadas y 8 x 10 pulgadas son las más comunes). Estas transparencias funcionan muy bien para los propósitos de la exploración, pero generalmente elevarán levemente el costo. También se necesitarán hacer transparencias si el material gráfico le es entregado en una forma rígida como un panel de copia.

Como sugerencia la primera observación del material gráfico sea en presencia del cliente. Evaluar para ver si puede surgir algún problema potencial en la impresión. El que el cliente esté presente para este tratamiento es una buena manera de educar a éste acerca de los problemas de impresión potenciales. Se debe buscar los problemas que puedan ocurrir en el balance de los colores, generalmente en los grises y en los marrones de una pieza. Estos colores pueden ocasionar problemas al tratar de mantener los colores brillantes en el material gráfico, como los púrpuras, los rojos y ciertos pasteles. Puede ser necesario aislar estos colores puros en los que se llama impresoras de mancha para ayudar a controlar los neutros y los pasteles más suaves. Por ejemplo, una impresora de mancha de rojo separada permitiría intensificar el color rojo en una impresión sin añadir demasiado magenta a los colores neutros y quitarlos.

Hay muchas formas de separar los colores del proceso en serigrafía. Las separaciones convencionales que son generalmente hechas en una cámara vertical u horizontal usando filtros sobre la lente eran comunes y la elección para la mayor parte de los impresores tan recientemente como en los últimos años de la década de 1980 y en los primeros de la de 1990. Ahora son más comunes las separaciones producidas usando un explorador láser de alta definición.

Esta sofisticada máquina ha sido utilizada en la industria de la impresión offset durante bastante tiempo. Más recientemente, ha habido en el mercado una introducción de separaciones por computación usando salidas y exploradores de alta definición conjuntamente con un sofisticado software. Los resultados han sido muy positivos.

No confundir estos sistemas con las separaciones de escritorio. Aunque las separaciones por computación de escritorio son posibles, los resultados son generalmente menos que aceptables para el material gráfico sofisticado. La mayoría de los trabajos requieren exploradores de alta definición. Sin embargo, con la sofisticación del software reciente, las separaciones por computación de alta definición pueden dar lugar a una mayor flexibilidad. En término medio, el mejor trabajo es realizado en los sistemas de exploración láser de alta definición. Se debería señalar aquí que hay un número creciente de gente que se incorpora en el negocio de la separación.

Hay sólo un puñado de gente que comprende completamente la compleja naturaleza de las separaciones para el proceso de separación de colores para la serigrafía. Estas compañías son buenas porque lo ha estado haciendo durante muchos años y poseen una rica experiencia en su haber. Un separador en particular es inclusive un impresor de colores de proceso ganador de premios. Para obtener el trabajo correctamente hecho, hay que buscar a estas personas. Ellas ofrecen años de conocimiento y de experiencia para obtener una buena impresión.

Hay que recordar que sin importar cuan buen impresor es o cuan bueno sea el separador, ciertas piezas de material gráfico o fotografías presentan problemas que pueden no funcionar exactamente bien la primera vez. Cuando surja un problema como éste, se debe asegurarse de guardar todas las impresiones de prueba con datos sobre las fórmulas de tinta, las fuerzas, las marcas, etc. Enviar la información al separador, él evaluará la pieza y generalmente hará ajustes para corregir los problemas. La comunicación con el separador es crítica y muy importante para lograr los resultados de impresión deseables.

¿Cómo saber cuándo las separaciones son el problema? Las posibilidades son que no sea correcto el balance de los colores. En otras palabras, el área de control es correcta pero el fondo está verde o borroso; una situación que no puede arreglarse sin ignorar la impresión en otro lado. Si se ha intentado con todas las tintas, con diferentes pantallas y diferentes raseros sin obtener resultados mejores, no descartar el proyecto. Mantener los datos de lo que ya se realizó y enviarlo, conjuntamente con las pruebas de impresión, las separaciones y el material gráfico, al separador. A partir de estas tres piezas, éste puede evaluar el problema y corregirlo.

Con demasiada frecuencia los separadores son culpados a causa de conjuntos de separaciones malos que el impresor no pudo hacer funcionar, cuando todo podría corregirse con un poco de comunicación. Hay que recordar, si no se ha utilizado un separador con anterioridad, éste no tiene idea de los parámetros. Ayuda si el separador conoce cómo se imprime los colores del proceso; si éste sabe cómo imprime el color, los puntos, el tipo de tintas que se utiliza, las máquinas, los raseros, la tensión de la pantalla, los estenciles, los espacios entre la malla y el material a imprimir, etc. Todas estas variables afectan la manera en que el separador maneja el material gráfico. No todas las industrias se ajustan e imprimen de la misma forma.

Ser exacto y detallado con la información que se le dé. Al final, se puede asegurar un buen cliente y establecerse como un impresor de proceso de primera clase. Lo fundamental es, si se sospecha que una impresión puede presentar un problema, señalar este hecho y ser directo con el cliente. Permitir el almohadón de unos pocos días extra para ajustes en la separación, si llegasen a ser necesarios. Al pensar y planificar por adelantado, se puede tener un cliente de por vida.

3.9.1. Recuento de líneas.

Es importante recordar que las separaciones deben ser especificadas mediante el recuento de línea. Un separador normalmente no asumirá un recuento de línea. Por ejemplo en la serigrafía textil evaluar el tejido de la tela -- 100% de terminación abierta; 50/50 vellón, etc. Los diferentes tipos de tela requieren diferentes recuentos de línea para obtener mejores resultados. Otro ejemplo, el vellón y ciertos materiales 50/50 estarían mejor con un medio tono de 21 líneas/cm. (55 líneas/pulgada). Ciertos algodones 100% de terminación abierta, algodones peinados y tela de algodón hilada en anillo funcionan mejor con 21,26 líneas/cm. (55.65 líneas/pulgada) o con un recuento de línea mayor, siendo las necesidades del material gráfico la única variable decisiva.

Si el diseño tiene muchos detalles y márgenes tonales sutiles, pueden ser mucho más deseables 26 líneas/cm. (65 líneas/pulgada) y mayores, dado que los puntos extra en los recuentos de línea mayores ayudarán a controlar más el valor y el margen tonal (55 líneas por pulgada tienen 3025 puntos/pulgada cuadrada, en oposición a 65 líneas por pulgada que tienen 4225 puntos/pulgada cuadrada). El recuento de 65 líneas/pulgada tendrá más que 1200 puntos por pulgada cuadrada, dando lugar a un mayor control del color. El único otro factor será que con estos puntos extra, se necesita una mayor pericia en la impresión para controlarlos.

3.9.2. El punto.

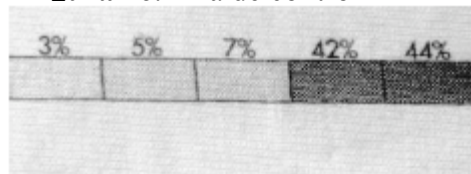
La forma de punto preferida es la elíptica o el diamante. Estas formas en particular tienen mejor enlace y, por lo tanto, un control tonal más suave. Esta área es mejor dejarla a la experiencia de los separadores. Si se utiliza uno de los separadores que esté más experimentado en el área de serigrafía, éste sabrá qué hacer. Los ajustes para su punto brillante (el menor), el punto de medio tono, y el punto de sombra (el punto más grande en el área más oscura) serán dejados todos al separador. Este también hará los ajustes para la UCR (*undercolor removal*), que es la remoción del color subyacente.

Este ajuste es muy crítico en la serigrafía del proceso textil para mantener los colores limpios en las áreas sombreadas. Básicamente, lo que hace la UCR es quitar los tres colores en cierto porcentaje de abajo del negro en las áreas sombreadas. La remoción de los porcentajes especificados de cada color ayuda a mantener limpia la sombra. También se necesita tratar el ajuste para la ganancia del punto. Estos ajustes se basan en los estándares individuales de cada industria. Cada serígrafo imprime en forma diferente; por lo tanto, la ganancia de punto es diferente de industria a industria. No es inusual que un serígrafo tenga una ganancia del 30 al 40% y que otro tenga una ganancia del 20 al 25%. Esta característica es también el por qué las separaciones son bastante individuales y el por qué lo que funciona para una industria puede no funcionar para otro. Es imperativa que las separaciones sean hechas específicamente a sus necesidades.

Para mejorar aún más las posibilidades de éxito, se puede ordenar las separaciones con tiras de control (figura 46). Estas tiras ayudan a los impresores con el balance de color, la ganancia de punto, el margen tonal y el registro. Preguntar al separador cuál es para él el estándar y cuál es su sugerencia.

Una clave de color no es totalmente necesaria, pero ayudará a eliminar un problema con las separaciones antes de imprimir. La mayor parte de los separadores incluirán una clave del color en el precio de las separaciones.

Figura 46. Tira de control



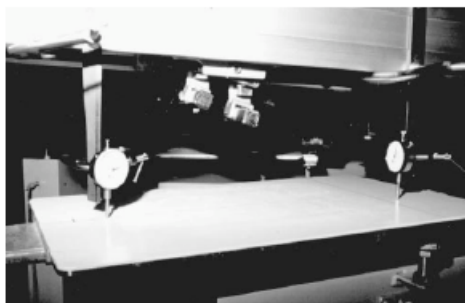
Fuente: Andy Anderson. **Separacion de colores.** Pág. 17

3.9.3. La prensa

Para la impresión de proceso óptima, la prensa debe mantener un registro de por lo menos +/- 25 micrones (0,001 pulgadas). También debe ser capaz de ajustar las distancias del espacio entre la malla y el material a imprimir en sus bastidores y tener flexibilidad para los ajustes en la altura de la platina y del brazo. Otra característica deseable es el control independiente de la presión del rasero y la barra entintadora, la velocidad de entintado y la velocidad de impresión. El soporte de la punta de la platina suministra una estabilidad excelente para el control del brazo de la platina y para eliminar cualquier tipo de desviación de la punta de la platina. La desviación de la punta puede ser un importante contribuyente a la ganancia de punto.

Se debe asegurar de que la prensa esté ajustada a una tolerancia lo más estrecha posible antes de intentar un trabajo de proceso (figura 47). Aquí la clave es la consistencia. Para que la impresión sea consistente, la prensa debe cumplir estrictamente con las guías de tolerancia. Cada platina debe estar nivelada y en el mismo plano que la siguiente (figura 47). La superficie de impresión debe estar libre de hoyos, burbujas, arcos y distorsiones. Si no lo está, reemplazar o repararlos.

Figura 47. Nivelación mesas de impresión.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 3

Todos estos factores ayudarán a asegurar la consistencia en el proceso. Si una platina está fuera de plano por tan sólo 250 micrones (0.001 pulgadas), la diferencia ocasionará que ocurra una ganancia de punto en la platina que está demasiado alta, y una insuficiencia de cobertura en la platina que está demasiado baja (figura 48).

Cualquier de estos errores alterará el balance del color en la siguiente platina a partir de la toma de tinta. Este error dará a su vez como resultado una distribución incorrecta de la tinta, la cual afecta el balance de color de la impresión. Si todas las platinas están correctas y en el mismo plano, entonces cada vez que una platina pase por debajo de una cabeza de impresión, la imagen se colocará en el mismo espacio en forma consistente en todas las platinas. Se tendrá un punto preciso para la toma y la colocación de puntos sobre cada platina, que dará como resultado un registro correcto, un balance de color correcto y una impresión clara y limpia (Figura 3.9.5.).

Figura 48. Nivelación de platinas.

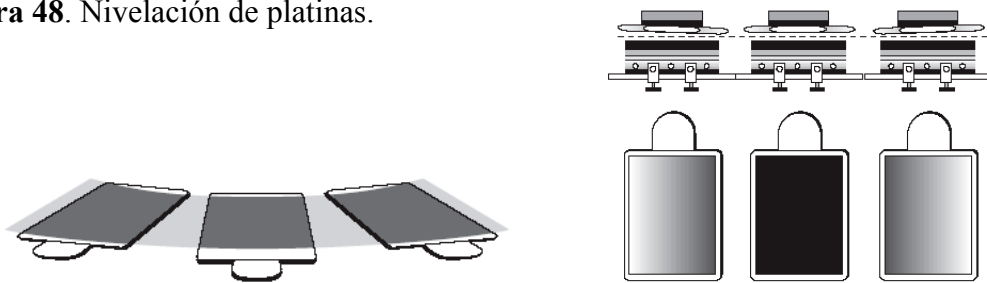
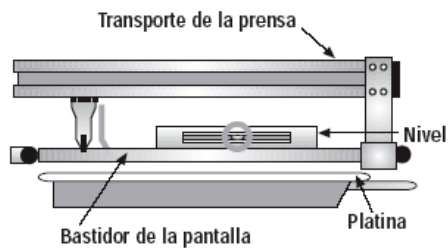


Figura 49. Nivelación de cabezales de impresión.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 3

3.9.4. Pantallas.

Para asegurar aún más la capacidad de repetición, utilizar sólo bastidores retensables. Estos son bastidores sobre los cuales se puede retensar la malla luego de cada uso. Esta característica permite mantener una alta tensión de la malla en todas las pantallas. Se recomienda que se mantenga su tensión a o por encima de 25 N/cm, con un máximo de 30 N/cm.

Estos estándares son para la malla HT-LE de tejido simple convencional. Las mallas de alta tensión más nuevas como la malla Newman pueden lograr tensiones en el margen de 40 a 50 N/cm en una malla de 150 hilos/cm (380 hilos/pulgada). Esta malla de alta tensión ha probado ser soberbia para la impresión del proceso. Todas las telas deben endurecerse trabajándolas para estabilizar la malla. El trabajo de endurecimiento puede tomar entre 4 a 6 usos para alcanzar un punto estable. Una vez que se ha estabilizado debería caer sólo de 1 a 2 N/cm luego de cada corrida.

3.9.5. Esténcil.

Para las pantallas, se puede utilizar una emulsión directa o una película capilar sobre una malla de 140 hilos/cm. (355 hilos/pulgada). Para la emulsión directa, se puede utilizar una aplicación de tinta en cada lado con un aplicador de cuchara y permita que seque horizontalmente con el lado impreso hacia abajo. Si se está utilizando película capilar, se recomienda la película de 18 micrones. Asegurarse de que la malla esté correctamente desengrasada y retensada antes de aplicar el esténcil.

La exposición del esténcil es muy crítica. La sobre exposición podría eliminar completamente los puntos brillantes y cerrar la sombra, ocasionando una pantalla inferior e imprecisa. Utilizar una calculadora de exposición. Si no sabe cómo utilizar una, solicitar al fabricante o al distribuidor local las instrucciones. En una impresión de proceso de acuarela, ciertas áreas de la impresión son generalmente difíciles de controlar, especialmente los brillantes. Prestar particular atención a estas áreas y a las tiras de control. Si no es capaz de lograr resultados satisfactorios, verifique su lámpara y la emulsión.

La lámpara, así como la emulsión, podrían estar viejas. Para verificar la exposición, utilizar la calculadora conjuntamente con un buen integrador de la luz. El integrador se coloca en la parte frontal de la unidad de exposición en el bastidor de vacío o en la misma luz.

Ajustar la exposición por las fluctuaciones en el voltaje o por la edad del bulbo. Al seguir las instrucciones con una calculadora de exposición, será capaz de determinar la exposición correcta para todos los tipos de película, malla y estenciles. Ayudará mucho a estandarizar las exposiciones de la pantalla. Luego de la exposición es crítico tener un lavado preciso y consistente. Utilizando la película original como guía, determine la precisión de la exposición. Verificar la consistencia en el margen de los brillantes y de los tonos medios del medio tono. Una leve sobre exposición podría posiblemente conducir a un leve enlace o muaré en los brillantes de algunos colores. El muaré es ocasionado cuando el diámetro del punto menor es muy cercano al espesor del hilo de la malla. La sobre exposición cerrará este punto sólo lo suficiente como para ocasionar que sea bloqueado enteramente por el hilo, ocasionando el muaré o el enlazado.

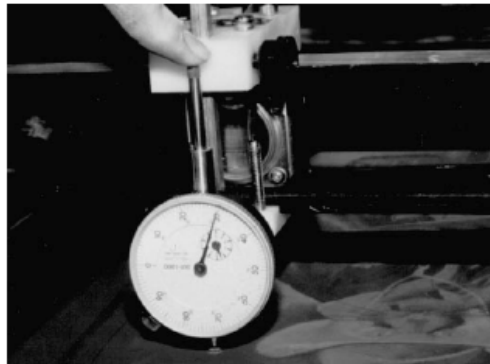
Luego de haber lavado el estencil y de haber determinado que es aceptable, realizar una última verificación comparándolo con el positivo de la película. Buscar una duplicación 1/1 de un positivo de la película al estencil. Es esencial, para lograr el estencil de mejor calidad, que se posea las mejores fuente de luz, emulsión y bastidor de vacío/lámpara. Si cualquiera de estos elementos es inferior, puede ocasionar exposiciones menos que aceptables.

3.9.6. Ajuste de la prensa.

Una vez que las pantallas hayan sido preparadas, el paso siguiente será decidir el orden de la impresión. En este punto, puede ser útil mirar su clave de colores, si se posee una; de no ser así, un factor determinante será el balance de color global del original. Si la pieza se inclina más hacia el lado cálido, entonces podría ser necesario que se colocase el magenta luego del cian. Si no, entonces, el magenta puede ir antes del cian y luego del amarillo. Estos dos órdenes son bastante comunes, pero aún son aceptables los ajustes creativos si el resultado final es preciso o agradable. No olvidar que si se posee una impresora de mancha, estará generalmente colocada antes o después del mismo color en la impresión del proceso.

El factor determinante en la colocación de una impresora de mancha es el detalle que necesita mantenerse conjuntamente con la saturación del color. Cuando las pantallas estén en su lugar, se deberá realizar una verificación de mancha de su espacio entre la malla y el material a imprimir. Si se está corriendo pantallas de alta tensión con tensiones no menores a los 25 N/cm., el espacio deberá ser de 0.75 a 1.00 mm (0.030 a 0.040 pulgadas). Utilizar el medidor del espacio entre la malla y el material a imprimir TSF para un ajuste preciso de esta medición (figura 50).

Figura 50. Medidor de fuera de contacto.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 5

3.9.7. Tintas.

Al preparar las tintas para el trabajo de proceso, se debe recordar que la mayor parte de las tintas del proceso no están hechas para imprimir directamente del envase. Estas son generalmente pigmentos muy concentrados que necesitan ser ajustados con una base clara para obtener la intensidad correcta del color. ¿Qué es la intensidad correcta del color? Una buena experiencia es usar la mayor mezcla de concentración o fórmula posible que le permita lograr el balance correcto. Mezclar varias intensidades diferentes de cada color y anotar la fórmula en cada envase. Luego, cuando se esté haciendo coincidir los colores sobre la prensa, se puede eliminar lo que no funciona y mantener lo que funcione.

En 1993, varias compañías de tintas liberaron lo que se llama colores de proceso RFU (*Ready For Use*—Listos Para Usar). Las intensidades han sido formuladas basándose en las curvas tonales y en los ajustes de las separaciones ajustadas. Esta estandarización de las separaciones hace que sea particularmente fácil ajustar y correr impresiones de proceso perfectas cada vez, siempre y cuando el separador sepa que se está utilizando estas tintas y que haya calibrado las separaciones para coincidir con el serígrafo y las tintas.

Las tintas del proceso del viejo estilo (concentradas) deben ser de excelente calidad con una naturaleza tixotrópica. Cuando la tinta se asienta en la pantalla es espesa. Cuando se pasa y se imprime con el entintado y la pasada de impresión, se vuelve líquida o delgada. Una vez que pasa a través de la malla y alcanza la tela, vuelve al estado espeso. Esta característica le permite a la tinta mantener la resolución de punto y la densidad de la película de tinta. El uso de diluyentes o de reductores puede alterar en forma dramática esta característica, sacrificando de esta manera la claridad y la densidad del punto.

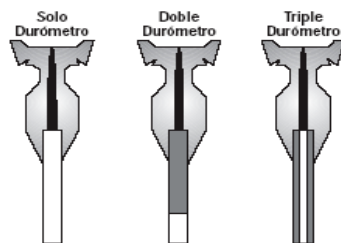
Si se está utilizando tintas que precisan ser mezcladas, es necesaria una escala digital. La más preferible es aquella que lea en gramos o en milésimos de onza. Mantener los registros y todos los datos en los mismos envases. Además, mantener un libro de registro o un índice de fórmulas. Una vez que se haya establecido las tintas, el procedimiento de mezclar y de medir correctamente la fórmula ayudará a estandarizar la mezcla también para otros trabajos. También se puede encontrar que si usa el mismo separador para cada trabajo, los trabajos futuros podrán utilizar las mismas fórmulas de tintas de proceso.

3.9.8. Impresión.

Luego de que el trabajo se ha establecido sobre la prensa, se han ajustado los espacios entre la malla y el material a imprimir, y se ha registrado el trabajo, es el momento de dirigir las herramientas restantes para correr la impresión.

Es muy importante la selección de la dureza correcta del rasero. La selección incorrecta puede alterar los puntos en tanto como un 50% en ganancia de punto. Un rasero demasiado duro no colocará suficiente tinta como para salvar el tejido de la tela, dando de esta forma como resultado una mala cobertura. Hay muchas marcas en el mercado; el rasero sencillo, el dual y el triple (figura 51). El rasero sencillo es el caballo de trabajo estándar. El rasero triple y el dual se han añadido durante los últimos años.

Figura 51. Tipos de hule.



Fuente: Hans Berd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 13

El rasero triple es la elección preferida. La capa exterior es de 75 de dureza y encierra una capa delgada de 95 de dureza en el centro. Esta combinación es excelente para la impresión de proceso. La parte interna mantiene al rasero rígido, mientras que el exterior de 75 de dureza permite la suficiente flexibilidad para colocar un punto decente sin aplastarlo. Es de suma importancia que los raseros sean tan afilados como sea posible para limpiar la pantalla o cortar la tinta. Cualquier defecto en el borde del rasero ocasionará irregularidades en el depósito de tinta en la impresión, dando como resultado un posible problema con el control del punto.

Los otros factores que pueden alterar la veracidad de sus puntos son la velocidad de la impresión, la velocidad y la presión del entintado. La demasiada presión de entintado dará como resultado que la tinta se transfiera a lo largo de la malla casi enteramente sobre la pasada de entintado, dando como resultado una tremenda ganancia de punto en la pasada de impresión. La demasiada presión de la pasada de impresión, conjuntamente con una velocidad de rasero demasiado lenta, también ocasionará una ganancia de punto excesiva. Los ángulos del rasero y de entintado deben ser muy leves. Comience con un ajuste de aproximadamente 15 grados.

La perfecta combinación de velocidad y de presión del entintado, conjuntamente con la velocidad y la presión de la impresión, otorgarán una excelente claridad y cobertura de punto, de color a color y de platina a platina. Lamentablemente, no hay una fórmula establecida para lograr una buena impresión. Con tantos procesos diferentes como los que hay en uso, se tendrá que llegar a la fórmula correcta para las máquinas a través de la práctica y la experiencia.

3.9.9. Pruebas de la impresión.

Una vez que se haya preparado la prensa y se hayan finalizado todos los elementos, es el momento de añadir la tinta y de imprimir. Las pruebas de la impresión deberían realizarse sobre una tela que sea similar a lo que será el substrato final o la camiseta. Esta técnica ayudará a asegurar que las impresiones de prueba sean tan precisas como sea posible. En este punto, se debe corregir el registro según sea necesario y ajustar los colores para que coincidan con el original. El color debe ser hecho coincidir siempre con el original y no con la clave de color para la aprobación final. Se puede tener también un cliente muy desilusionado si no se guía por el original. Si se tiene problemas para hacer coincidir o para lograr el balance de color correcto, puede ser simplemente que las intensidades de color sean demasiado fuertes o demasiado débiles en un color en particular.

Una indicación de esta situación puede ser un verde generalizado o un azul predominante en donde uno o dos colores necesitan ser ajustados. Cuando se vea que se destaca el verde, puede ser necesario levantar la intensidad del magenta. Si la impresión tiene una predominancia púrpura, puede necesitar más amarillo, etc. También se puede usar las áreas grises o los tonos neutros para el control del color. Si se inclinan pesadamente hacia el lado cálido o hacia el frío, generalmente significa que falta color en algún lado. Una vez más, hay que recordar dejar de lado los reductores y los diluyentes, de ser del todo posible. Estos pueden alterar radicalmente el balance de color y la ganancia de punto.


Una vez que haya logrado una prueba deseable con la aprobación del cliente, hay que mantener dos, una para que quede al lado de la prensa cerca del descargador y una en la terminación del secador (figura 52). El descargador y la QC/Carpeta deberían verificarse regularmente contra estas muestras durante la corrida de la impresión.

Figura 52. Colocación de muestra en la producción



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 23

Figura 53. Hoja técnica.

Especificaciones de Impresión											
Tipo de artículo <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Espalda						Cliente: _____					
Lugar de impresión <input type="checkbox"/> Centro <input type="checkbox"/> en el hombro <input type="checkbox"/> encima del hombro						No. de orden: _____					
Pecho: <input type="checkbox"/> izquierdo <input type="checkbox"/> derecha Margen: <input type="checkbox"/> izquierda <input type="checkbox"/> derecha			Cantidad de impresión: _____								
Ayaros: tamaño de cuello: _____ altura x _____ ancho			Fecha: _____								
				Cliente alternativo/Nota: _____							
Pantalla		Tinta			Cabezal de Impresión			Notas			
No.	Malla	Tamaño	Marco	Color	Formas	Velocidad de Entrada	Velocidad de Flujo	Año PS	Código de impresión	Lugar de color en diseño	Parámetros
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Cliente: _____						Impresor: _____					
Temperatura: _____						Operador: _____					
Tiempo de Preparación: _____						Fecha de Impresión: _____					

Hay que buscar cualquier cambio importante de color que pueda ocurrir y corríjalo inmediatamente. Algunas veces se puede advertir un leve cambio en el color que resulta de la dilución de las tintas durante la producción. Un leve ajuste en la velocidad del rasero o en la presión del rasero podría remediar rápidamente el problema. El objetivo final es lograr impresiones consistentes y capaces de ser repetidas de una corrida a la siguiente. Al estandarizar el procedimiento y registrar todos los datos en una hoja técnica detallada (Figura 53.) la capacidad de repetición debería incrementarse, conjuntamente con la consistencia.

3.10. Medición del color.

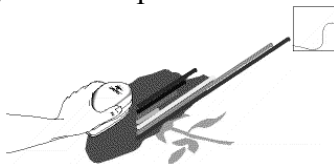
Hemos examinado escalas para comunicar y describir el color. Necesitamos entonces un instrumento que pueda medir un color en términos de expresiones numéricas CIE L^*a^*b o CIE L^*c^*h . Hoy en día los instrumentos más usados para este fin son los espectrofotómetros, colorímetros y densitómetros.

Los instrumentos de medición de color "reciben" color de la misma manera en que lo hacen nuestros ojos. Recolectando y filtrando las longitudes de onda manipuladas que son reflejadas desde un objeto. Cuando un instrumento es el observador, "percibe" las longitudes de onda reflejadas como valor numérico: un valor de densidad simple (densitómetros), un valor de triestímulos (colorímetros), o datos espectrales (espectrofotómetros).

Cada tipo de instrumento de medición del color hace algo que nuestro ojo no puede hacer: asignar un valor específico al color que puede ser analizado consistentemente en términos de estándares y tolerancias numéricas (similar a las tolerancias usadas para diseño industrial y trabajos de máquina) cada instrumento realiza esta conversión de forma distinta:

1. Un espectrofotómetro (figura 54) mide datos espectrales: la cantidad de energía de luz reflejada de un objeto en varios intervalos del espectro visible.

Figura 54. Espectrofotómetro.



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 16

2. Un colorímetro (Figura 55) también mide la luz, pero lo hace descomponiendo sus componentes, similar al ojo humano, un explorador digital, o un monitor. El valor numérico de un color es entonces determinado usando el espacio de color CIE L^*a^*b o CIE L^*c^*h .

Figura 55. Colorímetro.



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 16

3. De estos instrumentos, los densitómetros (figura 56) son los más usados. Ellos miden la cantidad de luz transmitida a través de o reflejada de un objeto. Son usados principalmente en una sala de prensa para medir la emulsión de la película y la densidad de tinta, área de punto, y porcentaje de toma de tinta.

Figura 56. Densitómetro.



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 16

3.10.1. Instrumentación para la medición del color.

La percepción del color es un fenómeno psicofísico. La CIE propuso en 1931 el método de valoración numérica de la naturaleza psicofísica de la visión humana del color. De acuerdo con este sistema el color de un objeto puede ser descrito cuantitativamente mediante tres números matemáticos denominados valores **triestímulos del color**. La determinación de los valores triestímulos y de otros parámetros del color subsiguientes requieren medir la reflectancia de la muestra en diferentes longitudes de onda de la región visible.

Los valores de reflectancia, junto con los datos del observador estándar CIE y los iluminantes permiten describir el color en términos objetivos. Por consiguiente, las medidas instrumentales del color y la igualación necesitan medir la reflectancia espectral, calcular los parámetros del color y pronosticar la fórmula del color. El instrumento de color consta de dos partes principales:

1. Censor óptico.
2. Procesador de señal.

El censor óptico mide la reflectancia en diferentes longitudes de onda. La corriente generada por el sensor, proporcional a la luz reflejada en diferentes longitudes de onda, se pasa al procesador de señal para la obtención de los parámetros de color. El diagrama de bloque de un medidor de color genérico es el siguiente: El censor óptico puede ser un espectrofotómetro, un colorímetro triestímulo o un densitómetro. Mide la luz reflejada desde la muestra con referencia a la reflejada a partir de un difusor perfecto como el sulfato bórico o el óxido de magnesio.

3.10.1.1. Espectrofotómetro.

El espectrofotómetro es el instrumento más fundamental en la medición del color. A pesar de ello, no mide directamente el color: *mide la luz reflejada o transmitida por un material*. Esta información después de una integración de triestímulos, se transforma en expresiones numéricas del color. El significado etimológico de la palabra espectrofotómetro viene a ser algo así como “medida del espectro con el ojo”.

Un espectrofotómetro moderno consiste en una fuente de energía radiada, un sistema de dispersión para proporcionar radiaciones monocromáticas, y un sistema detector para medir la cantidad de radiación que atraviesa el instrumento. En la actualidad generalmente el camino de la radiación se divide en dos partes en el instrumento para así proporcionar un haz de muestra y otro de referencia.

Cuando un haz se superpone con el de muestra se rompe la igualdad de los dos haces y el detector advierte la diferencia y lo relaciona con la transmisión o reflexión del haz a esa longitud de onda. Cualquier otra atenuación de la radiación que no sea esta de la muestra, tales como lentes, espejos, prismas, rejillas, etc., se anulan debido a la relatividad de la medida. El espectrofotómetro, que lo que hace, al fin y al cabo, es medir la reflectancia de la muestra de modo separado en cada longitud de onda.

3.10.1.2. El colorímetro.

El colorímetro es un dispositivo destinado a comparar las luminancias y/o los colores. Está constituido esencialmente por dos superficies de proyección dispuestas según un determinado ángulo, sobre las cuales se proyectan los elementos a comparar. Del campo de la colorimetría, los instrumentos más utilizados son los colorímetros visuales.

Un colorímetro visual es un dispositivo por el cual la luz desconocida (el color estimulante) ocupa una parte del campo de visión, y el campo de comparación debe ser rellenado posteriormente con un estímulo conocido. Los colorímetros, visuales a su vez puede ser clasificados en sistemas aditivos y substractivos según la forma de generar el estímulo conocido en el campo de comparación. Esta debe ser por combinaciones, en diferentes cantidades de tres estímulos de cromaticidad fijas, por combinaciones de dos estímulos, uno de cromaticidad fija y el otro de cromaticidad continua ajustable, o por un solo estímulo cuya cromaticidad este controlada mediante tres filtros de color de densidad ajustable. Debido a que el color es una cantidad tridimensional, siempre deberá haber tres controles diferentes de los estímulos del campo de comparación de un colorímetro visual.

Si el campo de comparación esta ocupado simultáneamente o en rápida sucesión por tres estímulos de diferente cromaticidad fija, siendo las cantidades ajustables independientemente tenemos un colorímetro triestímulo.

Si el campo de comparación esta ocupado por una mezcla, siendo un parte un estímulo de color neutro y la otra un estímulo espectral de longitud de onda ajustable, y siendo las cantidades de estas dos ondas ajustables independientemente, obtendremos un colorímetro que proporcionara una longitud de onda y una pureza directamente dominante. La longitud de onda de los estímulos espectrales requerida para da un color parejo al estímulo desconocido es denominada longitud de onda dominante del estímulo desconocido.

La pureza de los estímulos esta determinada por la relación de las proporciones de las dos partes que componen la combinación. El fin de los colorímetros visuales es obtener tres números que especifiquen el estímulo de color de una forma directa y simple. De los colorímetros visuales, los podemos dividir en 3 tipos fundamentales: Colorímetros triestímulo, colorímetros substractivos, comparadores de color.

3.10.1.3. Densitómetro.

Los densitómetros son instrumentos diseñados para determinar, indirectamente, la luz absorbida por una superficie. Se lleva a cabo esa valorización comparando la intensidad de la luz que se refleja en la superficie (o se transmite a través del soporte valorado) con la intensidad de la luz incidente para después establecer la densidad mediante una relación lógica adecuada. Existen dos tipos de densitómetros:

1. Densitómetro de transmisión: que miden la cantidad de luz que se transmite a través de un material transparente como puede ser el soporte de una película.
2. Densitómetro de reflexión: miden la cantidad de luz reflejada en un impreso y su utilización en el control de calidad es importante, para todas aquellas personas que se encuentran involucradas en el proceso productivo de artes graficas.

1. Para qué y como se utilizan los densitómetros de reflexión.

En las actividades de edición y de impresión, se utilizan mucho los densitómetros de reflexión en los departamentos de reimpresión y de impresión por parte de las agencias de publicidad, los editores, las fotomecánicas, los impresos y los suministradores para obtener así un mejor control de calidad.

Al medir la relación entre la luz reflejada y la luz incidente de cada uno de los componentes de la acción roja, verde y azul, los densitómetros aportan una lectura directa de las reflectancias ópticas (la reflectancia de la luz en base a un soporte colorante específico).

En base a estos valores de reflectancia, los densitómetros de reflexión pueden también calcular parámetros concretos de la imagen impresa tales como la densidad, el contraste y la ganancia de punto así como ser utilizados para deducir propiedades tales como el error de tono.

En la preimpresión, los densitómetros de reflexión pueden ser utilizados para: Medir las zonas claras, las de los tonos medios y las zonas oscuras de la fotografía y de los originales que se utilizan para la reproducción en medios tonos. Al medir las áreas mas claras y las mas oscuras de esas imágenes se obtiene información que ayuda a predecir la exposición que se precisa para crear una imagen reproducida adecuada en las planchas de impresión que después permita obtener los resultados convenientes en las condiciones de tinta, papel y maquina que se están utilizando.

- a) Especificar los colores y la gama de iluminación de una imagen que esta siendo fotografiada. Estos datos pueden emplearse por parte del maquetista e incluso del fotógrafo.
- b) Analizar las características de las pruebas preparadas en prensa o de las pruebas fotomecánicas para controlar la variación del color y la reproducción tonal.

- c) Analizar los materiales recibidos, como la tinta y el papel, que después se utilizan para la preparación de pruebas.
- d) Descubrir las variaciones que se obtienen en la impresión de pruebas en prensa.
- e) Determinar los factores que influyen en le enmascarado de las películas para la obtención de las imágenes con color correcto.
- f) Determinar las características de la emulsión fotográfica (lo cual recibe el nombre de sensitometría).

2. Cómo se utilizan los densitómetros de reflexión en la industria de impresión.

En la industria de la impresión, los densitómetros de reflexión pueden emplearse para:

- a) Analizar la calidad de las pruebas recibidas y determinar si sus características están de acuerdo con los estándares y las especificaciones.
- b) Analizar los materiales que se reciben como pueden ser la tinta y el papel que se van a utilizar en el tiraje.
- c) Determinar el comportamiento de la maquina de imprimir. Los densitómetros pueden emplearse para valorar las características del impreso como pueden ser la regularidad en el color de una hoja; la uniformidad del color en toda la hoja; la cantidad de ganancia de punto que se está obteniendo; el espesor relativo de la película de tinta y la coincidencia del color con el de la prueba o de la hoja aprobada. Esta información puede utilizarse tanto para la resolución de problemas como para el control estadístico del proceso.

- d) Analizar las tiras de control de color para obtener información que permita el ajuste de la cantidad de tinta a utilizar y del comportamiento de la solución de mojado a la vez que comprobar el comportamiento de las planchas en cuanto a la aparición de velo o engrase.

En las diversas fases del proceso de impresión, los densitómetros facilitan la comunicación de información sobre el proceso en base a las lecturas objetivas en lugar de tener que utilizar apreciaciones objetivas.

La disponibilidad de valores numéricos es importante para disponer de una comunicación efectiva sobre la calidad del producto impreso y el control del proceso de producción. Para esas aplicaciones, los valores de la densidad deben basarse en una definición común, como la que se obtiene con el status T.

3. Qué papel juegan los estándares en la forma en que trabajan los densitómetros.

Las complejas interrelaciones entre los componentes de un densitómetro acentúan la necesidad de disponer de estándares que definan sus posibilidades y las características de la “respuesta”. El *American National Standard Institute* (ANSI) y la *Internacional Organization for Standardization* (ISO) se han puesto de acuerdo sobre los estándares que están relacionados con las limitaciones en el diseño de estos instrumentos.

Por ejemplo, los sistemas de iluminación y de recogida de la señal óptica se ven limitados a un ángulo de 5° y el eje óptico de inclinación hacia la muestra se mide desde una línea perpendicular y la superficie. Como consecuencia de un acuerdo que se remonta a más de 40 años, todos los densitómetros de reflexión se han fabricado con un ángulo de iluminación de 45° o 0° . Por tanto, las lecturas de la luz reflejada se toman a 0° o a 45° .

3.11. Serigrafía práctica.

3.11.1. Remoción de un Esténcil

Independientemente del sistema de esténcil que se usó para imprimir la imagen, se remueve toda la tinta que quedó en la pantalla inmediatamente después de imprimir, para así evitar que ésta se seque dentro del tejido de la malla. Se selecciona un limpiador de tinta que disuelva rápidamente la resina de tinta y que no se evapore rápidamente, causando así la absorción de partículas de pigmento dentro de la tela de la malla. Es mucho más fácil remover el esténcil y limpiar la tela, y alistarla para ser usada de nuevo, si se hace esto y no se permite que la tinta se seque dentro de la tela. Ciertos tipos de tinta son extremadamente difíciles de remover de la tela una vez que se han secado, por ejemplo, los esmaltes brillantes, las resinas epóxicas, las tintas para vinilo y aun los plastisoles pueden crear una mancha inaceptable.

El uso de un limpiador de tinta que contiene un emulsificador ayudará al material del esténcil a ser disuelto más fácilmente por la solución recuperadora debido a su afinidad con el agua.

1. Productos y técnicas recomendadas.

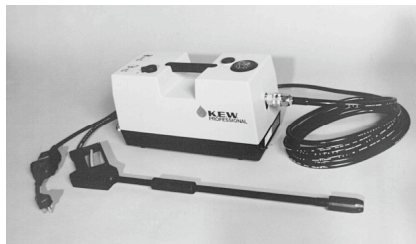
Existen excelentes limpiadores de estéciles apropiados, disponibles a través de la mayoría de los distribuidores de productos para serigrafía. El seleccionar el limpiador más eficiente y efectivo dependiendo de la composición de su sistema de esténcil. Idealmente, éstos deben ser usados en conjunto con una lavadora de agua a alta presión, la cual limpiará la tela usando un mínimo de químicos y esfuerzo.

Es muy importante estar informado de los reglamentos locales, los cuales estipulan cuales productos químicos pueden o no entrar al sistema de drenajes. Por lo tanto, se le debe prestar cuidadosa atención a la recuperación de la pantalla. Para aquellos talleres más grandes, puede que valga la pena considerar sistemas de limpieza automáticos, tanques de recuperación o sistemas de filtración de reciclaje.

2. Sistemas alternos.

- a) Lavadoras de agua a alta presión (figura 57): Una fuerte descarga de agua dirigida sobre el estencil. Asumiendo que toda la tinta ha sido removida, este sistema es apropiado para ser usado con estenciles indirectos y directos/indirectos y es sencillo y barato. Existen en el mercado unidades con una presión sumamente alta, las cuales son capaces de remover las emulsiones directas.

Figura 57. Lavadora de alta presión



Fuente: Grafik Print, S.A.

- b) Sistemas automáticos: Estos sistemas hacen pasar automáticamente la pantalla a través de los chorros de agua a alta presión. Normalmente la tinta debe ser previamente removida.
- c) Tanques de reaprovechamiento: Se remueve el exceso de tinta de la pantalla y luego se sumerge el marco completo por varios minutos en un tanque caliente que contiene una solución especial. Luego se saca la pantalla tratada y se le remueve el estencil y la tinta con una lavadora de agua a alta presión. Este sistema ahorra solventes y mejora las condiciones para el operador. Sin embargo, la mayoría de los sistemas afectará los adhesivos usados para pegar la malla al marco, por lo tanto verifique con el fabricante antes de comprarlo.

- d) Condiciones generales: El lavado de la pantalla es quizás la tarea más sucia y más detestada en un taller serigráfico debido a las condiciones de trabajo. Para minimizar la exposición de los empleados a riesgos, se debe asegurar que estén completamente entrenados. Se deben mantener dispositivos de seguridad industrial disponibles para su uso, un área de trabajo bien iluminada y con ventilación apropiada. Verificar si los reglamentos de salud locales estipulan alguna restricción sobre el manejo y desecho de los productos químicos usados (figura 58).

Figura 58. Lavado de una pantalla.



Fuente: Grafik Print, S.A.

3.11.2 Tratamiento previo y desengrasado.

Para que el serigrafista pueda obtener máxima durabilidad, y por consiguiente mejorar la vida útil de su sistema de estencil, existen numerosas variables que se tienen que tomar en consideración. Veremos una variable muy importante y una que, desafortunadamente es menospreciada muchas veces, la del tratamiento previo y desengrasado de la malla. Para que dos superficies puedan adherirse una a la otra, deben ser limpiadas y, en algunas circunstancias, tratadas previamente. Esto es particularmente importante en el caso de los estenciles indirectos dado que el área de contacto entre el estencil y la malla es muy pequeña. También es importante asegurar que se ha realizado un tratamiento previo completo de la malla para pantallas directas, para así lograr un máximo rendimiento del estencil. Aun cuando esto no es esencial, como es el caso para los estenciles indirectos, ayudará en la adhesión del sistema directo.

1. El tratamiento previo: consiste del frotamiento (desgaste) de la superficie de la malla, bien sea química o físicamente, para así mejorar la adhesión. Solamente es necesario hacérselo a mallas sintéticas (nylon y poliéster) y debe ser realizado solamente una vez en materiales nuevos. En el caso de que se usen estenciles indirectos, se le recomienda hacer otro tratamiento previo después del quinto estencil.
2. El desengrasado: se define como la limpieza de la superficie de la malla para asegurar una óptima adhesión de todo tipo de estenciles. Es esencial que el desengrasado se realice antes de aplicar cada estencil, cuanto más cerca al tiempo de la aplicación como sea posible. Los contaminantes en el aire perjudicarán la adhesión si la pantalla se deja reposar por mucho tiempo antes de montarla. Nunca se debe tocar una pantalla desengrasada con los dedos ya que la piel contiene suficiente aceites que perjudicarían la adhesión. Si se ven partículas de polvo en la superficie de la malla, enjuagar con agua fría o quitar con un paño libre de pelusas. Una malla bien engrasada retiene una película de agua pareja sobre su superficie. Si la película de agua es irregular, repetir el proceso de desengrasado.
3. Otras recomendaciones: No utilizar polvos de fregar en lugar de polvos de carburo de silicio. Las partículas abrasivas se amontonan en mallas finas, y partículas dentadas pueden causarle daño a los filamentos individuales (Figuras 3.11.3 y 3.11.4). Generalmente no existen tratamientos químicos previos usados para telas de poliéster, con la excepción de algunos productos propietarios que utilizan ácido crómico o fosfórico.

Figura 59.

Micro foto de una malla dañada debido a frotamiento hecho con polvos de fregar.

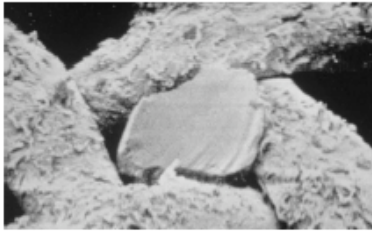


Figura 60.

Malla frotada con polvo de carburo de silicio.



Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 23

3.11.3. Preparación de un esténcil.

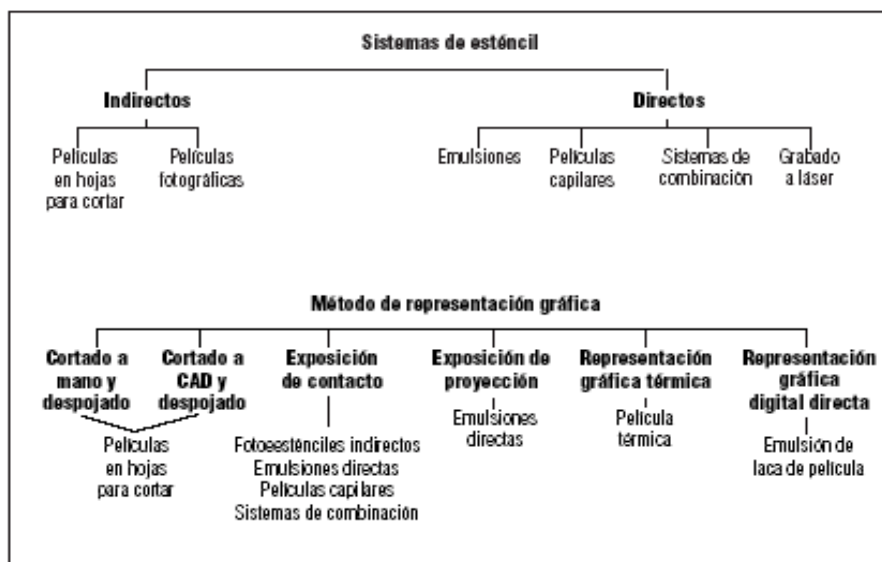
Han sido clasificados tradicionalmente por los “métodos de producción”, eso es, indirecto o directo. En el tratamiento de los varios tipos de esténcil, se cubrirán los desarrollos recientes.

1. Películas en hojas para cortar.

Este es el método más simple de los esténciles de la pantalla que no son fotosensibles y no requieren un positivo costoso. Son apropiados para imprimir bloques de color, letras o diseños simples, sin embargo, en las manos de un artista se pueden cortar diseños complejos para el trabajo de edición limitada.

Aunque aún están disponibles las películas cortadas a mano con hierro, éstas han sido suplantadas por sus contrapartes modernas. La construcción consiste en un soporte de película de vinilo o de poliéster recubierto primero con un adhesivo delgado sensible a la presión, el cual luego es recubierto con la capa de polímero espeso (figura61).

Figura 61. Sistemas de estencil y representación gráfica



Fuente: Hans Gerd Scheer. *La serigrafía del siglo XXI*. Pág. 9

Si el estencil es resistente al agua o al solvente dependerá de la solubilidad del polímero. Un estencil resistente al agua utilizará un polímero soluble en solvente y viceversa.

2. Representación gráfica

El contorno de la imagen a imprimir se corta a mano usando una cuchilla apropiada o mediante una máquina de diseño asistido por computación (*computer aided design*, CAD) o una máquina de cortado de señales. El área de la imagen se quita para dejar un negativo que se mantiene en el soporte de la película.

3. Procesamiento

El bastidor cubierto se coloca sobre el lado de la impresión del estencil hacia abajo en una superficie plana, y dependiendo de qué tipo de película se utilice, se aplica una mezcla de solventes diseñados o agua al lado del rasero para disolver parcialmente la capa de polímero. Luego de secar con aire caliente, se puede quitar el soporte de la película, dejando el estencil preparado para llenar e imprimir.

4. Películas indirectas fotográficas.

Una de las películas más ampliamente utilizadas debido a su velocidad de procesamiento y a su alta calidad de impresión. Hay un margen disponible para producir un estencil para la mayor parte de las aplicaciones a corto plazo. Tradicionalmente, está basado en una gelatina pigmentada pre-sensibilizada recubierta en un soporte delgado de poliéster. A diferencia de las películas reprográficas que están expuestas con la emulsión del positivo en contacto con la emulsión de la película, estos fotoestenciles se exponen a través del soporte de poliéster.

1. Etapas de procesamiento

- a) Exponer el estencil: La sobre-exposición produce un estencil espeso y quebradizo con mala adhesión. La sub-exposición produce un estencil delgado con una buena flexibilidad y adhesión, pero con posibilidades de tener fácilmente “piojos”.
- b) Endurecer químicamente en una solución débil de peróxido de hidrógeno.
- c) Revelar en agua bastante caliente de 40oC (104oF).
- d) Enfriar con agua fría.
- e) Montar en una malla mojada preparada recientemente.
- f) Retirar el exceso de agua usando un rodillo y papel de periódico sin imprimir.
- g) Secar con aire fresco y quitar el soporte de poliéster.

Al incorporar diferentes grados de gelatina y otros ajustes de la formulación, es posible producir películas de alta definición con una diversidad de características, tales como la alta resolución, la baja resolución, la fortaleza y las diferentes velocidades fotográficas. Sus únicas desventajas son el tiro limitado de aproximadamente 2000 impresiones, la necesidad del endurecimiento químico y el uso del agua caliente.

Hay algunos fotoestéciles indirectos basados en polímeros sintéticos que no requieren el endurecimiento químico o el agua caliente. Estos pueden ser más durables, pero pueden sufrir con la peor latitud de exposición o la resistencia limitada a la alta humedad.

5. Emulsiones directas.

Estas son emulsiones líquidas con las que se recubre la malla usando una canal o un cucharón especialmente diseñado. Aunque tradicionalmente se recubre a mano, las máquinas se están utilizando cada vez más para mejorar la calidad, la consistencia y la eficiencia. Las emulsiones diazo sensibilizadas tradicionales contienen un polímero soluble en agua llamado polivinilo alcohol (PVOH) y un polímero emulsionado insoluble en agua llamado polivinilo acetato (PVA). El PVOH es soluble en el agua pero no en los solventes, y el PVA es soluble en los solventes pero no en el agua. Generalmente, la emulsión está disponible pigmentada y se suministra con un sensibilizador diazo.

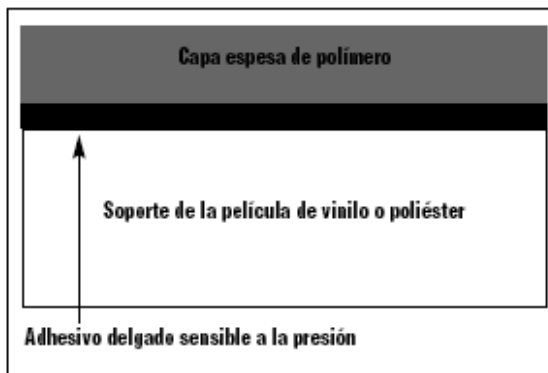
1. Etapas de procesamiento.

- a) Disolver el diazo en agua, añadir a la emulsión y mezclar bien. Dejar que se desgasifique.

- b) Hacer un recubrimiento de la emulsión en la malla. No hay un número correcto de recubrimientos, ya que esto depende de la malla, de la aplicación y del tipo de emulsión. La regla principal es siempre recubrir por último el lado del rasero para expulsar a la emulsión a través del lado de la impresión, lo que mejora la calidad de la impresión.
 - c) Secar la pantalla horizontalmente con el lado del rasero hacia arriba para mantener la emulsión en el lado de la impresión. Las temperaturas por encima de los 45 grados C (115 grados F) pueden ocasionar el endurecimiento prematuro. Si no se quita toda la humedad, se perderá la resistencia al solvente/agua.
 - d) Los tiempos de exposición varían, por lo que se requiere una exposición de prueba en forma de etapas o mediante la utilización de un calculador de la exposición. La subexposición dará un estencil débil con mala resistencia y una reutilización dificultosa. La sobre-exposición llenará los detalles finos.
 - e) Se puede utilizar agua fría o tibia para lavar la imagen, pero terminar siempre del lado del rasero para quitar toda la emulsión no endurecida que puede bloquear las áreas de la imagen cuando se seca.
6. Limitaciones de las emulsiones directas convencionales.

Para comprender las limitaciones y los desarrollos, se tiene que comprender la función básica de los productos químicos principales de la emulsión. Se puede considerar el polivinilo alcohol (PVOH) como la cuerda larga, al polivinilo acetato (PVA) como las bolillas y el diazo como las pequeñas piezas de cuerda todas mezcladas (figura 62).

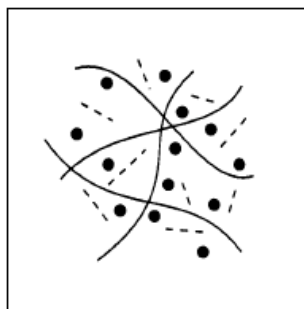
Figura 62. Limitaciones de la emulsión



Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 14

Al ser expuesta a la luz UV, la pieza corta de cuerda (diao) ata a las cuerdas de PVOH, atrapando conjuntamente a las bolillas de PVA en la estructura (figura 63). Como el PVOH ahora está atado, es decir, unido, ya no es soluble en agua.

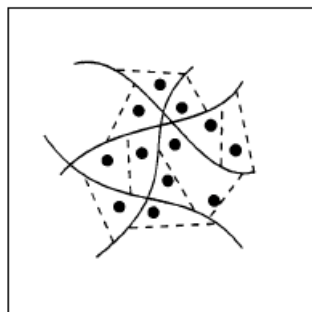
Figura. 63. Estructura del PVA expuesto a la luz UV.



Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 18

Una emulsión resistente a los solventes contendría un 28% de sólidos que consisten en más PVOH que PVA. De esta manera, el PVA está protegido de los solventes en la tinta por el PVOH insoluble en solvente. Cuando la emulsión se seca, se pierde el 74% del agua y la superficie mojada plana se encoge en las aberturas de la malla dando una superficie muy dispareja y una mala calidad de la impresión (figura 64).

Figura 64. Emulsión con mavor cantidad de sólidos.



Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 18

Para mantener la viscosidad de la emulsión lo suficientemente baja como para recubrir, la única forma de mejorar la superficie lisa del estencil es añadir PVA para incrementar los sólidos a cerca de un 36%. Como ahora sólo se pierde un 65% en el secado, la superficie del estencil será más plana, dando una mejor calidad de la impresión. Un estencil con un alto nivel de PVA tendría una mala resistencia a los solventes dado que el PVA no está protegido por el PVOH, pero al procesarse tendría una buena resistencia al agua pero una mala resolución y sería de difícil reutilización.

Al utilizar sólo el PVOH o el PVA, no es posible producir lo que algunos podrían llamar la “emulsión universal” con resistencia al solvente y al agua, alta resolución, fácil reutilización, exposición rápida y altos sólidos para brindar una buena calidad de la impresión. Como una consecuencia, se producen los márgenes de 10 o más emulsiones para cubrir todas las aplicaciones. Esto lleva a la confusión y a altos costos de inventario.

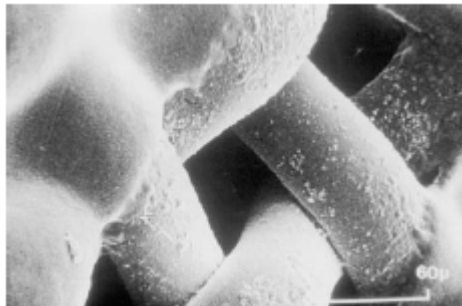
7. Películas capilares.

Estas están ahora muy bien establecidas como los estenciles durables de alta calidad de impresión y han reemplazado a los sistemas tradicionales directos/indirectos o de combinación. Los recientes avances tecnológicos también se han incorporado a estas películas y los fabricantes producirán muchas veces dos o tres márgenes.

En cada margen, se realiza el recubrimiento de una diversidad de diferentes espesores de la emulsión en un poliéster o en un poliéster entretejido especial para producir una película para cada abertura de malla y para cada aplicación. El margen estándar dará generalmente una calidad de impresión adecuada para la mayor parte de los impresores, pero para las aplicaciones demandantes, como las caras de membranas y en la industria de la electrónica, se requieren películas de una definición extremadamente alta.

A medida que las tintas basadas en agua, en agua conjuntamente con solvente y UV basadas en agua se utilizan en forma más amplia, existe el requerimiento de producir la película universal resistente al agua y al solvente. La figura 65 muestra una malla de 90 hpcm (230 hpp) recubierta de una emulsión directa convencional 2+2, que da como resultado una superficie dispareja.

Figura 65.



Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 23

La figura 66 muestra una película capilar convencional de espesor de 35-38 micrones en la misma malla dando como resultado una superficie mucho más plana con un perfil definido de aproximadamente 15 micrones.

Figura 66.



Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 23

La figura 67 muestra una película capilar de curado dual realizado para brindar las mismas características que la figura 66, excepto que ahora el perfil de impresión es muy definido y la superficie muy plana, dando el extremo en la calidad de la imagen.

Figura 67.



Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 23

8. Desarrollos recientes en los sistemas de estencil.
 - a) *Emulsiones de proyección:* Aunque las unidades de exposición de proyección han estado disponibles desde la década de 1970, una de sus limitaciones ha sido la disponibilidad de las emulsiones de exposición muy rápida. Las emulsiones de fotopolímero de exposición rápida han encendido un nuevo interés en esta área.

- b) *Película de transferencia térmica*: Una tecnología relativamente nueva basada en la representación gráfica térmica (absorción del calor). El esténcil resultante actualmente no es de una calidad particularmente alta; sin embargo, es interesante especular hacia dónde puede encaminarse esta tecnología en el futuro.
- c) *Películas espesas*: Para algunas aplicaciones de especialistas, como la impresión de crema de soldado y de juntas, se requieren estéciles de hasta 300 um (12 mil). Ahora se puede unir por laminado las películas capilares espesas o utilizar sistemas directos especiales de combinación.
- d) *Representación gráfica digital directa*: Utilizando tecnología electrónica donde ha sido digitalizado el material gráfico:
- (i) Grabado láser rotativo Una especialidad utilizada exclusivamente en la impresión textil rotativa. Se recubre una pantalla metálica cilíndrica con una laca que requiere secado y endurecimiento térmico. Un láser IR controlado por computación no expone la laca, sino que en realidad ocasiona agujeros en ésta para producir la imagen.
 - (ii) Exposición de cama plana - El uso de un láser UV para exponer una emulsión o una película está en su “infancia” y tanto los equipos como los consumibles aún requieren un desarrollo continuo antes de que se vean los beneficios reales.
 - (iii) Representación gráfica de inyección de tinta - El sistema en el que el “positivo” sale directamente en el esténcil mediante la impresión de inyección de tinta ha estado disponible desde 1991. Se emplean las técnicas convencionales de exposición y de procesamiento, excepto que no se requiere un bastidor de vacío. Otra vez, el desarrollo es continuo.

La representación gráfica digital directa será seguramente el área en la cual se verán los mayores avances en el futuro; sin embargo, dado que la nueva tecnología es generalmente una alta inversión de capital, siempre habrá desarrollos continuados en los sistemas tradicionales. Estos desarrollos estarán muy concentrados en el medio ambiente, la aplicación y su facilidad de uso.

3.11.4. Preparación de la prensa.

Cuando una prensa nueva o usada está recién instalada, se asume que ha sido nivelada correctamente. Después de todo, fue instalada por un técnico profesional entrenado por el fabricante. Mientras que esto pudiera ser verdad refiriéndose a la unidad base de la máquina, hay varios otros componentes físicos que también hay que considerar para efectos de alineación. De hecho, si bien la propuesta que se hace referencia es aplicable a cualquier tipo y antigüedad de una prensa de impresión, está dirigido especialmente a verificación de rutina de prensas más antiguas/instaladas que se encuentran en producción actualmente. Sin embargo, no todas las prensas son iguales. La misma advertencia aplica a la preparación llevada a cabo por el instalador, particularmente en lo referente a equipo nuevo. Comprensiblemente, es fácil asumir que la alineación de una parte con otra fue llevada a cabo en la fábrica antes de embarcar.

Independientemente de la calidad o nivel de complejidad de las máquinas de impresión todas se van a salir físicamente de alineación, en diferentes grados, por desgaste, dependiendo del uso y abuso, así como de que los operadores las ajusten incorrectamente.

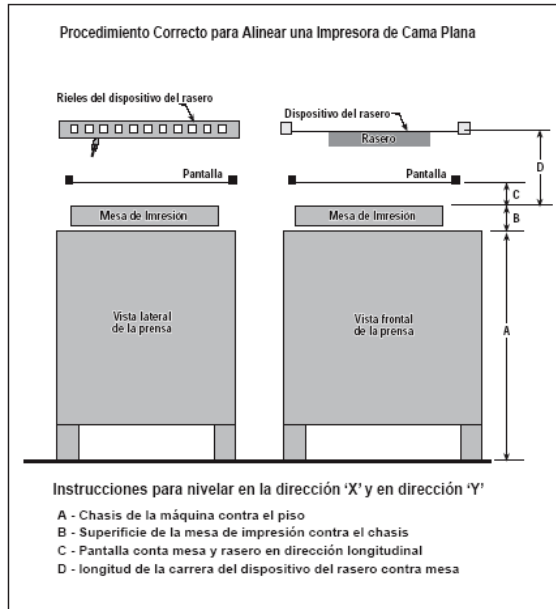
Dado que todos sabemos que se van a presentar problemas si el rasero o la pantalla no están apropiadamente nivelados con respecto a la mesa de impresión, es deseable, por lo tanto, el verificar regularmente la alineación, manteniendo en esa forma la integridad mecánica para asegurar una calidad continua y duradera con una elevada precisión de imagen. La calidad no es posible en ninguna otra forma.

El dónde, qué y cómo realinear tiene el mayor impacto con la naturaleza misma, el diseño y el tipo de equipo que lo requiera. Por ejemplo (en lo que a nivelación se refiere), la mesa de impresión puede ser fija en relación con la base de la máquina o ajustable independientemente en cada una de las cuatro esquinas. El portamarcos maestro (pantalla) es usualmente ajustable en relación con la mesa de impresión en la mayoría de las prensas. Aún cuando no sea posible para una prensa en particular el nivelar un componente con otro como se describe, normalmente podrá encontrar algún método para lograr alguna forma de alineación correcta, aún si ambos se han desalineado. Por ejemplo, si el portamarcos maestro dentro del cabezal de impresión no puede ser ajustado independientemente sin restricciones, es obvio entonces, que el cabezal de impresión, en su conjunto, tiene que ser ajustado para compensar según se requiera. Si se tiene dudas de qué es lo que se puede y no se puede hacer, simplemente consultar el manual de operación/mantenimiento o ponerse en contacto con el gerente de servicio o el técnico de campo del fabricante original del equipo.

Por lo menos hay cuatro partes, o componentes, de una prensa de impresión que necesitan ser nivelados o, hablando con mayor precisión, alineados. Independientemente de si la prensa se acaba de recibir del fabricante o si se acaba de adquirir usada, los cuatro componentes siguen siendo la:

1. Unidad base (chasis)
2. Mesa de impresión
3. Porta marcos maestro (pantalla)
4. Dispositivo del rasero

Figura 68. Preparación de la prensa.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 22

1. El chasis:

Lo primero y lo más importante es el chasis o unidad base de la prensa. Muchos impresores modernos actualmente trabajan sobre un principio de árbol de levas, en donde las levas están delicadamente balanceadas a lo largo de todo el eje del árbol. Si el equipo no está nivelado apropiadamente, el árbol empezará a oscilar, lo que eventualmente ejercerá una presión nociva en otras funciones operativas. Esto es especialmente relevante en la mayoría de los modelos de cuatro postes y es un problema con otras camas planas de formato grande, así como en prensas de cilindro.

Independientemente de las máquinas accionadas por árbol de levas, el chasis debe de ser nivelado como el punto de partida para toda la unidad, de manera que todos los demás componentes puedan ser nivelados tomando el chasis como referencia. No tiene caso alguno alinear un componente contra otro si éste no ha sido nivelado correctamente. Esto puede causar vibración y desgaste indebido que potencialmente y dramáticamente disminuirá la vida útil de la prensa.

La forma ideal para verificar que el equipo está nivelado contra el piso (A en la figura 68) es utilizar un nivelador de maquinista de calidad en los travesaños horizontales expuestos del chasis, colocándolo en los travesaños superiores en vez de utilizar los inferiores.

Para hacer esto apropiadamente, se deben retirar todas las guardas protectoras o cubiertas decorativas, de tal manera que el nivelador quede colocado sobre una superficie lisa, sin cabezas de tornillos sobresaliendo o protuberancias en la pintura o cualquier otra cosa parecida. Una vez que la unidad base ha sido nivelada, los fabricantes suelen requerir que las placas de las patas sean ancladas al piso, de manera que la prensa se convierta en una instalación permanente. Cada vez que una prensa es reubicada, aún cuando sólo sea a unos cuantos pies de distancia, se necesita realizar nuevamente todo el procedimiento de nivelación, en forma cuidadosa.

2. La mesa de impresión:

Una vez que el chasis ha quedado alineado, se alinea la mesa de impresión a la base (de hecho, al chasis) tanto en la dirección 'X' como en la dirección 'Y' (B en la figura 68). El proceso de alineación puede tomar algo de tiempo para lograr la precisión requerida, pero bien vale la pena. Sin excederse, apretar o fijar los ajustadores según se necesite.

3. El porta marcos maestro:

En seguida, alinear el portamarcos maestro a la mesa, independientemente de si la prensa es del tipo concha, cuatro postes o paralelogramo (C en la figura 68). En este punto, se da más importancia a que la pantalla quede nivelada y menor importancia al cabezal de impresión — aún cuando esto pudiera representar un problema en el paso siguiente.

El mecanismo que sujeta al marco de la pantalla — referido usualmente como el portamarcos maestro — debe ser nivelado contra las cuatro esquinas de la mesa de impresión. Sin embargo, dado que el sistema de sujeción de la pantalla y del portamarcos difiere para cada tipo de prensa, es más conveniente en algunos casos insertar y fijar una pantalla y luego nivelar el conjunto contra la mesa para obtener mayor precisión con un alineamiento “pantalla a mesa”.

Con objeto de efectuar este alineamiento apropiadamente, el mecanismo de desprendimiento debe ser anulado o estar inoperante. Con ello, se obtiene la ventaja de poder verificar fácilmente la alineación del mecanismo del puente del rasero contra la mesa (transversalmente a la dirección de la longitud del rasero). Esto debe hacerse sin tener insertado un rasero, sin aire a presión y con los ajustes de presión mecánica regresados totalmente, o ajustados de manera igual si se utilizan medidores de carátula. Cuando esto se ha hecho el mecanismo del rasero se encuentra paralelo a la mesa ofreciendo una relación óptima.

4. El dispositivo del rasero:

Finalmente, y posiblemente lo más importante a hacer, es alinear toda la longitud de la carrera del rasero contra la mesa (D en la figura 68). Esto no es difícil de hacer y, sin embargo, es a lo que menos importancia se le da en la alineación. Cualquier desalineación en este punto puede representar potencialmente la causa de los resultados más dañinos en términos de calidad crítica de impresión. Cualesquiera irregularidades en el dispositivo del rasero tienen un resultado directo en la distorsión de la imagen, en el acabado inferior de la impresión y en una pobre uniformidad del depósito de tinta. Como se mencionó previamente, para hacer este trabajo adecuadamente, se puede muy bien requerirse ajustar el cabezal de impresión de la máquina para lograr una alineación satisfactoria de la carrera del rasero.

5. Las verificaciones rutinarias:

Una vez corregida, la alineación de mantenimiento de cada prensa debe consistir meramente de verificaciones periódicas de rutina. Si un equipo no ha sido alineado desde su instalación — independientemente de su antigüedad — su verificación está más que vencida. ¡Es posible que se esté imprimiendo rechazos nada más por el puro gusto de hacerlo! Un equipo con una alineación pobre no es posible que funcione adecuadamente, por lo menos, no será capaz de alcanzar su máximo o mejor funcionamiento.

3.11.5. Tintas.

La serigrafía es un proceso de realización de imágenes de tres dimensiones; el control de la uniformidad de la tinta y el depósito de la película de tinta es muy importante. La tinta es una parte dinámica del proceso de impresión, por su importancia las variables de la tinta son estudiadas por la reología como parte fundamental para el proceso serigráfico.

Muchas personas saben sobre color, pero muy pocas personas saben sobre los otros atributos físicos de la tinta. Todos oyen la palabra reología pero ¿todas las personas entienden realmente lo que se está queriendo decir cuando se utiliza? En la mayoría de los casos, la respuesta es no, y la palabra solamente se repite.

3.11.5.1. Reología.

Es estudio del flujo y la deformación de la materia / materiales sujetos a la aplicación de una fuerza. Para abreviar, significa el estudio de la interrelación entre fuerza, deformación y tiempo. Cuando un líquido o sólido se rompe en partes más pequeñas debido a la aplicación de una fuerza, puede rodar y caer más fácilmente y más rápido que cuando está combinado como una o varias partes grandes.

Dicho en el sentido de estado sólido, la arena fluye más fácilmente que las piedras redondeadas. Antes de que se pueda explicarse reología, serán muy beneficiosas algunas definiciones proporcionadas en un lenguaje que todos puedan entender.

1. Sólido: Un material que no se romperá y fluirá en partes más pequeñas. Un sólido resistirá una fuerza aplicada hasta que sus propias fuerzas de resistencia sean superadas por una fuerza aplicada mayor. Al llegar a ese punto se separará o romperá permanentemente.
2. Isotropía: La propiedad de un fluido para tornarse firme cuando es agitado. Para experimentar este fenómeno, se puede poner aproximadamente una taza de maicena en un tazón grande y agregar alrededor de 1/4 de taza de agua. Seguir agregando agua hasta que la mezcla parezca algo más espesa que masa para panqué. Amasar la mezcla con las manos. A medida que la mezcla es agitada o apachurrada, se pondrá firme mientras se mantenga la amasadura continua o se ejerza presión. Se acaba de experimentar lo que es la isotropía. Se puede también observar esto mientras se camina sobre la arena húmeda en una playa. La arena se torna firme debajo de los pies al momento de contacto y luego se vuelve más fluida, cuando los pies se hunden, sólo un momento después. Si se corre sobre la arena, ésta se sentirá muy firme. Si se camina lentamente, los pies se hundirán debajo de la superficie con cada paso.
3. Tixotropía: El opuesto de la isotropía en cuanto a que la mezcla fluida se vuelve más fluida (menos firme) cuando se le agita. Un ejemplo de esto es cuando se golpea el extremo de una botella de salsa Catsup para lograr que la salsa salga. La fuerza del golpe causa que la salsa se torne temporalmente “líquida” y fluya más fácilmente de la botella. La arena movediza es otro ejemplo de un fluido tixotrópico. Si se está en arena movediza y se agita, se hundirá “más rápidamente” porque todo ese “meneo” causa que la arena se licue.

4. Comportamiento elástico: Cualquier deformación de la sustancia se revierte espontáneamente cuando cesa la aplicación de una fuerza. Por ejemplo, cuando se tira de los extremos de una liga de hule, la liga de hule tiene la energía dentro de ella para recordar su forma estructural original y la energía para volver a ella.
5. Comportamiento viscoso: La razón de deformación es proporcional a la fuerza aplicada (gradiente). En otras palabras, con cada incremento de energía/fuerza aplicada para acelerar el movimiento, el fluido se tornará tanto más delgado o viscoso.
6. Fluido: Una sustancia que tiene un volumen fijo pero no una forma fija. Los fluidos pueden moverse, o fluir, de un lugar o recipiente a otro. Cuando un fluido fluye, tiene una resistencia interior a fluir, una fricción interna que se conoce como su viscosidad.
7. Materia: Hay tres fases principales de la materia: los gases, los líquidos y los sólidos. Hay también una cuarta fase, plasma, sin embargo existe sólo a temperaturas muy altas, y las moléculas en ese estado pueden comportarse en forma muy diferente.
 - a) Gas: Un gas consiste en un número sumamente grande de partículas muy diminutas que están en constante movimiento aleatorio. Las partículas de gas en sí ocupan un volumen neto tan pequeño respecto al volumen de su recipiente que su contribución al volumen total puede ignorarse. Los gases son el único estado de la materia que puede comprimirse muy estrechamente o puede extenderse para llenar un espacio muy grande.

- b) Líquido: Las moléculas de un líquido están cercanas unas de otras, sin embargo no tan cercanas como para causar una fricción suficiente que evite que se muevan entre sí bajo estímulo. El espacio que ocupa un líquido está ocupado por moléculas, y por consiguiente, es muy difícil comprimir un líquido a un volumen más pequeño aplicando presión. Sin embargo, los líquidos pueden cambiar su forma dependiendo del recipiente.
- c) Un Sólido: Las moléculas de un sólido están muy cercanas y tocándose entre sí. La fricción entre las moléculas no les permite moverse o alejarse unas de otras.
8. Macromolécula: Un grupo pequeño de moléculas que forman una estructura dentro de la estructura de la materia. Las macromoléculas pueden o no ser separadas temporalmente en macromoléculas más pequeñas (grupos estructurales) por medio de la aplicación de fuerza o movimiento. Asimismo pueden o no reagruparse a su tamaño macromolecular original después de que cese la fuerza debido a atracción molecular inherente o cambios en fuerzas interiores. En otras palabras, si se les separa, las moléculas individuales quieren o necesitan volver junto con sus hermanos y hermanas, pero posiblemente no puedan volver con todos ellos.
9. Molécula: La estructura más pequeña (combinación de átomos) que colectivamente constituye la materia / material junto con otras moléculas.
10. Esfuerzo Cortante: Un esfuerzo resultante de la aplicación de una fuerza a una superficie, en una dirección paralela a la superficie. Considerar dos placas paralelas separadas por un espacio pequeño lleno de un fluido. Cuando una placa se mueve, hay fuerzas actuando sobre el fluido. El esfuerzo cortante varía dependiendo de la razón de movimiento de la placa.

11. Razón de corte: Es el tiempo relativo que le toma a un fluido alcanzar su punto más líquido bajo la acción de un esfuerzo cortante dado.
12. Tensión superficial: Una de las características de los líquidos. Las atracciones ejercidas en la superficie del líquido y las ejercidas dentro del mismo, son diferentes. Las moléculas en la superficie quieren regresar al centro. Por ejemplo, cuando se llena un vaso con agua, la tensión superficial permite llenar con agua ligeramente arriba del borde del vaso porque las moléculas del líquido están intentando regresar al centro.
13. Viscosidad: Cuando un líquido fluye, tiene una resistencia interior a fluir, una fricción interna, que se conoce como su viscosidad. La viscosidad es una característica de todos los líquidos. La miel fluye con menor facilidad que el agua porque la miel tiene una viscosidad más alta que el agua.
14. Velocidad: Un valor vectorial, en un momento dado, que especifica qué tan rápido se está moviendo un cuerpo y su dirección de movimiento. En otras palabras, la velocidad determina qué tan rápido y en qué dirección se está moviendo una partícula en ese momento.
15. Fluido de Newton: La viscosidad del fluido es constante independientemente del esfuerzo cortante o de la razón de corte. En otras palabras, los fluidos de Newton no se ponen más delgados o más espesos independientemente de qué tan rápido se estén moviendo, sin embargo se tornarán más espesos o más delgados con los cambios de temperatura. Los fluidos de Newton son a menudo fluidos puros a diferencia de las dispersiones. Muchos disolventes de uso común — los aceites minerales, aceites monogrado, el agua y la leche son fluidos de Newton.

16. Fluido No – Newton: La viscosidad del fluido cambiará con base en la razón de corte o en el esfuerzo cortante. En otras palabras, el fluido se pone más delgado entre más rápidamente se mueve. La salsa Catsup y la sangre, por nombrar algunos son ejemplos de fluidos No - Newton.

Ahora, se debe mantener en mente estas definiciones simples mientras se habla sobre la serigrafía. Muchas personas se inclinan a creer que la única manera de librarse de las huellas de la malla en la imagen es incrementar la densidad de la malla de la pantalla o adelgazar la tinta. Esto no siempre es verdad. Con un entendimiento de la reología y de las palabras y definiciones relacionadas con ella, se pueden hacer algunas analogías que pueden difundir alguna luz en el significado y relatividad del proceso de serigrafía.

Cuando se pone tinta en la pantalla y mientras se mantiene ahí, está estática, lo que significa “sin movimiento o flujo” por lo que, en algunos casos, es considerada un sólido. Cuando se empieza a aplicar fuerza de compresión a la tinta (empujando hacia abajo) y se empieza a cortarla (al moverla por sobre la pantalla), empieza a crear capas de esfuerzo cortante. Por reacción en cadena de una capa molecular a otra, la fricción entre sus moléculas o macromoléculas disminuye y la tinta se hace más delgada en viscosidad. Éste es el corte. El corte de tinta no es una acción cortante que separa la tinta de la pantalla, como muchos podrían creer. Es la reacción física de la tinta para superar esfuerzo, y la transformación de la tinta (deformación) en partes más pequeñas (macromoléculas), con menos fricción y/o atracción o conexión entre ellas, lo que provoca que la tinta se separe de las paredes de la malla y del estencil.

Entre más movimiento tenga la tinta, más pequeño es el tamaño que las macromoléculas pueden conseguir a medida que el esfuerzo cortante disminuye la tensión superficial y les hace más fácil pasar al lado y alrededor unas de otras. El factor importante para aumentar al máximo la reducción de la fricción entre las moléculas de la tinta es aumentar al máximo el movimiento / velocidad.

Sin movimiento el líquido se vuelve un sólido, o por lo menos algo semejante. Ahora, abordemos el aspecto más importante de la reología — cómo se relaciona con el serigrafista y cómo lo afecta directamente. Se sabe que como impresores la meta es llevar la tinta de un lado de la pantalla (el lado del rasero) al otro lado de la pantalla (el lado de la impresión). Asumiendo que todas las otras condiciones físicas y factores están en su lugar, se logra esto poniendo la tinta delante de un rasero y arrastrando el rasero por sobre la pantalla y por encima de las aberturas de la malla. Observando de cerca las aberturas de la malla, se encuentra que están determinadas por los filamentos (hilos) de la pantalla o malla. Al referirse al proceso de la impresión y la tinta, nuevamente, el corte no es una acción de corte o de separación de la tinta. La separación de la tinta será el resultado eventual del corte, pero después del hecho. Se define corte simplemente como la reacción física al movimiento.

La tinta que se mantiene estática es espesa o, en cierto modo, sólida, pero cuando se aplica fuerza y la tinta empieza a moverse, empieza a adelgazarse o licuarse, o por lo menos a imitar a un líquido en el sentido de un fluido. Esta reacción al movimiento que convierte el sólido en un líquido es el corte. El tiempo y la velocidad son ingredientes importantes. El tiempo que toma para convertir el sólido en un líquido de una viscosidad dada, es igual a la cantidad de tiempo para que regrese a sólido o a la viscosidad estática. Por ejemplo: si toma 15/1000 de un segundo para que la tinta alcance su viscosidad más baja (más delgada) a una velocidad dada (velocidad de rasero) desde su condición estática, le tomará entonces sólo 15/1000 de segundo el regresar a su viscosidad más alta (más espesa), la de un sólido. Algo de movimiento molecular y energía permanecerá en la tinta durante un cierto periodo subsiguiente, pero que no es suficiente para cambiar la viscosidad estática significativamente en relación con la que tenía la tinta al momento en que fue revuelta y vertida sobre la pantalla. Una fracción de segundo no es mucho tiempo para trabajar, pero el proceso del traslado real no tarda más que eso. Para tener éxito al transferir toda la tinta de un lado de la pantalla al otro, se requiere comprender y aprovechar el corte.

Para minimizar las huellas de la malla, el muaré y muchos otros efectos negativos de la imagen, se debe aprovechar el corte. Un ejemplo y prueba de no aprovecharse del corte es cuando la tinta no se separa limpiamente de la pantalla.

El aspecto desafortunado de esta situación es que los impresores intentan superarla adelgazando la tinta. Al hacer una analogía para explicar los aspectos físicos y cómo aprovecharse del corte, y es como sigue: El estencil, hecho de emulsión, tiene paredes que van a todo alrededor de la abertura creando un pozo. Cuando el estencil es puesto en contacto con la superficie del sustrato por medio de la aplicación de fuerza, el pozo adquiere un fondo. Mirándolo desde otro punto de vista se puede decir ahora que se tiene un cubo, y para efectos del ejemplo, imaginemos que se trata de un cubo de cinco galones que se encuentra sobre el piso.

Las paredes del cubo representan ahora el estencil, y el fondo del cubo representa el sustrato. Ahora se representa con un dedo un filamento o hilo de la malla que cruza la abertura. Ponga su dedo en la orilla del cubo para representar la posición de la malla en relación con el estencil. Ahora se transfiere tinta de la parte superior del dedo al otro lado del dedo y llenar el cubo. Recordar que al moverse, la tinta imita a un líquido y fluiría. Entonces, teniendo eso en mente, se representa la tinta en movimiento con agua. Recordar, sin embargo, que en este ejercicio el agua era un sólido antes de que se empezara a moverla — era hielo como se conoce cuando la temperatura es el factor, en vez de la tixotropía. El agua no es tixotrópica, por lo que no se vaya a confundir cuando la usemos en este ejercicio o analogía. A manera de acción o movimiento, se vierte el agua encima del dedo. El agua fluye y pasa alrededor del dedo, llenando y tomando la forma del cubo (paredes del estencil). También se debe estar consciente que mientras el agua se mantenga como un líquido, se puede poner el dedo en cualquier parte en el cubo, el fondo, el borde, en medio o en cualquier parte. Y mientras el agua se mantenga como un líquido, se puede sacar el dedo del cubo y 99.999% del agua quedará dentro del cubo, en el fondo donde se quiere.

Mirándolo aun más de cerca se notara también que debido a que el agua es líquida y puede fluir, no se puede ver en dónde estaba el dedo después de haberlo sacado del cubo. Por su parte, en el agua (tinta) queda una superficie lisa. Ahora al incorporar más físicas al esquema. ¿Recordar el por qué la tinta es un líquido (agua en la analogía)? La respuesta es, porque está siendo movida (agitada) por el rasero. No se debe olvidar que la tinta es tixotrópica y cuando no se está moviendo, es más espesa y en cierto sentido, sólida.

Ahora, volver a poner el dedo en el cubo. ¿Qué pasaría si se mantiene el dedo en el cubo por un periodo demasiado largo?, dando bastante tiempo relativo (un fragmento de un segundo al tratar con tinta) para que el agua se vuelva un sólido — se congela y se vuelve hielo — que es lo que era antes de que se empezara a moverla. ¿Se puede sacar el dedo del cubo? Quizá, quizá no. Al alzar el dedo (la malla) lejos del fondo (el sustrato) y probablemente el agua se quedará en el dedo (la malla) y se levantará del fondo (el sustrato). En otras palabras, la tinta se mantendrá adherida a la pantalla y no limpiará la pantalla, como lo diría un serigrafista.

Al considerar lo que pasa la mayor parte del tiempo en la prensa. Usualmente, hay bastante agua (tinta) en el lado del fondo del dedo (la malla), y teniendo el agua (tinta) bastante peso / masa, se puede jalar hacia el fondo y sujetarse a él (sobre el sustrato) con la ayuda de la gravedad y las características de adherencia. Y cuando se alza el dedo con bastante fuerza, el dedo se separará del cubo. Sin embargo, se debe notar que también algo del hielo (tinta) se vendrá con el dedo (la malla) y si se observa se podrá también notar en dónde estaba el dedo en el agua — ahora hielo (una huella de la malla), dejando una superficie áspera con cimas y valles. Ésta no es una superficie sobre la que se querría tener que imprimir otro color, con lo que estaría buscando aun más problemas.

Algunas veces si la pantalla no limpia en la primera pasada, el impresor dará una segunda pasada. Con ello hay definitivamente bastante peso en la tinta para quedarse en el sustrato. La única desventaja es que ahora hay demasiada tinta para controlar, más de lo que el pozo del estencil puede mantener, y la ganancia de punto muestra su fea cara. Se requeriría limpiar constantemente el fondo de la pantalla para conseguir un trabajo bien hecho. Cada pasada del rasero agrega más tinta igual al volumen del pozo del estencil y / o a la pasada anterior. El duplicar las pasadas está simplemente duplicando el problema.

El problema más grande que tienen los impresores es no conseguir sacar el dedo (malla) fuera del cubo (tinta) lo suficientemente rápido. La velocidad y la fuerza que toma separar la malla de la tinta provienen de la tensión de la pantalla y la distancia fuera de contacto. Se debe tener una distancia fuera de contacto lo bastante alta como para que la malla y las paredes del estencil se mantengan por encima y fuera del contacto con la tinta después de que el rasero ha pasado.

La presión hacia abajo del rasero es lo que lleva al estencil a la superficie del sustrato y pone un fondo en el cubo. La tensión de la malla de la pantalla es lo que produce la fuerza de resistencia hacia arriba (le pone fuerza de resorte al dedo) que jala la malla (dedo) hacia arriba y fuera de la tinta cuando el rasero ha pasado. Entre más tensión, más rápidamente regresa hacia arriba la malla (dedo) después de la pasada del rasero. Idealmente se desea que esto sucediera inmediatamente después de que pase la orilla del rasero. Hay que tener cuidado de coordinar la distancia fuera de contacto con la tensión apropiada o se tendrá problemas que están más allá de la reología. ¿Alguna vez se ha observado pasar el rasero por la pantalla, para después ver cómo la malla se levanta lentamente fuera de la tinta? El problema es que cómo el dedo (la malla) estaba separándose lentamente porque no tenía fuerza suficiente para lograrlo antes de que el agua (tinta) se congelara (esto es, que la tinta regresara a su viscosidad más alta, hielo).

Si se alcanza a ver salir de la tinta, en absoluto, es demasiado tarde. Como se mencionó anteriormente, los impresores adelgazarán su tinta para lograr que se separe limpiamente. Es cierto que esto ayuda a que la tinta se separe limpiamente, pero no es lo ideal. Cuando se adelgaza la tinta, se está disminuyendo (adelgazando) la viscosidad estática. En otras palabras, se está haciendo más líquida en estado de reposo antes de que se introduzca movimiento. En primer lugar la característica favorable de la tinta es que es lo suficientemente espesa para ser depositada o apilada bastante alta buscando opacidad así como mantenerse derecha y conservar su forma o borde.

Si se hace más líquida cuando está estática, siempre fluirá independientemente de la fuerza que cause el movimiento, y va a caerse, esparcirse hacia afuera, suprimir el detalle, perder resolución y valores de opacidad mientras está en reposo e intentando mantener su forma. Adelgazar no es la mejor cosa, aunque todos tienen que hacerlo, pero sólo cuando no se puede tomar ventaja del corte y jugar por las reglas de tiempo relativo. Otra cosa más, entre más delgada sea la viscosidad estática de una tinta, más delgada será bajo esfuerzo cortante, hasta que se adelgace tanto que llegue al punto en que alcance una viscosidad plana y constante independientemente de que haya corte o no, comportándose como un Fluido de Newton.

La tinta puede ahora fluir potencialmente demasiado rápido, llenar y rebosar el pozo del estencil, derramándose no por el borde superior sino por el fondo del cubo, haciendo un desastre visual del detalle de la impresión. Éste fue un ejemplo extremo de un sólido que se vuelve líquido y regresa a ser un sólido, pero sin ir al extremo, habría sido más difícil explicar las físicas que intervienen y que están relacionadas con la reología de la tinta y su efecto sobre el proceso de la serigrafía. Esta reacción física aplica a las tintas de serigrafía de todos los tipos. Con la reología apropiada de la tinta proporcionando a ésta la capacidad de mantenerse derecha y conservar su forma en lugar de fluir continuamente y caerse extendiéndose por encima del detalle, podemos acercarnos a tomar ventaja del fenómeno de corte.

Cuando la tinta se está moviendo, se tornará más delgada y fluirá a través de la malla y la malla se separará de la tinta con pequeño a ningún daño visible (huellas). El cronómetro empieza a funcionar cuando el rasero se empieza a mover y acelerar y seguirá funcionando hasta que la tinta haya dejado de moverse, lo que con buena reología es una fracción de segundo después de que la tinta ha dejado de moverse y el rasero ha pasado. Esto proporciona una ventana de tiempo muy pequeña para separar la malla de la tinta mientras está todavía bajo el efecto del corte. Para poder sacar la malla de la tinta mientras está en corte, se necesita tener la fuerza y energía para hacerlo. Se necesita pre-cargar la malla con la fuerza suficiente para levantarse (resortear) inmediatamente después de que el rasero ha pasado. Se logra teniendo bastante tensión en la malla de manera que cuando la malla está siendo empujada hacia abajo, está empujando al mismo tiempo hacia arriba. La fuerza del rasero será mayor que la de la malla y forzará la malla hacia abajo, pero inmediatamente después de que el rasero ha pasado, la malla saltará y saldrá de la tinta.

Se debe tener cuidado de no poseer demasiada distancia fuera de contacto de manera que cree más tensión (fuerza resistente) de la que el rasero puede superar. Se debe equilibrar la distancia fuera de contacto con la tensión. Entre más alta sea la tensión, menor debe ser la distancia fuera de contacto. Entre menor sea la distancia fuera de contacto, más rápidamente volverá la malla a su posición inicial o estática y menor será la distorsión de la imagen. Entre mayor sea la distancia que tenga que empujar la malla hacia abajo, más grande y más distorsionada será la imagen. Si la tensión de pantalla a pantalla (color a color) no es la misma, el registro se volverá un problema ya que una pantalla o todas agrandarán y distorsionarán en forma diferente a las demás.

La velocidad del rasero puede y debe aumentarse a medida que la tensión se aumenta. Si el rasero se está moviendo muy lentamente, moverá la tinta hacia el pozo del estencil, y mantendrá la malla y el estencil abajo sobre el sustrato demasiado tiempo, permitiendo que la tinta deje de moverse y se espese, mientras la malla se encuentra todavía en la tinta.

Esto obligará a la malla a abrirse paso rompiendo la tinta para salir y/o levantar la tinta separándola del sustrato del que la pantalla no se separa limpiamente. Esto será evidente por las huellas de la malla visibles en la tinta así como la superficie áspera que tendrá la tinta. Con una tensión de la malla y distancia fuera de contacto apropiadas, junto con la velocidad adecuada del rasero, el rasero moverá la tinta a través de la malla y en el pozo de la tinta. Mientras la tinta está todavía en movimiento la fuerza ascendente de la tensión de la pantalla jalará instantáneamente las paredes del estencil y la malla hacia fuera y se separará limpiamente de la tinta. Esto permitirá entonces que cualquier movimiento pequeño remanente todavía en la tinta haga que ésta fluya y aplane su superficie, dejando una menor evidencia visible de en dónde se encontraba la malla. Entre más rápidamente suceda esto, más lisa será la superficie y mayor será la altura que la tinta podrá mantener con la reología apropiada y proporcionando además el mejor borde posible a la tinta.

Por lo tanto, si se desea imprimir una imagen con tan poca interferencia y huellas de la malla como sea posible, y tener una superficie lisa de la tinta para ver o para imprimir otro color encima de ella, hay que aprovechar del corte y ¡sacar el dedo del cubo antes de que sea demasiado tarde!

3.11.5.2. Como seleccionar tintas para serigrafía.

El seleccionar la tinta adecuada para una aplicación específica es fundamental para todos los procesos de impresión. Los serigrafistas de profesión son creadores de diversidad en el mundo de la impresión y utilizan una película gruesa de tinta que los coloca aparte de otros impresores. Ningún otro proceso de impresión es superado en cuanto a proporcionar firmeza con ligereza, resistencia a la abrasión y durabilidad. Como “impresores de película dura” se tiene la ventaja distintiva de imprimir sobre una gran cantidad de artículos rígidos o flexibles, con poca competencia.

El hacerlo, significa un desafío debido a la responsabilidad de asegurar que la comprensión de la durabilidad y permanencia es equiparable con la comprensión adecuada de la diversidad de tintas que se selecciona para el uso. Como ayuda al escoger con exactitud la tinta correcta para el sustrato correcto, he aquí algunos fundamentos de las características de los sistemas de tinta más populares utilizados en la actualidad.

1. Tintas UV.

De todos los sistemas de tintas actualmente en uso, la familia de los químicos ultravioleta ha hecho el mayor impacto en el mercado de los medios visuales durante los últimos 10 años. Las tintas UV son fotorreactivas en contraste con las que tienen base de solvente que se secan por evaporación. En un sistema con base de solvente, una vez que éste abandona la masa de tinta, se produce una película seca. La química UV contiene oligómeros, monómeros y fotoiniciadores. Así como los sistemas con base en solventes tienen resinas, los UV contienen oligómeros - resinas que son muy diferentes a las que son utilizadas en recubrimientos basados en evaporación de solventes. Los oligómeros reaccionan químicamente con otros elementos de la composición, en este caso un monómero. Los monómeros son el equivalente de los solventes en la química UV.

Los monómeros actúan como el portador y proporcionan la viscosidad necesaria para impresión. En la composición química UV, el recubrimiento es 100 por ciento curable, ya que todo en él se convierte de líquido a sólido. El proceso de curado es activado por medio de los fotoiniciadores en la composición química. Los fotoiniciadores son promotores de una reacción en cadena en donde los radicales libres o cadenas de enlace molecular, se eslabonan con otras moléculas produciendo la polimerización de todo el depósito de tinta UV. Las tintas UV pueden soportar troquelado, doblado y formado al mismo tiempo que mantienen su resistencia a la abrasión, flexibilidad y capacidad para soportar los elementos a la intemperie durante por lo menos cinco años.

Destacan muchos grandes atributos de la tinta UV en contraste con las composiciones químicas por evaporación de solventes. La ausencia de unidades de secado por gas de 60 pies para los sistemas automatizados que han sido reemplazadas por reactores UV que tienen de 8 a 10 pies de largo, es un significativo ahorro en costos para los impresores. El imprimir con tintas UV es considerablemente menos problemático. La viscosidad de la tinta no cambia y estas tintas tampoco se evaporan. El proceso de impresión a cuatro colores es mucho más sencillo debido principalmente a la integridad y manejo de la tinta en producción.

2. Tintas UV solubles en agua:

Se han tenido algunos éxitos de impresión en relación con tintas UV solubles en agua que cumplen con los criterios requeridos de contenido de sólidos de los que depende el comportamiento en general sobre papel sin recubrimiento.

Se puede utilizar un alto porcentaje de aire para efectos de adelgazar, lo que permite reducciones significativas en el espesor de la película curada, misma que puede ser lavada asimismo con agua.

La tinta UV soluble en agua requiere menor energía de luz ultravioleta que la tinta convencional UV con alta cantidad de sólidos. La desventaja de utilizar tinta UV soluble en agua radica en la dificultad de procesar muchos de los tipos de papel de poco peso o de papel poroso. El ondulamiento es un problema común con papeles que absorben rápidamente el agua. El sistema de resina requiere que haya una liberación muy rápida del agua, pero sin afectar la función de reticulación de las resinas.

3. Tinta convencional con base de agua.

Han sido pocos los avances en tinta con base de agua. Las áreas más populares de uso se encuentran en las industrias gráficas, especialmente en aquellos impresores que están trabajando sobre un papel con peso superior a las 80 lb.

Cualquier peso menor causará que las hojas impresas se arruguen o se enrollen a medida que la capa de tinta se seca. Ha habido aplicaciones limitadas sobre sustratos de vinilo y de metal. Asimismo, los endurecedores químicos han sido utilizados para mejorar el funcionamiento exterior pero en estos casos la flexibilidad queda comprometida cuando se considera usar en troquelados, resultando en escarapelado de la tinta. Las áreas usuales en donde las tintas con base de agua no funcionan óptimamente son el estireno de bajo grado y alto impacto, poliolefinas, papel delgado de bajo peso, situaciones de larga duración a la intemperie y en donde la resistencia extrema a químicos y al agua son un requisito.

4. Sistemas Epóxicos.

Las tintas epóxicas, cuando se mezclan adecuadamente, tienen excelentes propiedades de resistencia en una gama amplia de sustratos tales como vidrio, metal, cerámicas, madera, plásticos y muchos otros. Hay dos grupos principales de tintas epóxicas: De componente único y de dos componentes. El sistema de componente único está formulado con resinas para curado por calor. Estas tintas deben ser horneadas y no pueden ser secadas con aire. Los sistemas de dos componentes requieren la adición de un catalizador o endurecedor pero tienen la ventaja de poderse secar por aire así como de contar con formulaciones para horneado. Existen varios catalizadores en los sistemas epóxicos con los que se obtienen sistemas de tinta para adherirse prácticamente a cualquier sustrato. Los sistemas epóxicos de dos componentes se pueden mantener disponibles mucho mejor que los de un componente y los colores no se deterioran tan rápidamente. Este deterioro o “tiempo de gelado” es la medida de cuánto tiempo se mantendrá un material útil, o el límite de tiempo establecido para su viscosidad serigráfica, frecuentemente expresado en horas o minutos. El alterar los epóxicos con solventes no afectará ni extenderá su tiempo de gelado.

5. Tintas Metálicas

Cuando esté considerando utilizar metálicos para decoración, deberá usar vehículos de tinta formulados para uso con pigmentos metálicos. Los pigmentos metálicos deben elevarse a la superficie de la película de tinta y traslaparse entre sí durante los procesos de secado y curado. Al proceso de traslape de partículas metálicas entre sí, se le llama “*leafing*”.

Las bases metálicas están disponibles en tintas con base de solventes, de agua y de tintas UV. Las metálicas aparentemente mantienen mejor su brillantez en sistemas de resinas vinílicas y acrílicas. La composición química con base de agua tiene un tipo particular de problemas debidos a la oxidación que tiene lugar cuando los elementos metálicos son expuestos al agua. Con bases curables por UV, la estabilidad de la tinta mezclada es muy corta.

Los pigmentos metálicos son conocidos por su excelente opacidad, dado que los polvos se fabrican moliendo en seco varios metales como zinc y cobre, a un tamaño promedio de 10 a 40 micrones. La “oxidación” o empañado a un color verdoso es un efecto común y un indicio de degradación química debida principalmente a un sistema inapropiado de componentes mezclados en la tinta.

Los metálicos dorados no son recomendables para una exposición prolongada a la intemperie y degradarán eventualmente el acabado metálico. Un sobre laminado transparente ayudará a proteger el pigmento metálico. Ocasionalmente los impresores sustituyen pigmentos de perlado en situaciones en las que los polvos metálicos no pueden mantener el brillo o temperatura requerida. Desafortunadamente, las sustancias para perlado no tienen la opacidad de los pigmentos metálicos.

6. Tinta para plástico.

Las tintas para plástico se secan por evaporación, oxidación o por polimerización. Las tintas de laca secan exclusivamente por evaporación de solvente y forman una adhesión fisicoquímica que disuelve parcialmente la superficie del plástico, similar a la grabación por aguafuerte. Por otra parte, las tintas oxidantes y polimerizantes se adherirán como resultado de un alto grado de adhesión específica llamado adhesión mecánica.

Este grupo de tintas puede ser utilizado en sustratos termoplásticos de alta resistencia a los solventes tales como polietileno y poliésteres. Las tintas de serigrafía de tipo de laca son usadas principalmente para imprimir materiales termoplásticos, como acrílico, acetato de celulosa, butirato, nitrocelulosa, cloruro de polivinilo y/o una combinación de estos. Estos sistemas de tinta se utilizan principalmente para formado por vacío de plásticos rígidos pero deben ser verificados con frecuencia en relación con sus características de intemperie, ya que pierden su adhesión después de una larga exposición a la luz o al calor. El “craquelado” o las grietas superficiales en las películas de plástico tales como acrílicos y estireno, pueden ocurrir cuando utilice solventes activos en la laca.

Los efectos de craquelado pueden llegar a percibirse demasiado tarde y algunas veces mucho tiempo después de que el trabajo ha sido completado. Para evitar este efecto se deben utilizar formulaciones específicas para imprimir sobre acrílico o estireno. El secado de UV sobre polietileno puede ser logrado en unos cuantos segundos. No existe una tinta única de curado por UV que pueda satisfacer todos los requerimientos de uso final y que se pueda aplicar a una amplia selección de plásticos. El poliestireno y el PVC aceptarán un sistema de tintas, el polietileno y el polipropileno aceptarán un sistema diferente.

Las tintas de difusión por calor son esas familias de tintas en las que el componente funcional es un tinte escogido por su capacidad para penetrar o difundirse dentro de sustratos receptores adecuados. Estos tintes se aplican con métodos de serigrafía convencionales y se pasan a través de un horno a 180 grados Fahrenheit, durante 30 minutos. La difusión por calor funde el tinte dentro del plástico convirtiéndolo en una parte integral. Las ventajas de este sistema de tinta son de cuatro tipos: Las tintas no se secan en la pantalla; las tintas pueden ser adelgazadas con agua o glicerina, el lavado de las pantallas se lleva a cabo con agua simple y la pieza impresa resiste la decoloración.

7. Tintas para papel

De todos los sistemas de tinta aquí descritos, las tintas para carteles/papeles son las más tolerantes y fáciles de usar. Las tintas para carteles imprimen bien sobre papel recubierto y sin recubrir, de todos tipos. Las tintas para cartel con diversidad de acabados sobresalen especialmente en aplicaciones tales como rótulos de punto de venta, carteles informativos, recipientes corrugados, señalización y tarjetas de felicitación, por mencionar sólo algunos. El acabado puede definirse como el grado de brillo. El brillo está determinado generalmente por el tipo de tinta pero puede ser modificado hasta cierto grado añadiendo un medio para matear o añadiendo un barniz especial a la tinta. Da gusto usar las tintas para cartel, desde el alto brillo hasta el brillo estándar, en sus apariencias de seda, de cascarón y una variedad de otras apariencias mate.

Las tintas para cartel, tintas de laca nitrocelulosa y tintas de multipropósito son las de uso más común en la actualidad. Estas tintas están formuladas para imprimir con excelentes características de fluidez después de la adición de adelgazadores y retardadores que típicamente son necesarios antes de la impresión. Así como con la mayoría de los sistemas de tinta, los rebajadores en forma de adelgazadores y los retardadores/ampliadores incrementan el rendimiento por galón de las tintas para cartel con una inversión de costo relativamente bajo.

Las tintas de brillo estándar o mate para cartel se secan al aire en aproximadamente 15 a 20 minutos y en prácticamente segundos usando un horno de aire caliente a presión. La opacidad es excelente y la cobertura tiene aproximadamente 1500 pies cuadrados por galón utilizando una malla para pantalla de 200 a 260 hilos por pulgada.

8. Tintas para metal

Los productos de metal pre-recubierto pueden eliminar la necesidad de un manejo excesivo del material en el taller. Las superficies han sido tratadas y se les ha aplicado un recubrimiento. Los recubrimientos de poliéster y acrílico son dos recubrimientos usuales para metales pero se requiere hacer pruebas previas del material. Para lograr las propiedades deseadas de adhesión, la superficie del material y la tinta deben alcanzar una temperatura de 265 a 280 grados Fahrenheit.

Las tintas utilizadas para metales pueden ser del tipo de secado por aire, termofraguado o catalítico. Se aplican a la superficie del metal recubrimientos preliminares y pueden aplicarse por una serie de medios tales como rodillo, cortina, aspersión y/o impresión.

Este recubrimiento preliminar proporciona la capacidad para que el metal resista el impacto del cizallamiento, punzonado o estampado. Los colores de fondo protegen así mismo al recubrimiento preliminar. Las resinas del recubrimiento preliminar se deterioran cuando quedan expuestas a la luz ultravioleta; por tanto, se debe tener cuidado de aplicar barnices para proteger la superficie así como de que sean compatibles con otros recubrimientos para asegurar una adhesión apropiada entre las capas. Las lacas nitrocelulosas, esmaltes (de secado rápido, de secado lento y de termofraguado), los acrílicos, epóxicos y ultravioletas, son todos sistemas adecuados de tinta para metal pero cada uno muestra diferentes grados de exposición a la intemperie, de resistencia a los químicos, a la abrasión y al estampado.

Con todas las opciones de sistemas de tinta especializados que tiene disponibles los serigrafistas, existen muchas variables que pueden causar fallas en el depósito de tinta. El entender tanto como sea posible acerca del sustrato es fundamental para lograr una apropiada adhesión de la tinta. Armado con el conocimiento de las diversas características de los sistemas de tinta en uso en la actualidad, debe estar capacitado para equiparar la mejor tinta con el mejor desempeño.

3.11.5.3. Preparación de tintas para serigrafía.

Un buen punto de arranque es revisar las hojas técnicas para la tinta. Proporcionan información esencial para todo el trabajo — y responden preguntas críticas acerca del desempeño de la tinta.

Consideraciones sobre preparación de tinta fue creado para ayudar a aquéllos que pudieran estar buscando dónde empezar y necesiten ver un poco más claramente el proceso, junto con algunas guías para la modificación de la tinta y un poco de terminología sencilla que ayudará a cruzar el espacio de la jerga científica.

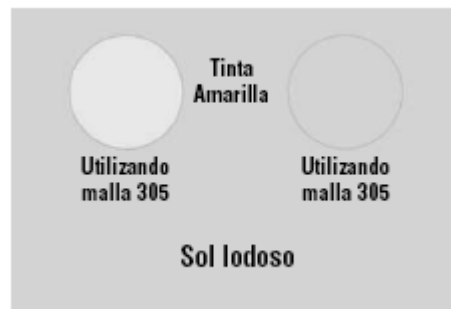
1. Seguir las instrucciones

¿Alguna vez se está perplejo acerca de las opciones para modificar tinta y se ha aconsejado que “sencillamente se lea la hoja técnica de la tinta que se desea utilizar y seguir las instrucciones?” De hecho, no es una mala sugerencia como un punto de partida. Las hojas técnicas de la tinta proporcionan alguna información muy importante que es esencial para obtener la idea general del trabajo y contestar algunas preguntas críticas pertinentes al desempeño de la tinta. Sin embargo, antes de que se pueda comprender completamente las opciones para la preparación de la tinta, se necesita considerar un par de elementos del proceso de serigrafía y familiarizarse con sus funciones.

2. Densidad de Malla

La malla recomendada que se encuentra en la hoja técnica de la tinta indicará una recomendación “en mitad del camino” o una densidad de malla específica a utilizar. Como se sabe que la malla de la pantalla es el “medidor de tinta” o el componente del proceso que determina mayormente el qué tanta tinta pase a través de la malla, la opacidad se convierte ahora en un tema a considerar. Cuando se imprime un sol amarillo brillante encima de un cielo azul y se selecciona el extremo alto del rango de la malla — 355 hilos por pulgada — se podría terminar con una bola verde de apariencia lodosa. La malla 355 no permitió el volumen necesario de tinta y como resultado no proporcionó la opacidad requerida para que permaneciera amarillo independientemente del color que estuviera debajo (figura 69).

Figura 69. Traspaso de tinta en malla 355 hpp



Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 28

3. Retardadores, adelgazadores y bases.

¿Cuántas veces han dicho que “los adelgazadores amplían la tinta y los retardadores evitan que se seque”? Los retardadores son un solvente — un solvente de evaporación más lenta — y, en efecto, evitan que la tinta con base en solvente se seque prematuramente en las celdas de tinta de la malla.

Una buena regla práctica como punto de partida es utilizar aproximadamente 10% en eso. El argumento para esta cifra se desprende del entendimiento de que se necesita estar consciente del tiempo de secado para poder terminar el trabajo en la fecha requerida. El retardador que se añade a la malla evitará, sin duda, que la tinta se seque en las celdas de tinta de la malla; sin embargo, el añadir demasiado afectará también la transparencia de la tinta y subsecuentemente el efecto del sol amarillo impreso sobre el cielo azul.

Cuando se encuentra cuánto retardamiento es correcto, también debe estar consciente que demasiado de una cosa buena puede llevar a mayores problemas en relación con la nitidez de los contornos, esparcimiento, adherencia intercapas, borrones e indefiniciones — especialmente cuando se están imprimiendo negativos de medio tono.

Un adelgazador, como su nombre lo indica, se utiliza para adelgazar o ampliar la tinta, dando por resultado un cambio en la viscosidad. La viscosidad es un factor determinante importante en el control de la uniformidad — la definición de la impresión y el efecto cortante que involucra la calidad de la transferencia de la tinta a través de la malla. La viscosidad puede ser descrita como la medida de la fricción interna de un fluido, o su resistencia a fluir.

A medida que se adelgace la tinta, no solamente se cambia la viscosidad sino también las variables de transferencia a través de la malla. La ganancia de punto como ejemplo en la impresión de medio tono, es frecuentemente el resultado de demasiado adelgazador que ha sido añadido a la tinta. Se pueden mezclar aditivos tixotrópicos o bases de medio tono en un depósito con lo que se ocasiona que la tinta tienda a formar “pilares” en vez de esparcirse horizontalmente como un panqué, contribuyendo a la ganancia. Estos aditivos deben ser mezclados en la tinta con una paleta de mezclar y un taladro de alta velocidad. A este método de mezclar a alta velocidad se le refiere como corte y asegura que la tinta no formará grumos y efectivamente mezclará los componentes uniformemente.

Cantidades excesivas de aditivo tixotrópico tendrán un efecto de aplanamiento o deslustrado de la mezcla y sin duda contribuirán a la falla de la adherencia de la tinta. Este aditivo se mezcla por volumen o por medida de su masa en vez de medirlo por peso, ya que su peso es casi insignificante. Incrementos de 3 a 5% por volumen deben ser añadidos hasta que la tinta tenga la apariencia de un gel o de una margarina suave. Este tipo de aditivo está en la clase de sílice ahumada con nombres comerciales tales como Cabosil o Aerosil. El otro aditivo se conoce como base de medio tono. Las bases de medio tono son aditivos que pueden ser mezclados en tinta que no es de medio tono, haciéndola que se “acorte” o que la tinta tenga la apariencia de una cola corta en oposición a una hebra delgada y larga. Cuando se imprime con tintas cortas, la habilidad de imprimir imágenes más limpias o de disminuir los riesgos de que la tinta distorsione puede ser muy importante, especialmente cuando se imprimen puntos pequeños.

Los impresores de medio tono deben hacer todo lo posible para prevenir que los puntos se agranden o ganen tamaño. La ganancia de punto es el asesino de la impresión de medio tono y siempre deben utilizarse tintas de medio tono con bases de medio tono incluidas por el fabricante. En resumen, las bases son aditivos modificadores o tipos específicos de resinas, los cuales determinan específicamente las características de impresión de la tinta, tales como la base para ampliar, la base transparente y la base de medio tono.

Los retardadores son solventes de evaporación más lenta y de hecho evitan que la tinta de base en solvente se seque prematuramente en las celdas de la malla. Cantidades excesivas de retardador pueden actuar como adelgazador; por otra parte, el tiempo excesivo de secado contribuirá a que se presenten problemas en la tinta y fallas en la calidad de impresión.

Los adelgazadores se utilizan para ampliar o adelgazar la tinta ocasionando un cambio de viscosidad. Si la opacidad no es un factor importante y puede imprimir de manera efectiva con una tinta más viscosa, los adelgazadores o ampliadores son una forma de extender el rendimiento de su tinta.

4. Consideraciones iniciales sugeridas

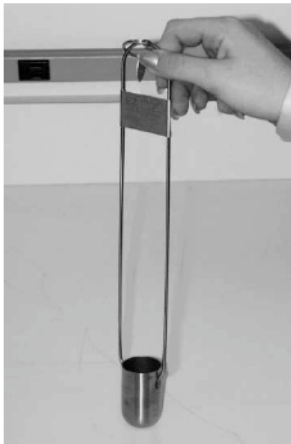
Cuando se mezcle o se modifique tinta para impresión, la mayoría de las tintas pueden ser impresas con una modificación menor. La adición de adelgazadores (10 a 20%) es un buen punto de partida para la mayoría de las tintas ya que típicamente no están listas para ser usadas. Otros aditivos tales como los retardadores o tintas transparentes de mezcla para aplicación UV, necesitan ser añadidos cuidadosamente, observando las restricciones listadas en la hoja técnica de tinta. La incorporación de 3 a 5% de estos aditivos es un lugar seguro para empezar.

Si no se tiene el hábito de documentar, ¡ahora es el momento! Esta es un área en el mundo de la impresión de las que más va a beneficiar. Según experiencias pasadas con base en las condiciones y limitaciones de los talleres permitirá al mezclador de tinta avanzar en áreas nuevas con variables conocidas que han funcionado y aquellas otras químicas que no funcionaron en la forma que se esperaba. La mayoría de los mezcladores de tintas, sabiendo que se va a necesitar ya sea adelgazador, retardador o alguna base específica, empiezan con aproximadamente dos tercios del total del volumen de estos modificadores (0 a 20%) utilizando adelgazador y acabado con la adición de retardador o posiblemente base de medio tono.

5. Medición de la viscosidad

Los dispositivos para la medición de la viscosidad (viscosímetros) son muy útiles. De entre todos los sistemas de medición de viscosidad disponibles en el mercado para tintas con base en solvente, el menos complicado y por mucho el menos costoso son las Tazas de Zahn y Ford (figura 70), que funcionan muy bien.

Figura 70. Taza de Zahn



Fuente: Sicpa de Guatemala

Existen básicamente dos métodos para medir la viscosidad. El primero implica mover un fluido a través de un orificio fijo (Taza Zahn) y el segundo, incluye aquellos que mueven un objeto a través de la tinta para medirla Paleta Brookfield (figura 71) o Aguja Descendente (figura 72). Este segundo sistema se basa en el tiempo que le toma a un objeto caer a través de una mezcla o, en el caso de un elemento rotativo, la cantidad medida de fuerza aplicada a la paleta, cilindro, cono de disco o esfera. Estos valores son expresados en una unidad de medición conocida como centipoise.

Figura 71. Paleta de Brookfield



Figura 72. Aguja descendente



Fuente: Sicpa de Guatemala

El agua tiene una viscosidad aproximada de un centipoise a temperatura ambiente. Entre mayor sea la viscosidad mayor será el valor centipoise. Típicamente la tinta es modificada en el rango sugerido, incrementalmente, y se prueba un lote después de cada modificación.

Si el rango sugerido para impresión es 30 segundos en una Taza Zahn número 5, se llena la taza hasta el tope, evitando que la tinta se escape por el orificio del fondo. Después se permite que la tinta fluya por el orificio y tomar nota de cuántos segundos le toma a la tinta que detenga su flujo regular. Si le toma 45 segundos para drenar, se requerirá más modificador hasta que se alcance el tiempo de 30 segundos en la taza número 5. Con ello se tiene ahora un punto de partida medible y predecible para este lote de tinta específico.

No se debe guiar por la opinión de otros cuando se esté mezclando la tinta si los resultados tienen como base verificaciones visuales. Los fabricantes hacen un gran servicio proporcionando un cúmulo de datos técnicos con equipos y recomendaciones amplias para que se pueda empezar.

3.11.5.4. La rentabilidad de las tintas para serigrafía.

La serigrafía es el medio de impresión que le proporciona la mejor versatilidad debido a sus capacidades de amplio rango de aplicaciones y rendimiento. No solamente puede el proceso ser aplicado a un increíblemente amplio rango de materiales, objetos y configuraciones, sino que también se puede variar el depósito para producir grosores de película de color que no se pueden obtener en ningún otro proceso de impresión. Desafortunadamente, estas variables de versatilidad crean muchos problemas con respecto al control del color y el matiz.

Este tema trata sobre tintas para serigrafía y como las diferentes variables relativas a la aplicación crean problemas en la duplicación de colores y las reglas básicas que deben ser seguidas para asegurar consistencia en el color y eficiencia de costos.

Cuando se está evaluando una nueva serie de tintas para serigrafía, los impresores muchas veces se emocionan cuando los nuevos productos aparentemente ofrecerán un desempeño mejorado o ahorros de costos, sin embargo, cuando le dan una mirada al inventario de tintas, lo piensan de nuevo.

Es en la sala de tintas donde el impresor se da cuenta de su gran inventario, percepción que es seguida por la exclamación “Ya tengo demasiada tinta, ¿Cómo puedo siquiera contemplar comprar otra línea de productos?” Ahora bien, todos tienen claro la necesidad de controlar mejor el inventario, sin embargo, aquí se necesita definir el inventario en mano de este cliente. Revisando los estantes, normalmente no se ve muchos de los colores estándares, tales como, rojo, azul negro y blanco. Lo que si se ve son muchos galones parcialmente llenos de colores especiales o de productos especiales. Es más, la mayoría de estos envases han permanecido en los estantes por muchos años.

Es cierto que el cliente dice, “Algún día usaremos esos colores. Simplemente no puedo botarlos.” Y murmurando digo, “Por supuesto que si, y también le ahorrarás mucho dinero a la compañía.” Es en las sobras, lotes diversos sobrantes sin uso - donde están concentradas las pérdidas asociadas con la tinta. El costo de la tinta sobrante es aun mayor cuando se tiene que pagar para deshacerse de ella en una forma apropiada. Para entender mejor la tinta y lo que influencia algunas de las variables que generan un exceso de tiempo y dinero en el control del color, tomemos un momento en revisar conceptos de química básica aplicables en tintas para serigrafía.

La mayoría de las tintas para serigrafía son fabricadas a partir de resinas que la mayoría de nosotros conocemos por sus nombres genéricos, tales como, nitrocelulosa, etilcelulosa, acrílico, vinilo, poliéster, estireno, álquido y epóxico, solo para nombrar unos pocos.

Estas resinas son transformadas en viscosidades imprimibles con solventes, monómeros o agua y otros ingredientes como aditivos. A esta masa se le agrega los pigmentos, los cuales son normalmente molidos dentro de la masa usando un molino de tres rodillos para asegurar un tamaño uniforme de las partículas de pigmentos y tersura en el color impreso.

Apenas unos años atrás, la mayoría de las tintas para serigrafía eran fabricadas con un contenido de sólidos del 25% al 40%. Esto significa que entre el 25% hasta el 40% de la fórmula consistía de resinas y pigmentos, mientras que el resto de la fórmula era solventes o compuestos volátiles. Después que se imprimía la tinta, acababa con un grosor de tinta seca entre el 25% al 40% de lo que originalmente se había depositado. El resto de la fórmula (solvente y/o sustancia volátil) se desvanecía en el aire.

Muchas de las tintas de hoy en día son fabricadas con un mayor contenido de sólidos en un esfuerzo por disminuir la cantidad de solventes desperdiciables y volátiles, incrementar la estabilidad de pantalla de la tinta en el modo de impresión y permitir el uso de mallas más finas, las cuales son capaces de alcanzar mayores áreas de cubrimiento, y para mejorar aun más la calidad de impresión. Para explicar aun más las variables que participan en el control del color, se debe considerar las tintas UV cien por ciento sólidas. Si el fabricante certifica un rendimiento de 78 a 86 metros cuadrados por litro a través de una malla de 154 hilos/cm, se podrá ver que esto equivale aproximadamente a 13 micras (0,5 mil) de depósito. Con las variables en el proceso como se han descrito, es fácil depositar 20 micras (0,8 mil) de depósito a través de la misma malla de 154 hilos/cm (390 hilos/pulgada). Esto no solo representa un incremento en el costo de la tinta con un menor rendimiento, sino también un cambio significativo en el color.

Las tintas con un mayor contenido de sólidos normalmente son más costosas ya que los solventes han sido reemplazados con resinas y otros aditivos más caros. Aun cuando estas fórmulas con un mayor contenido de sólidos producen una mayor cobertura por galón (o por litro), son mucho más caras para almacenarlas en inventario como tinta sin usar o como tinta sobrante.

Ahora se examinará las variables en la aplicación de tintas para serigrafía que crean problemas y costos excesivos. Con todas las mejoras en el proceso de impresión, incluyendo las tintas, ¿Por qué se escucha continuamente de problemas sobre el control de color y el costo general de la tinta? Se puede considerar las tintas de unos pocos años atrás con un bajo contenido de sólidos y se observa las mallas a través de las cuales estos colores fueron procesados. Estas tienen un tejido con un rango entre 61 a 91 hilos/cm (175 a 230 hilos/pulgada) o equivalente. Las tintas tenían un menor contenido de sólidos, pero tenían una concentración de pigmentos bastante alta usando los viejos colores con plomo que demostraron una excelente opacidad. Con estos depósitos de tinta y/o el grosor de la capa húmeda, la impresión podía tolerar muchas variables, tales como un raso de pobre calidad, una superficie de impresión desnivelada, y/o una pobre molienda de la tinta. Estos colores normalmente no eran los limpios y luminosos matices que vemos en demanda hoy en día. Esos eran los días cuando se podía imprimir amarillo sobre el color negro o anaranjado sobre azul y no mostrar una sobre imposición de tintas.

Hoy en día se usa mallas entre 102 y 185 hilos/cm (260 y 470 hilos/pulgada) que requieren una tinta de mejor calidad y que permiten una menor tolerancia en las variables para lograr un depósito de color de calidad. Con la combinación de mallas más finas y colores más limpios viene una menor opacidad, por lo tanto personificando todas las variables relacionadas con rasos de pobre calidad, superficies de impresión no uniformes, sustratos de pobre calidad, etc.

Con todas las variables relacionadas con los sustratos, tipos de impresión, equipos, etc., se le hace difícil al fabricante ajustar la tinta para la aplicación. Es la responsabilidad del fabricante de tinta producir una cierta fórmula o color lo más cerca posible a la consistencia que él (o una máquina de color) puede producir de un lote a otro. Es común que el fabricante de tinta iguale un color a través de una malla de 102 hilos/cm (260 hilos/pulgada) con técnicas de impresión óptimas rindiendo 7,6 micras (mm) (0,3 mil) para después enterarse que el cliente encuentra el color muy oscuro. Normalmente este es un caso de depositar más tinta en modo de producción usando la misma malla de 102 hilos/cm (260 hilos/pulgada). Hay que recordar, un grosor de película de tinta de 12,7 μm (0,5 mil) con un color nítido no iguala al mismo color de un depósito de 7,6 μm (0,3 mil). Es la responsabilidad del serigrafista ajustar bien sea el color o el proceso para alcanzar el resultado deseado. El primer paso en encarar el control del color es una selección de fórmula de tinta apropiada. Obviamente existen muchas fórmulas que escoger, varias de las cuales trabajarán, bajo ciertas condiciones, con el sustrato que se seleccione.

El fabricante de la tinta seguramente ayudará con el tipo de tinta, mallas recomendadas, parámetros de viscosidad y tiempos de secado; sin embargo, es el impresor quien toma las decisiones sobre los tipos de tinta y las características de manipulación, basándose en necesidades específicas. Una vez que una fórmula ha sido seleccionada y aprobada, se tiene que seleccionar la malla específica, viscosidad óptima, tipos de raseros y cubrimiento o rendimiento de esta tinta.

Antes de tomar en consideración la consistencia de color, costo o uso, se tendrá que efectuar varias impresiones y mantener registros específicos.

1. Con una malla específica - ¿Cuál es la mejor viscosidad obtenida en una prensa dada?
2. Con una viscosidad apropiada - ¿Cuál es el rendimiento por metro cuadrado por litro (pies cuadrado por galón) o su equivalente?

3. ¿Cómo puedo lograr consistencia en el color con estos factores? Hemos mencionado que la mayoría de los altos costos de la tinta queda en los colores especiales.

El tiempo que se permanece en la sala de tintas, como también el tiempo usado en la prensa consiguiendo un color aceptable, y la tinta sobrante después de haber terminado el trabajo de impresión, son las áreas donde se debe centrar nuestra atención. Asumiendo que los colores estándares son fabricados con control de matiz y densidad, las variables en el color dependerán del grosor de la película o la cantidad de depósito.

Para que un color pueda mantener el control del matiz o color, el grosor de la película o depósito de tinta tiene que ser consistentemente igual de una máquina a otra. Si tiene tres tipos o tamaños de prensas diferentes, todas imprimiendo la misma tinta, con la misma malla, sobre el mismo sustrato, entonces existe una buena probabilidad de que se obtenga tres distintos matices de color. Cuando se usa la misma malla para una área de impresión pequeña en una prensa pequeña y una área de impresión grande en una prensa de formato grande, se encontrará que la prensa más grande o área de impresión depositará más tinta, y por lo tanto cambiando el color. Esto se debe a una mayor área o masa de tinta que se está depositando (más tinta por volumen en la pantalla para un flujo e impresión apropiados) y al hecho de que habrá un mayor tiempo de flujo lo cual incrementará la cantidad de depósito.

La tarea más difícil del fabricante de tinta en igualar un color especial es la de adivinar como se obtendrá la misma cantidad de tinta a través de la malla (grosor de película) tal como se obtuvo en el laboratorio. En caso de haber una discrepancia, el color cambiará, especialmente con un color translúcido o transparente. Se debe recordar, cuanto mayor sea el contenido de sólidos en la tinta y más fina la malla, más resaltará cualquier variable y el color cambiará más rápidamente. Por ejemplo, normalmente se recomienda una malla de 154 a 180 hilos/cm (390 a 455 hilos/pulgada) para las tintas curables por UV de uso general (100% sólidas).

Es común ver un grosor de película variar 300% a través de la misma malla de 390. Un color translúcido o transparente con esa variable de grosor de película cambiará el color significativamente. Los siguientes pasos ayudarán en controlar el color desde la sala de mezclar tintas hasta la producción. Toda igualación de color debe ser hecha con el uso de una buena balanza. Dado que el peso por galón (litro) varía con todos los colores, nunca puede alcanzar una gran precisión o consistencia en el mezclado de fórmulas por volumen. Con las tintas de hoy en día que tienen un mayor contenido de sólidos y costos asociados, se quiere ser lo más diestro posible y solo usar la cantidad de tinta necesaria para imprimir el trabajo. Comenzar la igualación de color usando una balanza de gramos pequeña. Usando un pequeño envase o taza de papel no encerado y limpio, pesar unos pocos gramos de color a la vez. Se dice que un azul corporativo especial requerirá de un azul intenso, blanco y amarillo. Si después de tres adiciones de color se ve que el color se está desviando mucho de lo buscado, se bota la taza con la tinta y empezar de nuevo. Cuando se está igualando una tinta, nunca empezar con una cantidad de tinta grande, ya que probablemente terminará con más tinta de la que se usará o se podrá usar completamente en el lote de producción de otro color.

Para probar el color, se debe usar una pantalla limpia, tensada adecuadamente y el mismo durómetro y tipo de rasero que se usará para producir el color en la prensa. La pantalla de prueba debe tener una abertura suficientemente grande para permitir una inspección apropiada.

Hay que recordar que el color producido por la pantalla de prueba en el laboratorio debe corresponder con la preparación de producción en la prensa. (También muchas veces un área pequeña de impresión no mostrará necesariamente el mismo depósito o color que un área de impresión mayor en una prensa mayor.). Se puede usar una malla más gruesa con la pantalla de prueba para duplicar el color de producción a través de la malla de producción. Algunos de estos pasos serán de prueba y error hasta que se haya conseguido las combinaciones apropiadas. No se aprenderá mucho si no se tiene buenas fórmulas y se mantiene buenos registros.

Con una malla específica y en una cierta prensa, se tiene que determinar los factores mecánicos apropiados, de la presión del rasero y la viscosidad de la tinta. La selección del rasero es importante no solo por lo rectificado de sus bordes, sino también por su resistencia global a una fórmula de tinta específica para alcanzar una impresión consistente. Obviamente la prensa debe estar fijada para permitir un control del flujo y calidad de impresión uniforme. Puede que se requiera un poco de prueba y error para alcanzar una fijación óptima. Para lograr una viscosidad de impresión apropiada conjuntamente con los factores mecánicos, la tinta tiene que tener la viscosidad apropiada. Es probable que la viscosidad apropiada en una prensa dada varíe de una línea de productos de tinta a otra.

El diccionario define viscosidad como la propiedad de los fluidos que restringe su flujo con facilidad debido a la fricción de sus moléculas. Todas las tintas para serigrafía son fabricadas con un cierto estándar de viscosidad, sin embargo, tanto la viscosidad en el envase como la viscosidad efectiva de impresión varían considerablemente en muchas fórmulas. Algunas tintas imprimirán bastante bien tal cual como son empaquetadas en sus envases, mientras que otras pueden requerir una adición de hasta el veinticinco por ciento (25%) o más de un modificador de viscosidad. El fabricante de la tinta debe ofrecer algunas sugerencias sobre las viscosidades de impresión apropiadas con una fórmula dada usando una malla específica en una prensa de un cierto tipo.

Cuando es necesaria una modificación, normalmente es la de la reducción de viscosidad con la adición de reductores. Estos reductores de bajo peso molecular (delgado) son solventes petroquímicos en tintas base solvente, monómeros en tintas UV y agua en tintas base de agua. Existen ocasiones cuando la viscosidad necesita ser incrementada (cuerpo más espeso) para la impresión fina invertida. Esto se hace con la adición de agentes espesantes, compuestos de nitidez de impresión o bases de cuerpos espesos.

Ahora bien, ¿cómo se determina la viscosidad apropiada en una combinación particular de tinta/prensa? Regresar al fabricante y pedir sugerencias sobre el punto de partida apropiado para la viscosidad. Digamos que el fabricante recomienda una reducción del 15% con un diluyente para una específica tinta base solvente. Esta reducción se debe hacer por peso y no por volumen. Después de probar esto en su prensa, los resultados indican un acabado de tinta no uniforme; entonces, puede que necesite reducir el color en un 5% adicional. Con cualquiera tinta, no se desarrollará un color apropiado hasta que la tinta no haya fluido totalmente hasta alcanzar un acabado terso y uniforme.

Un color que muestra burbujas, forma cráteres o piel de naranja no mostrará el matiz o densidad de color apropiado. Si, después de reimprimir el color con un 5% adicional (un total del 20% de reducción), logra los resultados deseados, sería seguro entonces asumir que la fórmula o la viscosidad es la correcta. La responsabilidad del fabricante es de fabricar un color dado en una serie de tintas con una viscosidad consistente, de esta manera permitiéndole usar una reducción de solvente consistente del 25% para lograr repetición en la producción con ese específico color. Para asegurar que imprimirá con la misma viscosidad repetidas veces, puede decidir controlar o verificar la verdadera viscosidad antes de imprimir. El fabricante de tinta usa un viscosímetro que rinde una cierta lectura centipoise. Estos instrumentos están disponibles en el mercado, más son algo caros.

Puede optar por un método menos caro utilizando una copa Zahn. Esto es una copa de acero inoxidable pegada a una asa larga y con un agujero en el fondo. Después de haber reducido la tinta al 20%, baje la copa dentro de la tinta. Remueva la copa de la tinta. Usando un cronómetro, cuente cuantos segundos le toma a la tinta salirse por el agujero. Se es, digamos, 24 segundos, todos los subsiguientes colores pueden ser ajustados en relación a la viscosidad para lograr este tiempo de 24 segundos.

Este método es una buena guía ya que algunos colores pueden necesitar más variaciones para lograr las características de impresión apropiadas. También existen los variables en el tipo de impresión, grandes áreas abiertas con una copia invertida pequeña, puntos de medio tono y/o combinaciones de cualquiera de estas. Una vez más, el fabricante de tinta le suministrará las lecturas de viscosidad de una serie dada de tinta y ofrecerá sugerencias sobre como controlar la viscosidad o recomendar la mejor manera de modificar la viscosidad donde sea requerida para una situación de producción en particular.

Ya que ha determinado los factores mecánicos apropiados y la viscosidad de la tinta para producir un color completamente desarrollado en la prensa, lleve el color de producción a la sala de tintas y vea si el color iguala a algún otro usando para esto una malla pequeña de igualación de color de 102 hilos/cm (260 hilos/pulgada). Para este ejercicio asumimos que los colores son iguales.

4. IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE LA CALIDAD EN SERIGRAFÍA.

El control de calidad en una secuencia de manufactura puede ser definido como una serie de medidas diseñadas para verificar y mantener un estándar de calidad establecido, en cada etapa o proceso, para asegurar que el producto terminado se apega a los estándares generales requeridos.

Una función común de control de calidad es detectar y rechazar artículos defectuosos o por debajo del estándar como una verificación final. Sin embargo, el control de calidad sistemático debe ser aplicado a cada una de las etapas de producción, es obvio que la detección temprana de fallas reducirá la cifra de porcentaje de rechazo del producto terminado.

En serigrafía de tolerancia cerrada, y asumiendo que el trabajo gráfico original o los mecánicos han sido verificados, hay cinco áreas principales en donde el control de calidad puede afectar la detección temprana de fallas. Los detalles de las aplicaciones y la cantidad de tolerancia permitida para un tipo de error dado pueden variar de acuerdo con el tipo de producto, pero los productos se mantienen iguales. Las cinco áreas de control mencionadas son:

1. Fotográfica: Esta área cubre la cámara de proceso y las operaciones de prueba y repetición en la preparación de negativos y positivos, y el control está dirigido particularmente a la resolución de la imagen y a la estabilidad dimensional.

2. Preparación de la pantalla: Esto incluye el tipo de malla y la tensión de restirado y preparación de la misma. El tamaño de la pantalla en relación con el área de impresión es un factor que influye en la separación entre el sustrato y la malla, al momento de imprimir (off-contact) y, por tanto, tiene efecto sobre la calidad.
3. Preparación del estencil: El tipo de producto puede tener efecto sobre la selección del estencil. La definición de la imagen y la estabilidad dimensional, previamente verificadas en la etapa fotográfica, aparecen nuevamente como aspectos importantes para control de calidad.
4. Alineación: El sistema de registro de tres puntos se aplica a la mayoría de los trabajos de serigrafía alimentados por hoja, pero es posible tener errores de alineación si algunos detalles del sistema no son seguidos estrictamente.
5. Impresión: Esta área contiene un número de variables que determinan la calidad de la impresión cuando están balanceados apropiadamente. Un sistema de control de calidad debe mantener un espesor uniforme de la capa de tinta y una máxima resolución de detalle.

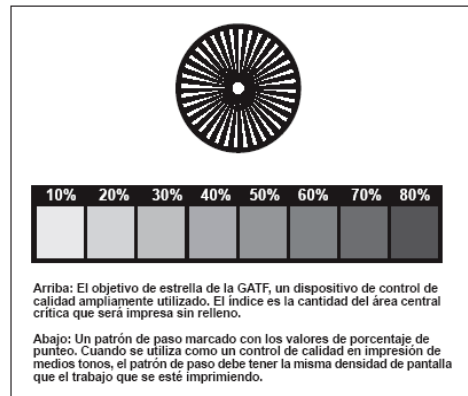
Las cinco áreas anteriores pueden incluir toda la práctica de la serigrafía cuando se relacionan a un producto dado. Por lo tanto, no pueden ser consideradas en detalle dentro de los límites de este tema, y de hecho este no es el propósito. Lo que se ofrece aquí es una estructura de guías, para indicar las fallas comunes que causan la pérdida de calidad, y para sugerir métodos de control apropiados.

No se propone, por lo tanto, en el área fotográfica, discutir el proceso de las técnicas de la cámara o los procedimientos de revelado; estos se cubren adecuadamente en otro tema. Las fallas que se presentan en esta área, sin embargo, afectan la calidad cuando se relacionan con la estabilidad dimensional y la resolución de imagen.

En algunas aplicaciones industriales y electrónicas el tamaño y la ubicación de la imagen serigrabada puede ser extremadamente importante. La imagen puede tener que coincidir exactamente con una perforación u otra operación de acabado y puede tener que registrar en forma precisa con otros colores, máscaras para grabado o aplicaciones de cermet (cerámica y/o metal). En este contexto y antes del advenimiento de películas dimensionalmente estables, se consideró esencial usar placa para trabajo fotomecánico cuando la estabilidad dimensional era importante. Pero en la práctica moderna, la película con base de poliéster, dimensionalmente estable, ha reemplazado el uso de placas fotomecánicas de vidrio. Sin embargo, todas las operaciones fotográficas para aplicaciones de tolerancia cerrada, o estricta, deben ser realizadas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Este control debe aplicarse no sólo a aspectos que afectan como la temperatura del revelador, sino a condiciones ambientales en el medio ambiente de trabajo. Esto asegurará que, por ejemplo, conjuntos de negativos y positivos con alineación muy cerrada se hagan exactamente bajo las mismas condiciones. La velocidad de revelado de las emulsiones de tipo lito aumenta muy rápidamente en la parte alta de la curva de revelado, y es en este punto que el control de resolución es crítico.

Los dispositivos de control visual son muy útiles como verificadores en control de tiempo y temperatura. Están disponibles en forma opaca para montarlos en la orilla de la copia de cámara original, y en forma transparente para meter franjas en negativos y positivos (figura 73.). El dispositivo más conocido es el objetivo de línea radial de la Fundación Técnica para las Artes Gráficas (el objetivo de estrella de la GATF), que muestra la dispersión de la imagen o la concentración por medio de un agrandamiento del área sólida en el centro del objetivo. Pero hay otros dispositivos basados en el mismo principio, así como para el control de resolución del punto de los medios tonos, hay patrones de medios tonos.

Figura 73. Dispositivos de control de calidad.



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 4

Estos pueden ser del tipo de graduación o de escalón, teniendo los primeros un porcentaje conocido de puntos por área a cada extremo del patrón, y los últimos estando marcados con el porcentaje en cada escalón. Están disponibles en un rango de conteos de puntos por pulgada lineal, y se utilizan en el mismo conteo de puntos que el medio tono. Un proveedor especializado de tales dispositivos puede hacer sugerencias valiosas, relacionadas con el tipo de trabajo para el que se necesita dicho control.

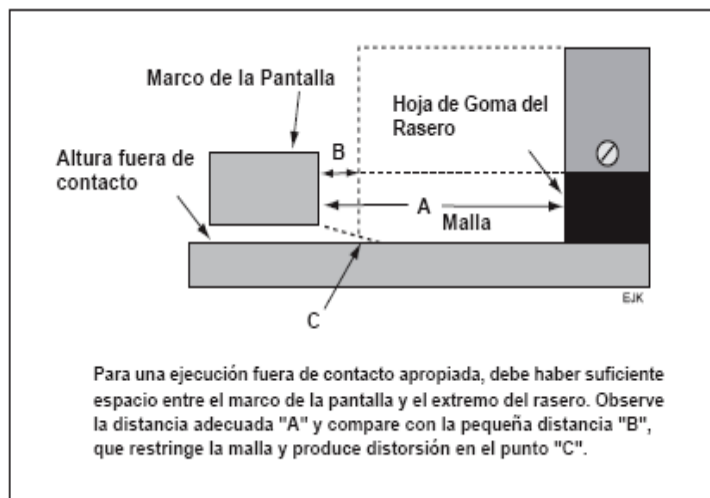
4.1. La Pantalla Correcta.

Al seleccionar pantallas para trabajos de tolerancia cerrada, la estabilidad dimensional de la tela es de máxima importancia. El nylon es conocido por su alta absorción de humedad, y las preferidas telas de poliéster, con aproximadamente un décimo de la absorción de humedad, tienen una estabilidad dimensional mucho mejor.

Las telas de poliéster pueden ser obtenidas en forma de multifilamento, pero el poliéster de un solo filamento está disponible en densidades de mallas más finas, y es una tela mucho mejor para aplicaciones industriales de tolerancia cerrada. Para muchas aplicaciones existe una preferencia por el acero inoxidable, que ofrece una estabilidad dimensional asegurada con una muy larga vida y buena resistencia a las técnicas de remoción de estenciles.

La calidad se ve fuertemente afectada por la tensión de la pantalla, y esto está indicado por el tipo de tela. Se debe recordar que, sobre una base de elongación, el estiramiento típico del poliéster puede ser de 2-2 1/2 por ciento, comparado con un estiramiento del nylon de 5-6 por ciento. Como las diferentes telas varían en este respecto, la recomendación del proveedor de una tela específica, debe ser seguida como se muestra en la figura 74.

Figura 74. Recomendación del proveedor según malla.



Fuente: Joe Clarke. **Malla para pantalla en el proceso del color.** Pág. 15

Como un punto final en relación con las pantallas, es de suma importancia que el marco sea suficientemente grande para dar suficiente espacio alrededor de la imagen para permitir la ejecución sin contacto (off-contact). En particular, debe haber suficiente distancia entre los extremos de la hoja de goma de rasero y los costados del marco, para permitir la flexión de la pantalla para hacer contacto con el trabajo.

4.2. Sistemas de Esténcil.

Las corridas industriales tienden a ser largas y con frecuencia se necesitan reimpressiones de la misma pantalla. De ahí que los esténciles resistentes y durables que mantienen sus detalles después de repetidas lavadas tengan demanda, y para cumplir con estos requisitos.

El sistema de emulsión directa ha sido el preferido durante mucho tiempo. Durante años recientes el estencil directo-indirecto ha ganado popularidad creciente y ambos sistemas están ahora disponibles en formas diazo-sensibles. Además de ser muy durables, los dos sistemas ofrecen una estabilidad dimensional mejor que los estenciles indirectos. Esto se debe a que son expuestos y revelados en la malla. Asumiendo que la malla sea dimensionalmente estable, no hay por tanto riesgo de que la imagen del estencil sea de un tamaño diferente al de la imagen de la transparencia positiva.

Un dispositivo de control de resolución (como el objetivo de estrella de la GATF) puede ser utilizado con ventaja en la preparación de estenciles. Una vez colocado en el positivo, mostrará la resolución obtenida en el estencil, y si el trabajo puede incluir un área de corte o de exceso, el dispositivo servirá como un control de calidad de impresión (que es su uso más frecuente en otros sistemas de impresión). Si el dispositivo de control fue utilizado al preparar el positivo, y su posición fue considerada en esa etapa, entonces el mismo control puede ser utilizado para preparación de estencil e impresión.

Otro control muy útil que puede ser convertido en una transparencia positiva es un patrón de paso de tono continuo. Este puede ser utilizado para determinar la exposición directa del estencil, y tales verificaciones pueden ser a veces necesarias. Nunca se debe de tener una confianza total en una exposición "correcta" previamente establecida, ya que su efecto puede variar con los valores de transmisión de diferentes materiales de base de las películas.

El caso de la iluminación con fuente de punto (point-source) para preparar estenciles de alta definición es válido, y entre más fino sea el detalle, es más importante utilizar una lámpara de fuente de punto. La unidad de fuente de punto de lámpara de arco de carbón, está cayendo en desuso, bajo presión anticontaminante.

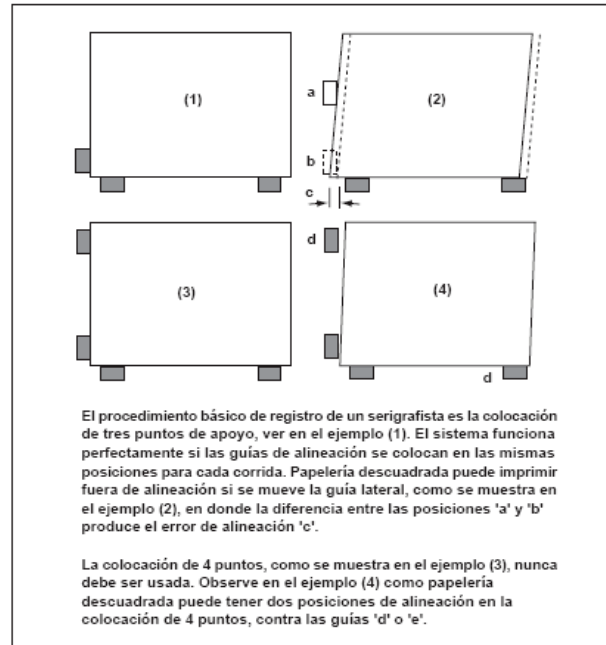
Otras fuentes de iluminación compacta están disponibles, sin embargo, y vale la pena considerar que la geometría de la fuente de luz se mejora retirando el reflector, si tiene uno instalado. La exposición tendrá que ser más larga para compensar por la reducción en iluminación, pero el resultado será mucho más cercano a fuente de punto.

4.3. Alineación Precisa.

La alineación en serigrafía de tolerancia cerrada no es necesariamente el método a través del cual dos o más colores empalmarán uno con otro. Básicamente, empieza con un sistema que asegure que el sustrato, que puede ser una placa de metal o de plástico, una oblea de cerámica u otro elemento, esté ubicado con precisión contra ciertos puntos de referencia en sus orillas. Si esto es logrado para una operación de serigrafía, se deduce que utilizando los mismos puntos de referencia, cualquier cantidad de operaciones subsecuentes pueden hacerse alinear con la primera operación.

El método de alineación estándar, probado por experiencia, es el sistema de colocación de tres puntos al registro, en el que se utilizan dos puntos de referencia sobre una orilla del sustrato, y uno sobre una segunda orilla. Cuando una dimensión del material o de la papelería a imprimir, es más larga que la otra, entonces la orilla más larga debe ser usada para dos de los puntos de referencia. A las orillas utilizadas para puntos de referencia se les llama "orillas de colocación" de la papelería a imprimir, ver figura 75.

Figura 75. Alineación precisa de una prensa.



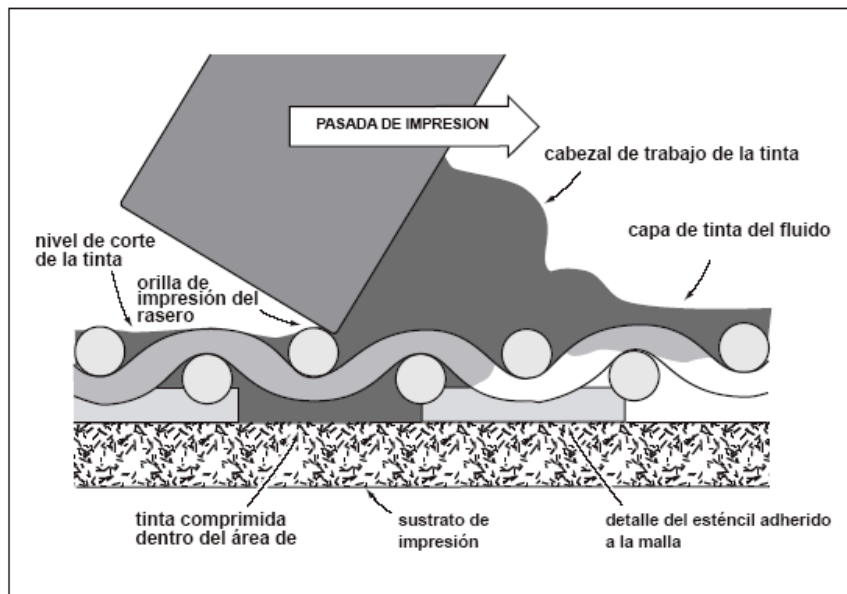
Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 23

Teóricamente, se asume que el sistema de registro de tres puntos asegura una alineación precisa a través de cualquier número de corridas, siempre y cuando el trabajo sea alineado invariablemente contra las mismas orillas de colocación. En la práctica, sin embargo, esto solamente aplica a papelería con orillas rectas y un ángulo en las esquinas de 90 grados. Cuando estas condiciones no están presentes, es necesario no sólo alinear siempre contra las mismas orillas de colocación, sino contra los mismos puntos de referencia, que se encuentran exactamente en las mismas posiciones en las orillas de colocación de la papelería. La razón para esto es que la variación angular de las orillas de colocación, o irregularidades de los contornos de las orillas, entre una pieza y otra, pueden causar errores de alineación si hay cualquier cambio en las posiciones de los puntos de referencia. El requisito se cumple colocando las guías de alineación de manera que hagan contacto con las orillas de colocación de la papelería a imprimir, en los mismos puntos para cada corrida.

4.4. Técnicas de impresión.

La ejecución de la serigrafía, por medio de la cual la imagen es impresa sobre el sustrato, es la etapa final en la que se puede perder calidad por una variedad de razones, ver figura 76.

Figura 76. Factores básicos en la ejecución de la serigrafía



Factores básicos en la ejecución de la serigrafía. El diagrama muestra cómo el movimiento de la hoja del rasero, inclinada a un cierto ángulo, introduce la tinta a través de la malla y las áreas de imagen del estencil, para producir una imagen impresa en el sustrato.

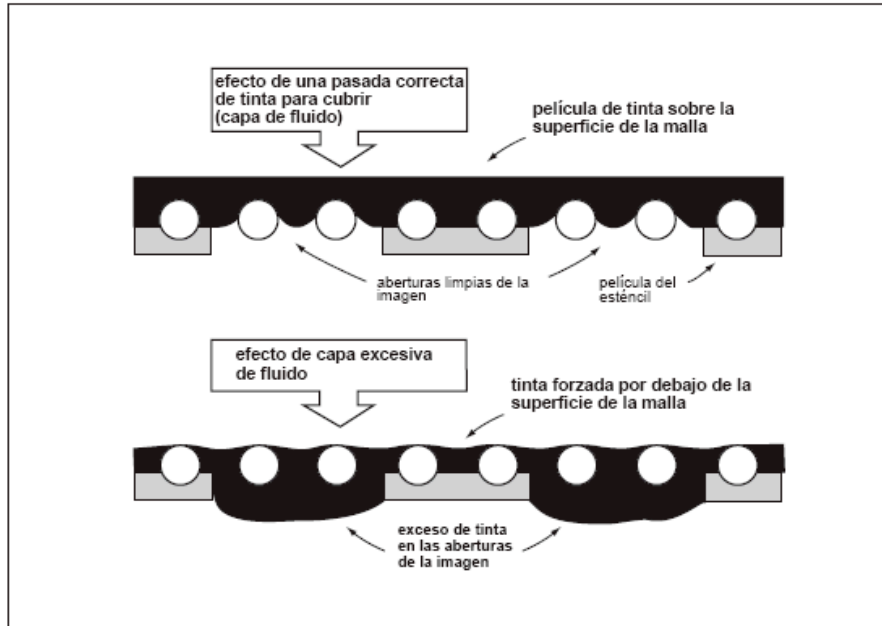
Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 22

Un conjunto de factores asociado con la acción del rasero, se combinan para producir una imagen impresa de máxima calidad y definición. Estos factores son variables asociadas con el rasero, la tinta, la capa de fluido, la tela de la pantalla y el sustrato. Los factores que tienen la máxima influencia sobre la calidad de impresión se listan a continuación:

1. Hoja de goma del rasero: Ángulo; forma de la orilla; presión; velocidad de la pasada.
2. Tinta: Viscosidad; adherencia; volatilidad.

3. **Capa de fluido:** Ajuste de la hoja del aplicador de fluido u holgura, ver figura 77.

Figura 77. Factores importantes para la calidad en la serigrafía

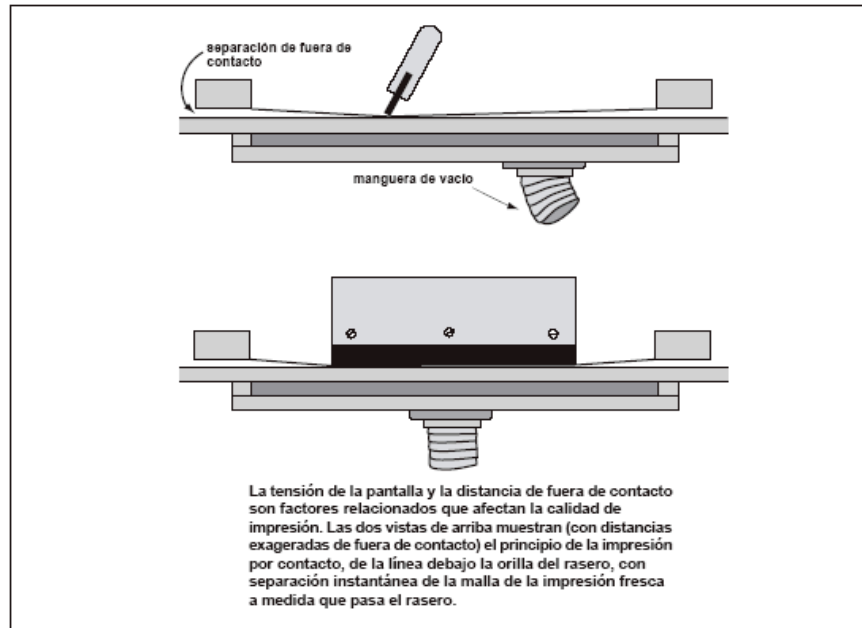


El ajuste de la hoja de entintado en una prensa, o la habilidad en el entintado manual, son factores extremadamente importantes para determinar la calidad de impresión. Arriba: Un entintado correcto debe meramente depositar una delgada capa de tinta sobre la superficie de la malla. Abajo: Un entintado pesado introduce excesos de tinta a través de la malla en las áreas de imagen. La siguiente impresión causará que la tinta se extienda por debajo de las orillas del estencil, ocasionando pérdida de definición y manchado de los medios tonos.

Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 26

4. **Tela de la pantalla:** Densidad de la malla; área abierta relativa; tensión; distancia de fuera de contacto, ver figura 78.

Figura 78. Factores de tensión y fuera de contacto son vitales para la calidad.

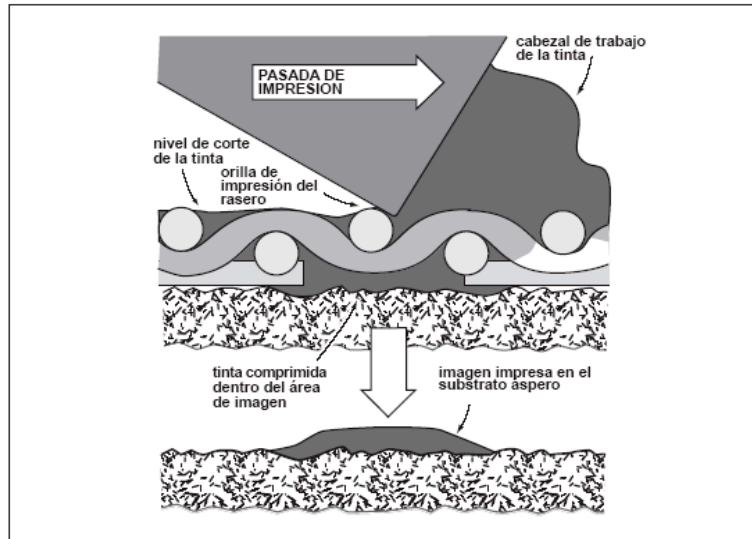


Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 27

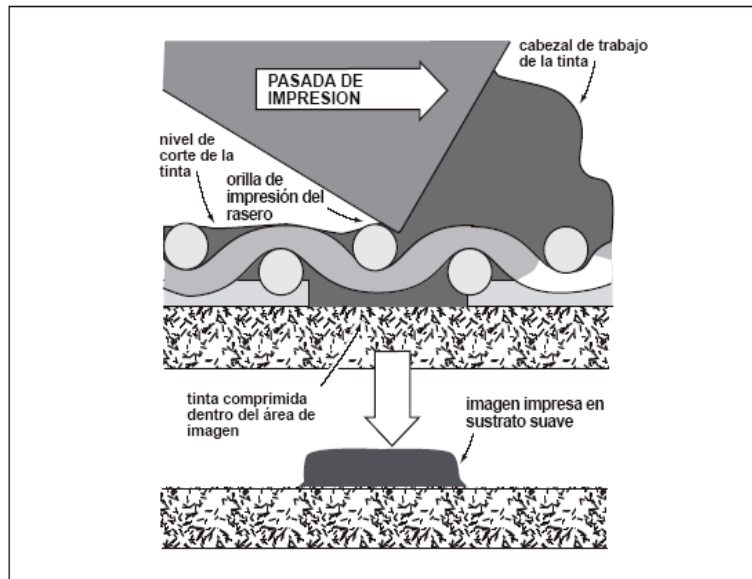
5. *Sustrato*: Naturaleza de la superficie; factor de absorción, ver figura 79.

Algunos de los factores anteriores son variables compensatorias, cuya naturaleza es tal que, se puede hacer un cierto grado de modificación, y la pérdida resultante de calidad de impresión puede ser corregida haciendo una modificación compensatoria en otra variable. Las más importantes de estas variables compensatorias comprenden los ajustes del rasero, la velocidad de la pasada, la viscosidad de la tinta y el ajuste de la holgura del aplicador de fluido.

Figura 79. Aspectos básicos del sustrato para la calidad.



En trabajos de detalle muy fino o de medios tonos, la calidad es fuertemente afectada por la superficie del sustrato. Para una alta definición, el estencil debe formar un sello con la superficie del sustrato, previniendo que la tinta se extienda debajo de las orillas del estencil.



Este diagrama muestra el efecto de imprimir detalle fino en una superficie áspera del sustrato. No hay un sello efectivo entre el estencil y la superficie del sustrato, con el resultado de que la tinta se extiende por debajo de las orillas del estencil, con deterioro de la definición.

Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI.** Pág. 27

Debe observarse que, mientras que la definición de imagen es una característica bidimensional, en la impresión por serigrafía se convierte en una característica tridimensional en aplicaciones tales como impresión de circuitos impresos. Esto se debe a que hay un factor de resistencia involucrado en el funcionamiento de una línea metálica impresa por serigrafía, y por tanto, el control del espesor de la capa de tinta es un factor importante que afecta el funcionamiento y desempeño del componente electrónico impreso. La densidad de la malla, en cuanto a que afecta el espesor de la tela, es un importante factor para determinar el espesor de la película de tinta del impresor.

En las cinco áreas de control tratadas se han considerado los diferentes factores y condiciones que afectan la calidad. Como se mencionó en la introducción, el alcance de este tema limita el detalle en que los aspectos relacionados con los diversos encabezados puedan ser tratados. Se espera, sin embargo, que se haya definido una estructura de guías, y que esto sea de ayuda para aplicar los métodos de un control de calidad sistemático, adecuado para la aplicación de serigrafía industrial y de tolerancia cerrada.

4.5. Cómo Mejorar la Calidad de la Serigrafía y Reducir Errores.

La serigrafía ha pasado por un proceso muy largo en su desarrollo hacia la calidad y la automatización, por lo menos en cuando a los estándares, si se comparan los de hoy con lo que era posible hace 10 ó 15 años. Sin embargo, comparada con otros métodos de impresión, a la serigrafía se le considera todavía, como un proceso menos preciso para obtener alta calidad en forma consistente cuando se imprimen líneas finas con detalles finos y registro cerrado. Por otra parte, se sabe por exhibiciones en donde impresiones multicolores y reproducciones de arte han sido expuestas, que la serigrafía es capaz de una impresión de muy alta calidad, tanto en línea fina como en detalle, así como de perfecta nitidez y precisión de impresión. Así mismo, de varios laboratorios de investigación y durante impresiones de prueba para el desarrollo de nuevas pantallas, estenciles, tintas y materiales de alta calidad, se ha visto ejemplos de lo precisa que puede ser la serigrafía.

El problema está en cómo transferir esta alta calidad a la producción real y se tratará de explicar y especificar los factores y variables más importantes en las máquinas de impresión y secadoras que influyen la calidad de la impresión final. La mecanización del proceso de serigrafía por medio de máquinas y secadoras automáticas mejoró grandemente la calidad total, pero al mismo tiempo limitó la muy alta calidad que puede ser lograda a través de la impresión manual. La versatilidad única de la serigrafía, que no se encuentra en ningún otro proceso de impresión (el poder imprimir, casi cualquier cosa sobre cualquier cosa), crea una variedad de aplicaciones y variables en el diseño de las máquinas de impresión, secadoras y todos los diferentes parámetros utilizados. La selección de una máquina de serigrafía y su influencia en la calidad de impresión se determinan frecuentemente por su capacidad para imprimir y por su precisión.

No toda prensa de impresión es capaz de imprimir cualquier cosa sobre cualquier cosa. Con objeto de tener la posibilidad de producir impresión de alta calidad, la prensa misma debe tener la capacidad para manejar e imprimir lo que sea requerido; en otras palabras, se debe elegir y utilizar una máquina de acuerdo a su diseño y propósito que sea adecuada para la impresión de que se trate. Esto suena muy obvio, pero en muchos casos el desempeño y la calidad sufrirán si no se utiliza el tipo apropiado de máquina.

Una máquina estándar para papel y cartón puede resultar completamente inadecuada para impresión con tintas de alta viscosidad para calcomanías de cerámica, o, para mascarillas de soldadura sobre tarjetas de circuitos impresos. En el primer caso, la máquina estándar puede producir fluctuaciones en la calidad de la impresión ocasionada por variaciones en el ángulo de desprendimiento, durante la pasada de impresión.

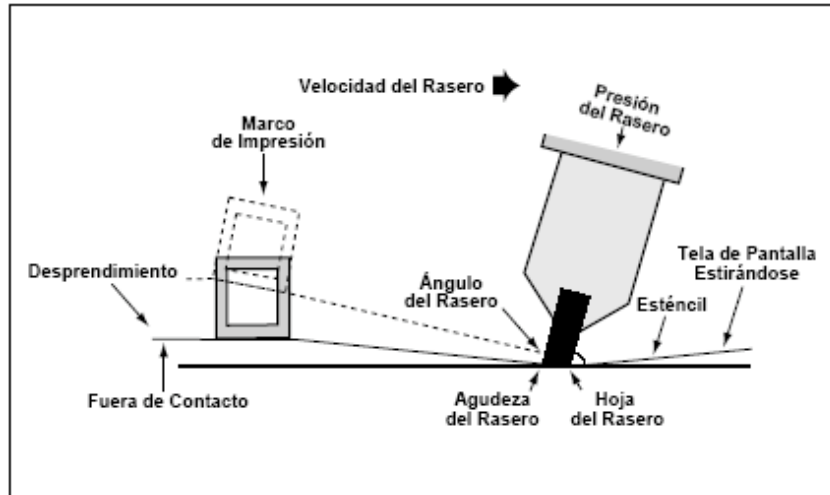
La precisión y la nitidez de la impresión, cuando se están utilizando tintas de alta viscosidad, se ven muy afectadas por el ángulo de desprendimiento y, por tanto, debe utilizarse un sistema especial de desprendimiento ajustable; o inclusive, debe emplearse una clase completamente diferente de prensa de impresión, tal como la prensa de cilindro, la cual proporciona un ángulo constante de desprendimiento. Por otra parte, cuando se están imprimiendo máscaras para soldadura en una tarjeta de circuitos, algunas veces se requiere una presión críticamente alta del rasero para poder imprimir a lo largo y entre las líneas y trayectorias conductoras. Aquí se necesita un rasero y un cabezal de impresión de trabajo pesado con (en algunos casos) fijación mecánica o magnética del cabezal de impresión contra el chasis durante el proceso, para evitar cualquier vibración o movimiento durante la pasada de impresión.

Cuando se están imprimiendo líneas o franjas paralelas muy finas con una demanda extrema de nitidez de impresión, tal como la máscara de soldadura en tarjetas de circuitos impresos, la línea de contacto entre el estencil y el modelo debe estar en ángulo. Si la hoja del rasero está paralela a las líneas o franjas, frecuentemente existe una tendencia a “brincotear”, lo que significa que a lo largo de una orilla de las líneas impresas la impresión no será nítida y puede aún dejar partes de la imagen sin imprimir. Esto se debe a un impacto paralelo muy repentino a lo largo de la línea a ser impresa, o, en algunos casos, a una liberación demasiado súbita del contacto entre el estencil y el material a lo largo de la línea fina impresa. Esto tiene que ver con frecuencia con la viscosidad o reología de la tinta, pero algunas veces puede ser también el resultado de bolsas de aire atrapadas entre la parte de abajo del estencil y los materiales de impresión. En este caso, el llamado “sistema de barredora de nieve” en el rasero es la única forma de obtener una nitidez de impresión perfecta. Cuando se está imprimiendo sobre materiales diferentes, tales como papel, cartón, PVC, vidrio, metal o tarjetas de microcomputador, una máquina automática debe tener la capacidad para manejar el material, no solamente para ponerlo y sacarlo de la posición de impresión, sino para ponerlo debajo del estencil con una precisión predeterminada y mantenerlo ahí mientras el marco de impresión es movido a una posición de impresión exacta.

Si se espera cualquier grado de precisión en la impresión, debemos asegurarnos que el estencil y el material de impresión están colocados exactamente, uno con el otro, de una impresión a la siguiente. Ahí también, la selección de la máquina es de vital importancia. Para aplicaciones de impresión gráfica, las máquinas deben tener una precisión de repetición mejor a más/menos 0.05 mm (0.002 pulgadas), mientras que una máquina de alta precisión para tarjetas de circuitos impresos está disponible con una precisión de repetición hasta diez veces mejor, o, más/menos 0.005 mm (0.0002 pulgadas).

Si se tiene problemas de registro o se desea conocer la precisión de repetición de una máquina de impresión, se puede hacer lo siguiente: Preparar un estencil con un patrón de líneas finas, o, por lo menos, con una marca en forma de cruz hecha en línea de espesor de cabello a cada esquina del área de impresión. Preparar la máquina e imprimir algunas muestras hasta que se quede satisfecho con la nitidez de la impresión. Ahora, pasar unas cuatro hojas a través de la máquina y volver a alimentar a través de la prensa, imprimiendo húmedo sobre húmedo, pero en secuencia inversa; esto es, imprimir la última hoja primero, la tercera impresión en segundo lugar, etc. Estudiar y medir las desviaciones entre las dos impresiones hechas una sobre la otra; esto puede ser medido fácilmente por el espesor de las líneas impresas en ancho de cabello, comparadas con una impresión de referencia que sólo haya sido impresa una vez. Se tendrá ahora una medida de la máxima repetición de impresión que puede ser esperada con la prensa. La clave para la impresión de calidad es la automatización, porque la automatización requiere estándares y, en la búsqueda de los estándares, se encontrará también todas las variables que en una forma o en otra afectan o controlan el resultado impreso. En la figura 80, se puede reconocer algunos de los factores importantes que influyen la calidad de impresión.

Figura 80. La automatización, aspectos importantes para la calidad.



Fuente: Hans Gerd Scheer. *La serigrafía del siglo XXI*. Pág. 11

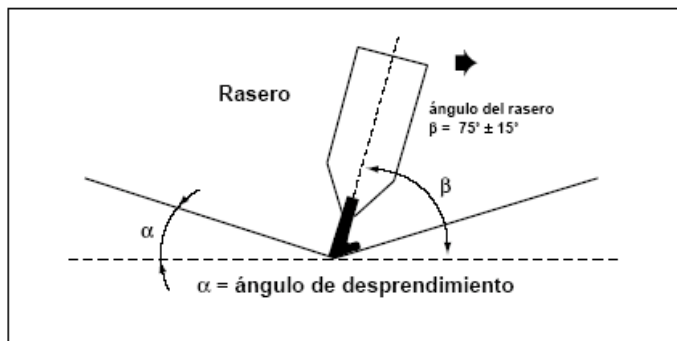
4.5.1. El Rasero.

El rasero es el factor único más importante de los que afectan la calidad de impresión. El sujetador del rasero debe ser de diseño rígido para evitar que ocurran vibraciones causadas por la fricción entre la hoja del rasero y el estencil. La más ligera vibración será transferida a la impresión y resultará en una diferencia de espesor del depósito de tinta. Esto puede ser frecuentemente un problema cuando se están imprimiendo colores transparentes.

La hoja misma del rasero debe ser de poliuretano de alta calidad y se especifica por su perfil: Ancho, altura, longitud y dureza. La dureza se mide en grados Shore. Es la combinación del perfil del rasero y la dureza lo que influencia la calidad de impresión y una variedad de diferentes combinaciones pueden, de hecho, dar un mismo resultado de impresión, sin que pudiera decirse que una combinación debiera ser mejor que otra, ver figura 81.

Es importante que se pueda especificar qué tipo de rasero ha de ser usado para obtener un cierto resultado de impresión. El borde de impresión del rasero debe mantenerse con filo y, en consecuencia debe ser afilado, o bien, el rasero debe ser intercambiado en intervalos preestablecidos. El borde del rasero afecta el espesor y la nitidez de la impresión; por ejemplo, un borde demasiado redondeado producirá un depósito de tinta más pesado y ampliará la línea de contacto entre el esténcil y el material, dando por resultado una impresión que no es nítida.

Figura 81. Aspectos básicos del rasero que influyen en la calidad.



Fuente: Hans Gerd Scheer. *La serigrafía del siglo XXI*. Pág. 11

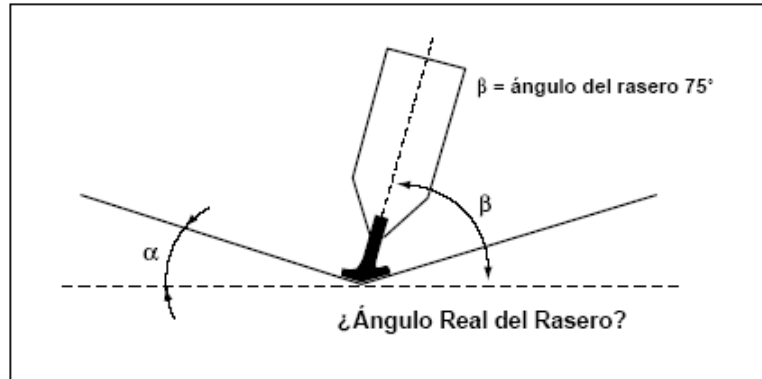
El poliuretano utilizado en la hoja del rasero puede tener variaciones en dureza de hasta $\pm 5^\circ$ Shore, dependiendo de la calidad, fabricación y antigüedad. Un material de rasero comprado y utilizado como 65° Shore, puede realmente tener una dureza de 70° Shore; un rasero de 75° Shore puede, así mismo, mostrar una dureza de 70° Shore. Por lo tanto, se debe tomar como estándar el medir siempre la dureza a lo largo del rasero, que es en donde se pueden encontrar las variaciones. Para impresión de alta calidad utilizar solamente material de rasero de alta calidad, porque el no hacerlo, frecuentemente da como resultado el muy conocido efecto de franjeado, en donde las impurezas y los daños en el borde del rasero se muestran como líneas en la impresión. En impresión de alta calidad es imprescindible el uso de un afilador automático de rasero.

4.5.2. Ángulo del Rasero.

El ángulo del rasero es un parámetro normalmente más importante de lo que se le considera, dado que puede, bajo circunstancias frecuentemente desapercibidas, afectar a otros parámetros. El ángulo del rasero se mide como el ángulo entre el rasero y el material a ser impreso. La posición normal es 75° con $\pm 15^\circ$ de ajuste. La prensa de impresión debe tener una escala fácilmente legible de manera que se pueda poner cualquier ángulo del rasero que se elija. Es una opinión comúnmente aceptada que entre mayor sea el ángulo del rasero, más nítida será la impresión. Esto es verdad hasta cierto punto, pero cuando se está imprimiendo con máquinas que tienen un sistema de desprendimiento, no se debe de utilizar un ángulo muy elevado del rasero, debido a que puede suprimir el ángulo de desprendimiento; esto es especialmente importante cuando se está utilizando un alto grado de desprendimiento.

El ángulo de rasero elegido no es siempre el ángulo con el que se está realmente trabajando, ver figura 82. Si se utiliza una presión de rasero muy grande o un rasero demasiado suave, la hoja del rasero se doblará y con esto se incrementará drásticamente el ángulo del rasero. Verificar la forma de la hoja del rasero durante la impresión para determinar si está realmente imprimiendo con el ángulo elegido. Un ángulo de rasero demasiado bajo puede forzar un exceso de tinta a través del estencil o afectar la presión del rasero establecida, en ambos casos resultando una impresión bastante menos que nítida. La flexión de la hoja del rasero puede ser corregida, soportándola a lo largo de la cara posterior, con una placa de acero de apoyo. Lo más usual es intercambiar la hoja del rasero por una con un perfil más robusto, que no se doble tan fácilmente.

Figura 82. Ángulo de rasero.



Fuente: Hans Gerd Scheer. *La serigrafía del siglo XXI*. Pág. 12

4.5.3. Velocidad del Rasero.

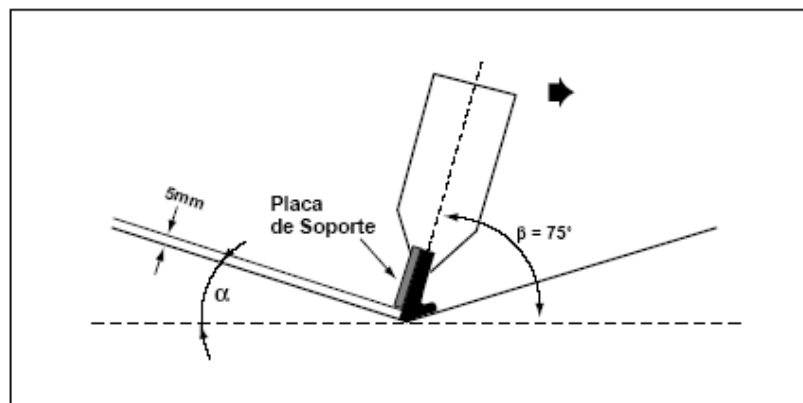
La velocidad del rasero es de suma importancia, no solamente para obtener una impresión perfecta, sino también para acelerar la producción y capacidad de la prensa de impresión, al mismo tiempo que se mantiene una buena calidad. La velocidad del rasero debe ser ajustable (dentro de ciertos límites), para poder optimizar la calidad y la velocidad de impresión. La mayoría de las máquinas modernas en uso tienen un sistema motriz para el rasero, controlado por transistor tipo tiratrón (thyristor), que proporciona una amplia gama de velocidades exactas del rasero pudiendo graduarlas en forma precisa. Para máquinas de serigrafía utilizadas en aplicaciones gráficas normales, se puede variar desde 0.15 a 1.5 metros (6 a 59 plg) por segundo. La velocidad en la que se puede lograr una impresión perfecta varía según la tinta, estencil, malla y material a ser impreso. Las velocidades normales del rasero son 0.6 a 1 m/seg. (24 a 39 plg/seg.).

Para impresión con tinta de alta viscosidad, o mascarilla de soldadura sobre tarjetas de circuitos impresos, la velocidad del rasero debe, a veces, ser disminuida drásticamente a un rango de 0.1 a 0.4 m/seg. (4 a 16 plg/seg.), mientras que para máquinas de alta velocidad imprimiendo sobre cartón y papel, se utilizan velocidades de rasero de hasta 1.5 m/seg. y superiores.

La velocidad del rasero debe ser determinada y limitada por el grado requerido de calidad de impresión. De extrema importancia para mantener una buena calidad de impresión es un movimiento del rasero uniforme y constante, sin vibración ni cambios. La velocidad del rasero debe ser exacta hasta en un 5% y el panel de control debe tener una escala que permita que cualquier velocidad de rasero que se utilizó previamente pueda ser repetida.

La mayoría de las prensas de impresión tienen su propio posicionamiento particular para la velocidad del rasero y solamente en máquinas más complejas (para uso industrial) podemos encontrar despliegue digital de la verdadera velocidad del rasero que se esté utilizando. Para lograr mantener una calidad de impresión dada, en el caso de utilizar varias prensas de impresión diferentes, deben estar equipadas con despliegue digital de la velocidad del rasero en metros por segundo (o equivalente). Este despliegue, será sin duda un instrumento estándar en futuras máquinas de impresión, pero en la actualidad está disponible como una opción.

Figura 83. Relación ángulo y velocidad.



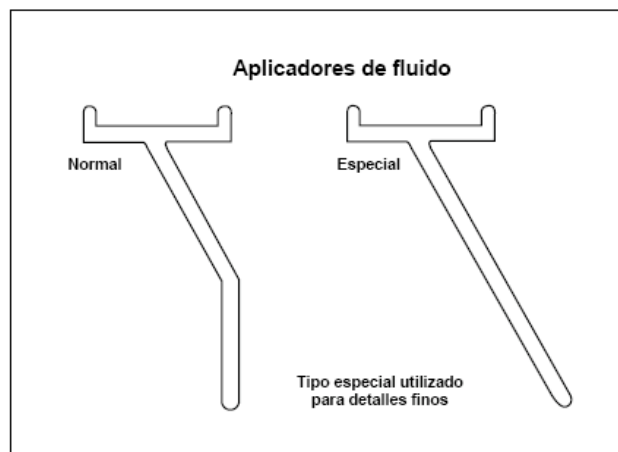
Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 12

4.5.4. Aplicador de Fluido.

No debemos olvidar la influencia del aplicador de fluido sobre la impresión. Normalmente hay dos tipos diferentes de aplicadores de fluido en uso, ver figura 84. Uno para recubrimiento con fluido pesado y otro con forma de cuchillo, que deja una mínima cantidad de tinta sobre la pantalla después de la pasada del aplicador.

En máquinas de serigrafía con alimentación y desprendimiento manual, debe haber también un selector de secuencia de recubrimiento, de manera que el operador pueda escoger el que la pantalla sea recubierta inmediatamente antes o después de la pasada de impresión. Esto es importante para la calidad de impresión, debido a que si la pantalla permanece recubierta demasiado tiempo antes de imprimir, la tinta va a saturarla y será impreso un depósito demasiado pesado de tinta, dejando una imagen que no es muy nítida. La velocidad del aplicador de fluido puede también, bajo ciertas circunstancias, influir sobre el grosor de la tinta y, como la velocidad del rasero, debe ser supervisada.

Figura 84. Diferentes tipos de aplicadores de fluidos.



Fuente: Hans Gerd Scheer. **La serigrafía del siglo XXI**. Pág. 16

4.5.5. Presión del Rasero.

Así como el rasero es el factor individual más importante que afecta el proceso de serigrafía, así también, es la presión del rasero la variable más importante. Los cambios en la presión del rasero resultan definitivamente en cambios de la calidad de impresión. Cuando la presión del rasero es ajustada en una prensa de impresión, podemos saber fácilmente si la presión es muy baja porque, sencillamente, no imprimirá. Sin embargo, cuando se aplica una presión demasiado grande, puede ser más difícil el ver inmediatamente los efectos negativos que se producen. La calidad de impresión es generalmente reducida en un alto grado, debido al hecho de que demasiada tinta es forzada a través del estencil y la pantalla misma pierde su estabilidad dimensional debido a la fricción alta entre la hoja del rasero y la pantalla.

La calidad pobre resultante, continuará empeorándose con el deterioro progresivo del rasero y el estencil. A pesar de esto, el poner una presión demasiado alta en el rasero es el error más común en máquinas de impresión, cuando se trata de impresión de alta calidad. Si se hace una impresión a mano en una mesa de impresión manual y después se pone el mismo estencil y trabajo de impresión en una prensa de serigrafía, se encuentra que se está utilizando una presión del rasero entre 2 y 3 veces superior que la utilizada en la impresión manual. Hay una serie de razones por lo que esto sucede. Una de ellas es el hecho de que el dispositivo que da movimiento al rasero no siempre se desplaza una distancia absolutamente constante de la mesa durante la pasada de impresión. Otro factor es la irregularidad en el espesor del material a ser impreso.

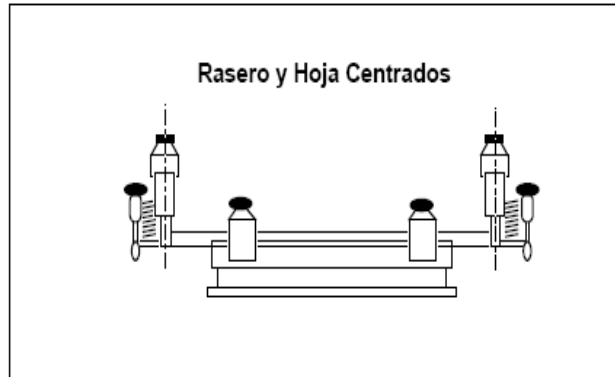
Preparar la prensa para impresión y ajustar el rasero a la posición de imprimir, en pequeños incrementos mientras la prensa realiza su ciclo. La primera impresión que aparezca seguramente estará incompleta. Algunas áreas estarán impresas mientras que otras partes de la imagen habrán quedado sin imprimir.

Esto puede compensarse por medio de incrementar la presión del rasero aún más hasta que aparezca una imagen impresa completa. En este punto, es usual que se les dé un par de vueltas adicionales a las perillas de ajuste del rasero para asegurarse de que exista suficiente presión de reserva, en el caso de que la hoja del rasero mostrara signos de fatiga. Frecuentemente, un mayor detrimento en la calidad de la definición de impresión es ignorado a cambio de garantizar el obtener una imagen impresa completa.

Todas las áreas que al principio se mostraban sólo parcialmente impresas, cuando se estaba utilizando una mínima presión del rasero, serán impresas ahora con presión excesiva, en comparación con las áreas que originalmente no se imprimían. Si la impresión completa se examina cuidadosamente y se mide, encontraremos tres niveles de calidad en las diferentes áreas de impresión. Las áreas con presión del rasero más alta mostrarán un depósito de tinta grueso, una impresión ligeramente más basta y signos de cambio en las dimensiones de impresión, cuando se comparan con el diseño original.

El dispositivo más importante que se necesita para elevar y mantener la calidad en cualquier prensa de impresión es un sistema ecualizador de la presión del rasero. Con tal sistema, una mínima presión del rasero puede ser aplicada, resultando en una máxima calidad de impresión. También reduce considerablemente el desgaste del rasero y del esténcil, garantizando que se mantendrá una alta calidad de impresión, aún en corridas muy largas. Normalmente hay dos versiones disponibles de un sistema ecualizador de presión del rasero. En la figura 85, vemos una configuración en donde los cilindros de presión están colocados a cada lado de la barra del rasero cerca de los ajustadores de altura normales del mismo. Cuando se utilice este sistema, el rasero siempre debe estar posicionado en el centro para permitir una presión igual a cada lado de éste. En la figura 86 se puede ver otro sistema con un cilindro de presión individual con movimiento lateral. En este caso, el rasero puede ser posicionado en cualquier lado, dado que el cilindro de presión del rasero puede ser movido a uno u otro lado y colocado encima de la mitad del rasero.

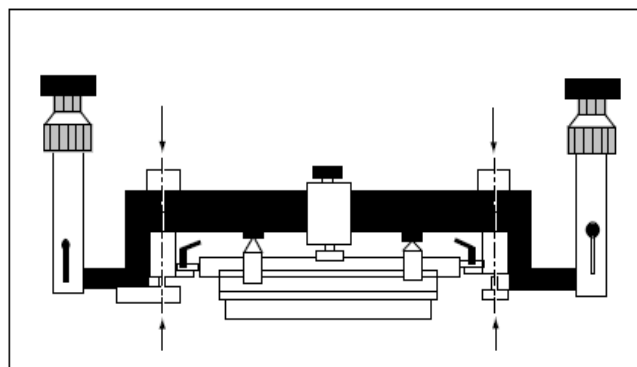
Figura 85. Ubicación de cilindros y rasero.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 4

Con un sistema de estos, es posible mantener una presión preestablecida exacta del rasero en cualquier momento. Aún si el rasero es intercambiado por uno nuevo, y si el ángulo del rasero es alterado, o si se ajustó la separación fuera de contacto o el desprendimiento, o aún si un nuevo marco de impresión es insertado, el sistema de eculización de la presión del rasero garantiza la misma presión sin mayores ajustes. La presión total se mide ya sea en Kilopascales (Kp) o Newtons y se debe, desde luego, ser utilizada en relación con la longitud del rasero. En esta forma tenemos la posibilidad de medir e imprimir con valores exactos de presión y los mismos datos pueden ser transferidos a otra máquina junto con el trabajo de impresión, siempre manteniendo la calidad.

Figura 86. Sistema con un cilindro de presión individual con movimiento lateral.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 4

4.5.6. Fuera de Contacto.

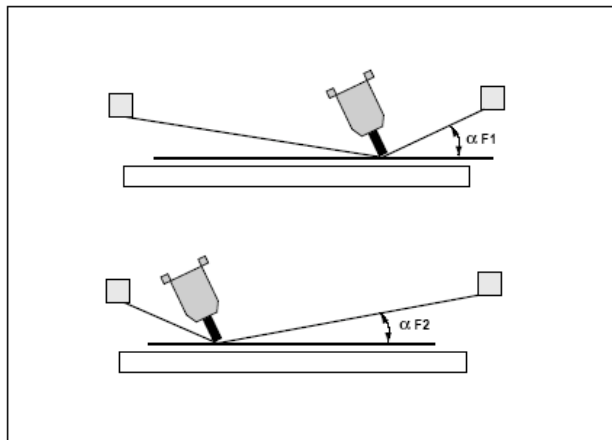
Cuando se imprime sobre un material no absorbente, se necesita separación fuera de contacto para una liberación adecuadamente definida de la tinta entre el estencil y la superficie de impresión. La separación fuera de contacto se mide como la distancia (en mm o plg) entre la pantalla antes de ser accionada y la superficie de impresión.

Esta distancia debe ser mantenida en un mínimo para evitar esfuerzo excesivo y estiramiento del estencil durante la impresión. Para impresión de alta calidad, la separación fuera de contacto debe ser ajustable en forma independiente para cada una de las cuatro esquinas de la cabeza de impresión.

4.5.7. Desprendimiento.

El sistema de separación fuera de contacto en máquinas de impresión con cama plana produce un ángulo de desprendimiento cambiante. El ángulo de desprendimiento es el ángulo entre el estencil y la superficie de impresión justamente después del paso del rasero, ver figura 87.

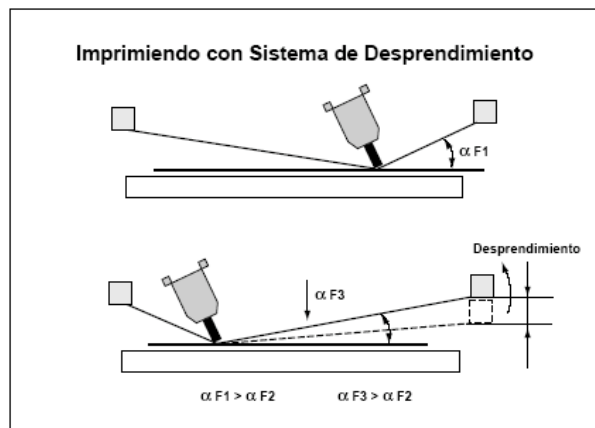
Figura 87. Angulo de desprendimiento después del paso del rasero.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 9

Un ángulo de desprendimiento muy grande asegura una liberación positiva instantánea de la tinta del esténcil, lo que asegura una impresión nítida. Para compensar el ángulo decreciente de desprendimiento a lo largo de la pasada de impresión, algunas máquinas modernas cuentan con un sistema especial de desprendimiento que eleva el borde posterior del marco de impresión.

Figura 88. Desprendimiento automático



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 9

Dado que el ángulo de desprendimiento es difícil de medir, la cantidad de desprendimiento se determina en estas máquinas, por la altura (en mm o plg) a la que el borde posterior del marco es elevado durante la pasada de impresión. Si una prensa de impresión está equipada con escalas y ajustes para las variables antes descritas, podemos en cualquier momento repetir, mantener y lograr una misma calidad de impresión dada. Más aún, los datos y valores pueden ser transferidos a cualquier otra prensa de serigrafía sin producir cambios en la calidad de impresión, siempre y cuando tenga las mismas funciones y controles. He aquí un ejemplo de una lista de datos de preparación para una prensa de serigrafía:

- ✓ Tipo de rasero . . . 80cm, 10 x 40 mm, 75° Shore (longitud, perfil, dureza)
- ✓ Ángulo del rasero. 75°
- ✓ Velocidad del rasero. 0.7 m/seg.
- ✓ Presión del rasero. 22 kg.

- ✓ Aplicador de fluido .Normal. Recubrir/imprimir
- ✓ Velocidad de Aplicador de fluido.0.7m/seg.
- ✓ Fuera de contacto.4 mm
- ✓ Desprendimiento.15 mm
- ✓ Tamaño de la impresión.70 x 100 cm
- ✓ Tamaño del marco (d.e.)*. . . .1100 x 1400 mm
- ✓ Velocidad de ciclo.1100 impresiones/hora

*d.e. = *dimensión externa*

Con esta lista de datos no solamente se puede mantener la calidad, sino que se puede cambiar ciertos parámetros en forma controlada, uno por uno, con objeto de mejorar la calidad de impresión. Nota: se está asumiendo que todas las variables relacionadas con la malla, tensión de la pantalla, marco de impresión, estencil, tinta, etc., estén especificadas y listadas en la misma forma.

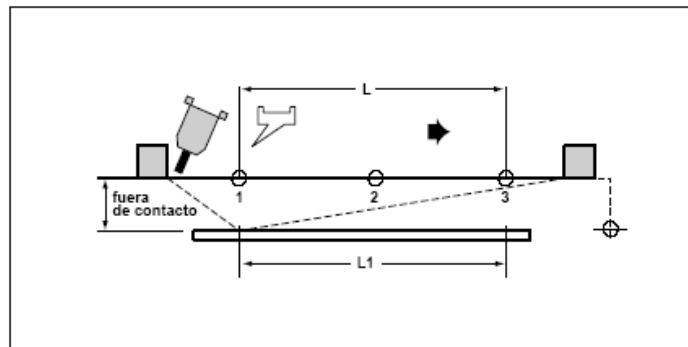
Uno de los principales obstáculos en la serigrafía de alta calidad y alta precisión, es la falta inherente de capacidad para imprimir y reproducir dimensiones verdaderas en forma exacta. Las dimensiones en la imagen impresa por serigrafía no siempre corresponden exactamente al original, o imagen de estencil.

Esto es especialmente notorio cuando se utiliza serigrafía junto con fotolitografía, especialmente para impresiones con registro cerrado y en combinación con detalles finos. El problema con las dimensiones exactas puede ser también aparente cuando se obtienen múltiplos del mismo diseño o imagen por serigrafía y después se pasa a perforación o suajado. Así mismo, en tarjetas de circuitos impresos en donde la imagen a imprimir por serigrafía debe ser posicionada e impresa en forma precisa en relación con una configuración de conductores grabados, hay problemas para tratar de lograr una precisión del 100% a lo largo de la imagen impresa. Esto se comprende y explica por el hecho de que otros procesos utilizan impresión en contacto, a diferencia de la serigrafía que utiliza impresión fuera de contacto.

Se explicará esto en la figura 89. Digamos, por ejemplo, que vamos a imprimir una línea con la longitud real = L , que también es copiada y medida en el esténcil. ¿Cuál será el resultado de la línea impresa por serigrafía? ¿Será más corta, más larga o de la misma longitud exacta que L ?

Para entender el efecto de la impresión fuera de contacto en la precisión de las dimensiones de impresión podemos observar la figura aumentada del inicio de la pasada de impresión. Para iniciar la impresión, el rasero debe presionar la pantalla y el esténcil hacia abajo hasta hacer contacto con la superficie de impresión. Cuando el esténcil es presionado hacia abajo, la posición del punto 1 se mueve hacia el lado más cercano del marco de impresión.

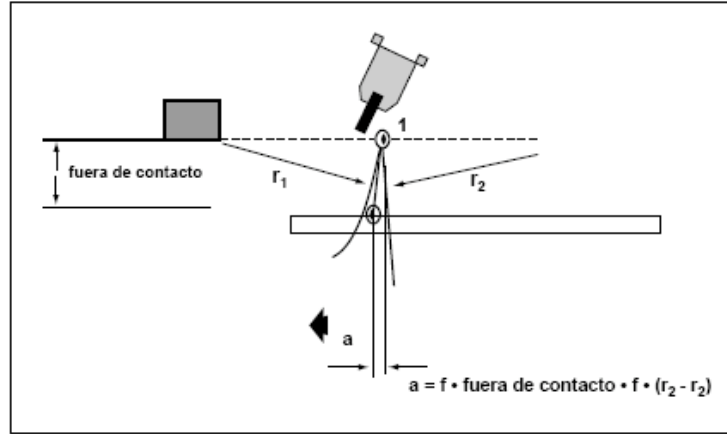
Figura 89. Ejemplo de desprendimiento y fuera de contacto.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 11

Este es el resultado de las diferentes longitudes de la pantalla que se estirarán en forma diferente, en donde el lado más largo (r_2) puede estirarse más que el lado más corto (r_1). El movimiento es un resultado de las dos diferentes longitudes r_1 y r_2 y está en función directa del valor de la separación fuera de contacto, ver figura 90.

Figura 90. Relación entre inicio del ciclo v un punto en la pantalla.



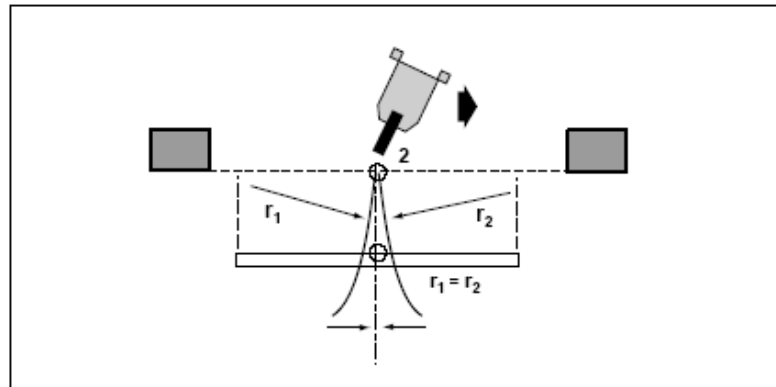
Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 11

Este movimiento puede ser definido en una fórmula sencilla:

$$a = f(\text{off contact}) \times f(r1 - r2)$$

Cuando el rasero se encuentra exactamente en el punto medio (punto 2), podemos ver que no hay movimiento del punto 2 a medida que el estencil es presionado hacia abajo hasta hacer contacto con la superficie de impresión. Esto se debe al hecho de que las longitudes de la pantalla a cada lado del punto 2 (longitudes r_1 y r_2 en este caso) son iguales y nunca van a influenciar la posición del punto 2. En esta posición la separación fuera de contacto no interfiere, ver figura 91.

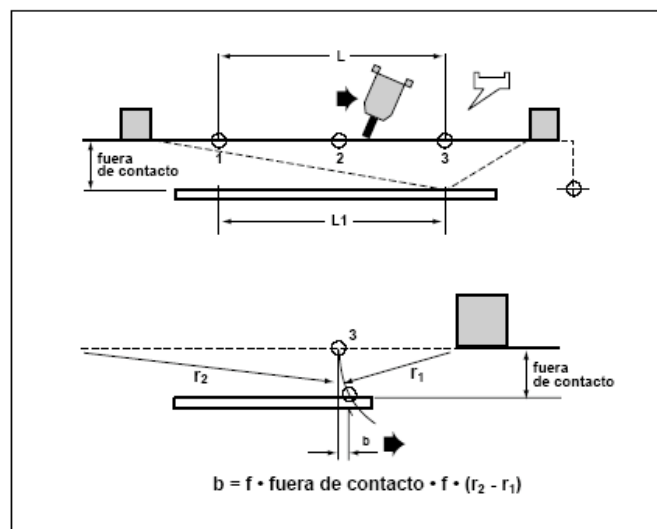
Figura 91. Relación entre inicio del ciclo y un punto 2 en la pantalla.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 11

Cuando el rasero llega al extremo de la pasada de impresión, se puede ver lo que sucede al final de la línea en el punto 3, ver figura 92. A medida que el estencil es presionado hacia abajo, las dos diferentes longitudes de la pantalla deben estirarse y el punto de la posición 3 en el estencil se mueve en la otra dirección, siempre hacia el lado más cercano del marco de impresión.

Figura 92. Relación entre inicio del ciclo v un punto 3 en la pantalla.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 13

Si se compara ahora la longitud precisa de la línea impresa con la línea en el estencil, se encontrara que la línea impresa es más larga. Esto se debe a la distorsión en la impresión causada por el estiramiento de la pantalla y el estencil durante la impresión. La desviación en las dimensiones verdaderas en la impresión es un resultado directo de la separación fuera de contacto y del tamaño del marco en relación con el tamaño de la impresión. Observar que esta diferencia en la longitud de impresión no es afectada por la tensión de la pantalla. No importa si se tiene una pantalla floja o muy tensa, la falla seguirá siendo la misma. Durante la pasada de impresión el rasero ejerce fricción sobre el estencil y, esto, resulta en un estiramiento adicional de la malla hacia el final de la pasada de impresión y en un mayor desplazamiento del punto 3 en la dirección del movimiento del rasero.

La línea impresa se ha hecho aún más larga, o sea:

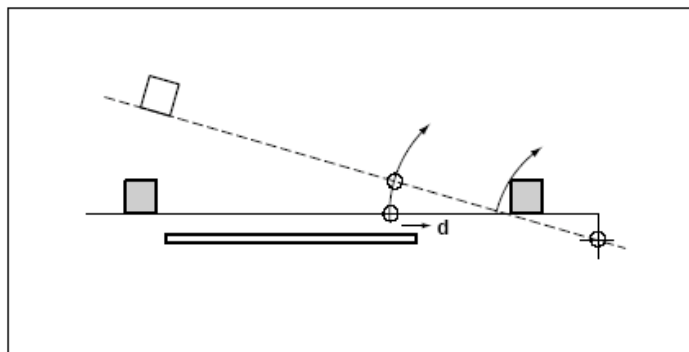
$$L = L + a + b + c$$

en donde c representa la cantidad de estiramiento causada por la fricción del rasero. Fácilmente se puede comprender algunos de los factores que influyen el valor de c , tales como tipo de rasero, presión del rasero, velocidad del rasero, viscosidad de la tinta, tipo de malla y estencil así como tensión de la pantalla. Usualmente, una tensión de la pantalla muy alta y la presión más baja posible del rasero son medios efectivos para minimizar el estiramiento causado por la fricción del rasero.

Las prensas de serigrafía modernas, utilizan un sistema de desprendimiento para lograr una mejor calidad de impresión y velocidades de impresión más altas. El sistema de desprendimiento, como se describió antes, funciona por medio de la elevación del borde posterior del marco de impresión mientras el rasero imprime.

El marco de impresión está, por lo tanto, abisagrado en el borde frontal con su centro de giro normalmente muy cerca del nivel de la superficie de impresión. En la figura 93 se puede observar como la posición del punto 3 en el estencil se mueve según un radio desde el punto de pivote del mecanismo de desprendimiento y prolonga aún más nuestra ya alargada línea impresa de precisión.

Figura 93. Posición del punto 3 en el estencil se mueve



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 13

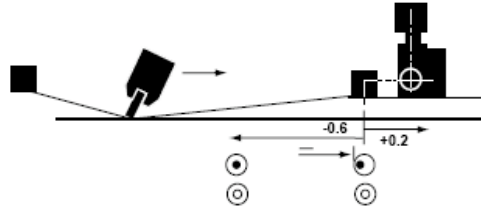
La longitud total de la línea impresa comparada contra la longitud original medida en el estencil, se determina por la fórmula:

$$L = L + a + b + c + d$$

en donde el valor d está influenciado por la cantidad de separación fuera de contacto y la distancia entre el punto pivotal del fuera de contacto y la imagen impresa. Esto explica algunos de los problemas del fuera de contacto de la serigrafía, cuando se trata de obtener impresiones exactas y dimensionalmente precisas. Los valores normales de la distorsión por estiramiento de la imagen medidos en prensas de impresión de alta precisión para tarjetas de circuitos impresos varían de 0.2 a 0.3 mm (0.008 a 0.010 plg) en máquinas de 550 x 750 mm (21 x 29 plg).

Si se considera las implicaciones del problema de imagen estirada, se debe además aceptar, el hecho de que la pantalla y el estencil realmente se mueven en relación con la superficie de impresión durante la impresión. La cantidad de movimiento es difícilmente medible pero no cabe duda que está ahí y que definitivamente no ayuda para mejorar la calidad de impresión o la nitidez. Este problema puede, sin embargo, ser superado a través de un nuevo sistema llamado compensador de distorsión de impresión ver figura 94. Es un dispositivo de alta precisión controlado por el movimiento del rasero, que compensa los movimientos relativos entre el estencil y el material de impresión a lo largo de la pasada del rasero. La cantidad de compensación es infinitesimalmente ajustable desde -0.6 mm a 0 y puede, inclusive, sobre compensar desde 0 hasta +0.2 mm para ajustes finos del tamaño preciso de impresión a un tamaño mayor. Este singular compensador de distorsión de impresión puede hacer en la actualidad posible el imprimir con precisión dimensional verdadera, compatible con otros métodos de impresión y es una mejora adicional para la serigrafía de alta calidad.

Figura 94. Compensador de distorsión de imagen.



Fuente: Mike Young. **Control de calidad en la prensa.** Pág. 14

4.5.8. Secado de la Impresión.

Tratándose de impresiones de registro cerrado, ¿qué se hace cuando las primeras impresiones de un trabajo de impresión multicolor son pasadas a través del horno de secado y las primeras hojas están 3 mm más cortas? Ahí se acabó la precisión.

El secar hojas o tarjetas impresas o cualesquiera otros materiales higroscópicos a través de un horno de secado, produce frecuentemente encogimiento. La cantidad de encogimiento está directamente relacionada con la humedad relativa en el cartón o papel antes de que entre al secador y con la temperatura de secado. Se puede utilizar cualquiera de dos alternativas para evitar o minimizar el encogimiento.

1. Dejar que las hojas pasen a través del secador una vez antes de la impresión. En esta forma la hoja es preencogida y pases posteriores a través del secador resultarán solamente en un encogimiento menor. Las desventajas con este método, son (entre otras) el costo extra y el tiempo para esta “corrida en seco” adicional y, así mismo, la posibilidad de que se presente electricidad estática durante la impresión a causa del material de impresión excesivamente seco.

2. Otra alternativa es utilizar un secador con control de humedad en donde la humedad del secador puede ser ajustada al mismo nivel que tenga el papel o cartón a ser impreso. Estas secadoras pueden ser utilizadas a temperatura de hasta 60°C sin que se presente el problema de encogimiento en absoluto. Las secadoras con control de humedad son utilizadas en líneas de impresión de alta calidad en donde se necesita serigrafía multicolor de tolerancia cerrada.

Un horno de secado debe tener termostatos precisos para controlar la temperatura de secado preestablecida con una variación de ± 1 °C y un despliegue digital de la velocidad de la banda. Considerar que la velocidad de secado está en función de la velocidad de la banda.

Los diferentes hornos de secado que hay en el mercado varían considerablemente en su funcionamiento y desafortunadamente es casi imposible por tanto, encontrar cualesquiera valores compatibles que puedan ser utilizados para transferir factores o cifras en relación con la calidad del secado de un secador a otro, sin llevar a cabo pruebas individuales previas.

Podemos, sin embargo, determinar los parámetros más útiles empleados para medir el funcionamiento de un horno de secado:

1. longitud de la sección de calentamiento;
2. temperatura en la sección de calentamiento;
3. longitud de la sección de enfriamiento;
4. temperatura en la sección de enfriamiento;
5. temperatura del material después del secado;
6. velocidad de la banda.

Observar que se está midiendo la temperatura en la sección de enfriamiento y la temperatura real del material después del secado, que puede ser de importancia cuando se están buscando las causas de los problemas tales como adherencia por apilamiento debido a una temperatura demasiado alta del material. Si el secador tiene más de una sección de calentamiento y más de una sección de enfriamiento, la temperatura debe ser medida en cada sección.

4.5.9. Curado UV.

El uso de tintas UV ha introducido un nuevo tipo de secador, el secador UV. Este tipo de secador o sistema de curado es de un diseño y función completamente diferentes si se les compara con un horno de secado. La tinta impresa es expuesta a una fuente de luz, una lámpara UV y la tinta es curada. Podemos considerar al secador UV como una unidad de exposición impulsada por banda y, consecuentemente, su capacidad de curación puede ser controlada con un medidor especial de exposición de luz UV, que indicará la cantidad de radiación UV o dosis correspondiente a una cierta velocidad de la banda.

El curado UV no es un proceso frío como muchas personas creen, sino más bien caliente. Las lámparas UV irradian calor, que también afecta al proceso de curado. Existen algunos secadores UV llamados “fríos” en donde el calor es filtrado hacia afuera o bien, la lámpara u hoja impresa es enfriada por tubos de agua o por aire frío.

Para poder determinar la diferencia en funcionamiento entre secadores, es necesario medir la temperatura durante y después del curado. Muchas tintas UV tienen post curado, que significa que la etapa final de curado total tiene lugar después del secador UV.

Algunos datos específicos que deben ser supervisados son:

1. número de lámparas UV.
2. tipo de sistema de enfriamiento;
3. temperatura del material bajo las lámparas UV;
4. temperatura del material a la salida;
5. velocidad de la banda;
6. dosis UV.

Para terminar, después de esta revisión de algunos de los datos importantes en relación con los secadores y su funcionamiento.

4.6. Control Estadístico de Proceso.

En esta sección se analizará la aplicación práctica del control estadístico de proceso (CEP), como se utiliza en el medio ambiente de la serigrafía. Se usarán ejemplos e ilustraciones para demostrar las aplicaciones del CEP. El CEP es solamente una herramienta empleada como parte de un programa de control de calidad a nivel compañía. Por medio del CEP, la gerencia estará en posibilidad de determinar la diferencia entre errores motivados por causas especiales y errores inherentes al “sistema”. Un sistema podría ser definido como una compañía, un procedimiento departamental, o las materias primas utilizadas en manufactura. Los componentes del “sistema” son cambiados solamente por la gerencia y no por los trabajadores. La gerencia debe estar consciente de su responsabilidad para mejorar el “Sistema”.

El CEP puede ser utilizado como ayuda. El propósito del tema está enfocado al uso del CEP en el área del taller. Se pretende que sea utilizado por los operarios directos y por los supervisores pertenecientes a los procesos de manufactura en el taller. Un método común de aseguramiento de calidad utilizado por los fabricantes es inspeccionar los productos al final del proceso de manufactura. Esta estrategia es de detección. Implica mucho desperdicio. Todo el tiempo y materiales para el trabajo ya han sido invertidos antes de que se descubra cómo está el producto final.

Con el uso de un diagrama de control, los procesos pueden ser controlados y observados desde su inicio. Esta es una estrategia de prevención. A través del uso del control estadístico, el proceso puede ser incorporado a un control estadístico para hacerlo más estable. Algunas de las ventajas de un sistema o proceso estable sobre un sistema inestable incluyen:

1. El proceso tiene una identidad; su desempeño es predecible. Tiene una capacidad medible y comunicable. Las dimensiones de producción y otras características de calidad, incluyendo el número de defectos, permanecen constantes y predecibles, hora tras hora y día tras día.
2. Los costos son predecibles.
3. La uniformidad de la producción es un importante subproducto del control estadístico.
4. La productividad está al máximo, los costos, al mínimo.
5. Los efectos de cualquier cambio hecho en el sistema pueden ser medidos con mayor velocidad y confiabilidad.

Los diagramas de control están diseñados para mostrar dos tipos de variación. El primer tipo son las causas inherentes o comunes asociadas con el sistema de producción. El corregir estas causas comunes de variación es una responsabilidad de la gerencia. La adquisición de material más consistente, el cambio de la tensión de la malla o el cambio de tipo de emulsión que se está utilizando son algunas de las acciones que la gerencia podría desear tomar. La gerencia debe escuchar cuidadosamente al personal que está cerca del proceso para recibir sugerencias, pero la decisión de cambiar el sistema es una responsabilidad de la gerencia.

El segundo tipo de variación está relacionado más de cerca con los cambios en el proceso mismo. Se le conoce como “causas especiales” o “asignables”. Estas causas asignables no son normales del proceso y la solución puede estar relacionada con alguien que está directamente vinculado con el proceso.

El diagrama de control es simplemente una interpretación gráfica del proceso. Está diseñado para distinguir fácilmente las causas asignadas de las causas comunes. Sólo una proporción relativamente pequeña de todos los problemas con los procesos, puede ser corregida localmente por el personal directamente vinculado con la operación. La experiencia industrial estima este porcentaje en alrededor del 15%. La mayoría - el otro 85%- son corregibles solamente por acciones de la gerencia sobre el sistema. Esta confusión entre las dos causas puede ser muy costosa para una organización. El corregir un tipo de variación con una acción inapropiada ocasiona retraso y altos costos.

4.6.1. Diagramas de Control.

El Dr. Walter Shewhart fue el primero en desarrollar un diagrama como un medio gráfico para controlar estadísticamente los procesos de producción. Dependiendo del tipo de variables o atributos que se estén midiendo, existe una diversidad de diagramas de control específicos para cada necesidad. Sin embargo, todos los diagramas tienen los mismos usos básicos:

1. Como un elemento de juicio, para proporcionar evidencias de si un proceso ha estado operando en un estado de control estadístico y para señalar la presencia de causas especiales o variables de manera que se pueda tomar acción correctiva.
2. Como una operación para mantener el estado de control estadístico, extendiendo los límites de control como una base para decisiones en tiempo real.

El uso de diagramas de control para mejora continua del proceso es un procedimiento interactivo. El ciclo consiste de una recopilación cuidadosa de los datos y un cálculo de los límites de control. En seguida, utilizando el diagrama de control, se investigan las causas especiales de variación y se eliminan. Se vuelven a calcular los límites de control para establecer una nueva capacidad del proceso. Estos tres pasos se repiten.

4.6.1.1. Preparación del Plan.

1. El personal es la parte más importante para establecer mejora continua en su proceso. El CEP les debe ser explicado y enseñado. El temor de los empleados en relación a cómo se van a utilizar estos datos es una razón común de por qué el CEP no funciona en una planta. La gente debe ser evaluada en cuanto a calidad, no solamente en cuanto a cantidad. Es responsabilidad de la gerencia el proporcionar los recursos para apoyar el proceso de mejora continua.
2. Definir el proceso. El proceso debe ser entendido en relación con el proceso previo y el proceso siguiente. En el caso de un departamento de impresión, esto significa que la preparación de pantallas sería definida como el proceso anterior y acabado sería el proceso posterior. Para la preparación de pantallas, arte y cuarto oscuro sería anterior y la impresión sería posterior. Métodos de causa y efecto tales como los que consideran los efectos de las cinco emes (mano de obra, máquina, material, método y medición) pueden ser utilizados para determinar la variable a medir y controlar. El presentar estas cinco emes en un diagrama de espina de pescado ayuda al personal a entender los efectos que las variables tienen sobre el proceso (tales como la relación entre el número de hilos de la malla y el efecto diente de sierra).

3. Determinar la característica a ser medida. Las características pueden variar ampliamente. Si se considera un negocio como el “sistema”, entonces las medidas pudieran ser la satisfacción del cliente o la entrega a tiempo. Pero, para el área del taller, es más probable que se concentre en el proceso de manufactura. La característica a considerar para medición, podría ser el porcentaje de rechazos por trabajo, la variación de color, el espesor de la película de tinta o la resolución del estencil.

En talleres que tienen corridas muy cortas, puede no ser práctico el medir características tales como la variación de color en un trabajo dado, sino medir características más generales (tales como el porcentaje de rechazos o el número de trabajos que se están reprocesando debido a un error). Aún cuando existan muchas características que pudieran interesarle en el proceso, no es raro encontrar que algunas de estas características están correlacionadas. Así, por ejemplo, al medir la frecuencia de un defecto visual de trasminación (llamado sangrado) en una película de vinilo, se pudo observar también una cantidad significativa de manchas de polvo.

El interés en minimizar tanto una como otra de estas características. Se pudo descubrir que entre menor era la frecuencia del “sangrado”, más baja era la frecuencia de las manchas de polvo. Este ejemplo ilustra que a medida que las características son mejoradas, otros problemas relacionados empezarán a mejorar también, como un beneficio colateral. Esta es la ventaja de las características correlacionadas.

4. Determinar el sistema de medida. El procedimiento para la medición de la característica debe estar bien definido. Si se requiere equipo de medición, debe ser predecible tanto para exactitud como para precisión. De no ser así, los errores de medición pueden causar que se imprima continuamente un producto inaceptable o que se presente una alarma sin fundamento cuando no hay causa especial.

Los diagramas \bar{X} y R son un conjunto de diagramas de control que muestran la media aritmética o promedio de un subgrupo (\bar{X}) llamada barra y el rango de este subgrupo (R). El subgrupo es un grupo pequeño de mediciones, usualmente cuatro o cinco, tomadas tan cerca una de otra como sea posible en el proceso de producción. Los subgrupos no deben exceder de 12 elementos individuales porque el rango de los subgrupos no reflejaría apropiadamente el cambio en el rango del proceso. Si los requerimientos de subgrupo son mayores a 12, el cálculo del rango debe ser sustituido por la desviación estándar de la muestra. Muestras de 100 o más lecturas individuales (25 subgrupos) proporcionan una buena prueba para la estabilidad y la capacidad de proceso.

1. Recolectar los datos en columnas. Por ejemplo, los datos de densidad del color cian en una hoja impresa. La figura 95 ilustra la recolección de datos desde cuatro posiciones en una hoja impresa. Se han medido 25 hojas impresas. Calcular el promedio para cada hoja. Cada hoja es un subgrupo de cuatro mediciones, por lo tanto, el promedio del subgrupo es \bar{X} . \bar{X} es calculada sumando las lecturas a través de la mesa y dividiendo entre 4.

Figura 95. Recolección de datos desde cuatro posiciones en una hoja impresa

Densidad de Cian en Proceso de Cuatro Colores							
Subgrupo	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 3	ΣX	X Barra	R
1	1.36	1.39	1.34	1.34	5.43	1.36	0.05
2	1.32	1.38	1.37	1.40	5.47	1.37	0.08
3	1.29	1.33	1.35	1.36	5.33	1.33	0.07
4	1.33	1.33	1.32	1.34	5.32	1.33	0.02
5	1.34	1.32	1.40	1.33	5.39	1.35	0.08
6	1.29	1.31	1.34	1.32	5.26	1.32	0.05
7	1.33	1.35	1.38	1.36	5.42	1.36	0.05
8	1.33	1.33	1.40	1.34	5.40	1.35	0.07
9	1.28	1.33	1.36	1.34	5.31	1.33	0.08
10	1.31	1.32	1.34	1.33	5.30	1.33	0.03
11	1.33	1.29	1.34	1.32	5.28	1.32	0.05
12	1.34	1.33	1.32	1.29	5.28	1.32	0.05
13	1.40	1.38	1.33	1.33	5.44	1.36	0.07
14	1.36	1.32	1.33	1.40	5.41	1.35	0.08
15	1.34	1.33	1.28	1.36	5.31	1.33	0.08
16	1.34	1.33	1.31	1.34	5.32	1.33	0.03
17	1.32	1.28	1.33	1.34	5.27	1.32	0.06
18	1.36	1.31	1.35	1.32	5.34	1.34	0.05
19	1.36	1.35	1.41	1.42	5.54	1.39	0.07
20	1.34	1.33	1.36	1.33	5.36	1.34	0.03
21	1.32	1.28	1.29	1.34	5.23	1.31	0.06
22	1.33	1.29	1.36	1.28	5.26	1.32	0.08
23	1.33	1.33	1.34	1.31	5.31	1.33	0.03
24	1.28	1.38	1.34	1.40	5.40	1.35	0.12
25	1.31	1.35	1.32	1.38	5.36	1.34	0.07
Total	33.24	33.27	33.61	33.62	133.74	33.44	1.51
Especificaciones Diagrama R		Especificaciones Diagrama X					
R barra = 0.06		X doble barra = 1.34					
LCS R = 0.14		LCS X = 1.38					
LCI R = 0.00		LCI X = 1.29					

Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 18

En forma general la fórmula es:

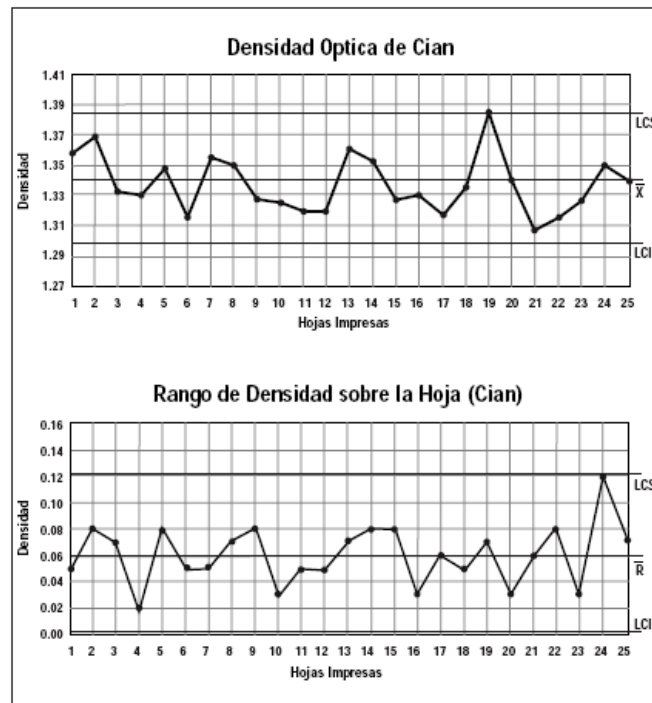
$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

y el rango (R) es la diferencia entre la lectura más alta y la lectura más baja dentro del subgrupo.

$$R = X_{\text{lec. alta}} - X_{\text{lec. baja}}$$

Trazar \bar{X} y R en los diagramas respectivos, ver figura 96. En seguida, conectar los puntos con líneas para ayudar a visualizar patrones y tendencias.

Figura 96. Diagramas de control.



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 19

Los diagramas \bar{X} y R deben ser dispuestos en tal forma que los puntos que representan a los mismos subgrupos queden alineados verticalmente uno con otro. En seguida, calcular los promedios y los límites de control. Los promedios de todas las \bar{X} es $\bar{\bar{X}}$ (X doble barra) y se calcula como sigue:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 \dots + \bar{X}_n}{n}$$

En donde \bar{X}_n representa el promedio \bar{X} para cada enésimo subgrupo y n representa el número de subgrupos, figura 95. El promedio de los rangos (R) se calcula en forma similar:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n}$$

En donde R_n representa el rango del subgrupo enésimo y n representa el número total de subgrupos, figura 95.

Los límites de control se calculan para representar lo que sería la amplitud de la variación de los promedios y rangos de los subgrupos, si solamente las causas comunes de variación estuvieran presentes, figura 95. El límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI) se calculan como sigue:

$$\begin{aligned} \text{LCS}_R &= D_4 \bar{R} \\ \text{LCI}_R &= D_3 \bar{R} \\ \text{LCS}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\ \text{LCI}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \end{aligned}$$

D_4 , D_3 y A_2 son constantes que varían dependiendo del tamaño de la muestra. En seguida se muestra una tabla parcial, figura 97.

Figura 97. Calculo de subgrupos.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₄	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D ₃	*	*	*	*	*	.08	.14	.18	.22
A ₂	1.88	1.02	.73	.58	.48	.42	.37	.34	.31

* (para tamaños de muestra debajo de 7, el LCIR sería técnicamente un número negativo. En estos casos, no hay límite inferior. Esto significa que para un tamaño de subgrupo de 6, seis mediciones "idénticas" no estarían fuera de lo razonable)⁸.

Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color**. Pág. 19

Estos límites de control pueden ser añadidos ahora a los diagramas de control figura 96. Este es el estudio de control. Estos límites se consideran límites de controles tentativos o temporales. Al interpretar los puntos trazados, estamos buscando verificar si los promedios de los subgrupos (\bar{X}) caen dentro de los límites de control.

Cuando todas las observaciones caen dentro de los límites de control, no se tiene razón para creer que el proceso sea inestable. Pueden ocurrir algunos patrones. Uno de esos patrones es una serie de siete puntos en hilera en un mismo lado del promedio o siete puntos en una hilera que están consistentemente incrementando o consistentemente disminuyendo. Estos patrones aplican tanto en el caso de los diagramas \bar{X} como R. La ocurrencia de estos patrones es muy probablemente una indicación de una elevación o caída en el promedio del proceso (\bar{X}). En el caso del diagrama R, indicaría un incremento o decremento en la variabilidad del proceso.

Se podría estar controlando un proceso con objeto de mantenerlo en su promedio; por ejemplo, mantener la variación de un color, en el estándar seleccionado. Con una indicación temprana de un cambio en el color, se puede detener el trabajo, corregir el problema y en seguida continuar la impresión de un producto de calidad. En algunos casos se puede ver decrecer algunos promedios, tales como el porcentaje de desperdicio en los trabajos. Este diagrama es de una aplicación muy general y ayuda a la gerencia a saber si las cosas están mejorando, manteniéndose estables, o empeorándose.

Después de que los datos han sido analizados detenidamente en busca de patrones o corridas, cualquier punto que se encuentre fuera del rango de control, requerirá un análisis del proceso mismo. Todos los eventos de causa especial deben ser eliminados del proceso y debe prevenirse que vuelvan a ocurrir.

Estas causas especiales deben ser entendidas en términos de cómo afecta la variable de entrada (la variable a la que se refiere el diagrama) a las variables de salida. Por ejemplo, el efecto de un durómetro de rasero en el color o el efecto de la tensión de la pantalla sobre el registro.

Es importante que analizar el aspecto de las causas especiales en forma oportuna. Puede darse el caso de que la evidencia y condiciones pueden ya no estar presentes unos minutos después de que el punto haya sido trazado. Se debe enfatizar que la parte de resolver problemas es el paso más difícil. Los diagramas de control le ayudarán solamente a señalar el momento y lugar de esta condición de fuera de control. La explicación del comportamiento del proceso estará en la gente y en las fuentes de información involucradas con él.

Después de haber eliminado las causas especiales del proceso, volver calcular todos los promedios y límites de control. Este proceso de medir, mejorar y volver a medir es cíclico. Es mucho más efectivo mejorar el proceso reduciendo la variación

proveniente de las causas comunes. Estos cambios requieren acción gerencial en todo el sistema. La única otra alternativa es seleccionar los productos aceptables, dar de baja los inaceptables o reprocesarlos; o encontrar clientes que estén dispuestos a aceptar el producto que se esté produciendo. De hecho la única alternativa de elección a largo plazo es la mejora del proceso.

4.6.2. Diagramas de Mediana.

Los diagramas de mediana son una alternativa a los diagramas de \bar{X} y R. Proporcionan conclusiones similares pero tienen varias ventajas:

1. Los diagramas de mediana son fáciles de utilizar y no requieren cálculos cotidianos. Esto aumenta la aceptación del diagrama de control en el área del taller.
2. Los valores que se trazan, son valores individuales, incluyendo las medianas. Con esto se muestra la amplitud de la salida del proceso, proporcionando además una imagen continua de la variación.

4.6.3. Recolección de Datos/Límites de Control.

Los subgrupos son frecuentemente muestras de 0.10 o menos. Los tamaños de muestra impares son los más convenientes para presentar en un diagrama. Trazar la muestra de un mismo grupo sobre una línea vertical. Circular la mediana para cada subgrupo. Para muestras con número impar, la mediana será el valor de la muestra que se encuentra en medio.

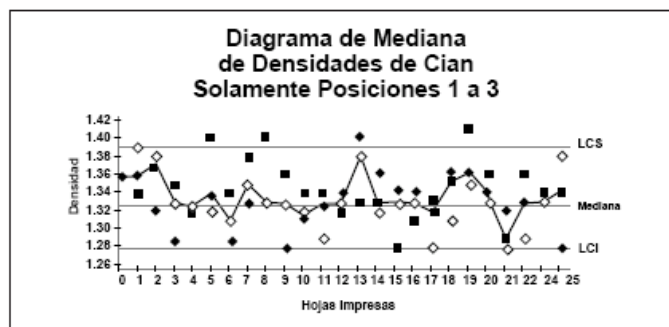
Figura 98. Recolección de datos.

Densidad de Cian en Proceso de Cuatro Colores Diagrama de Mediana - Solamente 3 Posiciones						
Subgrupo	Posición 1	Posición 2	Posición 3	ΣX	X Barra	R
1	1.36	1.39	1.34	4.09	1.36	0.05
2	1.32	1.38	1.37	4.07	1.36	0.06
3	1.29	1.33	1.35	3.97	1.32	0.06
4	1.33	1.33	1.32	3.98	1.33	0.01
5	1.34	1.32	1.40	4.06	1.35	0.08
6	1.29	1.31	1.34	3.94	1.31	0.05
7	1.33	1.35	1.38	4.06	1.35	0.05
8	1.33	1.33	1.40	4.06	1.35	0.07
9	1.28	1.33	1.36	3.97	1.32	0.08
10	1.31	1.32	1.34	3.97	1.32	0.03
11	1.33	1.29	1.34	3.96	1.32	0.05
12	1.34	1.33	1.32	3.99	1.33	0.02
13	1.40	1.38	1.33	4.11	1.37	0.07
14	1.36	1.32	1.33	4.01	1.34	0.04
15	1.34	1.33	1.28	3.95	1.32	0.06
16	1.34	1.33	1.31	3.98	1.33	0.03
17	1.32	1.28	1.33	3.93	1.31	0.05
18	1.36	1.31	1.35	4.02	1.34	0.05
19	1.36	1.35	1.41	4.12	1.37	0.06
20	1.34	1.33	1.36	4.03	1.34	0.03
21	1.32	1.28	1.29	3.89	1.30	0.04
22	1.33	1.29	1.36	3.98	1.33	0.07
23	1.33	1.33	1.34	4.00	1.33	0.01
24	1.28	1.38	1.34	4.00	1.33	0.10
25	1.31	1.35	1.32	3.98	1.33	0.04
Total	33.24	33.27	33.61	100.12	33.37	1.26
Especificaciones Diagrama R		Especificaciones Diagrama X				
R barra = 0.05		X doble barra = 1.33				
UCL R = 0.13		UCL X = 1.39				
LCL R = 0.00		LCL X = 1.28				

Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 21

Para muestras con número par, es un punto estimado entre los dos valores de en medio. Conectar estas medianas con una línea de trazo e introducir los datos en la tabla figura 98.

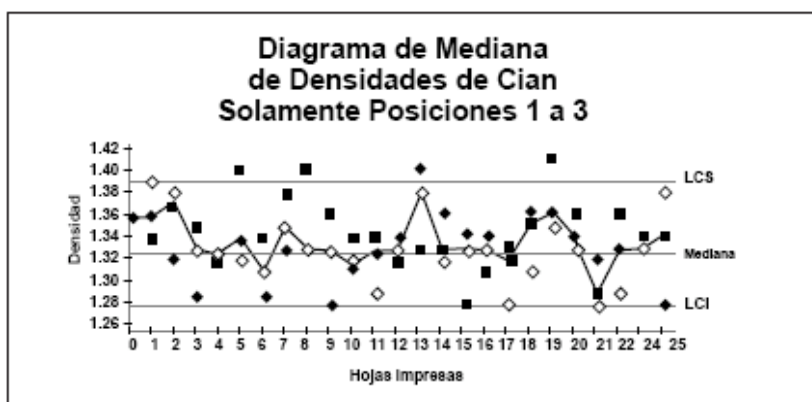
Figura 99. Trazo de datos.



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 23

Los cálculos para los límites de control son los mismos utilizados para los diagramas \bar{X} y R previamente descritos. Se trazan todos los promedios y los límites de control superior e inferior (Figura 4A). Cualquier mediana o rango que caiga más allá de los límites de control requiere acción inmediata, para eliminar la causa especial. Esto es cierto para todos los diagramas de control. La tensión de la pantalla es un ejemplo de una variable a ser controlada con un diagrama de mediana.

Figura 100. Trazo de los límites de control



Fuente: Mike Ruff. **Control de calidad del color.** Pág. 23

4.6.4. Atributos y su Control.

Todos los diagramas \bar{X} y R están diseñados para controlar variables. Las variables son usualmente medibles a través de instrumentación. Los atributos pueden ser buenos o malos, pueden pasar o pueden fallar los criterios de prueba. Esto puede aplicarse a manchas por tinta o a la ausencia de manchas, a rechazos en un lote o a entregas a tiempo. Esta clase de datos es usualmente más fácil y menos costosa de recolectar.

Un área importante y difícil es la referente a definir qué es bueno o malo. Si el registro está fuera de posición, pero no suficientemente como para que se considere “realmente malo”, ¿se debe considerar a esta hoja impresa como buena o mala? Este es

el dilema que debe ser definido claramente. Existen muchas clases de diagramas de control para atributos.

El que se examina en este tema es el diagrama P. Los diagramas P se utilizan para analizar la proporción de productos que no concuerdan con la definición de sus parámetros (rechazos). Como se trató previamente, debe establecerse un entorno que fomente la observación, un proceso definido, una característica seleccionada y un sistema de medición. El tamaño de los subgrupos para los diagramas P es normalmente mayor que los tamaños de subgrupo para la medición de variables. El tamaño de subgrupo es frecuentemente de 50 a 200 partes o productos.

Los serigrafistas pueden encontrar este tamaño de muestra deseable ya que la corrida en su totalidad podría ser un subgrupo. Es importante que el subgrupo sea suficientemente grande como para contener algunos elementos que no concuerdan (usualmente mayor de 5). Por otra parte, si el lote es tan grande que se requiere un período prolongado para recolectar la muestra, para cuando se cuenta con ella el proceso puede haber cambiado. Veinticinco o más subgrupos serían un buen inicio cuando se está verificando la estabilidad del proceso.

Para calcular la proporción de productos que no concuerdan, totalice el número de muestras rechazadas (np). Conociendo el número de elementos de la muestra (n), divida np/n para encontrar p (la proporción de elementos que no concuerdan).

$$p = \frac{np}{n}$$

Empezar a trazar los datos (p) en el diagrama de control. Después de 25 subgrupos, calcular la proporción promedio de elementos que no concuerden (\bar{p}). La fórmula es como sigue:

$$\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + np_3 + \dots + np_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}$$

En donde k es el número de subgrupos. Para calcular y trazar los límites de control, utilizar estas fórmulas:

$$LCS_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$
$$LCI_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

No sorprenderse si en ocasiones el LCIR toma valores negativos. En estos casos asumir que el LCIR es 0. El siguiente paso es analizar el diagrama.

Revisar el diagrama en busca de patrones o corridas y puntos que se encuentren más allá de los límites de control. Eliminar las causas especiales utilizando el sentido común de estudios de causa y efecto. Volver a calcular los límites de control y continuar eliminando las causas especiales y mejorando el proceso.

El proceso de control es una herramienta importante que fácilmente puede ser utilizada por los serigrafistas para mejorar la calidad de su producto, servicio o negocio. El CEP tiene fuertes ventajas para controlar costos y guiar a los gerentes en su toma de decisiones. Con los tres diagramas de control antes descritos, se debe estar en capacidad de utilizar el control estadístico de proceso para administrar mejor las variables de proceso y un negocio.

4.7. Implantación estructural del sistema de calidad en la organización.

La organización para la implantación de un sistema de calidad debe adquirir el compromiso de establecer y desarrollar un sistema que garantice los siguientes objetivos:

1. Satisfacer las necesidades del cliente en lo relativo a aptitud para el uso, prestaciones, seguridad y fiabilidad del producto.
2. Cumplir con los requisitos específicos del cliente y normativas legales.
3. Prevenir los fallos antes de que ocurran.
4. Reducir los costos totales de calidad.
5. Mejorar las relaciones con los clientes y proveedores.

Mediante la aplicación de políticas a todas las áreas para conseguir un máximo de calidad en los productos, todo el personal de la organización debe desarrollar una mentalidad de constante mejora en su puesto de trabajo, detectando no sólo los fallos que se produzcan y sus causas, sino reconociendo a tiempo fallos potenciales y su eliminación consecuente.

Para cumplir estos objetivos, la organización debe ser consciente que además de proporcionar los medios materiales y humanos adecuados, el personal debe entender y aplicar las directrices que emanan de los documentos que integran un sistema de calidad. Para conseguirlo, se debe apoyar y alentar un programa de formación dirigido a todas las áreas y personas de la organización.

El Sistema de Calidad debe estar definido en un Manual de Calidad, con el que se pretende definir, sistematizar y controlar todas las fases o actividades relacionadas con la calidad del producto.

4.7.1. Responsabilidad de la dirección.

La gerencia general asume la responsabilidad total en la empresa, determina la Política de Calidad, aprueba el Manual de Calidad y revisa anualmente el Sistema de Calidad implantado en Grafik Print, S.A. para determinar su efectividad.

La gerencia general revisa anualmente el sistema de calidad implantado, con objeto de asegurar su ejecución e implantación. Para estas revisiones se tendrá en cuenta:

- a. Resultado de las auditorias internas.
- b. Grado de cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos.
- c. Cambios derivados de nuevas tecnologías, nuevos conceptos de calidad, estrategias de mercado y condiciones sociales y ambientales.

Esta revisión del sistema de calidad se realiza conjuntamente con los responsables de los departamentos y de su análisis se emite un informe. En Grafik Print se establece tres áreas importantes dentro de su estructura, la cuales son:

1. Gerencia de ventas y mercadeo

Depende jerárquicamente de la gerencia general y asume, entre otras, las siguientes funciones y responsabilidades:

- a. Preparación de las ofertas técnicas y comerciales.
- b. Realiza la revisión de los contratos (pedidos) antes de su distribución.
- c. Mantiene contactos con el cliente, informándole sobre modificaciones o no conformidades que afecten al contrato aprobado.
- d. Coordina el Servicio de postventa.
- e. Gestiona los reclamos de clientes, informándoles de los resultados obtenidos.
- f. Colabora con la preparación de ofertas para productos no estándar.
- g. Establece las directrices para el desarrollo de nuevos proyectos.
- h. Elabora las especificaciones de diseño y producto final, así como los planos correspondientes.
- i. Mantiene el archivo de normas técnicas y catálogos de productos.

2. Gerencia administrativa y contable.

Depende jerárquicamente de la gerencia general y asume, entre otras, las siguientes funciones y responsabilidades:

1. Realiza tareas contables de la empresa.
2. Autoriza los pagos por las compras efectuadas.
3. Emite las facturas por las ventas efectuadas.
4. Mantiene el archivo del personal de la empresa.
5. Analiza, junto con el responsable de cada departamento, el perfil de los nuevos puestos de trabajo.
6. Emite las órdenes de compra a los proveedores aceptados.
7. Propone al gerente de producción y calidad la evaluación de nuevos proveedores.
8. Participa, junto al gerente de producción y calidad, en la evaluación de los proveedores.

3. Gerencia de producción y calidad.

Depende jerárquicamente de la gerencia general y asume, entre otras, las siguientes funciones y responsabilidades:

- a. Ejecuta las órdenes de producción, en base a los pedidos aceptados por el gerente de ventas y mercadeo.
- b. Dirige las acciones necesarias para mantener operativos todos los medios de producción e instalaciones.
- c. Realiza los documentos de calidad relativos a su departamento (Instrucciones, especificaciones, etc.)
- d. Mantiene las bodegas de materias primas y producto final con una correcta identificación de las materias y productos.
- e. Gestiona el sistema de calidad y dirige su implantación.
- f. Realiza el manual de calidad y aprueba los procedimientos técnicos.
- g. Aprueba los documentos que completan el sistema de calidad (Instrucciones, especificaciones, etc.), realizadas por las distintas áreas.

- h. Inicia acciones para prevenir la aparición de no conformidades.
- i. Identifica y registra cualquier problema relacionado con la calidad, recomendando soluciones.
- j. Controla el tratamiento de los productos no conformes.
- k. Establece, implanta y mantiene el sistema de calidad, siendo por tanto responsable de su efectividad. Así mismo posee la autoridad suficiente para poner en práctica todo lo reflejado en el manual de calidad.

4.7.2. Sistema de Calidad.

El Sistema de Calidad aquí definido, se aplica a todos los productos fabricados por Grafik Print, S.A. y a todos los departamentos de la empresa. El objetivo de la implantación es definir los documentos que soportan un sistema de calidad para asegurar la conformidad de los productos fabricados con los requisitos establecidos.

La documentación que soporta el sistema de calidad está estructurada en tres niveles, son los siguientes:

1. Manual de calidad: Es el documento principal y describe el Sistema de Calidad. Sirve de referencia permanente durante la implantación y aplicación del sistema.
2. Procedimientos Técnicos: Los Procedimientos Técnicos establecen por escrito las normas a seguir en una actividad concreta, relacionada con la calidad, y que aplica a varios departamentos de la empresa. Se utilizan para el desarrollo de proyectos, servicio postventa, técnicas estadísticas, costos de calidad, etc.
3. Instrucciones y Especificaciones: Las Instrucciones son documentos donde se definen como se desarrolla un trabajo o función específica de un departamento. Pueden tomar la forma de: (a) Instrucciones de Proceso, (b) Instrucciones de Inspección, (c) Instrucciones de Ensayo, (d) Instrucciones de Calibración.

Las especificaciones son documentos que establecen unas características de un producto y pueden incluir prescripciones referentes a terminología, ensayos, métodos de análisis, envasado, marcado o etiquetado. Pueden ser: (a) Especificaciones de Diseño, (b) Especificaciones de Materias Primas, (b) Especificaciones de Producto en Proceso (c) Especificaciones de Producto Final.

4.7.2.1. Control de la documentación.

Es un procedimiento que asegura el control de todos los documentos en lo que se refiere a realización, revisión, aprobación, y distribución de los mismos, y su alcance es el siguiente:

1. Control del manual de calidad.

El gerente de producción y calidad tiene la responsabilidad de emitir y controlar, así como de suministrar copias controladas al personal apropiado. Todas las copias controladas deberán ser numeradas individualmente, para facilitar dicho control.

Además existirá una "Lista de Control del Manual de Calidad" donde consta la entidad receptora, nombre de la persona, fecha de emisión, n° de revisión y n° asignado.

2. Control de otros documentos.

Los procedimientos técnicos, instrucciones, especificaciones, planos y listas, una vez realizados o revisados y aprobados, son incluidos, por cada departamento, en la "Lista de Control de Documentos", en la que conste: N° de documento, título, última revisión, fecha.

3. Control de la distribución de documentos.

El gerente de producción y calidad es el responsable de que todos los documentos del sistema de calidad sean distribuidos a todo el personal de Grafik Print,

S.A. Con objeto de facilitar el control existirán dos formatos de distribución: (a) Hoja Distribución del Manual de Calidad (b) Hoja Distribución de Documentos, (c) El original de estos formatos, una vez revisados, así como el original de los documentos será archivado por el gerente de producción y calidad.

4. Modificación de lo documentos.

Las modificaciones y aprobaciones de los documentos sólo pueden ser realizadas por el departamento que originalmente emitió el documento. Toda modificación aprobada da lugar a una nueva revisión del documento afectado que se distribuye de la misma forma que el original. Las revisiones del Manual de Calidad se realizarán por capítulos completos, incluyendo además de la “Hoja de Distribución”, la portada del Manual de Calidad, el Historial de Revisiones y el Índice modificado.

4.7.2.2. Control de los registros.

Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de calidad.

Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Ejemplo:

1. Identificación.

Los registros deben tener una referencia única con objeto de facilitar su control y archivo. Se utiliza el siguiente método:

- a. Iniciales del tipo de formato.
- b. N° Correlativo a partir del 01.
- c. Dos últimas cifras del año en curso.

Así, por ejemplo, para el primer Informe de No Conformidad (INC), abierto en el año 2004, la identificación será: INC/01/04 Esta identificación se refleja en la parte superior derecha de cada formato.

1. Distribución.

La distribución de los registros incluidos en el Manual de Calidad viene indicada en cada capítulo, la distribución del resto de registros, está definida en los correspondientes procedimientos técnicos e instrucciones.

3. Archivo.

Cada departamento es responsable de archivar los registros que genere, siendo responsabilidad del gerente de producción y calidad el archivar los registros generados por la aplicación del Manual de Calidad y Procedimientos Técnicos. Los registros son archivados y conservados de forma que puedan encontrarse fácilmente y en unas condiciones que se minimicen los riesgos de daño o deterioro. El tiempo mínimo de archivo puede ser de 3 años.

4.7.3. Gestión de los recursos.

La gestión de los recursos permite asegurar que el personal que realiza actividades que afectan a la calidad tiene la formación necesaria. Aplica al personal que realiza actividades que afectan a la calidad del producto, en sus distintas fases. La presidencia de Grafik Print, S.A. y el gerente de producción y calidad tienen la responsabilidad de evaluar las necesidades de formación y proporcionar el adiestramiento adecuado a todos los niveles. La formación del personal puede ser interna o externa, bien sea efectuada por personal interno o por entidades ajenas a la empresa, ejemplo (INTECAP).

1. Formación interna.

La formación es dirigida al personal directivo, personal técnico, mandos intermedios y operarios. En especial se debe atender a la selección y adiestramiento del personal de nueva incorporación y al que se transfiera a nuevos cometidos, según Plan Anual de Formación aprobado por la gerencia general.

2. Actividades de formación.

Las actividades de formación pueden enfocarse en función de la categoría del personal y, de manera general, podrán comprender los siguientes temas:

- a. Técnicas estadísticas.
- b. Análisis de productos no conformes.
- c. Acciones correctivas.
- d. Calibración de equipos.
- e. Costos de Calidad.
- f. Formación en el puesto de trabajo.
- g. Control de documentación.
- h. Control de registros.
- i. Fundamento de control de calidad.

3. Formación externa.

El gerente de producción y calidad debe informar a la gerencia general sobre los cursos externos, relacionados con la calidad. La gerencia general procederá a su análisis y decidirá sobre la conveniencia de asistir a ellos.

4.7.4. Realización del producto.

Para la realización del producto se debe planificar y desarrollar los procesos necesarios que sean coherentes con los requisitos de los otros procesos del sistema de calidad. Para la planificación y desarrollo se debe tomar en cuenta los siguientes procesos:

4.7.4.1. Proceso relacionado con el cliente.

La comunicación y la revisión de los pedidos de clientes es uno de los procesos fundamentales en la realización del producto, debido que asegura que todos los requisitos son entendidos, aceptados y, cuando proceda, modificados correctamente a fin de que puedan satisfacer las expectativas finales. El proceso se inicia de la siguiente forma:

1. Recepción de pedidos.

Los pedidos de clientes son recibidos en Grafik Print, S.A. en forma escrita o telefónica por un asesor de proyectos (Ventas). En ambos casos es necesario que el gerente de ventas confirme por escrito las condiciones de aceptación del pedido al cliente. En el caso de que se trate de productos de línea, definidos en catálogos, el asesor de proyectos emite un requerimiento de producción, incluyendo todos los datos técnicos y comerciales necesarios para la correcta definición del producto. Cuando se trate de productos no de línea, es necesario que el gerente de ventas consulte a la gerencia de producción y calidad con objeto de evaluar la necesidad de modificar algún diseño ya aprobado o realizar un proyecto nuevo.

2. Modificaciones al pedido.

En el caso de modificaciones del pedido realizadas por el cliente es necesario que exista confirmación escrita de la gerencia de ventas con las nuevas condiciones de aceptación del pedido. Posteriormente debe informar a la gerencia de producción y calidad las modificaciones a introducir en el requerimiento de producción.

4.7.4.2. Servicio post venta.

El principal objetivo es asegurar que el servicio de asistencia técnica que se presta al cliente después de la entrega de los productos se realiza de acuerdo a los requisitos especificados, y se desarrolla de la siguiente forma:

La gerencia de ventas y mercadeo en base al proyecto básico desarrolla un plan técnico por cada producto o familia de productos en donde se especifique:

- a. Instrucciones de instalación, uso y mantenimiento del producto.
- b. Listas de piezas de repuesto y tiempo de disponibilidad.
- c. Derechos y responsabilidades del fabricante, concesionarios y usuarios.
- d. Impresos a utilizar por el servicio postventa.

Todos los reclamos de clientes recogidas a través del servicio postventa son gestionados por el departamento de ventas, y se levantan acciones preventivas y/o correctivas.

4.7.5. Diseño y desarrollo.

Este procedimiento nos permite definir un sistema a seguir en el control del diseño, con el fin de asegurar que se cumplan todos los requisitos especificados, y se desarrolla en cinco etapas:

1. Necesidad del diseño.

La necesidad del diseño de un nuevo producto surge bien por iniciativa propia o bien a petición de un cliente. En el primer caso, la gerencia de ventas y mercadeo es el responsables de establecer, en base a un análisis de mercado, los requisitos iniciales de partida, tanto técnicos como comerciales.

En el segundo caso, el cliente define los requisitos del nuevo producto, siendo transmitido al Departamento de mercadeo para su estudio y aceptación. En ambos casos se realiza una reunión de lanzamiento del proyecto a la que asisten los responsables del área de compras y el gerente de producción y calidad. En esta reunión se estudia la

posibilidad de realizar el proyecto en las condiciones técnicas, económicas y de plazo exigidas.

2. Definición de la especificación del diseño.

El gerente de producción recibe toda la documentación del gerente de mercadeo y establece una Especificación de Diseño, que contiene:

- a. Descripción general del producto y sus aplicaciones.
- b. Descripción de las características y especificaciones mecánicas exigidas al producto.
- c. Descripción de las características y especificaciones eléctricas exigidas al producto.
- d. Condiciones ambientales de funcionamiento.
- e. Requisitos operacionales.
- f. Requisitos de embalaje y transporte.
- g. La especificación de diseño es aprobada por el departamento de calidad.

3. Desarrollo del diseño.

El gerente de producción planifica las etapas que se seguirán en el desarrollo del proyecto mediante la emisión de un procedimiento técnico en el que se describe con detalle:

- a. Las responsabilidades de cada departamento en el desarrollo de cada etapa del proyecto.
- b. Las materias primas críticas.
- c. Las verificaciones y controles necesarios.
- d. Los criterios de aceptación y rechazo.

- e. Las pruebas de calificación.
- f. El registro de los resultados finales del proyecto.

4. Definición de las Especificaciones de Producto Final.

Terminadas todas las fases del diseño y en base a los resultados obtenidos y modificaciones realizadas a la especificación de diseño (si procede), el gerente de producción emite la especificación de producto final, así como los planos constructivos necesarios. La documentación es aprobada por el departamento de calidad y distribuida a los departamentos afectados.

5. Modificaciones al diseño.

Las modificaciones al proyecto se producen como consecuencia de:

- a. Incorporación de nuevas tecnologías.
- b. Experiencia en el proceso de producción.
- c. Experiencia del usuario.
- d. Petición del cliente.

El gerente de producción procede al estudio de las modificaciones propuestas. En el caso de que no afecte al producto en algún aspecto fundamental, aprueba los cambios y emite nuevas revisiones de los documentos afectados.

Cuando las modificaciones al proyecto básico son tan numerosas o tan importantes que pueden haber afectado al producto en algún aspecto fundamental, se procede como si se tratara de un proyecto nuevo.

4.7.6. Compras.

El objetivo de este procedimiento es describir el sistema que permita asegurar que los productos comprados cumplan todos los requisitos y especificaciones técnicas aplicables. Aplica a los productos comprados (Materias primas críticas) que a criterio del

gerente de producción y calidad tengan una incidencia directa en la calidad de los productos fabricados. Se desarrolla en cuatro partes:

1. Evaluación de los proveedores.

El jefe de compras es responsable de elaborar una “Lista de Proveedores Aceptados”, donde se incluye los proveedores de las materias primas críticas, evaluados de acuerdo con alguna de las siguientes combinaciones:

- a. Evaluación del sistema de calidad del proveedor.
- b. Evaluación de primeras muestras.
- c. Existencia de datos históricos.
- d. Certificación del proveedor por un organismo reconocido.

Del resultado de la evaluación se emite un informe de evaluación de proveedores donde queda reflejada la calificación asignada.

2. Ordenes de compra.

El jefe de compras es responsable de emitir las órdenes de compra a los proveedores aceptados. La orden de compra debe contener como mínimo:

1. Descripción del Producto.
2. Especificación de Compra aplicable.
3. Certificados a suministrar por el proveedor.
4. Datos sobre el embalaje, transporte y envío.
5. Cantidades, plazos y precios.

Las órdenes de compra son aprobadas por la gerencia general. Todas las revisiones que afecten a una orden de compra son documentadas y aprobadas de forma idéntica a las órdenes de compra originales.

3. Verificación de los productos adquiridos.

El gerente de producción y calidad establece las instrucciones de inspección necesarias para la verificación de las Materias Primas Críticas. El resultado de la inspección se refleja en un informe de verificación de materia prima. En caso de que se detecte algún producto no conforme, el gerente producción y calidad complementa el informe de no conformidad y transmite tal y como se indica en el procedimiento de producto no conforme.

4. Supervisión de los proveedores.

El Jefe de calidad, a la vista de los instructivos recepción y de no conformidad, mantiene un histórico del suministro de cada proveedor. Cuando a juicio del jefe de calidad los resultados de la supervisión no sean aceptables, se da de baja al proveedor en la lista de proveedores aprobados, con comunicación al jefe de compras y al gerente de producción.

4.7.7. Producción y prestación del servicio.

La producción y prestación del servicio es un método utilizado para asegurar que los procesos de fabricación son los adecuados para conseguir la calidad requerida a los productos y se llevan a cabo bajo condiciones controladas. Aplica al proceso de fabricación de todos los productos realizados en Grafik Print, S.A. desde que se inicia la transformación de las materias primas hasta la obtención del Producto Final. Se desarrolla en tres etapas.

4.7.7.1. Control y validación de los procesos de producción y prestación del servicio.

El gerente de producción y calidad es responsable de establecer las instrucciones de proceso necesarias que definan la forma de fabricar los productos. Estas instrucciones contienen:

- a. El desarrollo secuencial de las operaciones (orden de producción).
- b. Los controles y ensayos a realizar en el proceso (instructivos de inspección).
- c. Los registros a utilizar.
- d. Las responsabilidades de las personas que intervienen en el proceso.

Las instrucciones de proceso dan referencia a las instrucciones de inspección que tengan relación con el proceso y el producto fabricado. Cualquier modificación en los procesos, que difieran de lo establecido en las instrucciones de proceso, debe ser revisada y aprobada por el gerente de producción y calidad.

4.7.7.2. Identificación y trazabilidad.

La identificación y trazabilidad asegura que los productos desde la recepción hasta la expedición, de forma que se pueda reconstruir documentalmente el historial de un producto para comprobar las verificaciones a que ha sido sometido, es aplicable a las materias primas críticas, producto en proceso y producto final.

1. Materia primas críticas.

Una vez recibidas por el jefe de bodegas, las materias primas críticas son identificadas con una etiqueta de color verde (producto aceptado) o de color rojo (producto rechazado) en la que consten los siguientes datos:

- a. Tipo de producto.
- b. Orden de compra.
- c. Cantidad.
- d. Informe de recepción No.

- e. Fecha recepción.
- f. Informe de no conformidad No. (Sólo etiqueta color rojo).

Los productos pendientes de verificación se colocan en una zona pintada de amarillo e identificada con un cartel “Pendiente de Verificación”.

2. Producto en proceso.

El gerente de producción programa la producción de acuerdo con los requerimientos de producción recibidas del gerente de ventas.

El requerimiento de producción junto con la orden de producción acompaña a los productos durante su fabricación y refleja la identificación de las materias primas críticas utilizadas. Si como consecuencia de una inspección se detecta producto no conforme, éste se separa del resto y se introduce en un contenedor específico, identificado con la inscripción “Producto rechazado”. El responsable de la inspección realiza el informe de no conformidad y lo tramitará de acuerdo con lo indicado en el procedimiento de producto no conforme.

3. Producto final.

El producto final es sometido a inspección de acuerdo con las instrucciones de inspección correspondientes. En el caso de que la inspección resulte favorable, los productos pasan a la zona de almacén para su embalaje y expedición. En caso de que se detecte producto no conforme, el responsable de la inspección procede de forma análoga a lo indicado en el procedimiento de acciones preventivas y/o correctivas.

El producto final está identificado mediante etiqueta en la que consten, además de los datos técnicos del producto, la orden de producción a la que pertenece.

4.7.7.3. Preservación del producto.

En la preservación del producto se debe asegurar que todas las operaciones de manejo, almacenamiento, embalaje y entrega se llevan a cabo de forma que no alteren la calidad del producto.

El gerente de producción es responsable de revisar el proceso que sigue el material desde recepción hasta expedición para estudiar sus posibles movimientos. En aquellos casos en que la ausencia de instrucciones escritas pueda ocasionar problemas de calidad en el producto, el gerente de producción emite los correspondientes procedimientos técnicos, donde se especifique:

- a. Métodos apropiados para la manejo.
- b. Condiciones de Almacenamiento.
- c. Zonas de Almacenamiento.
- d. Características de los embalajes.
- e. Identificación de los embalajes.
- f. Medios de transporte.
- g. El gerente de producción y calidad comprueba periódicamente que las operaciones se efectúan correctamente y que los productos no sufren deterioro.

4.7.7.4. Inspección y ensayo.

El objetivo del procedimiento es describir un sistema utilizado para la inspección y ensayo de los productos a lo largo del proceso de fabricación, este se realiza en 4 etapas.

1. Inspección y ensayo en recepción.

Las materias primas críticas son inspeccionadas para garantizar que cumplen las Especificaciones de compra. Los controles se realizan de acuerdo con las instrucciones

de inspección establecidas, y de su resultado se emite el correspondiente informe de verificación de materia prima. Ningún producto puede ponerse en circulación en Grafik Print, S.A. sin haber sido verificado y aceptado previamente.

2. Inspección y ensayo en la manufactura.

Los controles a efectuar en el producto en proceso vienen definidos en las correspondientes instrucciones de Inspección, en donde se indican los parámetros a controlar, la frecuencia del control, el responsable de realizarlo, las especificaciones de producto en proceso aplicables y el registro a utilizar (informe de verificación de producto en proceso).

3. Inspección y ensayos finales.

Los controles a efectuar en el producto final vienen definidos en las correspondientes instrucciones de inspección, en donde se indican los parámetros a controlar, la frecuencia del control, el responsable de realizarlo, las especificaciones de producto final aplicables y el registro a utilizar (informe de verificación de producto final). No puede ser expedido ningún producto fabricado que no haya superado todos los controles establecidos.

4. Estado de inspección y ensayo.

a) En recepción.

El estado de inspección y ensayo en recepción viene definido por las siguientes identificaciones:

1. Etiqueta Verde: Producto Aceptado.
2. Etiqueta Roja: Producto Rechazado.
3. Zona Amarilla: Pendiente de Verificación.

b) Producto en proceso y final.

1. Conformidad en orden de producción: Producto aceptado.
2. Sin Conformidad en orden de producción: Pendiente verificación.
3. Contenedor específico: Producto no conforme rechazado.
4. Zona amarilla: Producto no conforme pendiente.

4.7.8. Control de los dispositivos de seguimiento de medición.

El propósito del control de los equipos de inspección, medición y ensayos utilizados, es encontrar en condiciones de uso y que estén correctamente calibrados, se desarrolla en 4 etapas y son:

1. Identificación.

Todos los equipos de medida y ensayos se incluyen en una lista de equipos de medida aprobada por el gerente de producción y calidad. Los equipos deben estar identificados mediante un código formado por tres dígitos, asignando a cada equipo un número correlativo.

2. Ficha de seguimiento.

Cada equipo dispone de una ficha de seguimiento, donde se reflejan los siguientes datos:

- a. Código.
- b. Denominación.
- c. Marca, modelo y No. de serie (si es conocido).
- d. Rango.
- e. Incertidumbre.

- f. Periodicidad de calibración.
- g. Historial de calibraciones.

Las fichas de seguimiento son realizadas por el gerente de producción y calidad y permiten conocer el historial de un equipo en cualquier momento.

3. Calibración de los equipos.

La calibración de los equipos puede ser:

a) Internas.

Son realizadas por el propio personal de la empresa, de acuerdo con instrucciones de calibración, por medio de equipos patrones certificados (trazabilidad nacional y/o internacional). Es necesario realizar un certificado de calibración definido en las instrucciones de calibración y en el segundo caso, solicitar al agente externo la remisión del mismo.

b) Externas.

Realizadas por empresas o laboratorios, externas a Grafik Print, S.A., utilizando patrones con trazabilidad.

Cuando en el transcurso de una medición o calibración periódica se comprueba que el equipo suministra datos extraños, se realiza una nueva calibración, dejando constancia en el correspondiente certificado de calibración. El gerente de producción y calidad evalúa la validez de los resultados obtenidos durante el periodo en el que sospecha se han realizado medidas erróneas y propondrá, si así lo estima, la apertura de una acción correctiva.

4. Etiquetas de calibración.

Una vez realizada la calibración, y si ésta ha sido favorable se coloca una etiqueta en el equipo, con los siguientes datos:

- a. Código de identificación.
- b. Fecha de última calibración.
- c. Fecha de próxima calibración.

En caso de no ser favorable la calibración, se le coloca al equipo una etiqueta donde constan los siguientes datos:

- a. Código de identificación.
- b. Leyenda: “FUERA DE USO”.
- c. Motivo de no ser utilizable el equipo.

4.7.9. Medición, análisis y mejora.

Como una de las medidas del desempeño del sistema de calidad, Grafik Print, S.A. debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización. Debe determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información.

4.7.9.1. Auditorias internas.

Las auditorias internas son realizadas con el propósito de evaluar el sistema de calidad, este puede ser evaluado trimestral, semestral o anualmente. Las auditorias son realizadas por el gerente de producción y calidad a los demás Departamentos, en ellos participa, además el jefe del departamento correspondiente. El desarrollo del sistema de auditorias se ejecuta en cuatro etapas:

1. Programación:

La programación de las auditorías internas es la siguiente:
El gerente de producción y calidad es auditado por el responsable del gerente de ventas y mercadeo, al objeto de garantizar la independencia del auditor en el área auditada.

El auditor planifica la auditoría, definiendo:

- a) Listado de preguntas para la auditoría interna.
- b) Fecha exacta de la auditoría.

Para la realización del listado de preguntas se tiene en cuenta el manual de calidad, instrucciones, especificaciones, informes de auditoría anteriores, informes de No conformidad, acciones correctivas, etc.

2. Realización.

El departamento auditado es informado, con la suficiente antelación, de la fecha prevista para la auditoría. Al comenzar la auditoría, el personal del departamento auditado, es informado por el auditor sobre el objeto y alcance de la auditoría.

La auditoría se efectúa siguiendo el listado de preguntas preparado con anterioridad, pero sin restringir la investigación a otros posibles aspectos que surjan y sean de interés o dudosos.

3. Informe de auditoría.

El auditor realiza un informe de auditoría al que se adjunta los informes de acciones preventivas y/o correctivas derivadas de la auditoría. El auditor comenta el informe con el auditado y éste firma el informe de auditoría y las acciones preventivas y/o correctivas. El informe se distribuye al auditado, gerente de producción y calidad y la gerencia general.

4. Calificación de auditores.

El personal que realice auditorias internas debe acreditar su calificación mediante certificación externa de haber asistido a un curso específico de formación.

4.7.9.2. Control del producto no conforme.

El propósito es asegurar que un producto no conforme con los requisitos especificados es detectado, identificado y segregado en cualquier fase del proceso de fabricación, su aplicación son materias primas críticas, productos en proceso y producto final que no cumplan los requisitos establecidos, se efectúa en 3 etapas:

1. Detección y evaluación de la no conformidad.

La detección de producto no conforme surge como consecuencia de la realización de controles bien en recepción, proceso o producto final. El operario encargado de la inspección debe comunicar al supervisor de turno la desviación detectada, realizando la parte superior del informe de no conformidad. El supervisor de turno evalúa la no conformidad, adoptando alguna de las siguientes decisiones:

- a) Rechazar.
- b) Reparar.
- c) Dejar como está.
- d) Nueva afectación.

De esta evaluación queda constancia en la parte intermedia del informe, informando al gerente de producción y calidad, y, al jefe de compras (si procede).

2. Identificación del producto no conforme.

La identificación del producto no conforme se realiza de acuerdo con lo indicado en los procedimientos de compras y estado de inspección y ensayo.

3. Tratamiento del producto no conforme.

El gerente de producción y calidad comprueba que la decisión adoptada por el supervisor de turno ha sido ejecutada, reflejándolo en la parte inferior del informe, los originales del informe son archivados por el gerente de producción y calidad, distribuyendo copia a los interesados.

4.7.9.3. Análisis de datos.

Las técnicas estadísticas son utilizadas como herramientas de análisis en las siguientes actividades.

- a. Control de recepción.
- b. Mejora de los procesos.
- c. Medida de la fiabilidad.
- d. Toma y análisis de datos para resolución de problemas

A continuación se indican algunas de las técnicas más habituales y que se prevean implantar progresivamente.

1. Gráficos.

Son apropiados para comparar el tamaño de varias cantidades. Se emplean para analizar relaciones cuantitativas, tales como número de fallos por máquina, número de defectos por proceso, etc.

2. Diagramas de Pareto.

Son gráficos de barras especializados que pueden emplearse para mostrar frecuencia relativa de hechos tales como productos defectuosos, reclamos de clientes, no conformidades, etc.

3. Diagramas de causa efecto.

Se utilizan para clarificar las causas de un problema y pueden aplicarse en cualquier proceso. En el lado de las causas están factores tales como: materiales,

maquinaria y equipo, métodos de operación, operarios, etc. En el lado de los efectos se incluye: calidad del producto, costos, cantidad de producción, plazo de entrega, etc.

4. Histogramas.

En un diagrama de distribución de frecuencias, construido con los datos recogidos en una tabla, se utiliza para determinar si se satisfacen las especificaciones de un producto o proceso.

5. Gráficos de control.

Se utilizan para evaluar y mantener la estabilidad de un proceso. Los gráficos de control pueden clasificarse según las características a estudiar:

- a) Por variables (Gráfico X Gráfico X- R).
- b) Por atributos (Proporción defectuosa, No. de defecto, etc.).

4.7.10. Mejora.

Grafik Print, S.A., debe mejorar continuamente la eficacia su sistema de calidad mediante el uso de política de calidad, los objetivos de calidad, los resultados de las auditorias, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la gerencia.

4.7.10.1. Acciones preventivas y/o correctivas.

Las acciones preventivas y/o correctivas se han establecido para identificar y corregir las condiciones adversas a la calidad, investigar las causas y determinar las acciones que deben tomarse para evitar su repetición.

Acciones preventivas y/o correctivas son detectados a través de:

1. Informes de no conformidad.
2. Auditorias internas.

3. Reclamos de clientes.
4. Resultados negativos en calibración de equipos.
5. Revisión del sistema por la gerencia general.

Las acciones preventivas y/o correctivas se elaboran en 5 etapas, son las siguientes:

1. Apertura de las acciones preventivas y/o correctivas.

La apertura de una acción correctiva se produce a raíz de la detección de un problema individual de importancia significativa, o bien de un problema menor repetitivo.

Las acciones correctivas son decididas por el gerente de producción y calidad, interviniendo los departamentos afectados con objeto de estudiar la causa del problema. En esta reunión se establece el departamento responsable de llevar a cabo la acción correctora y el plazo para implantarla, quedando registrada en el informe de acción preventiva y/o Correctiva. El original del informe queda en poder del gerente de producción y calidad, y se distribuye copia a los convocados.

2. Implantación y cierre de las acciones preventivas y/o correctivas.

El departamento responsable procede a la implantación de la acción correctiva y una vez transcurrido el plazo, el gerente de producción y calidad, comprueba la implantación y su eficacia.

Por último, se efectúa el cierre de la acción correctiva, quedando archivado el original en el gerente de producción y calidad y distribuyendo copia a los afectados.

3. Seguimiento a las acciones preventivas y/o correctivas.

Con objeto de realizar un control estricto sobre el cumplimiento de las acciones correctivas, el gerente de producción y calidad realiza una lista de seguimiento en la que se indican las acciones correctivas adoptadas, responsables de aplicación, plazo y fecha de cierre.

4. Reclamo de los clientes.

Todos los reclamos de clientes son documentados por el gerente de ventas y mercadeo, utilizando el informe de reclamos de clientes. El estudio del reclamo lo realiza el gerente de producción y calidad, informando posteriormente al gerente de ventas y mercadeo el resultado de la investigación.

El gerente de ventas y mercadeo informa al reclamante del resultado de la investigación quedando, de esta forma, constancia del cierre del reclamo en el informe mencionado.

5. SEGUIMIENTO DE LA CULTURA DE CONTROL DE CALIDAD

La Cultura de Control del Color es un ambiente que puede crearse para garantizar reproducciones en color exacto. La Cultura de Control del Color se supervisa a sí misma y mantiene su propia exactitud. Una vez que esté implantada y los empleados estén entrenados, cada sección depende de la función mensurable de la fase anterior de la Cultura de Control del Color. Si una sección falla, se rechaza automáticamente en la próxima fase. La Cultura de Control del Color se corrige entonces porque las otras fases del procedimiento de control son números objetivo que van a mostrar diferencia si los números no son correctos en la fase anterior del procedimiento.

La cultura de control del color es crítica para el éxito de la pre-prensa en la empresa. En todos los casos en que los impresores de gran formato han intentado llevar a cabo pre-prensa en casa sin establecer primero una comprensión del control del color, ni entrenamiento ni procedimientos, el resultado ha sido frustrante. El evitar esta frustración es también rentable en términos de ahorro de tiempo y materiales, así como de conservar clientes.

5.1. Seguimiento en la preparación de archivos.

El primer paso para implantar una Cultura de Control del Color está en tomar control de “lo que entra”. Mantendrá al cliente regresando una y otra vez. En la serigrafía del proceso de cuatricromía hay muchas variables.

Se puede condensar todas estas variables de control del color en tres categorías.

1. Tomar control de los archivos que entran y control de pruebas.
2. Control de pre-prensa, tanto de las pruebas como de la película.
3. Control de la prensa con base en los números establecidos en pre-prensa.

Este tema describe un procedimiento de control del color que no puede fallar si se lleva a cabo y se supervisa apropiadamente. Se ha llamado al procedimiento “Cultura de Control del Color”.

1. Una Mirada Retrospectiva al Flujo de Trabajo Entrante.

Hace muchos años, antes de que se desarrollara la “prueba fotomecánica”, se hacían “pruebas en prensa” de la impresión a color. Ésta era una manera segura de saber que se podía imprimir lo que el cliente deseaba porque la prensa, la tinta y el sustrato que estaban siendo probados eran justamente los mismos que se utilizarían para imprimir. Antes de que los impresores y los compradores de impresión alcanzaran nivel nacional e incluso mundial, ésta era una opción muy buena. Este sistema de probar, sin embargo, tenía tres problemas:

1. Era lento.
2. Era caro.
3. No se prestaba a los requisitos de producción de cuentas nacionales o mundiales que necesitaban que la impresión fuera hecha en múltiples talleres de impresión distribuidos en todo el país y que era difícil que estuvieran razonablemente cerca de una prueba en prensa estándar producida en una determinada ubicación.

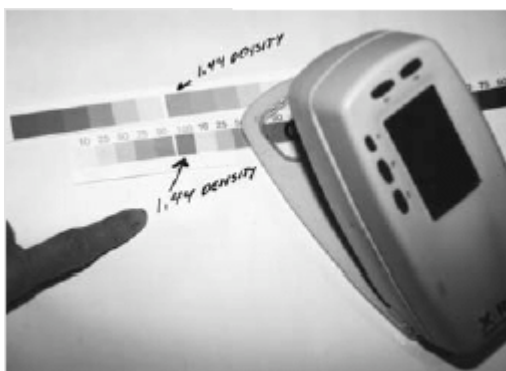
En los años setenta nació la prueba fotomecánica. La *Dupont Chromalin* se volvió la prueba usualmente seleccionada. Se producía en forma muy parecida a como se imprimía. La película se generaba a partir de originales o de un archivo y la película se utilizaba junto con el material de prueba para crear la imagen de un color a la vez. Funcionaba muy bien. De hecho, funcionaba tan bien que muchas otras compañías entraron al negocio del material para pruebas fotomecánicas. Se empezó a ver a *Matchprints*, *PressMatch*, *Kodak Approvals*, *Color Keys*, *Color Arts*, *Waterproofs*, *Polorproofs*, *Digital Matchprints*, etc. Este sistema nuevo y más versátil, sin embargo, trajo consigo dos problemas:

1. Diferentes prensas, diferentes tintas y diferentes impresores podían igualar algunas pruebas pero no otras. (¡Algunos no podían igualar nada!)

2. Diferentes pruebas no eran iguales entre sí, incluso cuando habían sido hechas a partir de la misma película. Los mega-cerebros de la industria gráfica buscaron respuestas. Decidieron que la respuesta estaba en crear estándares.

Si tan sólo se pudiera regularizar el material de prueba y las tintas, se estaría bien... ¿no es cierto? Bien, hasta ahora eso no ha funcionado. Aquí está el por qué:

Figura 101. Un cian Kodak Approval y de un cian de Matchprint.



Fuente: Grafik Print, S.A.

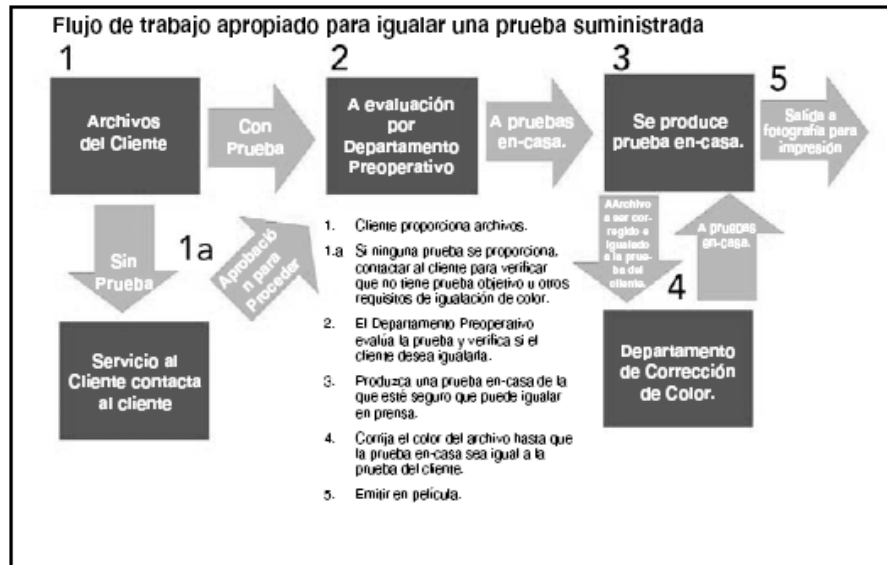
Ambas tintas son de la misma densidad. Ambas cumplen con los estándares SWOP de densidad para el cian. Se puede ver, sin embargo, que no son del mismo color. La densidad es la misma, pero el matiz es diferente. En otras palabras, el color no se ve igual. Éste no es un problema insuperable. De hecho, la mayoría de los serigrafistas recurren a la excusa de que el material de prueba usa tintes y pigmentos de color que son diferentes de los que se están utilizando y por consiguiente no se puede igualar el color, ver figura 101.

Hay que reconsiderar esta excusa. Los impresores de offset utilizan tintes y pigmentos diferentes y, aun así, muchos impresores de offset consiguen acercarse mucho a sus pruebas fotomecánicas, sin desviaciones extremas en sus procedimientos diarios normales. Por lo tanto, la respuesta al aspecto actual del control del color está en averiguar cuáles son las variables que alejan del objetivo. La primera variable a controlar son los archivos que entran.

2. ¡Lo que entra!

Tanto los archivos como las pruebas entrantes tienen todas unas cosas en común: Alguien, en alguna parte, saben qué es lo que quieren. El problema está en asegurarse de que se sabe lo que ellos quieren y esperan. La primera cosa a verificar con los archivos entrantes es, “¿sé lo que el cliente está esperando ver?” Si la respuesta es no, averiguar primero antes de que se empiece. Si han enviado una prueba, se debe asegurarse de verificar que la prueba que enviaron es el objetivo. Si no se han enviado una prueba, hacer una propia prueba y enviarla para su aprobación. De algún modo, de alguna manera, efectivamente asegúrese de que ese es el objetivo que están esperando. Muchas veces hemos capturado con el escáner e igualado una prueba o transparencia proporcionada por el cliente solamente para oírles decir que “realmente ese no era el objetivo, solamente era para mostrar posición”.

Figura 102. Diagrama de flujo.



Fuente: Grafik Print, S.A.

Una vez capturado con escáner una transparencia de una escena de jardín, ver figura 101, el diagrama de flujo de trabajo. Igualar la transparencia.

5.1.1. Medición las Variables.

Lo siguiente que hacer para controlar los archivos y las pruebas que entran es medir las variables. Hay mucho que aprender de las medidas. “Si se puede medir... se puede controlar”. “El color es sólo tres cosas: El sustrato, el color de las tintas y el valor tonal”.

Hace muchos años que se puso esto en práctica. Si se va a igualar algo, se necesita asegurarse que todos los elementos de lo que se esta produciendo son compatibles con el objetivo. Es como un cocinero de alta cocina que hace un lote de galletas. Si se mide y mezcla los ingredientes en la misma forma cada día, consigue los mismos resultados. Si cambia las cantidades de cualquiera de los ingredientes, se consigue resultados diferentes. ¿Por tanto, tiene sentido empezar un trabajo de impresión sin mirar el libro de recetas?

El libro de recetas en la mayoría de los casos es la prueba o impresión que se está tratando de igualar. Para conocer los ingredientes (la receta) de la imagen que se quiere igualar, se tiene que poder medir y entender los archivos y pruebas que llegan. Para iniciar y mantener una Cultura de Control del Color, se debe entender que hay tres cosas que crean una imagen de cuatricromía:

1. El color del sustrato.
2. El color de la tinta.
3. Porcentaje de puntos de los tintes.

Para entender estas tres cosas, se debe medir el objetivo de prueba y la impresión.

5.1.2. Medición del Sustrato.

La primera cosa a la que hay que mirar es el color del material de la prueba comparado con el material sobre el que está imprimiendo, ver figura 102.

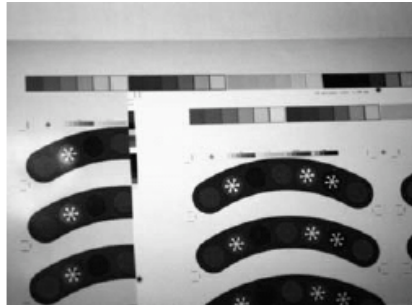
Figura 103. Espectrodensitómetro leyendo el color del papel.



Fuente: Grafik Print, S.A.

Se puede utilizar un espectrodensitómetro para obtener un color exacto o se puede comparar simplemente en forma visual. La comparación visual, de hecho, es muy probable que sea lo suficientemente buena para la mayoría de los casos, ver figura 103.

Figura 104. Comparación visual entre el color de la prueba y el sustrato



Fuente: Bruce Ridge. **Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.** Pág. 9

Se tiene dos opciones después de que se compare:

1. La primera opción es cambiar el material de la prueba a algo que esté cerca del material en el que está imprimiendo.
2. La segunda opción es hacer la prueba en el material real. Muchos sistemas de prueba en la actualidad pueden hacer la prueba en el sustrato real. En la figura 104, se muestra una prueba *Dupont Waterproof* siendo laminada con una pieza de plástico.

Figura 105. Prueba Dupont

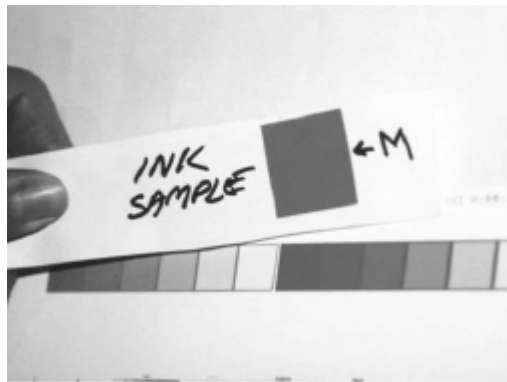


Fuente: Bruce Ridge. **Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.** Pág. 11

5.1.3. Medición de los colores sólidos.

La segunda cosa a medir en los objetivos que se reciben son las densidades y matices del color. En la figura 105 que muestra un tono diferente de magenta en la prueba en comparación con la tinta disponible.

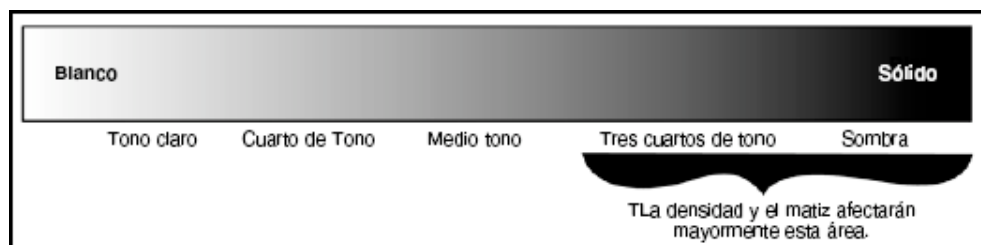
Figura 106. Diferencia de tonos en magenta



Fuente: Bruce Ridge. **Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.** Pág. 11

Si se está intentando igualar una prueba que tiene una densidad muy alta y se está imprimiendo con una densidad más baja, se encontraran problemas de igualación de color en los valores tonales más altos, sobre todo en las sombras. En la figura 106 se muestra una gráfica que señala en dónde van a afectar más las diferencias en el matiz y la densidad.

Figura 107. Gráfica de matiz.



Fuente: Bruce Ridge. **Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.** Pág. 17

5.1.4. Medición del área del punto.

La tercera cosa a medir en los archivos y las pruebas entrantes es el porcentaje del punto, ver Figura 107. Si la prueba tiene la ganancia de punto típica de 20 a 25% en el medio tono y la impresión está ganando 12 a 15%, no se podrá lograr la igualación. Se debe saber qué es lo que se puede igualar, por qué se puede igualar y por qué no se puede igualar. Se debe crear una Cultura de Control del Color que nunca permita que las pruebas “no-igualables” logren pasar de la sección de servicio al cliente.

Figura 108. Densitómetro leyendo la ganancia del punto en una prueba.



Fuente: Grafik Print, S.A.

5.1.5. Seguimiento cuantitativo.

Si conoce los números, es el momento de tomar decisiones. El factor principal en su proceso de toma de decisiones es saber cuánto produce una prensa en términos de ganancia de punto... saber la densidad y matiz de la tinta... y saber qué tan cercano está el sustrato en relación con el sustrato del objetivo. Si se sabe estas tres cosas, aquí está lo que se puede hacer con los números. Comparar los números del objetivo con lo que se sabe que la prensa producirá. Si se detecta un problema para producir el color debido a la densidad de la tinta o el matiz, a la ganancia del punto correspondiente, o si el sustrato sobre el que estará imprimiendo no es igual al de la prueba, se debe avisar al cliente y acordarse un compromiso en cuanto a sus expectativas.

Es mejor hablar desde un principio sobre los problemas potenciales de la igualación del color, que después de que el trabajo esté impreso. El primer paso para implantar una Cultura de Control del Color está en tomar control de “lo que entra”. Mantendrá al cliente regresando una y otra vez.

5.2. Seguimiento en “pre-prensa”

En el inciso 5.1 se cubrió la metodología de conocer, documentar y entender los valores de los archivos objetivos y pruebas que se reciben. Se estableció las bases para una cultura de control del color entendiendo primero los archivos y pruebas que llegan.

5.2.1. El control del color de la pre-prensa.

En la creación de una cultura de control del color para la parte de la pre-prensa del proceso, la primera cosa que se debe hacer es establecer que se está produciendo los valores tonales que se cree que se está produciendo. A esto se le llama linealización.

La linealización consiste, por ejemplo, si un densitómetro de transmisión está leyendo un área clara de la película como un valor tonal de 3%, ¿qué cree que hará a la lectura de 50% de área tonal? Agregará el 3% a la escala en la totalidad del rango tonal. Si el día de mañana el instrumento está leyendo el área clara como cero, y se está ajustando la salida basado en un instrumento fuera de calibración, las dos películas no van a empatar y las impresiones de color serán impredecibles. Se debe empezar desde el mismo punto cada vez. A esto se le llama linealización.

Hay algunas cosas que nunca se asumirá que son lineales. La más importante es el dispositivo que se utilice para medir los dispositivos de salida, el densitómetro de transmisión, ver figura 108.

Figura 109. Densitómetro de transmisión



Fuente: Grafik Print, S.A.

5.2.2. Calibración de los instrumentos.

Para linearizar correctamente un proceso, se debe tener un densitómetro de transmisión. Nunca se debe asumir que el densitómetro de transmisión esté correcto. Si no se ha calibrado desde hace algún tiempo, no está correcto. El mantener este instrumento en calibración es tan importante como la cinta de medir es para un carpintero. Un carpintero nunca cortaría una tabla a menos que esté seguro de que la medida es exacta. Si la película no es exacta, se producirá un porcentaje tonal equivocado.

Si se produce porcentajes tonales equivocados a lo largo de la totalidad del rango tonal de las mezclas de CMYK (Cian, Magenta, Amarillo, Negro) para crear colores diferentes, se obtiene mezclas de color equivocadas. Se estará fuera de control y no hay ninguna manera de que se pueda ser predecible.

La calibración de los densitómetros de transmisión es muy fácil. El densitómetro viene con una placa de calibración o una película de calibración, ver figura 109. Simplemente es leer las instrucciones en el manual y establecer un procedimiento operacional estándar para que se efectúe una calibración completa por lo menos una vez cada semana y una calibración rápida en cada trabajo.

La calibración rápida que debe hacer en cada trabajo es simplemente poner a cero el instrumento en el área clara de la película para las lecturas de área de punto o poner a cero a una abertura abierta para las lecturas de densidad.

Figura 110. Película de calibración para densitómetro de transmisión.



Fuente: Grafik Print, S.A.

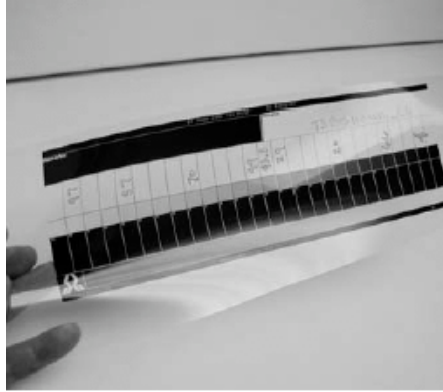
5.2.3. La fotocomponedora, linearización de la salida de película

Ahora que ya se tiene el densitómetro de transmisión calibrado, se está listo para la fotocomponedora. Nunca se debe asumir que la fotocomponedora está correcta. Esto parece ser un concepto simple, pero del número de instalaciones de producción nunca se verifica. Hay tres eventos que indican cuándo debe verificar la calibración de su fotocomponedora:

1. Cada 24 horas en cada conteo de línea diferente.
2. Cuando se cambia película.
3. Si se sospecha algún problema.

Con frecuencia la fotocomponedora se saldrá fuera de la linearización y muy inesperadamente. Pero si se tiene implantados procedimientos operacionales estándares de verificación, no se estará produciendo películas equivocadas cuando se salga, ver figura 110.

Figura 111. Película de muestra



Fuente: Grafik Print, S.A.

5.2.4. Salida de película.

Una vez que se está seguro de que la fotocomponedora está linearizada, se necesita aplicar el conocimiento que se adquirió leyendo los archivos y pruebas que llegan contra la salida de película, ver figura 111. Los porcentajes tonales y densidades objetivo deben estar relacionados con tres cosas:

1. El objetivo original.
2. “Prueba calificada”.
3. La prensa.

Figura 112. Comparación de archivos v pruebas contra muestra



Fuente: Grafik Print, S.A.

Ahora la comparación de la película como si se tratara del material blanco en medio de una galleta de chocolate — el material que hace que la parte superior se relacione con la inferior... este material es la parte más importante del proceso. Esto puede parecer una exageración de qué tan importante es la película para el proceso, pero una y otra vez se ha visto instalaciones de producción que utilizan película que no está calibrada. Ya habían fracasado desde antes de que empezaran. Por otro lado, se ha visto impresores con relativamente pobres recursos, que imprimen una calidad asombrosamente buena con la película correcta. Pero para que la película sea la película correcta, debe estar relacionada con el objetivo original y con el resultado final deseado.

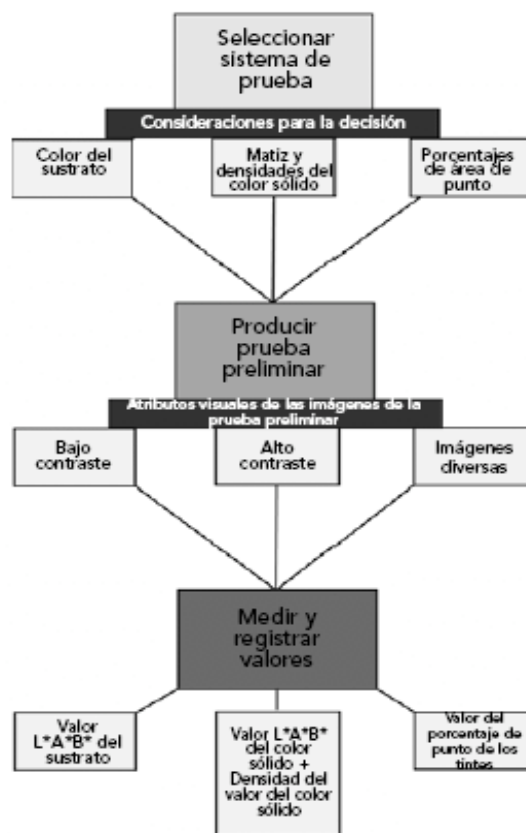
5.2.5. Comprensión de los archivos Originales.

Sin excepción, siempre se tiene un objetivo o archivo original. El objetivo o archivo se llama la “prueba contractual”. El archivo original es lo que el cliente está esperando. ¡Ése es el objetivo!” Si no se tiene una impresión de algún tipo que esté firmada y con la que se esté de acuerdo, ése es un error. Puede ser que no se tenga nada que represente lo que están esperando, pero aun así, lo que están esperando es el objetivo. Así que ésa se convierte en la “prueba contractual” aunque no se haya visto nada. Así que, debemos recordarnos, una prueba contractual es “cualquier cosa que se haya aceptado del cliente como el objetivo”. Podría ser una impresión digital, podría ser una prueba analógica, inclusive podría ser simplemente una imagen en un monitor de computadora. Pero sea lo que sea, lo importante es que se tiene un objetivo: es lo que el cliente está esperando. Al final de cuentas, a lo que se reduce es conseguir control sobre las pruebas. Se puede producir las pruebas internamente o se puede mandarlas hacer por fuera. Pero en cualquier caso, se debe establecer una prueba que pueda empatar. Es crítico que se establezca una prueba que se pueda empatar muy estrechamente si se produce las densidades correctas y los valores tonales que se ha probado y documentado. Se convertirá en la prueba en la que la empresa y los impresores tienen confianza porque sabrán que es correcta y exacta. A esto se le llama, “Calificar una prueba”.

5.2.5.1. Cómo Calificar una Prueba.

La impresión con proceso de cuatricromía tiene solamente tres elementos. El color del sustrato, el color de la tinta, y el valor tonal de los puntos. Si crea una relación con un sistema de prueba que realmente comprende, con ello se ha calificado la prueba y convertido en un estándar, ver figura 112.

Figura 113. 3 pasos para calificar una prueba.



Fuente: Grafik Print, S.A.

1. Seleccionar un sistema de prueba basado en los valores más cercanos que se pueda encontrar para el sustrato y tinta. En serigrafía, lo que más conviene es escoger la prueba de “baja ganancia”, si se tiene esa posibilidad. Si se tiene un espectrofotómetro, o un colorímetro de triple vía, se debe leer los valores LAB y comparar los colores sólidos de la tinta y el color del sustrato, ver figura 113.

Si no se tiene un instrumento para medir los colores sólidos de la tinta y el color del papel blanco, solamente comparar en forma visual los colores sólidos de la tinta y el color del sustrato. Hay que conseguir que la compañía de tinta participe en el proceso. Enseguida se debe registrar las densidades de la prueba. Hay que recordar, la densidad es solamente una medida de cuánta luz está siendo absorbida. No es el color (o matiz) de la tinta. La densidad se refiere a qué tan oscuro es.

Figura 114. Espectrofotómetro



Fuente: Grafik Print, S.A.

2. Producir esta prueba que se ha seleccionado de un archivo que representa todas las posibilidades de combinaciones y valores de color. Una imagen con toques de luz, una imagen de bajo contraste, una variedad de tonos de piel, algunos colores sólidos, algunos grises neutrales en algunos rangos tonales diferentes y, lo más importante de todo, buenas barras de color con valores indicados al lado de cada una de las secciones de muestras tonales, ver figura 114. Asegurarse de que se produce la prueba con el conteo de líneas que normalmente le solicitan para empatar.

Figura 115. Muestras tonales.



Fuente: Bruce Ridge. **Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.** Pág. 15

3. Medir y registrar las densidades y los valores tonales de la prueba. Esto va a ser el objetivo a buscar en la prensa, ver figura 115. La importancia de tener una “prueba calificada” es enorme. Es la única cosa en el proceso completo sobre la que se puede basar la integridad de los archivos que se está recibiendo.

Figura 116. Medición y registro de valores tonales



Fuente: Grafik Print, S.A.

Si se recibe una prueba que no tiene barras de color, o que sencillamente no se sabe si es exacta, siempre se puede hacer una “prueba calificada” y estar seguro, en vez de ir a la prensa con una prueba de un objetivo del que no se está seguro si es exacta. El último lugar en donde se quisiera encontrar con que la prueba objetivo no es exacta, es en la prensa.

5.2.5.2. Como ajustar las pruebas.

En el capítulo 5.1 se habló sobre el proceso de flujo de trabajo para establecer elementos mensurables en el archivo que se puede verificar, que se llamó “barras de color”. Lo que se tiene que hacer en una cultura de control del color es saber y entender estos valores y entonces aplicarlos a la película o archivo de salida a película, placa o pantalla. A eso se le llama, “creación de la curva”. El objetivo típico de prueba contractual que se esta intentando empatar, se le llama “ganancia estándar”.

La ganancia estándar de una prueba típica de 150 lpi (líneas por pulgada) que se recibirá de una agencia de publicidad o de un cliente de ventas al consumidor, estará reflejando estos números de valores tonales utilizando el estándar *Murray - Davies* de medición:

Toque de luz.....	10% = 20%
Cuartos de tono.....	25% = 40%
Medio tono.....	50% = 70%
Tres cuartos de Tono....	75% = 89%
Sombra.....	90% = 95%

Esto es utilizando la fórmula de *Murray-Davies* de cálculo de área de punto, ver figura 116.

Figura 117. Fórmula de Murria-Davies para el cálculo del área de punto.

$$\text{Área de Punto Aparente} = \frac{1 - 10^{-D_t}}{1 - 10^{-D_s}} \times 100$$

En donde D_t = Densidad del tinte menos densidad del papel.

En donde D_s = Densidad del sólido menos densidad del papel.

Fuente: Bruce Ridge. **Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.** Pág. 3

5.3. Seguimiento en “prensa”.

Para un aceptable control en la prensa, se tuvo que haber hecho un buen trabajo en “El control de lo que llega” y en “El control de la pre-prensa”. Más aún, para tener una buena posibilidad de lograr color predecible, hay que aprender a controlar las etapas anteriores, para ello se necesita conocer y controlar el objetivo que se esta intentando igualar. Nuestro conocimiento debe incluir el color del sustrato, el color de las tintas y el objetivo en cuanto a los porcentajes de área del punto. Una vez que se ha “calificado” una prueba con estos datos, se hacen ajustes en pre-prensa para igualar las características de la prensa a las características del objetivo. Cuando esto ha sido realizado, todo lo que se tiene que hacer es controlar la prensa — es decir, llevar la prensa a un punto predecible y consistente de impresión en cada trabajo.

5.3.1. Cinco pasos para el control en prensa.

Hay cinco pasos para igualar los valores que se establecieron en la prueba calificada.

1. Empezar por imprimir una “rampa” o paleta tonal incremental, para establecer los valores que la prensa produce. Imprimir justamente en el mismo sustrato para el que se está calibrando y exactamente con las mismas líneas de pantalla que se estará imprimiendo.

Asegurar de imprimir por lo menos 20 impresiones después de ajustar la presión para garantizar que la prensa es estable y que la pantalla esté abierta. Así mismo, examinar detenidamente la agudeza del punto para asegurarse de que se está imprimiendo la mejor calidad posible de punto y con el mejor rango tonal posible. Nota: El mejor rango tonal posible no significa “el punto más pequeño posible”.

La mayoría de los serigrafistas sacrifican el punto de sombra para mantener el punto de toque de luz, pero en una prueba de calibración, se está buscando ambos, detalle en los toques de luz y detalle en la sombra. En otras palabras, se debe realizar la mejor impresión que se pueda, exactamente de la manera en que se haría para el más exigente de los clientes.

2. Medir los valores de la prueba de impresión. Los dos números de control que se necesita establecer por medio de la medición son el área del punto y la densidad, y se necesitará utilizar por lo menos un densitómetro reflexivo o un espectrofotómetro para hacer esto. Si se es un serigrafista típico, y se suele hacer un buen trabajo en la preparación de la pantalla, se encontrará que no se está ni siquiera cerca del área del punto que se está intentando igualar.
3. Comparar los números de área del punto y de densidad con la prueba objetivo, ver figura 117. Esto debe reflejar una impresión típica para esa prensa, con ese conteo de líneas y en ese sustrato, cuando se utiliza esa malla y una pantalla consistente y típica. Es también una buena referencia para la solución de problemas. Mantener del lado seguro y guardar buenos registros de esta prueba. Es posible que se necesite referirnos a ellos si hay divergencia en los valores de ganancia en producción con relación a la impresión de prueba.

Figura 118. Hoja de trabajo para la igualación del color objetivo.

Valor Tonal del Archivo:	10%	25%	50%	75%	80%	Densidad del Color Sólido
Valores tonales de la prueba						
Lecturas de la Impresión del Cian:						
Lecturas de la Impresión del Magenta:						
Lecturas de la Impresión del Amarillo:						
Lecturas de la Impresión del Negro:						

¿Desviaciones de más de .05 en densidad? _____

Desviaciones de más de 3-4% en área del punto _____

Conclusión de la diferencia en color _____

Fuente: Bruce Ridge. **Compresión y control de los fundamentos de la reproducción del color.** Pág. 5

4. Ajustar la película (o la salida si se va directo a pantalla), para compensar por valores de pérdida de punto y ganancia de punto que no estén igualando el objetivo original. Básicamente, si el área del punto es demasiado baja, aumentarla. Si el área del punto es demasiado alta, disminuirla. A esto se le llama “curvar” la película o salida. Se debe prestar atención al mínimo tamaño del punto en el toque de luz. Ajustar el punto al punto mínimo que sea capaz de mantener cómodamente.

5. Imprimir una imagen de proceso de cuatro colores aplicando la curva. Si los valores tonales son diferentes, se puede controlar el área del punto en prensa a través del ajuste de la misma. El objetivo es imprimir con la misma área del punto que se midió en la prueba objetivo. Balancear primero las áreas de medio tono (50 por ciento). Esto significa que todos los colores deben imprimir cerca de los mismos porcentajes del punto en el área del medio tono. Ésta es el área más importante para efectos de igualación. Ajustar la prensa hasta que estas áreas estén igualadas dentro de un 3 por ciento en todos los colores. Se puede ajustar los porcentajes tonales a través de:

1. Velocidad del rasero.
2. Ángulo del rasero.
3. Ajustar de la barra de entintado (Velocidad y presión).
4. Durómetro del rasero.
5. Presión del rasero.
6. Distancia fuera de contacto (Desprendimiento automático).

Si no se consigue lograr los porcentajes tonales correctos en prensa, probablemente se tiene una pantalla mala o, para empezar, no se ha establecido correctamente la curva. La mayoría de las prensas son muy predecibles.

Después de que se haya establecido estos cinco pasos, estaremos sorprendido de qué tan cerca se encuentra de una igualación perfecta con cualquier objetivo que se esté intentando igualar. Y realmente, todo lo que hizo fue igualar la densidad y el área del punto en todos los valores tonales.

5.3.2. Precauciones de control en prensa.

Hay dos cosas que no se hacen.

1. No se debe pensar que esta misma curva funcionará para cualquier conteo de línea y para cualquier sustrato. No funcionará. La cultura de control del color está basada en entender, documentar y predecir.
2. Nunca asumir que los objetivos no cambian. Se debe verificar todos los objetivos que se envíen a la prensa. Vigilar constantemente los valores objetivo que se esté tratando de igualar, y ajustarlos cuando sea necesario. No hay que creer que no se tiene que medir, controlar y ajustar para lograr el objetivo. El entender el objetivo es la clave.

CONCLUSIONES

1. El desempeño de los procesos se obtuvo por medio de una evaluación y revisión de los procedimientos técnicos por cada área de una forma escrita que contribuye a la mejora continúa.
2. Se elaboró un manual de procedimientos y calidad para la formación interna del personal y el ordenamiento de los procesos que se realizan en Grafik Print, S.A.
3. Por medio del manual de procedimiento y calidad se inició la capacitación del personal en instrumentación para la medición objetiva.
4. Se cuenta con documentación en las diferentes áreas de la empresa, por lo tanto se lleva un control del proceso.
5. El ordenamiento y la limpieza en las áreas es uno de los factores principales que eliminó los problemas de rechazo interno por deterioro del producto, cada una de las áreas fueron identificadas.
6. Se creó un plan de mantenimiento de maquinaria y equipo que contribuye a reducir los costos por compras inmediatas de repuestos al extranjero.
7. Se redactó un capítulo Una buena preparación de las tintas es fundamental dentro del proceso de impresión para evitar cambios de tonos dentro del mismo tiraje.
8. Se implementó una cultura de control de calidad que contribuyó a reducir los rechazos del cliente por los repentinos cambios de tono en las impresiones.

9. El estudio de nuevas materias primas fue uno de los elementos más importantes para la competitividad a nivel nacional como internacional.

RECOMENDACIONES

Área de diseño y pre-prensa

1. Dar seguimiento al documento donde se indica al cliente los parámetros con los cuales debe mandar todos los archivos, y, así mismo una prueba impresa como referencia de color.
2. La creación de un registro donde se indique todos los parámetros iniciales y los requerimientos del cliente.
3. La calibración de los instrumento según el plan de control de los equipos para el óptimo rendimiento y reducción de pruebas.

Área de prensa.

4. Mantener la alineación y nivelación de los equipos de impresión para alcanzar mejores trabajos en definición y tonos de color.
5. La compra de medidores de tensión (tensiómetro) y fuera de contacto es de vital importancia para el cuidado de las pantallas de impresión que es uno de los recursos mas caros del proceso serigráfico.
6. En el manejo de las tintas es importante, comprar una guía pantone, así como equipo de mezcla, para obtener mejores resultados de tonos de color.
7. Lámparas de 5,000 K son las recomendadas para toda área de impresión, para evitar moaré y el metamerismo.

Otras áreas.

8. Dar seguimiento la estructura documental para dejar registrado todos los parámetros de impresión de un tiraje actual a un tiraje futuro.
9. Dar mantenimiento a la marcación e identificación de áreas para un mejor manejo del producto y así evitar su deterioro.
10. El seguimiento al plan de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo ayudará a reducir los mantenimientos correctivos y los tiempos muertos por los mismos.
11. La exploración de nuevas materias primaras es de vital importancia para reducir costos, aumentar márgenes de ganancia y ofrecer productos con mayor calidad a los clientes.

REFERENCIAS

1.
Johnny Shell. "La ciencia del color", **Guía técnica SGIA**: 1-66. 1991.
2.
Mike Ruff. "Densitometría serigráfica", **Guía técnica SGIA**: 1-73. 2001.
3.
Hans Gerd Scheer. "La serigrafía del siglo XXI", **Guía técnica ATS**: 2-57. 1992.
4.
Bruce Ridge. "Comprensión y Control de los Fundamentos de la Reproducción del Color de Proceso", **Guía técnica Nazdar**: 3-36. 1999.
5.
Andy Anderson. "Separación de colores", **Guía técnica Anderson Studio, Inc.** 1, 3-67. 1996.
6.
Mike Young. "Control de calidad en la prensa". **Guía técnica Imagetek**: 2-64. 1995.
7.
Joe Clarke. "Malla de pantalla para proceso de color". **Guía técnica First Aid Ltd.:** 2-103. 2002.
8.
Mike Ruff, "Control de calidad del color". **Guía técnica ReyHan PGF**: 1-83, 2002.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vitola Zamora, Carlos Salvador. Elementos de la impresión litográfica offset y su control de calidad. Tesis Ingeniero Mecánico Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos, 1995. 135 pp.
2. Gutiérrez, Mario. **Administrar para la calidad: conceptos administrativos del control total de calidad.** México: Lamusa, 1992. 162 pp.
3. Morales Dávila, Erick Mauricio. Aplicación de técnicas de ingeniería industrial para el mejoramiento de procesos de producción y administración de una pequeña empresa en la industria de artes gráficas. Tesis Ingeniero Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos, 1995. 184 pp.
4. Senlle, Andrés y Stoll, Guillermo. **Calidad total y normalización: ISO 900 las normas para la calidad en la práctica.** Barcelona: Gestión 2000. 2000. 182 pp.
5. González Sett, Carlos Enrique. Como implementar la cultura de calidad total. Tesis Ingeniero Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos, 1994. 121 pp.
6. Vela Escobar, José Ismael. Control de calidad en la industria de artes gráficas "cajas plegables". Tesis Ingeniero Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos, 1980. 99 pp.

