



**ABRIR CAPÍTULO III**

## **IV. PROCESO DE REINTEGRACIÓN, METODOLOGÍA DE TRABAJO**



**Sumario:** IV.1.- Análisis del color a reintegrar. IV.1.1.- Análisis comparativo visual. IV.1.2.- Análisis comparativo colorimétrico. IV.1.3.- Valoración porcentual tricromática del color analizado. IV.2.- Síntesis del color a reintegrar. IV.2.1.- Procedimiento operativo. IV.2.2.- Consideraciones técnicas.



## IV

---

### Proceso de reintegración. Metodología de trabajo

Como es bien sabido, antes de llevar a cabo el proceso de reintegración es necesaria la adecuada preparación de la superficie. Para ello, las lagunas previamente estucadas, tienen que ser convenientemente desestucadas; asimismo, sobre la totalidad de la superficie pictórica, y a modo de capa de intervención, se debe aplicar un barniz de retoques.

*Inicio del  
proceso*

La capa de estuco aplicada en las áreas con pérdidas de capa pictórica o lagunas, deberá quedar al mismo nivel que la capa pictórica adyacente. En cuanto a sus características (materiales y dosificación), serán similares a las del estuco utilizado en la elaboración de los soportes de las tablas cromáticas, así como la textura del acabado de la superficie de las lagunas; de todos estos aspectos dependerá, en gran

*Aspectos  
previos*

medida, la obtención de unos resultados satisfactorios en la reintegración efectuada.

En este sentido, la preparación de las áreas a reintegrar puede llevarse a cabo con diferentes tipos de estucos, en cuanto a sus componentes (cargas, aglutinantes) y acabados superficiales, siempre y cuando los soportes de las tablas cromáticas se hayan elaborado de la misma forma.

En general, la preparación de las áreas a reintegrar, mediante este nuevo procedimiento de reintegración cromática, es similar al que se realiza para efectuar la reintegración por los sistemas tradicionales.

La finalidad del proceso de reintegración es establecer una igualación cromática de las áreas con pérdidas o lagunas de la capa pictórica, respecto al color original de la pintura adyacente. Como ya se ha definido<sup>175</sup>, este tipo de igualación es condicional, ya que, tanto los materiales (pigmentos, aglutinantes) como la técnica utilizada para la obtención de color a reintegrar, son distintos del color original a reproducir.

*Material  
necesario*

Para efectuar el proceso de reintegración cromática, es necesario disponer de los FTT y tablas cromáticas. Concretamente, mediante los primeros se puede materializar sobre el área estucada de la laguna, el aspecto cromático adecuado, el cual, a su vez, previamente ha sido identificado en las tablas cromáticas.

*Colocación de  
la obra*

La disposición espacial que puede adoptar la obra para realizar el proceso de reintegración, es variada. Así, la reintegración puede llevarse a cabo tanto en posición horizontal como en vertical, si bien, en posición horizontal puede existir el inconveniente de que al utilizar una

---

<sup>175</sup> Véase cap. II, ap. II.2. *Reproducción del color*, pág. 116.

iluminación cenital, se produzcan sombras proyectadas por el propio restaurador, y de este modo perturbar la reintegración.

Una cuestión previa a la forma de aplicar los FTT sobre la laguna objeto de reintegración, es establecer el tipo de lineatura más conveniente. Según se explicó al definir los negativos tramados empleados para la elaboración de los FTT<sup>176</sup>, las lineaturas que se han de utilizar están en función del formato de la obra a reintegrar, así como de la uniformidad y granulometría de la superficie estucada sobre la que se aplican.

*Lineatura de los FTT*

Si se considera que la distancia mínima de observación de una obra corresponde aproximadamente a la longitud de su diagonal, los FTT que se utilicen deberán tener una lineatura tal que a esa distancia de observación no se perciba su diseño de puntos. Como ya se indicó en la explicación de los negativos tramados<sup>177</sup>, la lineatura se calcula de acuerdo a la apreciación visual, de tal forma que lineaturas elevadas cubren un mayor campo de posibilidades ante obras de distintos formatos.

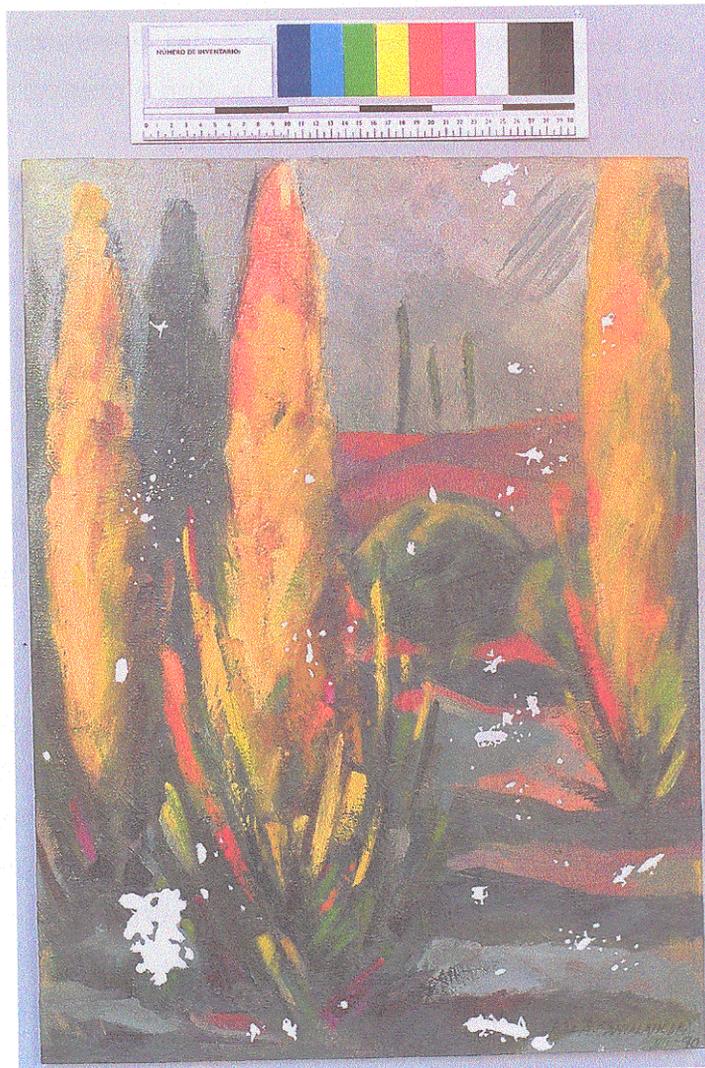
Paralelamente a la descripción general del proceso de reintegración que se expone en los apartados siguientes, se ha considerado oportuno mostrar los resultados obtenidos, tras la reintegración llevada a cabo con este sistema, sobre dos obras concretas. Se trata de dos óleos sobre lienzo; el primero, obra *Paisaje*<sup>178</sup> (61 x 46 cm); figura IV.1. La segunda obra, *Visitación de la Virgen*<sup>179</sup> (34 x 76 cm), figura IV.2, representa un tema religioso de la visitación de la Virgen a su prima Santa Isabel; y está datada a comienzos de siglo.

<sup>176</sup> Véase cap. III, ap. III.1.2. *Negativos tramados*, pág. 222.

<sup>177</sup> Véase cap. III, ap. III.1.2. *Negativos tramados*, págs. 223, 224.

<sup>178</sup> La obra pertenece a la Dra. Dña. M<sup>a</sup>. Paz Alonso Cantalapiedra, quien es, a su vez, la autora; fue pintada en el año 1990.

<sup>179</sup> Obra de la primera mitad del siglo XIX; autor anónimo.



**Fig. IV.1.** Obra *Paisaje*, preparada para efectuar el proceso de reintegración, una vez desestucadas las lagunas y aplicada una ligera capa de barniz de retoques.



**Fig. IV.2.** Obra *Visitación de la Virgen*, preparada para realizar el proceso de reintegración.

Teniendo en cuenta las dimensiones de estas dos obras y, considerando que la distancia mínima de observación de las mismas corresponde aproximadamente a la longitud de sus diagonales, estas distancias serían de 76 cm para la obra *Paisaje* y de 83 cm para la obra *Visitación de la Virgen*.

Según esto, para proceder a su reintegración habrá que utilizar unos FTT tal que a la distancia de 76 y 83 cm, respectivamente, no se aprecie el diseño de puntos, o bien los signos de cualquier otro diseño que se utilicen.

De acuerdo con las operaciones correspondientes al cálculo de las lineaturas de los negativos tramados<sup>180</sup>, la utilización de unos FTT de una lineatura de 20 l/cm (51 l/pulg) se puede considerar adecuada para llevar a cabo la reintegración de ambas obras, ya que a partir de una distancia de 60 cm este valor de lineatura no permitirá apreciar su diseño de puntos. No obstante, la utilización de una lineatura superior, como por ejemplo puede ser de 39 l/cm (100 l/pulg), asegura un mayor grado de cobertura; recordar que estos valores se pueden utilizar siempre y cuando la textura o rugosidad de la superficie estucada lo permita, tal y como ocurre en el caso de estas obras.

Una vez determinada la lineatura que deben tener los FTT, y elaboradas las tablas cromáticas que se utilicen como patrón de referencia<sup>181</sup>, se estará en condiciones de desarrollar las distintas etapas del proceso de reintegración (Fig. IV.3).

---

<sup>180</sup> Véase cap. III, ap. III.1.2. *Negativos tramados*, págs. 223, 224.

<sup>181</sup> La lineatura de las tablas cromáticas que se utilicen en la reintegración deberá ser la misma que la de los FTT.

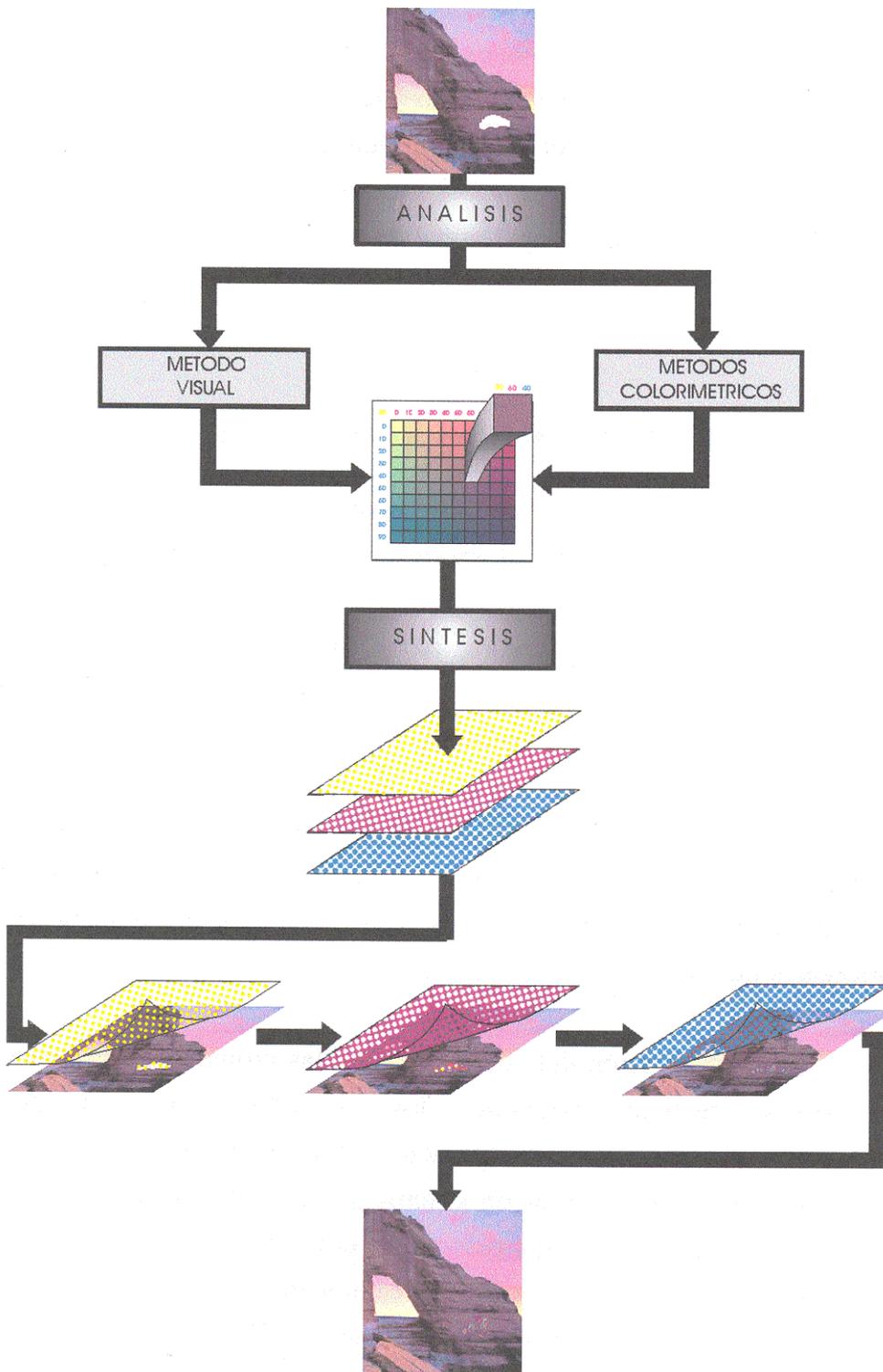


Fig. IV.3. Esquema general de proceso de reintegración realizado sobre una obra.

*Etapas del  
proceso de  
reintegración*

Este proceso se divide, básicamente, en dos etapas:

- 1.- Análisis del color a reintegrar.
- 2.- Síntesis del color a reintegrar.

En los siguientes apartados se describe detalladamente su desarrollo.

#### **IV.1.- ANÁLISIS DEL COLOR A REINTEGRAR**

*Cuantitativo y  
cualitativo*

En esta etapa se analiza cualitativa y cuantitativamente el color que se deberá disponer sobre el área a reintegrar de la obra.

La amplia gama de colores recogida en la tabla cromática sirve de patrón de referencia para la elección más adecuada del color a reproducir con respecto a la obra original.

*Identificación  
del color en  
las tablas*

Una vez obtenida la tabla cromática, con la lineatura que mejor se adapta a las características de la obra a reintegrar, se procede a la identificación sobre la misma de los colores que han de aplicarse en las diferentes lagunas.

*Comparación  
visual*

*Medios  
colorimétricos*

La identificación del color en las tablas cromáticas, básicamente se puede realizar mediante dos procedimientos: un primer procedimiento sería por comparación directa mediante apreciación visual y el otro por medio de un sistema de medida indirecta, a partir de sistemas fundamentados en principios colorimétricos en los que la percepción cromática no se valora directamente. Ambos procedimientos se pueden complementar en su aplicación (Billmeyer y Saltzman, 1981:109).

#### IV.1.1.- Análisis comparativo visual

En este sistema de análisis, la diferencia cromática se valora por apreciación visual. Si bien, se trata de una técnica de medición elemental y directa, permite obtener unos buenos resultados. Fundamentalmente, el procedimiento consiste en identificar el color a reproducir, mediante un análisis comparativo visual con respecto a muestras de referencia, en este caso las tablas cromáticas.

*Medida directa*

En esta comparación visual se establece la relación existente entre la sensación del color original a reproducir y la sensación del color reproducido en la tabla cromática.

El sistema de percepción visual humano es capaz de apreciar mínimas diferencias de color; sin embargo, no puede cuantificar su magnitud. Esta limitación se corrige, en parte, estableciendo la comparación con numerosos patrones de referencia (Billmeyer y Saltzman, 1981:73-74), como son los distintos matices de color de que constan las tablas cromáticas. Así, las tablas cromáticas obtenidas a partir de incrementos de porcentajes de punto de un 5%, que dan lugar a 8.000 matices de color diferentes, permiten establecer un rango de diferencias de color menor que con las tablas cromáticas elaboradas con incrementos de punto de un 10%, las cuales poseen 1.000 colores.

Para realizar esta comparación visual es conveniente estandarizar la metodología a seguir de acuerdo a ciertas normas (ASTM:D1729-89; Robertson, 1978:149-151; UNE 54-002-73; UNE 48-260-94), si bien habrá aspectos que no puedan ser estandarizados, tales como el hecho de que es el propio restaurador el que realiza la comparación visual, a este respecto, será necesario que el restaurador posea una visión normal del color, lo cual se puede comprobar mediante test específicos<sup>182</sup>. Los

*Normalización del procedimiento*

<sup>182</sup> Esta cuestión, al margen del sistema de reintegración que se plantea, para cualquier tipo de técnica de reintegración debería ser contemplada en la formación del restaurador, para detectar la existencia de posibles anomalías cromáticas en la visión.

factores susceptibles de ser normalizados son la fuente de iluminación, los ángulos de iluminación y observación, así como el entorno de observación (Soriano y Alcón, 1993:39).

*Fuente de luz*

Tanto la obra a reintegrar como la tabla cromática de referencia para efectuar la comparación visual, deben ser observadas bajo un mismo tipo de iluminación; también es conveniente realizar esta comparación bajo diferentes iluminantes para detectar, si lo hubiese, fenómenos de metamerismo<sup>183</sup>. El aspecto de un color, como ya se indicase<sup>184</sup>, depende de la calidad de la luz que incide sobre el mismo.

Ya que el observador humano tiene su máxima experiencia bajo la luz día, la sensación visual producida por la luz artificial que se utilice para realizar la comparación visual, conviene que sea del mismo tipo. La fuente luminosa artificial que más se adapta es aquella que tiene una temperatura de color de 6.500° K (UNE 48-260-94:2), correspondiente a un iluminante CIE D65.

*Iluminancia*

El plano de observación donde se realiza la comparación visual debe ser uniforme, con una iluminancia de al menos 2.000 lux (UNE 48-260-94:2), siendo menor para la evaluación de muestras claras y mayor para muestras oscuras (Soriano y Alcón, 1993:40).

*Ángulos de iluminación*

Las geometrías más utilizadas en cuanto a los ángulos de iluminación y observación son de 45° / 0°, o bien, de 0° / 45° (Fig. IV.4); es decir, el iluminante se sitúa con respecto al plano de comparación visual con un ángulo de 45° y el observador con un ángulo de 0° (Fig. IV.4a), o bien al revés, un ángulo de iluminación de 0° y el observador con un ángulo de 45° (Fig. IV.4b) (ASTM:D1729-89:2;

---

<sup>183</sup> El fenómeno de metamerismo puede tener una aplicación concreta en la reintegración cromática de obras de arte de forma que la reintegración efectuada sea invisible bajo luz normal de observación de la obra y legible simplemente conmutando la iluminación a otro tipo de lámpara (Palazzi, 1995:112).

<sup>184</sup> Véase cap. II, ap. II.1.1.3. *Percepción luz-color*, pág. 90.

Soriano y Alcón, 1993:40; UNE 48-260-94:4). En cualquier caso, se debe evitar que alguna luz alcance directamente el ojo del observador, a fin de eliminar los efectos de reflexión especular y, por otra parte, se iluminará uniformemente tanto el color a reproducir como la tabla cromática patrón.

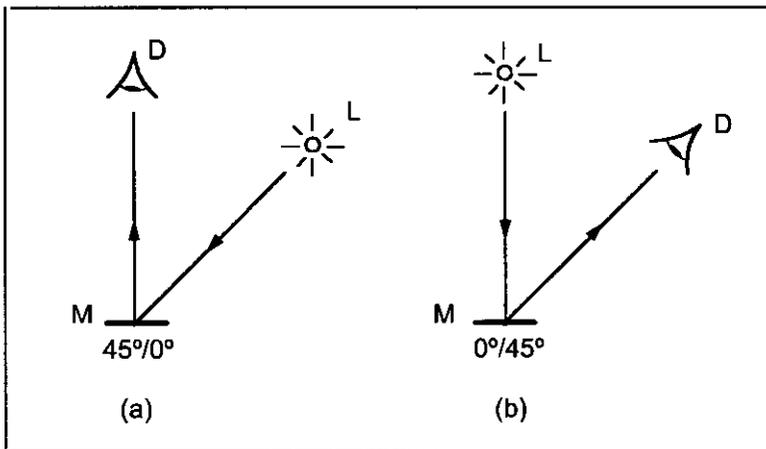


Fig. IV.4. Geometría de medición bidireccional. Fuente luminosa (L), Detector (D) y Muestra (M).

Por otra parte, las áreas circundantes al plano de comparación visual de la obra y de la tabla cromática, no deben influir cromáticamente en el análisis comparativo. Para ello, estas áreas deben tener un color gris neutro mate, (ASTM:D1729-89:2; Soriano y Alcón, 1993:40; UNE 48-260-94:3), de modo que produzca la mínima interferencia e influencia sobre las condiciones de observación.

*Color de las áreas adyacentes*

Generalmente el color a reproducir en la obra no está aislado, sino rodeado por distintos colores, al igual que ocurre con el color que se pretende identificar en la tabla cromática; esta situación hace necesario aislarlos de los matices limítrofes para de esta forma evitar su influencia durante la comparación visual (Agoston, 1987:11; Alberts, 1985; Chróscicki, 1978:417; Küppers, 1994:9). Esto se logra mediante la utilización de dos láminas de cartulina gris neutro mate, de una

*Procedimiento*

reflectancia del 60% y de unas dimensiones de aproximadamente 15 x 15 cm. En cada una de estas láminas se practica una ventana en el centro de 0,5 x 0,5 cm; una de estas plantillas se coloca sobre el color que se desea reproducir de la obra a reintegrar y la otra plantilla sobre el color de la tabla cromática que se considere semejante. Procediendo de esta forma se evita la interacción de los colores circundantes.

Lógicamente, en un principio se tendrá que ir variando la situación de la plantilla en la tabla cromática hasta encontrar el color adecuado.

La elección del color se realiza situando la tabla cromática lo más próxima al color que se pretende reproducir<sup>185</sup>, de tal forma, que ambos matices puedan ser evaluados en su comparación visual simultáneamente, sin tener que desplazar la cabeza a uno y otro lado. La aproximación material de la tabla cromática junto al color a reproducir resulta fácil, ya que con esta finalidad se confeccionó la tabla en distintos fragmentos cómodamente manejables.

*Inconvenientes*

Con este sistema de comparación visual, se habrá de tener en cuenta que en la identificación del color a reintegrar, no todos los individuos perciben por igual los colores y, en consecuencia, no todos interpretan por igual una misma diferencia de color. La diferencia en la visión del color entre individuos son debidas a las variaciones en la densidad de las células fotorreceptoras en la zona amarilla o fovea de la retina<sup>186</sup>, y también al incremento del amarilleamiento de las lentes visuales con el envejecimiento (Staniforth, 1985:102). Otros aspectos que condicionan las diferencias entre la sensibilidad de un observador a otro, son el entrenamiento y la experiencia (Wright, 1969:157).

---

<sup>185</sup> Según Wright ( 1969:156), se produce una mejor discriminación visual del color a igualar cuando las áreas de color adyacentes objeto de comparación, presentan un límite casi invisible entre ellas, así como cuando las áreas son de un formato mayor.

<sup>186</sup> Véase cap. II, ap. II.1.1.3. *Percepción luz-color*, págs. 92, 93.

La colorimetría mediante sistemas de medida indirecta, permite efectuar una evaluación objetiva que puede complementar la comparación visual realizada (Billmeyer y Saltzman, 1981:97), si bien, el paralelismo o concordancia entre las medidas colorimétricas y las visuales son insuficientes para poder determinar una relación directa entre ambas (Salvia, 1990:22).

#### IV.1.2.- Análisis comparativo colorimétrico

Para la medición de las diferencias de color de forma indirecta, cuando se trata de colores opacos reflejados, suele ser el sistema CIELAB<sup>187</sup> el más recomendado y utilizado en la práctica (Agoston, 1987:91; Billmeyer y Saltzman, 1981:104; Palazzi, 1995:48, 50; Pérez y García, 1994:15; Richter, 1980:25). Este sistema permite representar gráficamente las diferencias cromáticas en un espacio o sólido de color; está basado en las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , a su vez, relacionadas con los valores triestímulo X, Y, Z, del sistema CIE, mediante las siguientes ecuaciones (UNE 40-435-84):

*Medida indirecta*

*CIELAB*

*Relación coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y X, Y, Z*

$$\begin{aligned}
 L^* &= 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \\
 a^* &= 500 \left[ (X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3} \right] \\
 b^* &= 200 \left[ (Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3} \right]
 \end{aligned}
 \tag{IV.1}$$

La figura IV.5 corresponde a la representación gráfica de este espacio de color; está definido por coordenadas cartesianas ortogonales, y a lo largo de cada eje se representa la percepción visual del color. El

*Espacio de color CIELAB*

<sup>187</sup> Para una representación visual, inmediata y cualitativa del color es frecuente utilizar el diagrama xy del sistema CIE, si bien para efectuar los cálculos cuantitativos se utiliza como referencia el espacio CIELAB (Palazzi, 1995:49).

eje vertical,  $L^*$ , corresponde a la claridad-oscuridad, el eje  $a^*$ , a la tonalidad rojo-verde y el eje  $b^*$ , a la tonalidad azul-amarillo<sup>188</sup>.

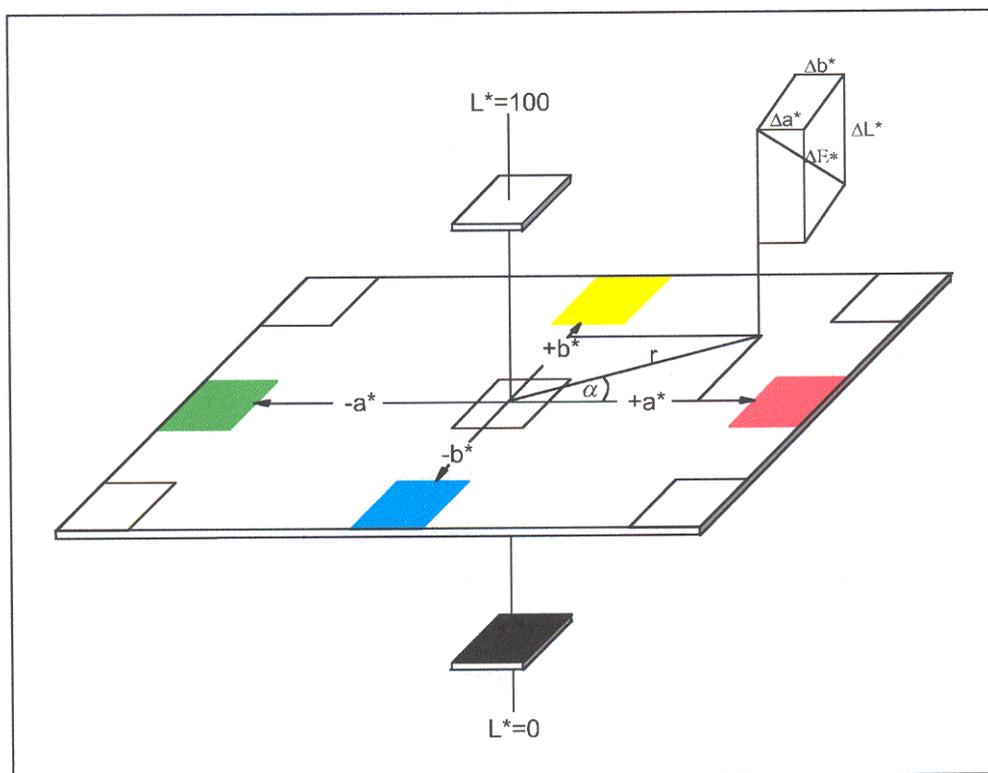


Fig. IV.5. Espacio cromático CIELAB-1976.

Los instrumentos que pueden ser utilizados para realizar las correspondientes medidas colorimétricas indirectas son los colorímetros y espectrofotómetros. Cuando se quiere determinar la diferencia cromática existente entre el color a reproducir y el color de comparación de la tabla cromática, estas medidas deben realizarse en las mismas condiciones y bajo los mismos valores de referencia: geometría de medición, sistema de iluminación, iluminante y observador estándar

Colorímetros y  
espectrofotó-  
metros

<sup>188</sup> Este sistema de representación cromática, se adecua a la teoría de visión basada en procesos opuestos, definida en la nota a pie de página número 66 del cap. II, ap. II.1.1.3. *Percepción luz-color*, pág. 97.

(Billmeyer y Saltzman, 1981:73-74; Pérez y García, 1994:15; UNE 40-435-84).

En el sistema CIELAB, las diferencias de color, vienen expresadas por la fórmula matemática (UNE 72-036-82; UNE 40-435-84):

*Diferencia cromática*

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (IV.2)$$

Respecto a los valores de tolerancia de la diferencia de color calculada según la ecuación anterior, no se puede establecer un único criterio ya que debido a la falta de homogeneidad del sistema CIELAB, los valores varían según las zonas del espacio de color<sup>189</sup> (Palazzi, 1995:53). Así, en la representación de las diferencias cromáticas para valores muy concretos, las sensaciones visuales percibidas correspondientes a iguales diferencias de color no se agrupan bajo unos mismos valores numéricos.

*Inconvenientes*

Por lo tanto, si se trata de establecer criterios de aceptación respecto a un valor de diferencia de color, habrá que definir este valor para cada atributo del color, luminosidad, saturación y tono (Palazzi, 1995:95), y según las zonas del espacio de color<sup>190</sup>. Las ecuaciones que determinan las diferencias correspondientes a cada uno de estos atributos, vendrán ajustadas por una serie de parámetros complementarios distintos según la ecuación de que se trate (Billmeyer y Saltzman, 1981:104; UNE 72-036-82; UNE 40-435-85):

*Solución*

<sup>189</sup> Este aspecto queda patente en los estudios realizados por MacAdan (1942), correspondiente a las distintas formas geométricas elipsoidales que agrupan las sensaciones de color percibidas, según la zona del espacio de color que se considere.

<sup>190</sup> Dependiendo de la zona del espacio de color la apreciación visual presenta diferente sensibilidad según sean los colores a analizar más o menos intensos o pálidos, o según la tonalidad de los mismos.

$$\begin{aligned} \Delta L^* &= L_p^* - L_s^* \\ \Delta C^* &= \left[ (a_p^* - a_s^*)^2 + (b_p^* - b_s^*)^2 \right]^{1/2} \\ \Delta S^* &= (a_p^{*2} + b_p^{*2})^{1/2} - (a_s^{*2} + b_s^{*2})^{1/2} \\ \Delta H^* &= (\Delta C^{*2} - \Delta S^{*2})^{1/2} \end{aligned} \tag{IV.3}$$

siendo  $\Delta L^*$  la diferencia de luminosidad o claridad,  $\Delta C^*$  la diferencia de cromaticidad,  $\Delta S^*$  la diferencia de saturación y  $\Delta H^*$  la diferencia de tono. El subíndice "s" está referido a la muestra estándar y el subíndice "p" a la muestra a comparar.

*Ecuaciones de unificación*

Como soluciones propuestas de unificación, existen ecuaciones que pretenden transformar la sensación visual de diferencia de color en unos valores numéricos, relacionando las medidas objetivas del color con la sensación percibida por el ojo humano (Billmeyer y Saltzman, 1981:102-103; Melgosa *et al.*, 1990:138-144).

Sin embargo, a partir de la utilización de cualquiera de las distintas ecuaciones propuestas, la expresión numérica de la diferencia de color mediante un único valor equivalente a una misma sensación de diferencia de color, presenta siempre ciertas desviaciones respecto a la reproducción cromática pretendida.

De todas las ecuaciones desarrolladas para esta finalidad, es la denominada CMC<sup>191</sup> la que más se aproxima a una representación uniforme de las diferencias de color (McLaren, 1983:131-134; Melgosa *et al.*, 1990:140; Palazzi, 1995:92-93; Pérez y García, 1994:17). La expresión de dicha fórmula CMC es la siguiente:

<sup>191</sup> Colour Measurement Committe.

$${}^{192}\Delta E_{cmc} = \left[ \frac{(\Delta L^*)^2}{IS_l} + \frac{(\Delta C^*)^2}{cS_c} + \frac{(\Delta H^*)^2}{S_h} \right]^{1/2} \quad \text{(IV.4)}$$

Para establecer un criterio de *perceptibilidad* de la diferencia de color entre el color a analizar en la obra y el color a comparar en la tabla cromática, se toman como valores constantes  $l=1$  y  $c=1$ , de manera que las desviaciones de luminosidad y saturación tienen la misma consideración. Sin embargo, si se establece un criterio de *aceptabilidad* respecto a un valor dado de la diferencia de color, se recomiendan los valores constantes de  $l=2$  y  $c=1$ , lo cual supone una mayor tolerancia sobre la diferencia de luminosidad que sobre el tono (Melgosa *et al.*, 1990:140; Pérez y García, 1994:18).

Una vez establecidos por el restaurador los valores de tolerancia para la diferencia cromática, según se adopte un criterio de *aceptabilidad* o *perceptibilidad*, los resultados de las medidas de diferencias de color efectuadas tendrán diferentes resultados; así:

*Valores de tolerancia*

- a) Si el valor de la medida de diferencia de color es menor que la establecida como límite tolerable, el color de comparación de la tabla cromática es aceptable.
- b) Si el valor de la medida es mayor que el límite tolerable, el color con el que se establece la comparación es rechazado.

<sup>192</sup> La unidad de diferencia de color está relacionada directamente con la ecuación de diferencia de color que se emplee, por lo tanto, habrá tantas unidades de diferencia de color como ecuaciones (FMC2, CMC, ANLAB, JPC79, CIELAB, etc.); en el caso de la Ec. IV.4, las unidades serán *cmc*.

#### IV.1.3.- Valoración porcentual tricromática del color analizado

*Nomenclatura del color identificado*

Una vez identificado en la tabla cromática el color similar al que se pretende reproducir, bien por los procedimientos descritos de comparación visual, comparación colorimétrica, o bien por una forma complementaria de ambos procedimientos, se procede a la valoración de los tres colores base: amarillo, magenta y cian, que constituyen el color identificado. Con esta finalidad, cada color está caracterizado mediante una nomenclatura, directamente relacionada con los tres colores base que lo constituyen, y que informa sobre sus respectivos porcentajes.

*Parámetros*

Esta nomenclatura consta de tres parámetros. El primero, muestra el porcentaje de punto correspondiente al color amarillo, cuyo valor está expresado en la parte superior izquierda de cada fragmento en que se divide la tabla cromática (Figs. III. 43); por ejemplo,  $A_{30}$  corresponde a un porcentaje de punto del 30% de color amarillo. El segundo parámetro define el porcentaje de punto del color magenta, el cual aparece reflejado en la coordenada horizontal superior, donde viene expresado el porcentaje correspondiente; por ejemplo,  $M_{60}$  indica un porcentaje de punto del 60% de color magenta. Por último, el tercer parámetro define el porcentaje de punto de color cian, cuyo valor está expresado en la coordenada vertical izquierda; por ejemplo,  $C_{40}$  indicaría un porcentaje de punto del 40% de color cian. De la forma especificada el color identificado quedará definido por un valor constituido por tres parámetros, que siguiendo el ejemplo descrito, sería  $A_{30}M_{60}C_{40}$ .

Esta cifra indicativa no es solamente lo que podría denominarse como el nombre del color, sino también y al mismo tiempo, su fórmula de mezcla, ya que de manera similar a una fórmula química, informa sobre las proporciones de la mezcla.

Para llevar a cabo la identificación del color a aplicar en cada una de las lagunas de la obra, es necesario utilizar un soporte transparente (poliéster, acetato, papel vegetal, etc.), sobre el que se

realizará un dibujo de la posición de las lagunas en la obra. Sobre este soporte se anota, al margen de cada laguna, los distintos porcentajes de punto de cada uno de los tres colores base que lo forman y que serán aplicados para la reproducción del color identificado. De esta forma, con la ayuda del soporte transparente, la identificación de los colores que deben figurar en cada una de las lagunas a reintegrar se realizará en una misma etapa del proceso.

Analizados los distintos porcentajes de punto que deberán tener los FTT que se apliquen en las diferentes lagunas, el siguiente paso es sintetizar estos porcentajes de punto, para obtener de nuevo el color identificado en la tabla cromática.

#### **IV.2.- SÍNTESIS DEL COLOR A REINTEGRAR**

Una vez definidos los tres registros cromáticos: amarillo, magenta y cian, en sus diferentes porcentajes de punto, necesarios para reproducir el color de la laguna examinada, se procede a sintetizar el color en si, o lo que es lo mismo, a establecer de nuevo la absorción selectiva conjunta de los registros tricromáticos analizados. Para ello se realiza una transferencia superponiendo la imagen de los FTT correspondientes a los porcentajes de punto para cada uno de los tres colores base.

*Restitución  
tricromática*

La transferencia, sobre el área estucada de la laguna, de los tres FTT en sus correspondientes porcentajes de punto, permite recrear de nuevo con exactitud el color identificado en la tabla cromática y por otra parte análogo al color original a reproducir en la obra.

La ilusión óptica que genera la observación del conjunto de puntos de color transferidos a la laguna: amarillo, magenta y cian, más los generados por síntesis sustractiva debido a la superposición: azul,

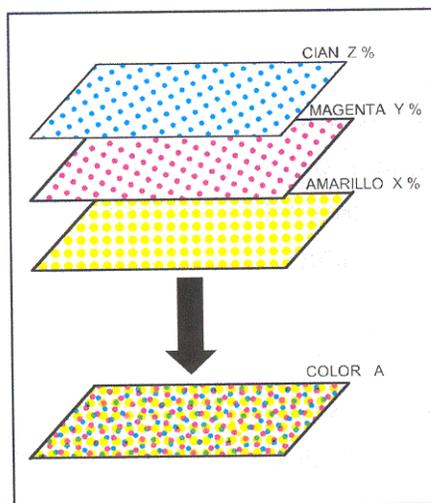
verde, rojo y negro, produce en conjunto una sensación monocroma uniforme, dotada de una cierta vibración cromática.

Para llevar a cabo la transferencia material de los distintos FTT sobre el área a reintegrar es necesario seguir una metodología concreta, que se desarrolla en el apartado siguiente.

#### IV.2.1.- Procedimiento operativo

La aplicación de los FTT sobre la laguna a reintegrar se debe realizar siguiendo un determinado orden de colocación: amarillo, magenta y cian. Este orden es el mismo que el utilizado en la elaboración de las tablas cromáticas y responde a las características de los pigmentos utilizados, concretamente a la falta de aditividad en la superposición de los mismos. Según los pigmentos tengan cierta opacidad, no presentarán una transmisión del 100 % para las longitudes de onda no absorbidas; estas capas de color deberán ser situadas en primer lugar, y en la medida que la transmisión se aproxima al 100 % se aplicarán en último lugar (Fig. IV.6).

*Orden de  
colocación de  
los FTT*



**Fig. IV.6.** Esquema secuencial de la aplicación de FTT de los tres colores base con distintos porcentajes de punto e inclinaciones.

Sin embargo, si existiesen pigmentos "ideales", cuya transmisión de las longitudes de onda no absorbidas fuese del 100 %, y estos fuesen los utilizados para elaborar los FTT en cada uno de los tres colores base, sería indistinto el orden de colocación de los mismos. Si bien, como ya se ha citado<sup>193</sup>, estos pigmentos "ideales" son ciertamente utópicos.

Por otra parte, en la aplicación de los FTT sobre la laguna a reintegrar se mantendrá siempre una determinada dirección en la colocación de los mismos; de esta forma, cada color tendrá la angulación correspondiente establecida durante su elaboración de 15°, 45° y 75°, y se evitará el efecto muaré<sup>194</sup>.

*Posicionamiento*

El proceso de transferencia de la imagen de puntos de los FTT sobre la laguna a reintegrar puede dividirse en las siguientes etapas:

*Transferencia de los FTT*

- a) Colocación del primer FTT, con la cara de la imagen de puntos en contacto con la superficie de la laguna a reintegrar.
- b) Aplicación de una ligera presión sobre el reverso del FTT en el área objeto de la reintegración, para la transferencia a la misma de los puntos de color.
- c) Comprobación de la transferencia de la totalidad de los puntos en el área a reintegrar y separación del soporte.

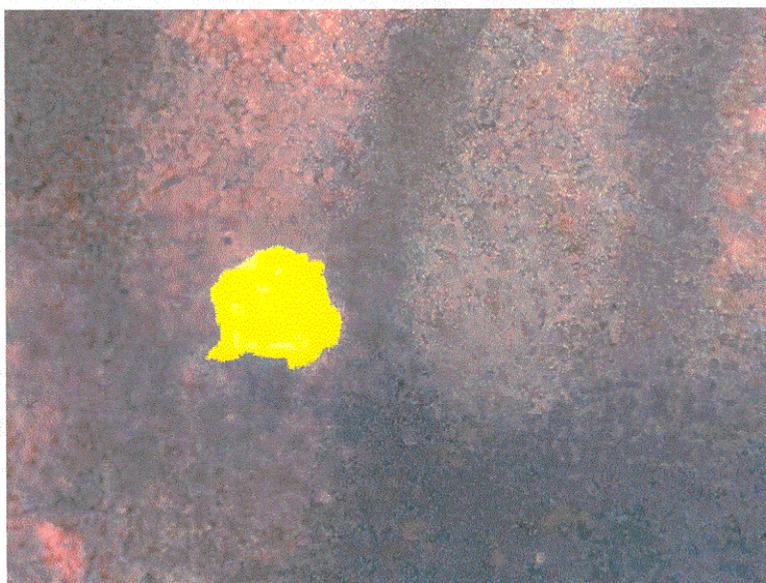
Siguiendo estas tres etapas, se transferirá el primer FTT de porcentaje de punto de color amarillo; los otros dos FTT, magenta y cian, con sus respectivos porcentajes de punto, se transferirán de la misma forma (Figs. IV.7-10).

<sup>193</sup> Véase cap. II, ap. II.2.2.2. *Función de los pigmentos*, pág. 145.

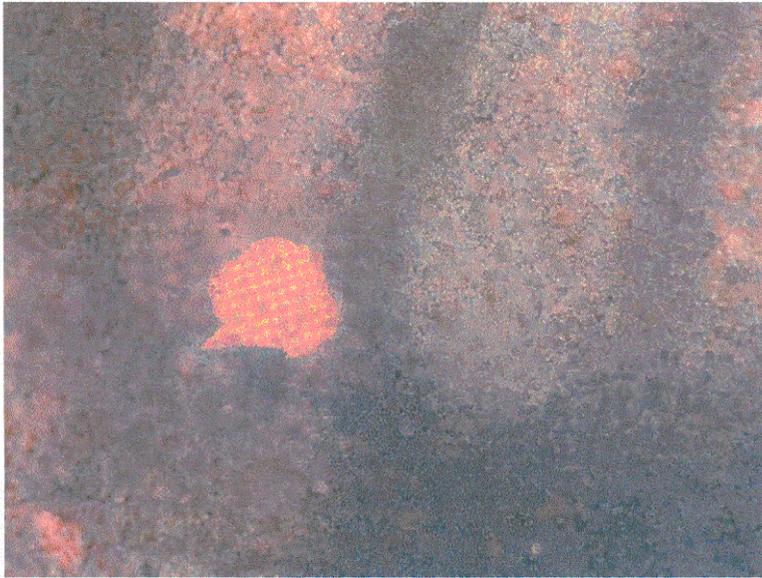
<sup>194</sup> Véase cap. II, ap. II.2.2.3.6. *Percepción cromática de un diseño de puntos*, pág. 172.



**Fig. IV.7.** Detalle ampliado (x 3) de un fragmento de la obra *Visitación de la Virgen*, correspondiente a la laguna situada en el extremo de la mano izquierda de la Virgen.



**Fig. IV.8.** Transferencia sobre la laguna del primer color previamente analizado, correspondiente al 90% de porcentaje de punto de color amarillo.



**Fig. IV.9.** Transferencia sobre la laguna del segundo color, correspondiente al 70% de porcentaje de punto de color magenta.

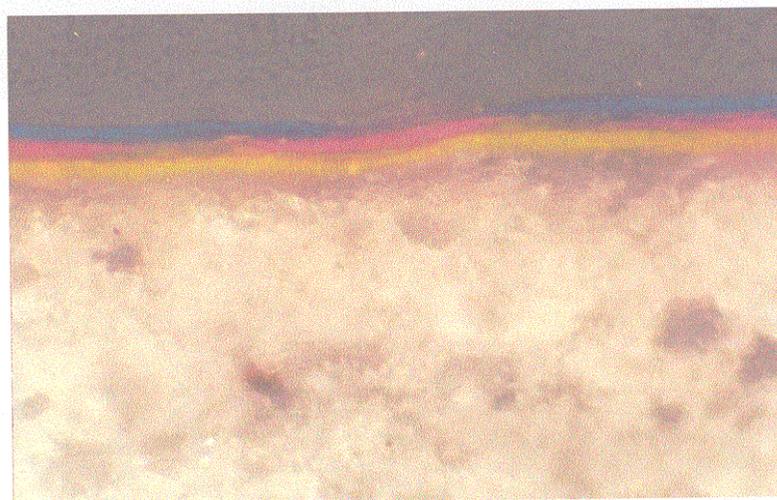


**Fig. IV.10.** Transferencia del último color, correspondiente al 50% de porcentaje de punto de color cian.

Señalar, que para conseguir la igualación cromática de muchos de los colores a reintegrar no será necesario transferir los tres colores base, ya que puede ocurrir que con una combinación de dos colores o incluso simplemente uno sólo, sea suficiente. Es por ello que el primer color transferido pueda ser, en algunos casos, el color magenta o bien, el color cian.

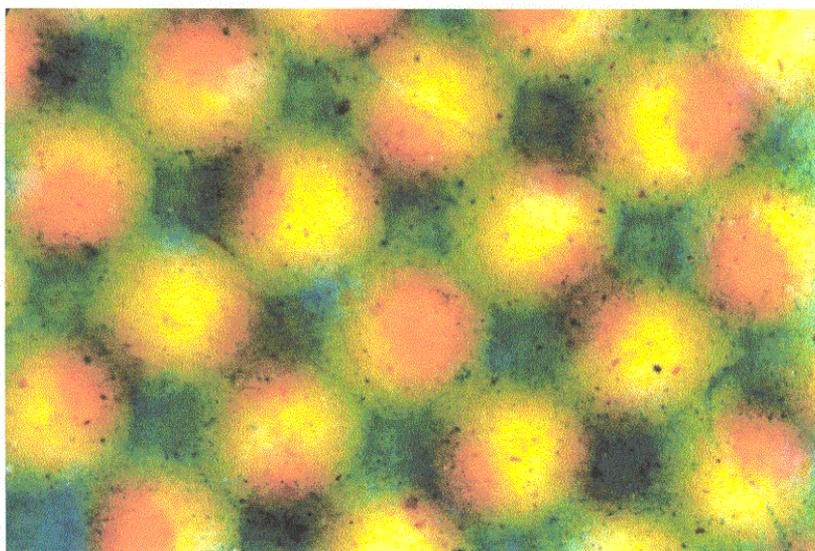
*Disposición  
estratigráfica  
de los puntos*

Según se observa en la figura IV.11, la disposición que adoptan los puntos de color una vez transferidos sobre la capa de estuco de la laguna, muestra una perfecta adaptación a la topografía de su superficie, y esta adaptación también existe entre las propias capas de color.

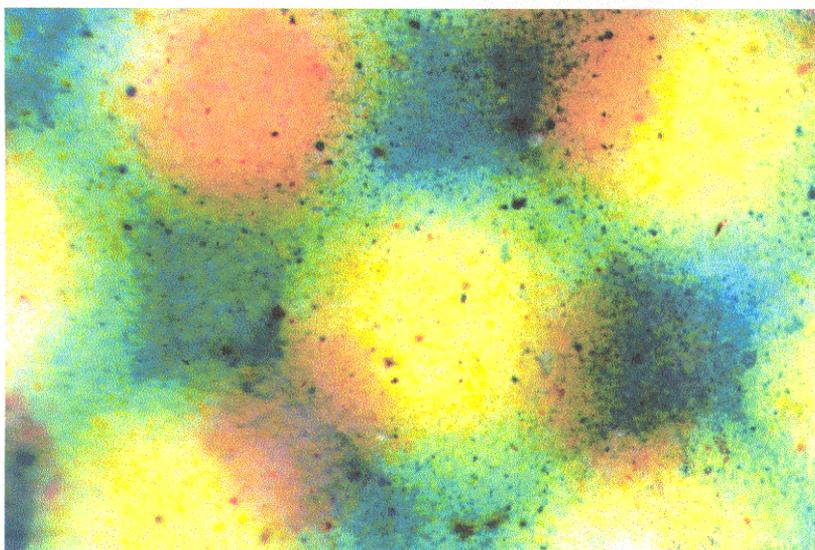


**Fig. IV.11.** Corte estratigráfico que muestra la disposición que adoptan los distintos porcentajes de punto de color aplicados sobre una capa de estuco (x 200).

Por otra parte, la sección estratigráfica de la distribución de los puntos de color en el área reintegrada, muestra como la superposición de los mismos es parcial en determinadas áreas, dependiendo de los porcentajes de punto de cada capa de color. Así, pueden encontrarse los puntos de los tres colores aislados, dos o tres superpuestos, o bien el color blanco del estuco. La mezcla sustractiva de las diferentes superposiciones de los puntos de color, vistos desde una perspectiva cenital, tiene como resultado un aspecto cromático variado (Fig. IV.12-13).



**Fig. IV.12.** Imagen ampliada (x100) de la disposición que adoptan los puntos una vez transferidos; corresponden a unos porcentajes de punto del 90% de color amarillo, un 20% de color magenta y un 60% de color cian.



**Fig. IV.13.** Imagen ampliada (x200) de los mismos porcentajes de punto que la imagen anterior.

#### IV.2.2.- Consideraciones técnicas

*Esquema  
previo*

Como ya se ha explicado la identificación de cada uno de los distintos porcentajes de punto de color necesarios para reproducir el color en las diferentes lagunas, se toman de las anotaciones realizadas, sobre un soporte transparente durante la fase previa de análisis.

*Útiles para  
efectuar la  
transferencia*

Una vez determinados los FTT necesarios, se procede a la transferencia de los mismos, concretamente de la imagen de puntos que sustentan. Para ello, se ejerce una presión sobre el reverso del FTT mediante distintos útiles que tengan una punta roma, como pueden ser los bruñidores de punta de piedra de ágata utilizados en el proceso de dorado. Según sea el tamaño de la laguna donde se realiza la transferencia, podrán utilizarse distintos tamaños de puntas, con la forma que mejor se adecue. De esta manera, se obtendrá una mejor aplicación y una mayor rapidez.

*Delimitar la  
laguna*

La imagen de puntos transferida corresponderá únicamente a las áreas donde es ejercida la presión; por esta razón, al efectuar esta presión es necesario definir nítidamente los bordes que delimitan la laguna. Este aspecto está influenciado por el grosor que pueda tener el soporte del FTT, ya que si es excesivo, no permitirá realizar un transferencia nítida en los bordes de la laguna al distribuirse la fuerza ejercida sobre el mismo en un área mayor. No obstante, si alguna zona de la laguna es sobrepasada por la imagen de puntos, estos pueden ser eliminados fácilmente debido a su carácter reversible.

*Inconveniente*

Durante el transcurso de la transferencia de los FTT sobre la laguna se pueden producir desplazamientos involuntarios de los mismos, ya sea al ejercer la presión, o bien, al levantar el FTT para comprobar el desarrollo de la transferencia; esta circunstancia puede influir de forma negativa en el diseño de puntos transferido, ya que se genera una ruptura de la continuidad de los mismos que puede

percibirse visualmente. Por esta razón, en la reintegración de lagunas de notables dimensiones, donde es factible que puedan ocurrir estos desplazamientos de los FTT, durante el proceso de transferencia conviene fijarlos temporalmente por uno de sus márgenes a la obra.

Los materiales que constituyen los FTT, así como los posteriores tratamientos a que son sometidos durante su elaboración, permiten que la imagen de puntos transferida se adapte perfectamente a las variaciones dimensionales del sustrato sobre el que se transfieren, no oponiéndose a las tensiones que se generen, ya sea por el sustrato o por la capa pictórica adyacente. Característica que evita la influencia de posibles cambios dimensionales sobre la reintegración efectuada, de forma que no aparezcan ribeteados que delimiten la reintegración respecto a la pintura original adyacente.

*Variaciones  
dimensionales*

Esta capacidad de adaptación se consigue mediante el proceso enzimático<sup>195</sup> realizado después del revelado de los FTT, en el cual se lleva a cabo una ruptura parcial de las cadenas macromoleculares de la gelatina. Por otra parte este proceso también permite que la transferencia de la imagen de puntos se realice sólo en las áreas sobre las que se ejerce la presión, ya que al no existir unas cadenas moleculares largas la imagen de puntos puede ser fragmentada a intervalos muy cortos, prácticamente puntuales. Si esto no fuese así, es decir, si las cadenas moleculares no estuviesen fragmentadas parcialmente, en los FTT de porcentajes de punto superiores al 50%, en los cuales existen uniones entre los puntos adyacentes, al aplicar la presión la imagen de puntos, sería transferida pero al levantar el FTT la imagen de puntos permanecerá unida al resto de puntos adyacentes donde no se ha ejercido presión, arrastrándolos consigo.

<sup>195</sup> Véase cap. III, ap. III.1.3.2.2. *Preparación para la transferencia*, pág. 251.

Una vez aplicada la imagen de puntos de los FTT sobre el área de la laguna, el resto de los puntos que permanecen en el FTT pueden ser utilizados posteriormente para su aplicación sobre otras lagunas cuyas dimensiones permitan cubrir.

*Parcelación de la laguna por colores*

La reintegración de lagunas que dentro de la misma área presentan diferentes colores claramente definidos, se realiza fragmentado o parcelando cada color dentro de la laguna y posteriormente reintegrando cada una de las zonas con los colores correspondientes, previamente identificados en las tablas cromáticas de referencia.

*Matizaciones*

El resultado de la transferencia tricromática descrito hasta el momento, permite obtener diferentes colores planos monocromáticos. En áreas en las que sea necesario realizar matizaciones tonales, o bien rasgos lineales se procederá a realizar una aplicación parcial de este mismo sistema de reintegración. Para ello, se efectúan transferencias parciales de la imagen de puntos que contienen los FTT sobre el color tricromático inicialmente transferido, hasta obtener la matización adecuada. Observar, que en estas áreas reintegradas en las que se realizan matizaciones podrán existir más de tres porcentajes de puntos distintos.

*Combinación con otras técnicas*

También existe la posibilidad, aunque no sea la más recomendada al tener que mezclar técnicas distintas, de poder realizar matizaciones posteriores sobre la reintegración tricromática inicial, mediante ligeras veladuras de acuarela, *maireri* u otras técnicas usadas habitualmente en el campo de la reintegración cromática. Si bien, esta alternativa deberá ser ejecutada de forma que permita apreciar en todo momento el diseño de puntos subyacentes de la tricromía, de manera que siga existiendo el carácter fácilmente discernible de la reintegración. Por otra parte, para la ejecución de estas veladuras se

deberán utilizar pigmentos que sean lo suficientemente estables cromáticamente y compatibles con los utilizados en los FTT.

Una vez concluida la reintegración se procederá al barnizado de la obra. Se deberá efectuar con un tipo de barniz, mate, brillante o semimate, semejante al utilizado en la elaboración de la tabla cromática tomada como patrón de referencia. Este aspecto habrá de tenerse en cuenta al inicio de la reintegración, en el momento de elegir la tabla cromática con la lineatura, soporte, textura, así como el tipo de barniz que mejor se adapte a la obra a reintegrar.

*Barnizado*

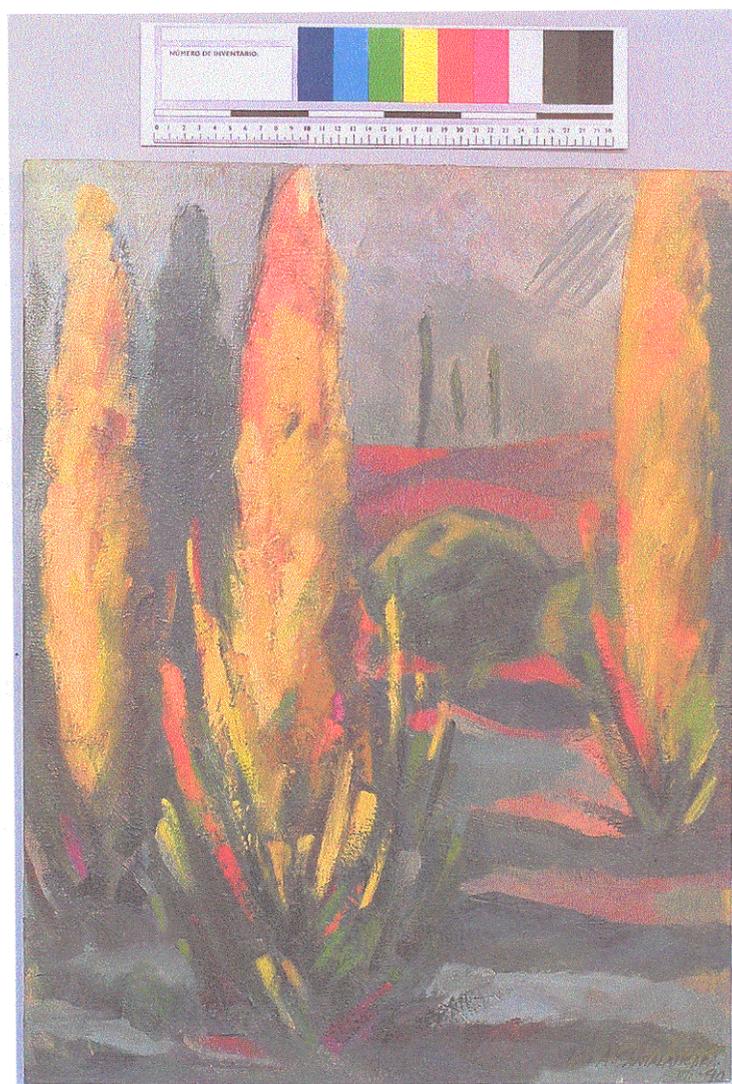
La aplicación del barniz sobre la obra reintegrada puede realizarse con brocha o pulverizado; sin embargo, si se hubiese efectuado alguna matización utilizando algún aglutinante soluble en el mismo, como por ejemplo *mimeri*, solamente podrá aplicarse el barniz pulverizado.

La reversibilidad de la reintegración efectuada está garantizada en la medida en que se elimina la capa de intervención del barniz de retoques, aplicada antes de efectuar la reintegración y sobre la cual se asienta.

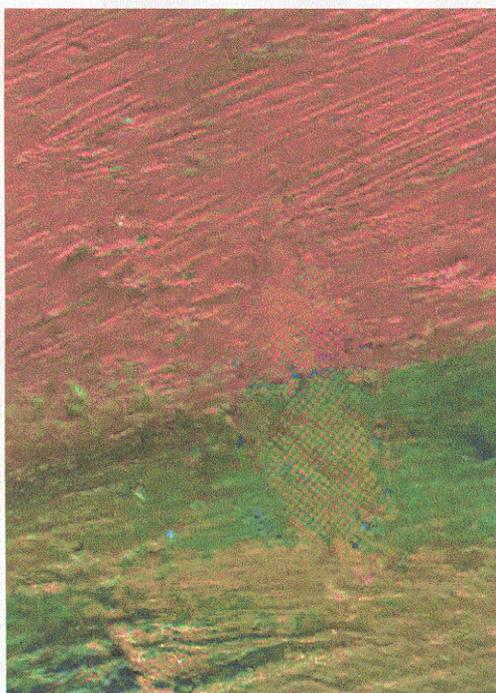
Siguiendo la metodología descrita, se ha realizado la reintegración de las obras, *Paisaje* y *Visitación de la Virgen*, cuyos resultados se muestran en las figuras IV.14-25.



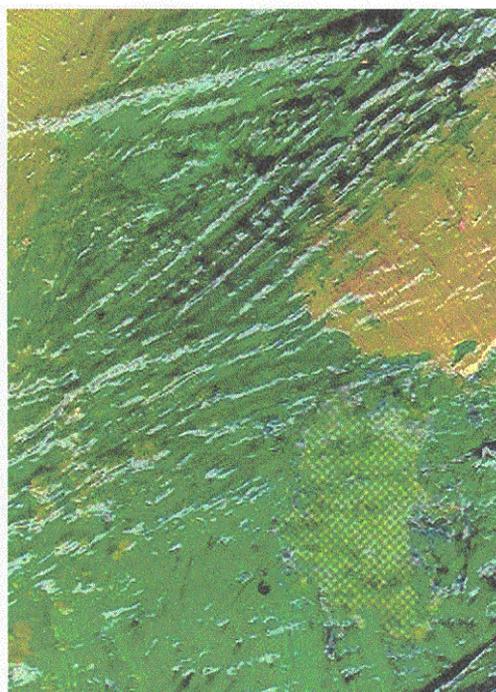
**Fig. IV.14.** Obra *Paisaje*, en la etapa previa a la reintegración.



**Fig. IV.15.** Obra *Paisaje*, una vez efectuada la reintegración de las lagunas. Los FTT utilizados en la reintegración tienen una lineatura de 39 l/cm.



**Fig. IV.16.** Imagen ampliada (x 3) de la laguna de la obra *Paisaje*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.



**Fig. IV.17.** Imagen ampliada (x 3) de la laguna de la obra *Paisaje*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.



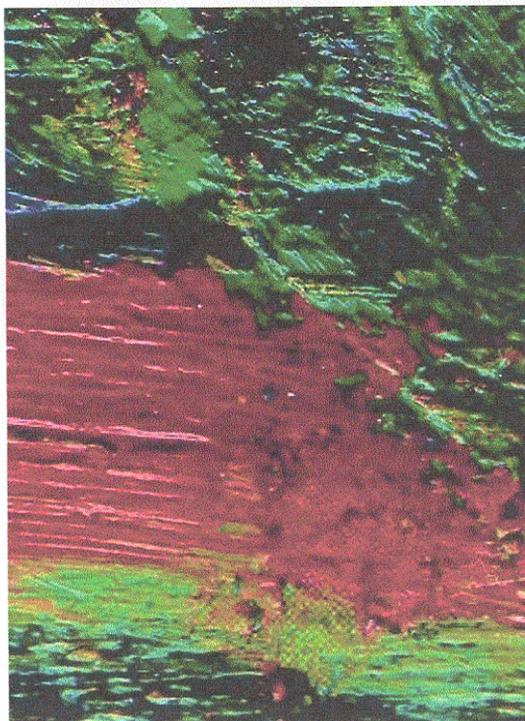


Fig. IV.18. Imagen ampliada (x 3) de la laguna de la obra *Paisaje*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.

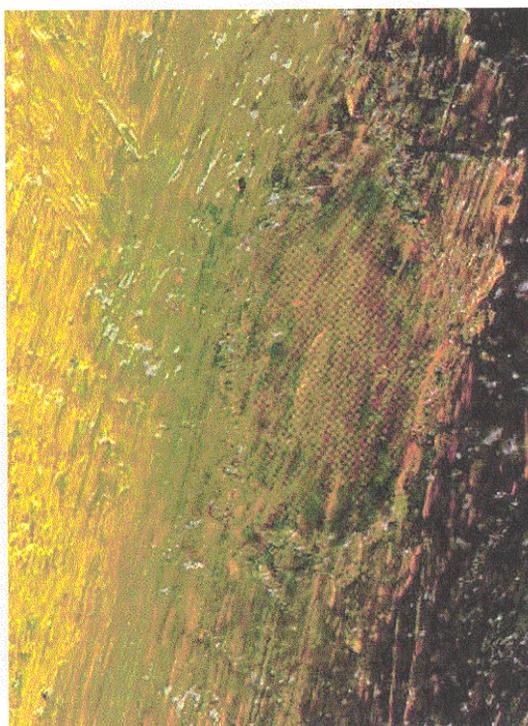
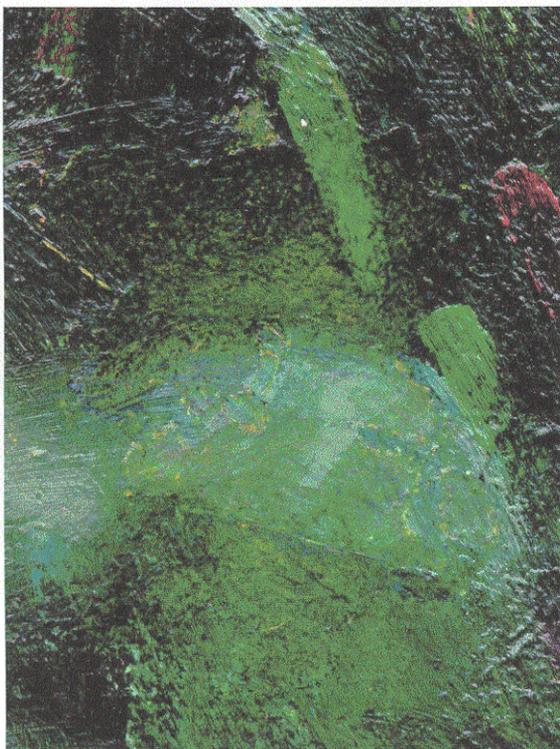
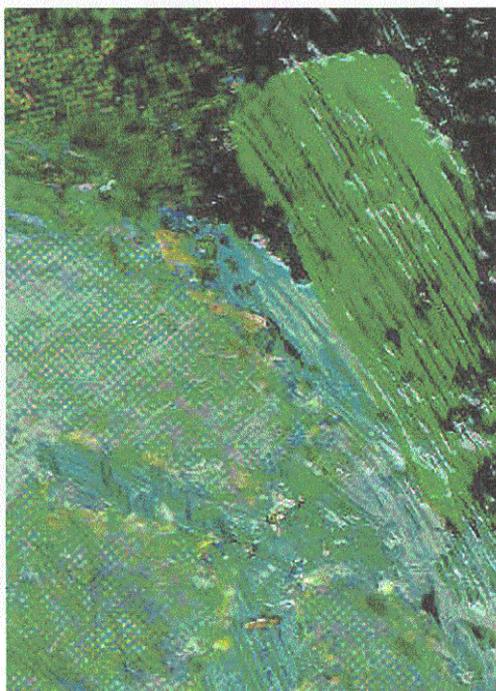


Fig. IV.19. Imagen ampliada (x 3) de la laguna de la obra *Paisaje*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.



**Fig. IV.20.** Imagen ampliada (x 1) de la laguna de la obra *Paisaje*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.



**Fig. IV.21.** Imagen ampliada (x 3) de un fragmento de la laguna de la obra *Paisaje*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.

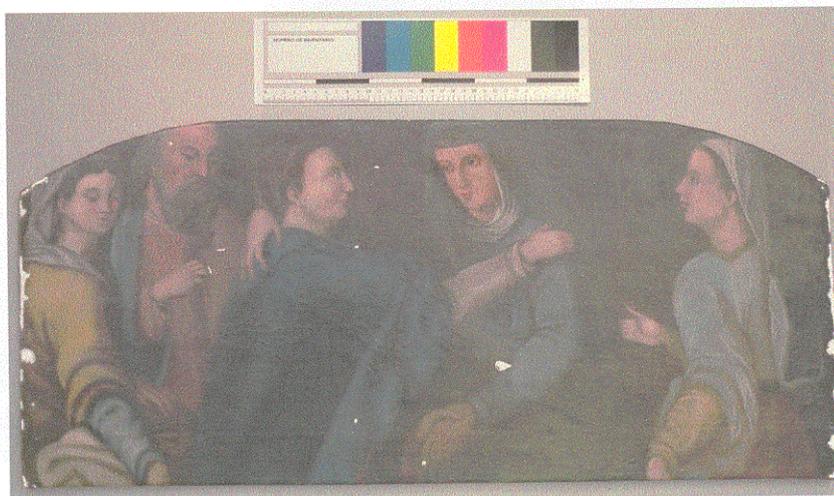


Fig. IV.22. Obra *Visitación de la Virgen*, en la etapa previa a la reintegración cromática.

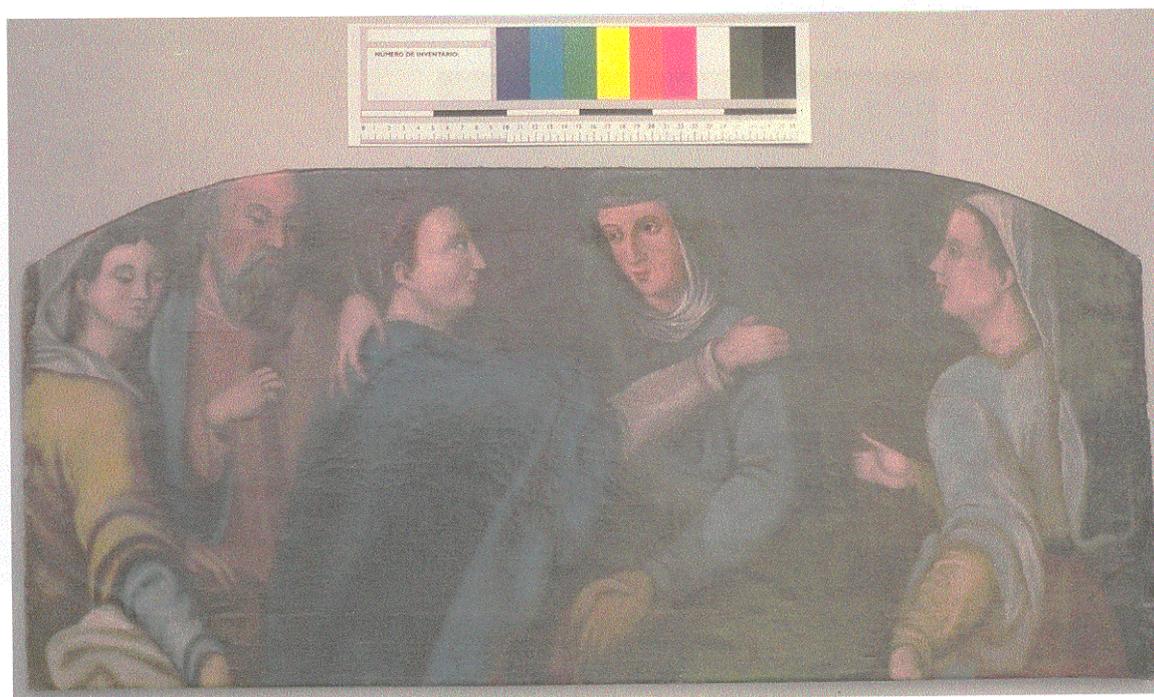
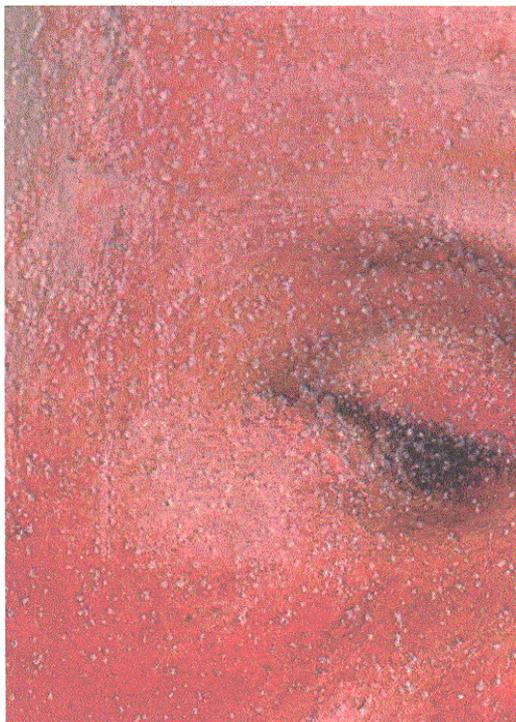
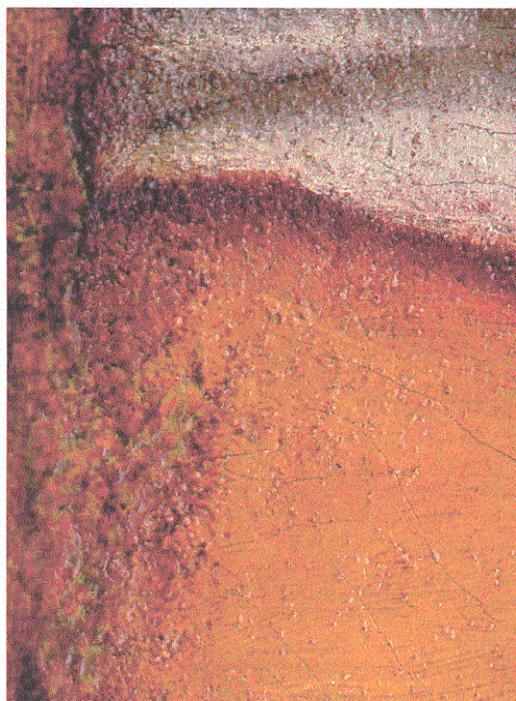
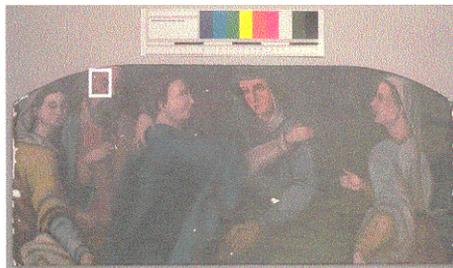


Fig. IV.23. Obra *Visitación de la Virgen*, una vez efectuada la reintegración de las lagunas; se ha utilizado FTT con una lineatura de 39 l/cm.



**Fig. IV.24.** Imagen ampliada (x 3) de la laguna de la obra *Visitación de la Virgen*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.



**Fig. IV.25.** Imagen ampliada (x 3) de la laguna de la obra *Visitación de la Virgen*, correspondiente al área indicada en la figura adjunta.





## V. DISCUSIÓN





Los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo, por un lado se refieren a la metodología desarrollada para la obtención de los FTT y de las tablas cromáticas, y por otra parte, corresponden a las distintas etapas a seguir para la aplicación del SIRECRAMT.

*Clasificación  
de los  
resultados*

Por esta razón, la discusión del conjunto de estos resultados se plantea bajo estos tres aspectos, los cuales son tratados en apartados diferentes.

a) *Fondos tramados transferibles (FTT).*

El método desarrollado en esta Memoria ha permitido, fundamentalmente, demostrar la viabilidad del sistema de reintegración propuesto, principal objetivo de esta investigación.

*Variaciones en  
la obtención  
de los FTT*

No obstante, hay que señalar que esta metodología de obtención de los FTT es susceptible de modificaciones, tanto en cuanto a sus componentes como en lo que se refiere al procedimiento operativo.

Así, concretamente la obtención de los FTT por medios fotomecánicos puede llevarse a cabo de distintas formas. Una posibilidad es la seguida en esta investigación, pero también pueden plantearse y desarrollarse otros sistemas que introduzcan variaciones en las distintas etapas, tal como la relacionada con la naturaleza de los componentes de la emulsión fotosensible y su dosificación; así, por ejemplo podrían utilizarse emulsiones a base de polímeros sintéticos, o bien emplearse otros pigmentos. Asimismo, en la etapa de transferencia se puede plantear otro tipo de tratamiento de los FTT para que la imagen de puntos sea transferible.

A su vez, se pueden considerar otras alternativas de obtención de los FTT por métodos distintos a los procedimientos fotomecánicos, tales como medios serigráficos o de estampación, o bien computerizados. Estos procedimientos de obtención quedan abiertos como otras vías de investigación, para ser desarrollados en trabajos posteriores.

*Distintos  
diseños de FTT*

Por otra parte, el diseño de los FTT, independientemente del método de obtención, puede realizarse con distintos signos o elementos gráficos, si bien en este caso se ha optado por la utilización de signos cuya forma geométrica corresponde a puntos. Otros tipos de diseños pueden estar constituidos por líneas, trazos irregulares u otras formas geométricas. Actualmente, es factible crear múltiples diseños a partir de las posibilidades que ofrecen las diferentes aplicaciones gráficas de los sistemas computerizados. La utilización de FTT con distintos diseños de signos permitirá poder efectuar reintegraciones más acordes con las características del tipo de obra que se presente.

En cualquier caso, teniendo en cuenta que los FTT son meras herramientas que permiten al restaurador efectuar el proceso de

reintegración, puede considerarse que cualquiera de las alternativas planteadas que permita la obtención de los FTT puede ser válida, por ello no se ha estimado necesario tener que desarrollar todas y cada una de ellas.

Otra cuestión a considerar sería determinar cual de las posibles alternativas de obtención de los FTT: método fotomecánico, serigráfico o computerizado, resulta más idónea y económica, de forma que permita conseguir unos resultados óptimos reproducibles. Estos aspectos resultan fundamentales desde el punto de vista de su explotación comercial.

Es importante especificar que no será tarea del restaurador la elaboración de los FTT, sino que éstos serían elaborados por casas comerciales<sup>196</sup>, donde se podrían adquirir para su posterior aplicación. La elaboración de los FTT por procedimientos fotomecánicos resulta una labor compleja, en la que es necesaria una cierta infraestructura para su desarrollo, que no tiene relación directa con los recursos utilizados por el restaurador ni con su labor específica. Por ello, la elaboración de los FTT por parte del restaurador resultaría un tarea ardua, que daría lugar a la obtención de resultados poco satisfactorios en cuanto a que no serían reproducibles de una forma sistemática, alejándose por lo tanto de la normalización que se pretende obtener en los resultados finales.

*El restaurador  
no elabora los  
FTT*

La elaboración de los FTT por industrias especializadas estará supeditada a la aceptación que pueda tener el sistema propuesto en el campo de la Restauración, así como de su interés comercial.

Una vez establecido a quienes compete la labor de obtener los FTT, el restaurador se limitará a utilizarlos como meras herramientas que le permiten en primer lugar elaborar las tablas cromáticas de

<sup>196</sup> Señalar que tanto para el método de elaboración de los FTT, como para la metodología de aplicación del SIRECRAMT han sido solicitadas las correspondientes patentes con los números: P9900107 y P9802182, respectivamente.

referencia y posteriormente efectuar de forma fácil y cómoda, a la vez que rápida, la reintegración cromática en las lagunas de la obra.

b) *Tablas cromáticas de referencia.*

Al igual que los FTT, las tablas cromáticas deben considerarse como meras herramientas de trabajo que permiten realizar el proceso de reintegración.

Las tablas cromáticas, como sistema de referencia para la identificación y posterior aplicación del color, contemplan una serie de posibilidades. Pueden ser utilizadas para diferentes obras, si bien es necesario que el sustrato correspondiente a la capa de preparación de las tablas sea similar al aplicado en las lagunas a reintegrar. Asimismo, es posible que sean empleadas por distintos restauradores; es decir, las tablas cromáticas pueden ser intercambiadas por los miembros de un mismo equipo de restauradores o entre distintos equipos. En consecuencia, no es necesario que cada restaurador cuente con múltiples variaciones de tipos de tablas.

*Herramienta  
de referencia y  
apoyo*

Estas tablas ofrecen al restaurador una referencia cromática que le permite establecer cualitativa y cuantitativamente la composición del color a reintegrar en base a los componentes tricromáticos: amarillo, magenta y cian. De esta forma es posible la igualación cromática sin necesidad de efectuar tentativas previas de aproximación del color.

*Adaptación a  
diferentes tipos  
de obra*

Las tablas cromáticas desarrolladas en esta investigación tienen una lineatura de 39 l/cm y un diseño a base de puntos. Se ha optado por estas características, ya que permiten abarcar una amplia variedad de formatos y tipos de obra; no obstante, se podrá disponer de tablas cromáticas con diferentes lineaturas y diseños, de forma que puedan

utilizarse las que mejor se adapten a las necesidades específicas de la obra a reintegrar.

En cuanto a la gama de colores obtenida, en concreto 1.000 colores, que corresponden a un incremento de porcentaje de punto del 10%, este valor puede ser ampliado disminuyendo el incremento; así, por ejemplo se pueden lograr 8.000 colores si estos incrementos son del 5%.

*Amplitud de las tablas cromáticas*

Por último, señalar la posibilidad de introducir modificaciones en cuanto a la forma de presentación de las tablas cromáticas. La disposición en atlas o carpetas para su uso durante la aplicación del sistema, puede tener diseños diferentes al propuesto, siempre que permitan una adecuada adaptación a las necesidades. Así, se podrán presentar las tablas desplegadas en forma de abanico, sistema plegable o con otra disposición. De igual forma, también se puede incrementar el tamaño de la superficie de cada uno de los colores que componen las tablas cromáticas, con el fin de aumentar el área objeto de comparación en la fase de análisis.

*Otras formas de presentación*

c) *Aplicación del sistema de reintegración.*

Si bien en esta Memoria, la aplicación práctica del SIRECRAMT ha sido llevado a cabo sobre pintura de caballete, y en principio, pudiera considerarse que este sistema está concebido para su utilización exclusiva sobre este tipo de obras, es necesario señalar que su ámbito de aplicación es más amplio. Existen otros campos, tales como la pintura mural o incluso la escultura policromada en los que es posible su empleo. No obstante, será necesario realizar los correspondientes ensayos previos que permitan confirmar sus posibilidades y limitaciones, de igual modo que se ha hecho en pintura de caballete.

*Ámbito de aplicación*

*Tricromía /  
Cuatricromía*

La resolución de este sistema de reintegración cromática por medio de una tricromía en lugar de una cuatricromía (los tres colores base más el color negro) tiene por finalidad mantener la pureza del color reproducido<sup>197</sup>; de esta forma se garantiza la vibración cromática del área reintegrada, efecto pocas veces conseguido con los sistemas de reintegración tradicionales. En este sentido, destacar que, para conseguir el color deseado, normalmente, el restaurador tiende a incorporar, sin determinación previa, múltiples colores durante el transcurso de la reintegración, los cuales llegan a anularse cromáticamente entre sí.

*Pureza de los  
colores  
utilizados*

No obstante, cabe señalar que las medidas densitométricas realizadas en el proceso de elaboración de los FTT, muestran indicios de impurezas en los tres colores base en cuanto a su absorción selectiva, circunstancia que afecta a la superposición de las capas de color correspondientes a la máxima saturación de cada uno de los tres colores base: amarillo, magenta y cian. A este respecto, se ha comprobado que el resultado de esta superposición no permite obtener un negro totalmente neutro, como sería lo esperado si los colores base utilizados fuesen "ideales" en su absorción selectiva, sino que presenta una cierta tonalidad.

*Reintegración  
visible /  
invisible*

Respecto a la percepción del área reintegrada en las obras experimentadas, conviene señalar que en el diseño de puntos de los FTT de una lineatura de 39 l/cm, éstos no son apreciados de forma aislada a la distancia mínima de observación de la obra, sino que se perciben en su conjunto como una tonalidad cromática. Destacar que si la distancia de observación es inferior, los puntos son identificados aisladamente.

Esta característica permite incluir el procedimiento descrito dentro de los sistemas de reintegración visibles o discernibles. No

---

<sup>197</sup> Véase cap. II, ap. II.1.2.1 *Características subjetivas del color*, pág. 106.

obstante, la utilización de unos FTT con una lineatura muy elevada, lo cual sería posible siempre que lo permitan las características del soporte sobre el que se aplica, podría situar el procedimiento próximo a los sistemas de reintegración invisible, en cuanto a su apreciación visual; sin embargo, hay que señalar que incluso en este caso, siempre será posible su discernimiento con ayuda de instrumentos ópticos de aumento, sin tener que recurrir a otros tipos de análisis.

En relación a los FTT de una lineatura de 39 l/cm utilizados para la reintegración de las obras *Visitación de la Virgen* y *Paisaje* destacar su adaptación óptima a las características de ambas obras. Por una parte, en cuanto a que su lineatura se adecua perfectamente a la textura del estuco aplicado, y por otra, en cuanto que permite efectuar la observación de la obra incluso a una distancia inferior a la considerada como mínima, sin que sean apreciados los puntos aisladamente. Esta circunstancia permite plantear la posibilidad de utilizar unos FTT de lineatura inferior.

*Adaptación de la lineatura a las obras reintegradas*

La posibilidad de realizar las matizaciones del color a reintegrar mediante la aplicación de veladuras cromáticas, utilizando técnicas distintas al sistema planteado, supone la incorporación de nuevos pigmentos y aglutinantes, en muchos casos no testados en cuanto a su estabilidad. Por esta razón, como alternativa se sugiere efectuar las posibles matizaciones cromáticas, aplicando parcialmente los FTT sobre el color monocromo obtenido en una primera etapa del proceso; de esta forma no se incorpora ningún otro material distinto a los hasta ahora utilizados. No obstante, puede resultar también válida la aplicación de las veladuras para conseguir las matizaciones, siempre que se realicen con materiales lo suficientemente estables.

*Matizaciones cromáticas*

Respecto a la transferencia de la imagen de puntos de los FTT sobre el área de la laguna es necesario definir nítidamente sus límites, de manera que la transferencia quede exclusivamente reducida al área objeto de la reintegración, sin exceder sobre la capa pictórica. A este

*Adaptación de los FTT a la textura de la laguna*

respecto, es aconsejable una óptima adaptación a los microaccidentes topográficos de las lagunas, tales como sus bordes, o textura del estuco aplicado; en los casos más extremos, este efecto podría lograrse mediante la utilización de FTT con un soporte de poliéster de menor grosor que el utilizado en las pruebas realizadas.

*Transferencia  
simultánea de  
puntos*

Según la forma operativa de reintegración descrita, la aplicación de la imagen de puntos de color de los FTT se efectúa sobre la laguna a reintegrar por transferencia de bloques de puntos, lo cual otorga al sistema una agilidad y rapidez de ejecución considerables, disminuye el tiempo de reintegración, y además, mantiene la calidad en el trazado de los puntos.

Hay que señalar que no en todas las áreas a reintegrar será necesario la aplicación de los tres colores base y, por lo tanto, realizar tres transferencias para obtener el color deseado, sino que con uno o dos colores base será suficiente, lo cual disminuye el tiempo de reintegración.

Por otra parte, las etapas de transferencia definidas permiten que el proceso de reintegración pueda ser interrumpido en cualquier momento, sin que esto suponga un detrimento de los resultados cromáticos finales obtenidos.

*Errores de  
transferencia*

En relación a cualquier equivocación que se produzca durante el proceso de transferencia de los FTT, resulta más ventajoso, en cuanto a rapidez y resultados se refiere, eliminar la capa o capas transferidas e iniciar el proceso de transferencia nuevamente. La eliminación de las capas transferidas por medios mecánicos resulta fácil y rápida, sin deterioro del sustrato de estuco subyacente.

*Colocación de  
los FTT*

En cuanto a la disposición de los FTT sobre la obra a reintegrar, habrá que tener la precaución de que éstos mantengan, aproximadamente, sus respectivos ángulos de inclinación respecto a la

horizontal; de esta forma el diseño de puntos de color que cada uno de ellos contiene será transferido manteniendo la inclinación asignada en su elaboración, evitándose así el efecto ya descrito de muaré. No obstante, para mantener esta posición no será necesario realizar medidas de angulación exactas para la colocación de los FTT, sino simplemente tener en cuenta esta observación para no poner cada uno de una forma diferente.

Destacar la importancia y necesidad de un riguroso control de calidad colorimétrico durante el proceso de elaboración de los FTT. Este control deberá realizarse sobre los valores porcentuales de punto obtenidos y sobre el propio color. Lo contrario puede suponer la existencia de variaciones cromáticas entre los FTT utilizados para la realización de las tablas cromáticas y los FTT utilizados en la reintegración, lo cual daría lugar a una falta de correspondencia entre los valores porcentuales identificados en las tablas cromáticas y los FTT a transferir en las lagunas; esta situación proporcionaría resultados negativos, poco satisfactorios. Por este motivo, es necesario insistir en la importancia de estos controles colorimétricos que permiten asegurar la obtención de resultados repetitivos.

*Control  
colorimétrico*

Por último, señalar que si bien, una de las grandes ventajas del SIRECRAMT es que se trata de un sistema objetivo en cuanto a su ejecución, sin embargo hay que considerarlo como una herramienta puesta al servicio del restaurador y su adecuada utilización estará siempre guiada por el criterio de éste.



## VI. CONCLUSIONES





Las conclusiones que se derivan del trabajo de investigación recogido en esta Memoria, comprenden los siguientes aspectos: puesta a punto de la metodología de preparación de los FTT por medios fotomecánicos, y la obtención de las correspondientes tablas cromáticas; aplicación práctica del SIRECRAMT sobre obra real; comparación de este nuevo sistema de reintegración con respecto a los sistemas tradicionales. Estos diferentes aspectos pueden resumirse en los siguientes puntos:

*Conclusiones  
generales*

- 1) La metodología de preparación de los FTT por medios fotomecánicos, exige una serie de etapas perfectamente definidas, en cuyo desarrollo intervienen diferentes variables que deben ser optimadas; todo ello con el fin de que los fondos obtenidos reúnan las condiciones necesarias para ser utilizados en el proceso de reintegración.

*Preparación  
de los FTT*

*Etapas para la  
obtención de  
los FTT*

2) Estas etapas contemplan los siguientes aspectos: método de preparación de la emulsión fotosensible, que incluye, a su vez, la adecuada selección y dosificación de sus componentes, así como la propia obtención de la película fotosensible; determinación de las condiciones de montaje de esta película con el negativo tramado, y las de la propia exposición; obtención del fondo tramado tras el adecuado revelado, y tratamiento del mismo para que sea posible su transferencia.

*Viabilidad del  
sistema*

3) La preparación de los FTT por métodos fotomecánicos ha hecho posible demostrar la viabilidad del SIRECRAMT como método de reintegración. A este respecto señalar que tanto para el método de elaboración de los FTT, como para la metodología de aplicación del SIRECRAMT han sido solicitadas con los números P9900107 y P9802182, las correspondientes patentes.

No obstante, el método de obtención desarrollado queda abierto a posibles modificaciones, relacionadas con la naturaleza y dosificación de los componentes de la emulsión fotosensible, así como con el propio proceso de transferencia.

*Otros métodos  
de obtención*

Asimismo, cabe plantear la posibilidad de desarrollar otros procesos de obtención de los FTT, tales como a partir de medios serigráficos o computerizados.

*Controles  
colorimétricos*

4) Los FTT obtenidos deben ser sometidos a controles colorimétricos, referidos a medidas densitométricas de los colores obtenidos y medidas de los porcentajes de punto; estos controles permitirán obtener, de forma sistemática, resultados óptimos en la reproducción del color.

*FTT de  
diferentes  
características*

5) Los FTT pueden ser elaborados con diferentes diseños de signos y lineaturas; posibilidad que se ve favorecida, mediante

la utilización de las distintas aplicaciones informáticas existentes para la obtención de los negativos tramados.

- 6) Los FTT y las tablas cromáticas obtenidas a partir de éstos, son las herramientas necesarias e imprescindibles para la aplicación del sistema de reintegración que se plantea. Los primeros -FTT- serían productos comercializados y los segundos -tablas cromáticas- serían preparadas por el propio restaurador, de acuerdo a las necesidades planteadas por las características de la obra a reintegrar.

*Medios  
necesarios*

Estas necesidades están relacionadas con los materiales utilizados por el propio restaurador y las características de la obra a restaurar. En este sentido habrá que considerar los siguientes factores: dimensiones y tipología de la obra; condiciones del estuco en cuanto a granulometría, textura y color; y orden de aplicación de los FTT.

- 7) El estuco utilizado en la preparación de las tablas cromáticas y el de la laguna a reintegrar deben presentar similares características. Su granulometría y textura determinarán ciertas propiedades de los FTT; concretamente si la superficie obtenida es fina y homogénea será posible la utilización de FTT con diseños de signos de elevadas lineaturas.

*Tablas  
cromáticas:  
consideraciones*

- 8) Mediante la utilización de un número reducido de tablas cromáticas de diferentes características en cuanto al diseño e incrementos de porcentaje de punto, y con una elevada lineatura, es posible abarcar un amplio número de obras de tipología distinta.

*Tablas  
cromáticas de  
diferentes  
características*

- 9) La aplicación práctica del SIRECRAMT pone de manifiesto las características de este sistema de reintegración, las cuales cumplen los criterios básicos de restauración; en este sentido,

*Reversible,  
estable y  
discernible*

se trata de un sistema reversible, estable y fácilmente discernible.

*Reintegración  
visible*

Respecto a ésta última característica, es importante destacar que se encuentra enmarcado dentro de los sistemas de reintegración visible; el trazado de los puntos u otro tipo de signos aplicados en el área reintegrada es apreciable a simple vista, o bien mediante la utilización de sencillos instrumentos ópticos de aumento.

*Versatilidad*

- 10) Se trata de un sistema versátil, fácilmente adaptable al formato y características de la obra sobre la que se aplica.

La lineatura de los FTT utilizados en la elaboración de las tablas cromáticas y en el proceso de reintegración, estará determinada por el formato de la obra. Su adecuada selección es responsable de que a una distancia normal de observación, no se perciba el diseño de signos, y al mismo tiempo, a una distancia más próxima sea perfectamente diferenciable.

Asimismo, dentro de los diferentes diseños de signos (puntos, líneas u otras formas geométricas), siempre se podrá seleccionar aquél que mejor se adapte a las características de la obra a reintegrar.

*Objetivación*

- 11) La metodología de aplicación del SIRECRAMT sigue unas etapas perfectamente definidas, que permiten una sistematización del proceso de reintegración. El resultado final es tanto más óptimo y reproducible, en la medida que se reduce el número de variables y su valor queda perfectamente especificado a partir de los correspondientes patrones de referencia (tablas cromáticas). Estas variables se refieren al número de colores (tricromía), uniformidad en el trazado y disposición de los signos.

Esta sistematización hace posible que el trabajo del restaurador sea más objetivo; los resultados cromáticos finales se pueden controlar tanto en cuanto al color como en lo que se refiere a la forma y disposición de los signos.

No obstante, seguirá siendo fundamental el criterio del restaurador, apoyado en su formación y derivado de las características técnicas de la obra.

- 12) La sistematización desarrollada en el SIRECRAMT hace posible su aplicación con medios muy simples, si bien siempre que sea posible podrán ser empleados equipos más complejos y a la vez más costosos; con esta segunda alternativa cabría un cierto perfeccionamiento de los resultados obtenidos.

*Simplicidad de medios*

En este sentido, hay que destacar que una de las grandes ventajas de este sistema, es que puede ser utilizado tanto por un restaurador que disponga de un taller equipado con los medios básicos, como por una institución o empresa dotada de un instrumental más sofisticado, como son los colorímetros y espectrofotómetros.

- 13) Los fundamentos teóricos en los que se basa el SIRECRAMT para la reproducción del color: estímulos de color, percepción del color, leyes de mezcla cromática, puntos de medio tono, etc., están directamente relacionados con la aplicación práctica de los sistemas de reintegración tradicionales. Por tanto, un mejor conocimiento de estos fundamentos, permitirá al restaurador ejercer de una forma más adecuada la praxis de la reintegración cromática, independientemente del sistema aplicado.

*Ampliación de conocimientos teóricos*

- 14) La forma de aplicación del SIRECRAMT permite una mayor rapidez de ejecución. No hay que realizar manualmente la labor de completar punto a punto, trazo a trazo, la superficie de las

*Rapidez de ejecución*

lagunas a reintegrar; trabajo que en áreas de gran tamaño, puede resultar especialmente tedioso. A este aspecto hay que añadir la seguridad que posee el restaurador de conocer *a priori* el color final que va a obtener, y el modo de obtenerlo, en cuanto a los FTT que tiene que utilizar.

*Homogeneidad  
de ejecución*

- 15) Para aquellas obras en las que el proceso de reintegración es llevado a cabo por varios restauradores, este sistema permite asegurar la obtención de un resultado homogéneo en cuanto a trazos y colores utilizados. Como es sabido, con los sistemas tradicionales, es difícil lograr esa homogeneidad, que normalmente está limitada por la técnica y grado de perfeccionamiento alcanzado por cada restaurador.

En el SIRECRAMT, lógicamente, este efecto se logrará, siempre y cuando los restauradores que intervengan sigan el mismo criterio en la selección de los FTT (diseño de signos y lineatura) y elaboración de las tablas cromáticas (preparación del estuco e incremento de los porcentajes de punto de los FTT).

*Uniformidad y  
mayor  
resolución*

- 16) La posibilidad de que los FTT sean elaborados a partir de negativos tramados, realizados con los medios tecnológicos actualmente disponibles, permite conseguir una mayor uniformidad y resolución en el trazado de los signos que configuran la imagen cromática. Comparativamente, en los sistemas tradicionales este aspecto está supeditado a la destreza y medios del restaurador.

*Vibración  
cromática*

- 17) El uso exclusivo de tres colores, de acuerdo al sistema de tricromía planteado, asegura la vibración cromática del área reintegrada; objetivo que también se pretende alcanzar con los procedimientos existentes, si bien pocas veces es conseguido. En la mayoría de los casos se debe a que se realiza una mezcla

de más de tres colores, los cuales tienden a anularse cromáticamente.

- 18) Asimismo, la utilización de estos tres colores (amarillo, magenta y cian), cuyo comportamiento en cuanto a estabilidad e interacción ha sido previamente estudiado, permite lograr unos resultados perfectamente controlados, respecto a las posibles variaciones cromáticas que puedan experimentar a largo plazo.
- Reducción de posibles alteraciones cromáticas*
- 19) Con el SIRECRAMT es posible utilizar el mismo tipo de trazado que en los sistemas tradicionales de reintegración, tales como puntillismo, *rigattino* o *tratteggio*, o bien, cualquier otro tipo de trazos que resulten más adecuados a las características de la obra; todo ello con las ventajas mencionadas de rapidez y uniformidad en su ejecución.
- Emulación de técnicas tradicionales*
- 20) Se puede considerar que este sistema resulta plenamente efectivo cuando, de acuerdo al tipo de obra a reintegrar, se lleva a cabo una reintegración mediante abstracción cromática. Señalar que en el caso de realizar una selección cromática, técnica en la que normalmente es necesario realizar matizaciones de color, resulta fundamental el criterio del restaurador para lograr una igualación del color a reintegrar.
- Abstracción cromática*
- 21) El procedimiento de reintegración desarrollado permite el intercambio de criterios entre restauradores. Esto es posible al disponer de patrones definidos (tablas cromáticas) que facilitan la caracterización precisa del color a aplicar en la reintegración. Ya no es necesario recurrir a términos subjetivos tales como azul verdoso o rosa pálido, sino que el color queda perfectamente definido como por ejemplo  $A_{20}M_{60}C_{40}$ .
- Lenguaje cromático común*

Por otra parte, existe la alternativa de poder utilizar medios colorimétricos, como son los colorímetros y espectrofotómetros, para complementar al actuación del restaurador al establecer la igualación cromática.

... ..

En general, la incorporación de nuevos desarrollos tecnológicos, así como la tendencia a una sistematización del procedimiento de reintegración, facilitan al restaurador llevar a cabo el complejo proceso de reproducción del color.

Por último, señalar como ventaja añadida de este sistema, así como la de cualquier técnica de reintegración nueva que surja, que al abrir nuevas perspectivas sobre un asunto que se supone conocido puede estimular el inicio de líneas originales de investigación.

**ANEXO**





A partir de las escasas referencias bibliográficas existentes sobre el tema, y teniendo en cuenta las necesidades que tiene que cubrir cualquier sistema de reintegración, ha sido necesario realizar múltiples ensayos para llegar a establecer la metodología de preparación de los FTT.

Los aspectos considerados en el desarrollo de esta metodología han sido los siguientes:

- Componentes: naturaleza y dosificación.
- Método de emulsionado.
- Disposición del soporte emulsionado, con respecto al negativo tramado, durante el proceso de exposición.

- Procesado de la emulsión para conseguir la imagen de puntos de color.
- Determinación de los tiempos de exposición para cada uno de los tres colores (amarillo, magenta y cian).
- Preparación del FTT para la transferencia de la imagen.

El proceso, en su conjunto, ha sido tremendamente complejo y laborioso debido, por un lado, a los múltiples factores a considerar, y por otra parte, a que éstos se encuentran muy estrechamente relacionados.

*Apartados de los ensayos*

A continuación se relacionan aquellos ensayos más significativos, que a su vez comprenden cinco etapas relacionadas con las variables o aspectos a considerar en la elaboración y aplicación de los FTT; estas etapas son: *soporte, emulsión* (componentes-dosificación y emulsionado), *exposición, procesado y transferencia*.

### Ensayo 1

A partir de los datos de que se dispone relacionados con las emulsiones utilizadas en los procesos pigmentarios (Bargilliat, 1958:367-370; Clerc, 1910:145; Clerc, 1947:348-369; Crawford, 1979:183-226; Glafkides, 1967:652-656; Nadeau, 1986:58-59; Namias, 1921:293-311; Namias, 1935:763, 768; Reed, 1966:53, 55, 58-59; Sassi, 1922:234-236; Zelich, 1995:76-79), así como con el proceso de emulsionado de planchas para reproducción impresa y, por otra parte, teniendo en cuenta las características generales del proceso que se pretende conseguir, se establecen los componentes de la emulsión, sus dosificaciones iniciales y condiciones de procesado.

a) *Soporte*: En base a los aspectos de fotorreproducción que debe reunir el proceso, así como la posterior aplicación por transferencia de la imagen de puntos obtenida sobre el área a reintegrar, se opta por un soporte con las siguientes características: transparente, flexible, escaso grosor (50 - 150 $\mu$ ), impermeable, textura lisa y uniforme, y estable dimensionalmente de forma que no sufra variación durante las diferentes etapas del proceso.

El tipo de soporte utilizado y que se adecúa a dichas características, es el que corresponde a una lámina de poliéster de 100  $\mu$  de espesor de la marca *abezeta*<sup>198</sup>. Los ensayos se realizan sobre un soporte de este tipo, de un formato de 7 x 10 cm.

*Poliéster*

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*<sup>199</sup>: Agua (77,9%), gelatina<sup>200</sup> (14,7%), sacarosa<sup>201</sup> (2,5%), pigmento cian<sup>202</sup> (2,5%), fenol<sup>203</sup> (0,2%), glicerina<sup>204</sup> (1,5%), dicromato<sup>205</sup> (0,7%).

*Gelatina  
dicromatada*

*Emulsionado*: Aplicación de la emulsión a una temperatura de 40° C sobre el soporte de poliéster. En esta etapa se realizan diferentes ensayos utilizando distintos tipos de pincel plano (espuma, pelo natural y sintético).

*Mediante  
pincel*

<sup>198</sup> Ensayos previos realizados con otros tipos de soportes de características diferentes, concretamente con el soporte para transparencias (Ref. PP2500) de la marca 3M, así como con el soporte obtenido a partir del procesado sin exposición previa de una película fotosensible de alto contraste para blanco y negro, no han permitido obtener unos resultados satisfactorios.

<sup>199</sup> Se expresa en (p/p) de gramos de soluto por 100 gramos de disolución.

<sup>200</sup> Gelatina DIFCO, núm. de ref. 0143 - 01, de una dureza de aproximadamente 200 Bloom.

<sup>201</sup> Sacarosa para análisis ACS, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>, de Panreac.

<sup>202</sup> El pigmento cian utilizado es comercializado por Winsor & Newton con el nombre de "Thalo Blue" o "azul de ftalocianina"; presenta una composición química a base de ftalocianina de cobre.

<sup>203</sup> Fenol, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH, de Panreac.

<sup>204</sup> Glicerina, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>, de Panreac.

<sup>205</sup> Dicromato amónico, (NH<sub>4</sub>)Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, de Panreac.

c) *Exposición*: No se realiza.

d) *Procesado*: No se realiza.

e) *Transferencia*: No se realiza.

Los resultados negativos obtenidos en la etapa de emulsionado impiden continuar con el desarrollo de las etapas siguientes.

*Emulsionado  
irregular*

La aplicación de la emulsión mediante pincel no permite obtener una capa fina y uniforme sobre el soporte, debido a la elevada tensión superficial de la emulsión con respecto a la del soporte. Esta situación impide un buen mojado de la superficie y provoca concentraciones irregulares de la emulsión. Por tanto, se considera conveniente la adición de una mínima cantidad de tensoactivo a la composición de la emulsión con el fin de disminuir su tensión superficial.

### Ensayo 2

Se incorpora un tensoactivo en la composición de la emulsión y además se ensaya otro método de emulsionado del soporte.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en el Ensayo 1, láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Tensoactivo  
0,1%*

*Componentes-Dosificación*: Agua (77,8%), gelatina (14,7%), sacarosa (2,5%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo<sup>206</sup> (0,1%).

---

<sup>206</sup> Tensoactivo Triton® X-100, de Panreac.

*Emulsionado*: Distribución de la emulsión por rotación del soporte. Concretamente, se lleva a cabo mediante rotación constante del soporte, sobre cuyo centro se vierte la emulsión a una temperatura de 40° C; de esta forma la fuerza centrífuga del giro favorece su distribución uniforme.

*Mediante  
rotación*

c) *Exposición*: No se realiza.

d) *Procesado*: No se realiza.

e) *Transferencia*: No se realiza.

Como en el ensayo anterior, los resultados obtenidos en la etapa de emulsionado del soporte no permiten continuar con el desarrollo de las etapas siguientes.

Si bien la incorporación del tensoactivo favorece el mojado de la superficie, el método utilizado en la etapa de emulsionado no permite una distribución regular de la emulsión.

*Emulsionado  
irregular*

### Ensayo 3

Se ensaya una tercera forma de emulsionado del soporte, consistente en el arrastre de la emulsión sobre el soporte mediante el empleo de un rodillo.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en el Ensayo 1 y 2, láminas de poliéster de 100 µ de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Se mantiene la del Ensayo 2: agua (77,8%), gelatina (14,7%), sacarosa (2,5%), pigmento cian

(2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Mediante  
arrastre con  
rodillo*

*Emulsionado*: Aplicación de la emulsión a una temperatura de 40° C sobre el soporte de poliéster mediante arrastre con rodillo de cristal; este sistema permite realizar emulsionados con distintas cantidades de emulsión, dependiendo de la separación existente entre el rodillo y el soporte.

c) *Exposición*: No se realiza.

d) *Procesado*: No se realiza.

e) *Transferencia*: No se realiza.

Se siguen obteniendo resultados negativos en la etapa de emulsionado, por lo que no es posible continuar con el desarrollo de las etapas siguientes.

*De nuevo,  
emulsionado  
irregular*

A medida que la cantidad de emulsión aplicada disminuye, tienden a producirse los mismos efectos que en los ensayos anteriores en cuanto a que no se logra un buen mojado de la superficie del soporte. Por otra parte, la utilización de una mayor cantidad de emulsión, aunque permite vencer la tensión superficial de ésta, no favorece la homogeneidad en su distribución.

#### Ensayo 4

Se ensaya una cuarta forma de emulsionado del soporte: por nivelación de precisión del soporte sobre el que se vierte la emulsión<sup>207</sup>.

---

<sup>207</sup> La superficie donde se realiza el emulsionado es nivelada micrométricamente mediante un nivel de precisión tubular de alta sensibilidad, de forma que permita un reparto uniforme de la emulsión vertida.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en los Ensayos 2 y 3: agua (77,8%), gelatina (14,7%), sacarosa (2,5%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Colocación del soporte de poliéster a emulsionar en un contenedor plano perfectamente nivelado, sobre el que se vierte la emulsión a una temperatura de 40° C y se distribuye sobre su superficie de manera que su propia nivelación provoca un reparto uniforme; para facilitar la nivelación y vencer la tensión superficial del soporte se vierte una determinada cantidad de emulsión por centímetro cuadrado de soporte, concretamente 0,05 cm<sup>3</sup> / cm<sup>2</sup>.

*Emulsionado  
por nivelación*

Una vez emulsionado el soporte y gelificada la emulsión se realiza su secado en la oscuridad, a una temperatura entre 20° y 25° C, y a una humedad relativa de 60 %, durante 120 minutos.

*Secado*

c) *Exposición*: No se realiza.

d) *Procesado*: No se realiza.

e) *Transferencia*: No se realiza.

Los resultados obtenidos llevan a la conclusión de que este procedimiento de emulsionado, permite obtener una capa de emulsión regular sobre la superficie del soporte. Estos resultados son

*Emulsionado  
regular*

satisfactorios en primera instancia, si bien serán nuevamente constatados en el desarrollo de las restantes etapas del proceso.

### Ensayo 5

Se procede a ensayar las restantes etapas del proceso, realizando la exposición y procesado de un soporte emulsionado según la forma descrita en el Ensayo 4.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

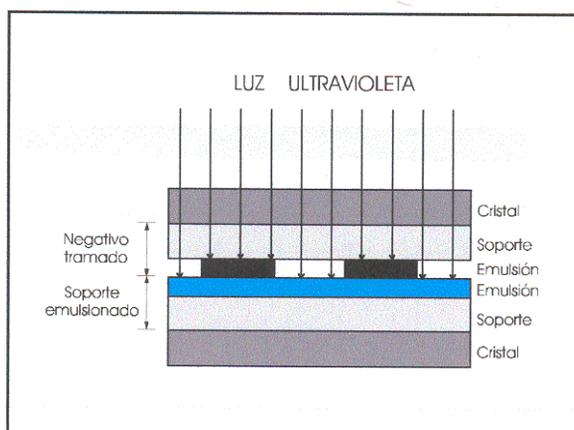
b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en los Ensayos 2, 3 y 4: agua (77,8%), gelatina (14,7%), sacarosa (2,5%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el procedimiento establecido en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: El soporte emulsionado se coloca bajo un negativo tramado, de manera que sus respectivas emulsiones estén en contacto; a su vez, ambos se disponen entre dos cristales transparentes, de forma que se ejerza una presión que garantice un contacto íntimo de sus superficies (Fig. 1). El conjunto así preparado es expuesto bajo luz ultravioleta a distintos tiempos de exposición, que oscilan de 1 a 15 minutos, en incrementos de un minuto.

*Emulsión con  
emulsión*



**Fig. 1.** Esquema de la disposición de los distintos elementos del montaje para realizar la exposición a la luz ultravioleta del soporte emulsionado.

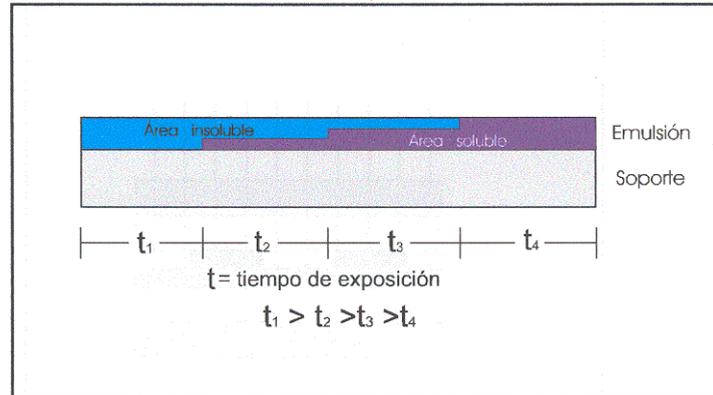
*d) Procesado:* El soporte emulsionado y expuesto a la luz es revelado; se utiliza como revelador un baño de agua a una temperatura de 45° C con una agitación continua y un tiempo de revelado de 10 minutos.

*Revelado en agua*

*e) Transferencia:* No se realiza.

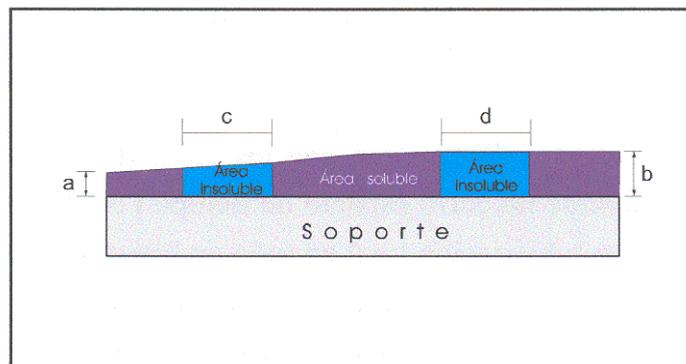
Los resultados obtenidos tras el procesado hacen reconsiderar el procedimiento seguido en el montaje del negativo tramado y el soporte emulsionado para realizar la exposición.

Estos resultados demuestran que las áreas de emulsión que han sido expuestas durante un corto espacio de tiempo (1-10 min.), no llegan a alcanzar una insolubilización total en todo su espesor, es decir hasta el soporte. Esta situación da lugar a que debajo de estas áreas aparentemente insolubilizadas, existan áreas solubles que en la etapa de revelado se desprenderán, arrastrando consigo las áreas insolubles superpuestas (Fig. 2).



**Fig. 2.** Esquema de cómo se produce la insolubilización de la emulsión bajo tiempos diferentes de exposición a la luz ultravioleta, de acuerdo al montaje seguido en este ensayo.

Por otra parte, en aquellas áreas en las que el tiempo de exposición a la luz a sido superior a diez minutos y por tanto se ha insolubilizado la totalidad de la capa de emulsión (Fig. 3), se ponen de manifiesto las posibles irregularidades superficiales que tienen su origen en la distribución de la emulsión sobre el soporte en la fase de emulsionado; áreas de igual porcentaje de punto, *c* y *d*, obtenidas ambas bajo un mismo tiempo de exposición, aparecen con distinta intensidad de color, así, el área *c* presentará una menor intensidad de color que el área *d* (Ley de Lambert-Beer).



**Fig. 3.** Esquema que muestra la diferente percepción de dos áreas de punto iguales como consecuencia de una distribución irregular de la emulsión en la etapa de emulsionado.

El conjunto de estos resultados llevan a la conclusión de que el procedimiento seguido en el montaje del negativo tramado y el soporte emulsionado, para realizar su posterior exposición a la luz ultravioleta, no es adecuado y debe ser modificado.

### Ensayo 6

Se modifica la colocación del soporte emulsionado y del negativo tramado para la realización de la exposición; esta vez, la emulsión del negativo tramado se pone en contacto con el soporte de la emulsión.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en los Ensayos 2, 3, 4 y 5: agua (77,8%), gelatina (14,7%), sacarosa (2,5%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Siguiendo el mismo procedimiento que el utilizado en el Ensayo 4, por nivelación de precisión de la superficie emulsionada.

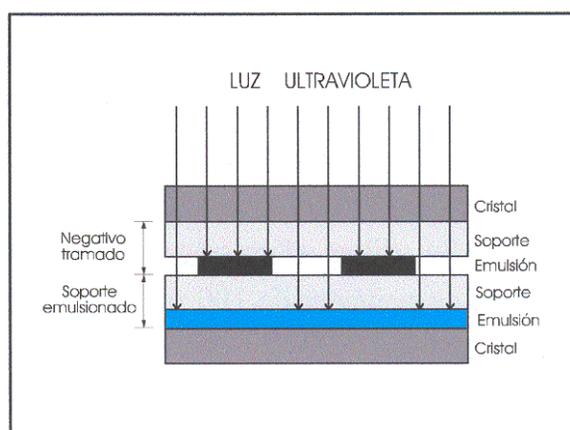
c) *Exposición*: El soporte emulsionado se coloca en contacto con un negativo tramado de distintos porcentajes de punto<sup>208</sup>, de forma que la emulsión del negativo tramado esté en contacto con el soporte emulsionado, y ambos, a su vez, entre dos

*Emulsión con soporte*

---

<sup>208</sup> Para la realización de estos ensayos se ha utilizado un negativo tramado especialmente preparado a tal efecto, y que contiene todos los porcentajes de punto a considerar del 0 al 100%.

cristales transparentes, de manera que se ejerza una presión que garantice un contacto íntimo de sus superficies (Fig. 4). De esta forma, la luz incide en la emulsión a través del soporte que la sustenta. El conjunto así preparado es expuesto bajo la luz ultravioleta a distintos tiempos de exposición, de acuerdo a los valores indicados en el Ensayo 5.



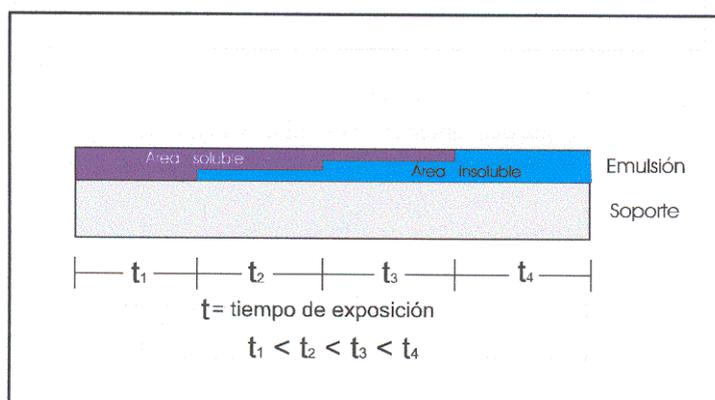
**Fig. 4.** Esquema de la disposición de los elementos del montaje para realizar la exposición a la luz ultravioleta del soporte emulsionado.

*d) Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz, utilizando como revelador un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos.

*e) Transferencia:* No se realiza.

Los resultados obtenidos tras el procesado son satisfactorios en cuanto a la problemática surgida en el Ensayo 5, respecto al desprendimiento de la imagen de puntos en el proceso de revelado.

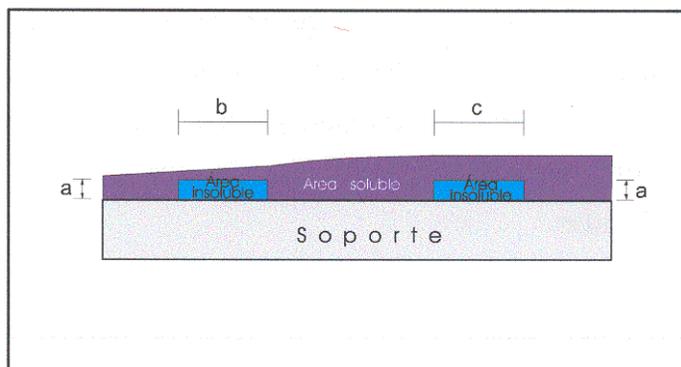
La insolubilización se produce en el interior de la capa de emulsión, es decir, en la parte que está en contacto con el soporte (Fig. 5), por lo que en la etapa de revelado pueden ser eliminadas las áreas más externas que permanecen solubles, sin que éstas arrastren a las áreas insolubilizadas.



**Fig. 5.** Esquema de cómo se produce la insolubilización de la emulsión bajo tiempos diferentes de exposición a la luz ultravioleta, de acuerdo al montaje seguido en este ensayo.

Por otra parte, la realización de la exposición a través del soporte, permite subsanar las posibles irregularidades producidas en la distribución de la emulsión durante la etapa de emulsionado; esto se cumple siempre que el tiempo de exposición<sup>209</sup> sea inferior al necesario para alcanzar la insolubilización de la totalidad de la capa de emulsión (Fig. 6). La acción de la luz durante un determinado tiempo de exposición permitirá obtener una imagen de puntos homogénea en toda su superficie; es decir, las áreas insolubilizadas, *b* y *c*, obtenidas tras la etapa de exposición, presentarán la misma intensidad de color.

<sup>209</sup> Señalar que en este ensayo no se ha pretendido optimizar el tiempo de exposición; es decir, los tiempos ensayados únicamente han tenido como finalidad comprobar la adecuación de la disposición del soporte emulsionado con respecto al negativo tramado.



**Fig. 6.** El esquema muestra cómo con determinados tiempos de exposición se pueden obtener resultados semejantes a pesar de una cierta irregularidad en la distribución de la capa de emulsión.

Estos resultados llevan a la conclusión de que, el método establecido para proceder a la exposición de la emulsión es el adecuado.

### Ensayo 7

Si bien para establecer la idoneidad del método de exposición ha sido necesario realizar el procesado de la película, realmente la optimización de esta etapa se inicia en el Ensayo 7, en el que se estudia con más detenimiento el proceso de lavado y secado de la película.

Las etapas restantes se realizan de manera análoga a la descrita en el Ensayo 6.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en los Ensayos 2, 3, 4, 5 y 6: agua (77,8%), gelatina (14,7%), sacarosa (2,5%),

pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición:* Se realiza de la misma forma que en el Ensayo 6, es decir, efectuando la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto. Los tiempos de exposición corresponden a los valores indicados en el Ensayo 5.

d) *Procesado:* El soporte emulsionado y expuesto a la luz, se revela de manera análoga al Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos.

Seguidamente, se procede a un lavado por inmersión en agua corriente por espacio de 15 minutos, y a su posterior secado. El proceso de secado se realiza a temperatura y humedad ambiente, colocando el soporte con la correspondiente imagen de puntos obtenida en posición horizontal.

*Secado en  
posición  
horizontal*

e) *Transferencia:* No se realiza.

Los resultados obtenidos tras el proceso de secado no resultan idóneos, por lo que no es posible proceder a su transferencia.

Una vez procesado el soporte emulsionado, y dependiendo de su porcentaje de punto, la imagen resultante presenta distintos comportamientos en la etapa de secado. Así, los resultados son válidos en las áreas de porcentaje de punto inferiores a un 50%; por el

*Desprendimiento  
de la imagen*

contrario, en porcentajes superiores al 50% la imagen de puntos tiende a levantarse del soporte.

Este último comportamiento puede ser debido a las tensiones generadas por la contracción del aglutinante de la emulsión (gelatina), al perder humedad durante su secado; por ello, este efecto es más acentuado a medida que el porcentaje de punto aumenta, siendo mayor en las áreas del 90% (mayor número de puntos de conexión del aglutinante entre puntos de imagen adyacentes), prácticamente nulo en las del 50% (menor número de puntos de conexión del aglutinante entre puntos de imagen adyacentes), y nulo en los porcentajes inferiores al 50% (no existen nexos de unión entre puntos adyacentes).

También es posible, que el desprendimiento de la imagen sea debido a pérdidas higrométricas desiguales en determinadas áreas de la imagen, durante el proceso de secado.

Como solución al problema de desprendimiento de la imagen del soporte, *a priori*, se pueden plantear distintas alternativas pudiendo combinarse algunas de ellas. Señalar que las soluciones que a continuación se proponen, afectan a las etapas supuestamente optimadas en los ensayos anteriores; es decir, a partir de estos últimos resultados, ha sido necesario plantearse la modificación de las condiciones ya establecidas.

*Alternativas  
frente al  
desprendimiento*

Las distintas alternativas planteadas han sido las siguientes:

*Secado  
uniforme*

– Realizar el proceso de secado de forma uniforme, sin que se produzcan durante el mismo áreas de distinto contenido higrométrico que puedan originar tensiones desiguales.

*Disminuir el  
aglutinante*

– Disminuir la proporción de aglutinante (gelatina) utilizado en la preparación de la emulsión, de manera que en el proceso de secado se ejerzan menos tensiones de contracción.

- Generar una microtextura en la superficie del soporte, de forma que permita una mínima adherencia superficial de la imagen, aunque suficiente para resistir las tensiones de contracción que aparecen en la fase de secado.

*Microtextura*

- Incrementar la cantidad de agente plastificante.

*Aumentar  
plastificantes*

Todas estas posibilidades son puestas en práctica en los siguientes ensayos.

Otro aspecto a destacar, dentro de los resultados conseguidos, es que la imagen de puntos obtenida presenta un bajo contraste entre las áreas con y sin imagen, llegando a apreciarse un cierto velo cromático en éstas últimas.

*Bajo contraste*

Respecto a las causas de la formación del velo cromático en las áreas sin imagen, existen diferentes posibilidades:

- Un defecto de aglutinante, responsable de la precipitación del pigmento y en consecuencia de que la imagen sea menos contrastada.
- Un exceso de sensibilizador que, durante la etapa de exposición, aumentará la sensibilidad de la emulsión, a posibles efectos de luz indirecta no formadora de imagen. Un exceso de este componente también hará que pueda ser sensible a la luz ambiental, bajo la que se desarrollan las operaciones de montaje del soporte emulsionado con el negativo tramado, o bien el propio proceso de secado de la emulsión.

*Velo cromático*

Asimismo, señalar sus efectos sobre la disminución del contraste de la imagen.

En relación a la posibilidad de precipitación del pigmento, tanto por defecto de aglutinante como por exceso del propio pigmento, hay que señalar que si esta fuera la razón, el velo resultante en la etapa de revelado debería desaparecer arrastrado por el agua del revelado; por lo tanto, el velo probablemente se deba a una insolubilización de la emulsión, debido a la acción de una luz parásita, no formadora de imagen: luz ambiente o luz reflejada.

### Ensayo 8

*Secado  
uniforme*

En la etapa de procesado se pretende realizar un secado uniforme, y evitar que aparezcan áreas de diferentes contenidos de humedad, responsables de la aparición de tensiones de contracción y, a su vez, causantes del desprendimiento de la imagen de puntos. Las restantes etapas son iguales a las desarrolladas en el Ensayo 6.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en los Ensayos 2, 3, 4, 5, 6 y 7: agua (77,8%), gelatina (14,7%), sacarosa (2,5%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: Se efectúa de la misma forma que en el Ensayo 6, realizando la exposición a través del soporte emulsionado en

contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto. Los tiempos de exposición corresponden a los valores indicados en el Ensayo 5.

- d) *Procesado*: Igual que en el Ensayo 5: se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz, en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos.

Seguidamente, se procede a un lavado por inmersión en agua corriente, por espacio de 15 minutos, y posterior secado. El proceso de secado se realiza a temperatura y humedad ambiente, colocando el soporte con la imagen obtenida de puntos, en posición vertical, y apoyada sobre el soporte.

*Secado en  
posición  
vertical*

- e) *Transferencia*: No se realiza.

Los resultados obtenidos, aunque mejores que los del ensayo anterior, continúan sin ser satisfactorios; se sigue produciendo el desprendimiento de la imagen de puntos del soporte, para los porcentajes de punto superiores al 50%.

Estos resultados permiten deducir que no es suficiente la variación introducida en la metodología de secado, por lo que se opta por la modificación de otra de las alternativas planteadas en el Ensayo 7; concretamente, la disminución de la concentración de aglutinante (gelatina). De esta forma será posible disminuir las tensiones de contracción producidas en el proceso de secado por pérdida de humedad.

### Ensayo 9.

Con el fin de eliminar el problema del desprendimiento de la imagen de puntos del soporte, se disminuye la concentración de aglutinante (gelatina) de la emulsión, al mismo tiempo que se mantiene el proceso de secado seguido en el Ensayo 8, en posición vertical.

Para la determinación de la concentración idónea de aglutinante, se han realizado distintos ensayos en los que se ha ido disminuyendo sistemáticamente la concentración; ha este respecto ha sido necesario tener en cuenta la mínima cantidad de aglutinante necesaria para que el pigmento no precipite. En este ensayo se recoge la concentración de gelatina considerada óptima.

a) *Soporte:* Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión:*

*Componentes-Dosificación:* Agua (88,2%), gelatina (4,3%), sacarosa (2,5%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición:* Se realiza de la misma forma que en el Ensayo 6, es decir, efectuando la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto. Los tiempos de exposición corresponden a los valores indicados en el Ensayo 5.

Menor  
concentración  
de gelatina:  
4,3%

d) *Procesado*: Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia*: No se realiza.

Los resultados obtenidos mejoran notablemente, si bien en la imagen de puntos obtenida con porcentajes superiores al 50%, aunque en menor cantidad que en los ensayos anteriores, continua produciéndose un cierto desprendimiento parcial de la imagen.

A partir de estos resultados y ante la imposibilidad de disminuir aún más la concentración de aglutinante sin que precipite el pigmento adicionado, se considera la introducción de otra de las alternativas planteadas en el Ensayo 7.

### Ensayo 10

Se mantiene la concentración de gelatina determinada en el Ensayo 9 y se opta por desarrollar otra posible solución ante el problema de desprendimiento de la imagen; en concreto, se pretende crear en el soporte a emulsionar una microtextura que permita una adherencia mínima de la imagen durante la fase de secado, de manera que contrarreste las tensiones de contracción del aglutinante.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en el Ensayo 1, láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm; en la superficie de la lámina de poliéster donde se aplica la

*Microtextura*

emulsión, se genera una microtextura mediante un abrasivo metalográfico de grano 800.

*b) Emulsión:*

*Componentes-Dosificación:* Igual que en el Ensayo 9: agua (88,2%), gelatina (4,3%), sacarosa (2,5%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (1,5%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

*c) Exposición:* Se realiza de forma análoga al Ensayo 6, efectuando la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto. Los tiempos de exposición corresponden a los valores indicados en el Ensayo 5.

*d) Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

*e) Transferencia:* No se realiza.

*Inconveniente*

Los resultados obtenidos mejoran notablemente en lo que se refiere al desprendimiento de la imagen de puntos, salvo en aquellos porcentajes muy elevados (80 - 90%).

La microtextura generada parece insuficiente, por lo que sería necesario su incremento, lo cual por otra parte no es posible, ya que en los resultados obtenidos se observa que la microtextura creada en el soporte influye de forma negativa en la calidad de la imagen de puntos reproducida; concretamente, su existencia provoca una difusión de la luz en la etapa de exposición, y en consecuencia la nitidez de los puntos y de la imagen en su conjunto, en general, disminuye.

### Ensayo 11

Se considera la alternativa planteada en el Ensayo 7, relacionada con la modificación de la cantidad de plastificante adicionado a la emulsión. Para su determinación se realizan distintos ensayos variando de forma sistemática la concentración, mostrándose en este ensayo la dosificación que se considera adecuada.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm; sin crear una textura en su superficie.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Agua (86,7%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,7%), tensoactivo (0,1%).

*Aumento de la concentración de plastificantes*

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: Se realiza de la misma forma que en el Ensayo 6, efectuando la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de

punto. Los tiempos de exposición corresponden a los valores indicados en el Ensayo 5.

*d) Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

*e) Transferencia:* No se realiza.

Finalizada la etapa de secado, se observa que la imagen de puntos obtenida no se desprende del soporte, independientemente de su porcentaje de punto; por tanto, bajo este aspecto, los resultados obtenidos se pueden considerar positivos.

... ..

Una vez resuelto este problema el siguiente objetivo es lograr un mayor contraste en las áreas de imagen, y eliminar el tenue velo cromático que aparece en las áreas sin imagen.

Esta cuestión se intenta resolver modificando la relación dicromato-gelatina; a este respecto es necesario tener en cuenta que concentraciones elevadas de dicromato producen imágenes poco contrastadas y, por el contrario, concentraciones bajas, producen imágenes más contrastadas (Crawford, 1979:184; Glafkides, 1967:664; Nadeau, 1986:14; Zelich, 1995:74).

### Ensayo 12

Se disminuye la cantidad de dicromato en la emulsión; la determinación de su concentración óptima se realiza mediante ensayos sucesivos en los que se varía su valor hasta llegar a aquél para el cual los resultados se consideran adecuados; esta concentración es la que se recoge en este ensayo. Las restantes etapas del proceso se mantienen igual que en el ensayo anterior.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm; sin crear una microtextura en su superficie.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Agua (87%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Menor  
concentración  
de dicromato:  
0,4%*

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: Se realiza de forma análoga al Ensayo 6, mediante exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto. Los tiempos de exposición corresponden a los valores indicados en el Ensayo 5.

d) *Procesado*: Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8:

lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

*e) Transferencia:* No se realiza.

La concentración de dicromato utilizada permite obtener una imagen de puntos de alto contraste; sin embargo, siguen apareciendo ciertas veladuras cromáticas en las áreas de no imagen, las cuales deberían ser totalmente transparentes.

*Causas del  
velo cromático*

En un principio, se considera que el velo cromático puede ser causado por la acción de luz no formadora de imagen. Esta luz puede tener distintos orígenes: la luz ambiente o la luz ultravioleta.

*Luz ambiente*

Respecto a la primera -luz ambiente-, este efecto puede aparecer al incidir ésta sobre la emulsión en el desarrollo de diferentes etapas del proceso; concretamente, secado de la emulsión tras la etapa de emulsionado, montaje de la emulsión con el negativo tramado, o bien al inicio del revelado.

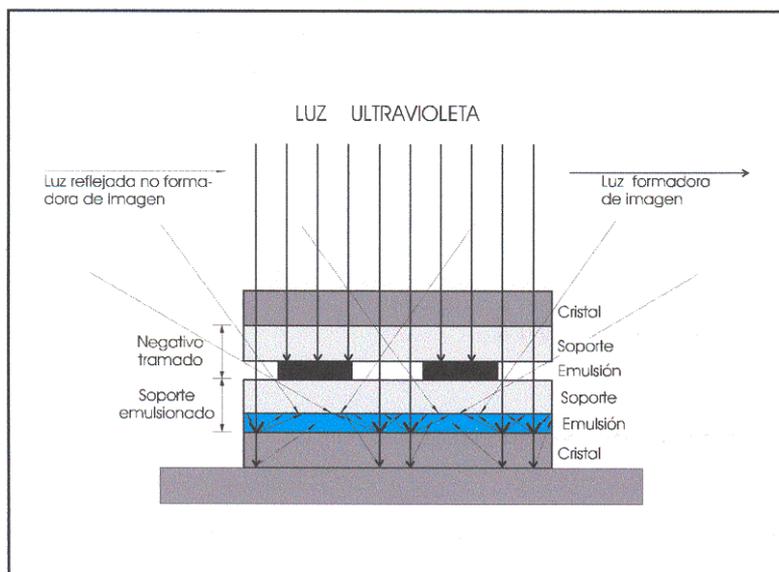
*Luz  
ultravioleta*

En cuanto a la segunda causa -luz ultravioleta-, este efecto puede aparecer en el proceso de exposición (Fig. 7), y sería debido a la luz reflejada indirectamente por las paredes de la cámara<sup>210</sup> de exposición.

Estas hipótesis son las que se comprueban en los ensayos siguientes.

---

<sup>210</sup> Las paredes de la cámara de exposición son metálicas de color plateado, lo cual hace que se comporten como superficies reflectoras de las radiaciones de luz que inciden sobre las mismas.



**Fig. 7.** El gráfico muestra en trazo discontinuo los rayos de luz reflejados, no formadores de imagen, que pueden llegar a alcanzar la emulsión y generar un velo cromático.

### Ensayo 13

Para determinar si el velo cromático es originado por la luz ambiental bajo la cual se desarrollan las etapas de secado de la emulsión, montaje para su exposición o bien antes del revelado, se procesa un soporte emulsionado sin ser previamente expuesto a la luz ultravioleta, aunque simulando el resto de las etapas.

*Luz ambiente*

a) *Soporte:* Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión:*

*Componentes-Dosificación:* Igual que en el Ensayo 12: agua (87%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

*c) Exposición:* No se realiza.

*d) Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

*e) Transferencia:* No se realiza.

Una vez procesado el soporte emulsionado, en los resultados obtenidos no aparece el velo cromático en las áreas sin imagen, lo que induce a pensar que, su origen no es la luz ambiente bajo la cual se desarrollan la distintas etapas del proceso.

#### Ensayo 14

Se pretende comprobar como posible causa del velo cromático la segunda hipótesis planteada en el Ensayo 12, concretamente el efecto de la luz ultravioleta reflejada indirectamente por la cámara durante la

*Luz  
ultravioleta  
reflejada*

exposición. Para ello, se procede a la colocación de una lámina de color negro mate en la parte inferior del montaje, entre el soporte emulsionado y el cristal, de manera que los haces de luz que alcancen esta lámina no sean reemitidos de nuevo hacia la emulsión; igualmente, se colocan láminas de color negro mate en las paredes de la cámara de exposición, con el fin de que las radiaciones de luz indirectas que incidan sobre las mismas no sean reflejadas.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

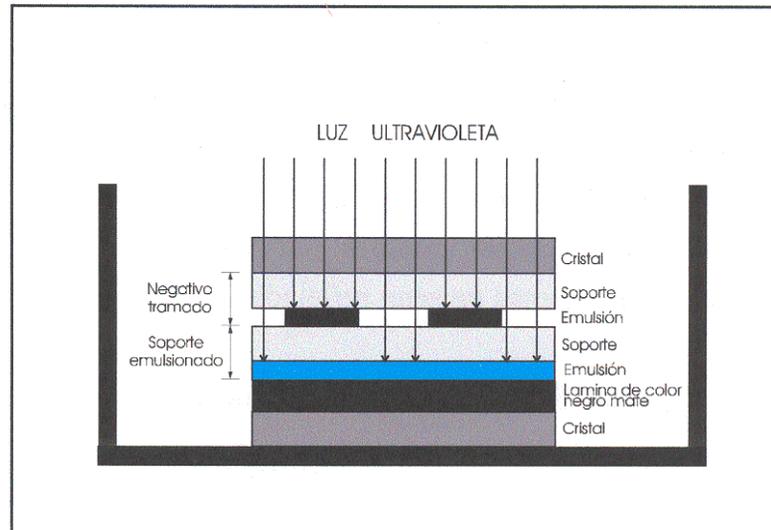
b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en el Ensayo 12: agua (87%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento cian (2,5%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: Al igual que en el Ensayo 6, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto. En el montaje de estos elementos para la exposición (Fig. 8), se coloca entre el soporte emulsionado (emulsión) y el cristal una lámina de color negro mate. Este mismo tipo de material se coloca en las paredes laterales de la cámara de exposición. Los tiempos de exposición, corresponden a los valores indicados en el Ensayo 5.

*Lámina de  
color negro*



**Fig. 8.** Esquema que muestra la disposición de los distintos elementos que intervienen en el montaje. La colocación de láminas de color negro mate impiden la reflexión de luz indeseada (no formadora de imagen), que pueda alcanzar la emulsión.

*d) Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

*e) Transferencia:* No se realiza.

Los resultados demuestran que el velo cromático que aparecía en las áreas de no imagen en los ensayos anteriores, en este caso no existe, lo que confirma la hipótesis planteada en cuanto a que tenía su origen en la reflexión indirecta de luz ultravioleta no formadora de imagen.

... ..

Una vez optimadas las distintas variables relacionadas con las diferentes etapas del proceso, la siguiente cuestión que se plantea es determinar las cantidades correctas de cada uno de los pigmentos que forman parte de las correspondientes emulsiones (amarillo, magenta y cian). Su determinación se lleva a cabo variando sistemáticamente los tiempos de exposición y, si es necesario, la concentración inicial de pigmento; una vez procesada y obtenida la imagen de puntos, las áreas de porcentaje de punto del 100% (masa) son medidas densitométricamente, de forma que los valores obtenidos para cada uno de los colores amarillo, magenta y cian, medidos a través de su filtro de color complementario azul, verde y rojo, sean próximos a la unidad; todo ello con el fin de obtener un equilibrio cromático de los mismos. Siguiendo este criterio se han realizado los ensayos convenientes; a continuación se muestran los resultados correspondientes a los ensayos considerados concluyentes.

### Ensayo 15

Se pretende optimar la dosificación de pigmento de color amarillo y el tiempo de exposición de la correspondiente emulsión. Con esta finalidad se ensaya distintos tiempos, variando sus valores a intervalos regulares.

*Amarillo:  
exposición y  
dosificación*

Para que un tiempo de exposición se considere correcto, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Debe permitir una reproducción recíproca exacta de la imagen de puntos del negativo tramado sobre el soporte emulsionado<sup>211</sup>.

---

<sup>211</sup> Una reproducción recíproca exacta, está referida a la obtención, por ejemplo, de una imagen de puntos del 30% a partir de un negativo tramado del 70% de porcentaje de punto; una imagen del 60% de un negativo del 40%, etc.

- Una vez procesada la emulsión, las áreas de imagen correspondientes al 100% de porcentaje de punto (masa-amarillo), deben presentar una medida densitométrica, a través de su filtro complementario azul, próxima a la unidad.

A su vez, la medida densitométrica de esta misma masa (amarillo), debe ser mínima<sup>212</sup> a través de los filtros de color verde y rojo.

La densidad se puede variar modificando el tiempo de exposición; señalar que esta modificación se sitúa dentro del intervalo que permita obtener una imagen recíproca del negativo tramado. Por esta razón, cuando es necesario lograr variaciones importantes de densidad, se recurre a disminuir o incrementar la concentración del pigmento que forma parte de la emulsión.

Tras numerosos ensayos, han sido optimados los tiempos de exposición y la concentración del pigmento para la emulsión de color amarillo. Los resultados finales se recogen a continuación:

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Agua (87,8%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento amarillo<sup>213</sup> (1,7%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Amarillo:  
concentración  
1,7%*

<sup>212</sup> La limitación en cuanto a la existencia de pigmentos amarillos que se puedan considerar puros en su absorción selectiva hace que los valores densitométricos obtenidos a través de los filtros verde y rojo no sean nulos.

<sup>213</sup> El pigmento utilizado es comercializado por la marca *Rowney*, con el nombre de *Yellow Permanent*; corresponde a un compuesto monoazoico con componentes diazo y acetoacetarilamidas.

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición:* Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. Se realiza una tira de pruebas con distintos tiempos de exposición, que oscilan de 32 a 1024 segundos, siguiendo un incremento en progresión geométrica ( $a_n = a_1 \cdot r^{n-1}$ ) siendo la razón 2; concretamente, los tiempos han sido: 32", 64", 128", 256", 512" y 1024".

d) *Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia:* No se realiza.

Se han obtenido resultados satisfactorios con un tiempo de exposición de 10 minutos y 30 segundos, y con la dosificación de pigmento amarillo indicada (1,7%).

*Amarillo: tiempo de exposición 10' 30"*

Para estos valores de tiempo de exposición y concentración de pigmento, los valores de los porcentajes de punto obtenidos en la imagen, una vez procesada, corresponden a los valores recíprocos de los porcentajes de punto del negativo tramado utilizado en la exposición. Asimismo, la densidad de color, medida a través del filtro complementario azul es de 0,78; próxima al valor teórico establecido(1).

### Ensayo 16

*Magenta:  
exposición y  
dosificación*

Se pretende optimar la dosificación de pigmento de color magenta y el tiempo de exposición de la correspondiente emulsión. Al igual que en el caso anterior, se han ensayado distintos tiempos de exposición, variando sus valores en incrementos regulares de tiempo.

El tiempo de exposición óptimo será aquel para el cual se logre:

- Una reproducción recíproca exacta de la imagen de puntos del negativo tramado sobre el soporte emulsionado.
- Las áreas de imagen del 100% de porcentaje de punto (masa-magenta), una vez procesadas, presenten una medida densitométrica, a través de su filtro complementario verde, próxima a la unidad.

A su vez, la densidad de esta misma área de imagen, a través de los filtros de color azul y rojo, debe ser prácticamente nula<sup>214</sup>.

De la misma forma que para la emulsión de color amarillo, se puede lograr una cierta modificación de la densidad, variando el tiempo de exposición dentro de un intervalo de tolerancia, que permita obtener una imagen recíproca del negativo tramado. Si es necesario conseguir variaciones más importantes, se recurre a modificar la concentración de pigmento que forma parte de la emulsión.

Si bien han sido numerosos los ensayos realizados, de forma resumida, en este apartado se recogen únicamente los valores de concentración de pigmento y tiempo de exposición, considerados óptimos para la obtención de la emulsión magenta.

---

<sup>214</sup> Al igual que para el color amarillo, la falta de pigmentos de color magenta que se puedan considerar puros en su absorción selectiva, hace que los valores densitométricos obtenidos a través de los filtros azul y rojo no sean nulos.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Agua (86,5%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento magenta<sup>215</sup> (3%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Magenta:  
concentración  
3%*

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: De forma análoga al Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. Se realiza una tira de pruebas con distintos tiempos de exposición, que oscilan de 32 a 1024 segundos, siguiendo un incremento en progresión geométrica ( $a_n = a_1 \cdot r^{n-1}$ ) siendo la razón 2; concretamente, los tiempos han sido: 32", 64", 128", 256", 512" y 1024".

d) *Procesado*: Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia*: No se realiza.

<sup>215</sup> El pigmento utilizado presenta una composición química a base de quinacridona (dimetil quinacridona); es comercializado por la marca *Talens* con el número de referencia 43.

*Magenta: tiempo  
de exposición 9'*

Se han obtenido resultados satisfactorios con un tiempo de exposición de 9 minutos; y con la dosificación de pigmento magenta indicada (3%).

Para estos valores de tiempo de exposición y concentración de pigmento, los porcentajes de punto obtenidos en la imagen, una vez procesada, corresponden a los valores recíprocos de los porcentajes de punto del negativo tramado utilizado en la exposición. Asimismo, la densidad de color, medida a través del filtro complementario verde es de 0,91; próxima al valor teórico establecido (1).

### Ensayo 17

*Cian:  
exposición y  
dosificación*

Se pretende optimar la dosificación de pigmento de color cian y el tiempo de exposición de la correspondiente emulsión. Al igual que en los Ensayos 15 y 16, se han ensayado distintos tiempos de exposición, variando sus valores en incrementos regulares de tiempo.

El tiempo de exposición óptimo será aquel para el cual se logre:

- Una reproducción recíproca exacta de la imagen de puntos del negativo tramado sobre el soporte emulsionado.
- Las áreas de imagen del 100% de porcentaje de punto (masacian), una vez procesadas, presenten una medida densitométrica, a través de su filtro complementario rojo, próxima a la unidad.

A su vez, la densidad de esta misma área de imagen, a través de los filtros de color azul y verde, debe ser mínima<sup>216</sup>.

---

<sup>216</sup> Al igual que para el color amarillo y magenta, la falta de pigmentos de color cian que se puedan considerar puros en su absorción selectiva, hace que los valores densitométricos obtenidos a través de los filtros azul y verde no sean nulos.

De la misma forma que para la emulsión de color amarillo y magenta, se puede lograr una cierta modificación de la densidad, variando el tiempo de exposición dentro de un intervalo de tolerancia, que permita obtener una imagen recíproca del negativo tramado. Si es necesario conseguir variaciones más importantes, se recurre a modificar la concentración de pigmento que forma parte de la emulsión.

De los numerosos ensayos realizados, en este apartado únicamente se hace referencia a aquellos valores de tiempos de exposición y concentración de pigmento, para los que se han logrado resultados satisfactorios.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Agua (87,8%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento cian (1,7%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Cian:  
concentración  
1,7%*

*Emulsionado*: Se sigue el mismo procedimiento que el realizado en el Ensayo 4, por nivelación de precisión de la superficie emulsionada.

c) *Exposición*: Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. Se hace una tira de pruebas con distintos tiempos de exposición, que oscilan de 32 a 1024 segundos, siguiendo un incremento en progresión

geométrica ( $a_n = a_1 \cdot r^{n-1}$ ) siendo la razón 2; concretamente, los tiempos han sido: 32", 64", 128", 256", 512" y 1024".

d) *Procesado*: Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia*: No se realiza.

*Cian: tiempo de  
exposición 5'30"*

Se han obtenido resultados satisfactorios con un tiempo de exposición de 5 minutos y 30 segundos, y con la dosificación de pigmento cian indicada (1,7%).

Para estos valores de tiempo de exposición y concentración de pigmento, los valores de los porcentajes de punto obtenidos en la imagen, una vez procesada, corresponden a los valores recíprocos de los porcentajes de punto del negativo tramado utilizado en la exposición. Asimismo, la densidad de color, medida a través del filtro complementario rojo es de 1,10; próxima al valor teórico establecido(1).

... ..

Una vez optimados los tiempos de exposición y concentración de pigmento para cada una de las tres emulsiones de color, el objetivo siguiente es lograr la adecuada preparación de la imagen de puntos obtenida para proceder a su transferencia.

---

### Ensayo 18

---

Se plantea la posibilidad de transferir la imagen de puntos obtenida, mediante la utilización de un adhesivo termoplástico, concretamente de un copolímero acrílico, comercializado como Paraloid® B-72.<sup>217</sup>

*Paraloid® B-72*

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100 µ de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en el Ensayo 16: agua (86,5%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento magenta (3%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. El tiempo de exposición es de 9 minutos, según se determinó en el Ensayo 16, para la emulsión de color magenta.

d) *Procesado*: Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua

---

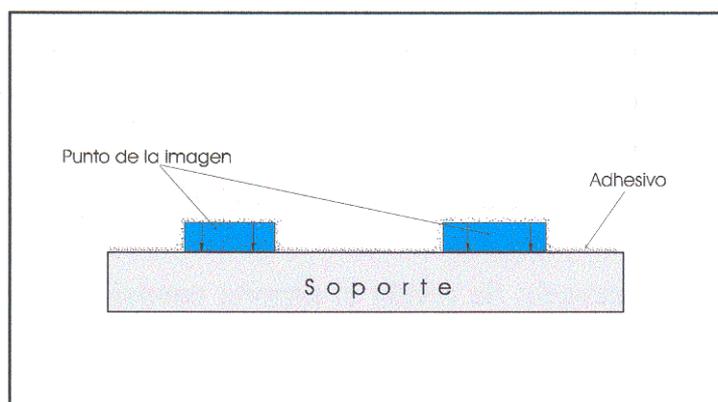
<sup>217</sup> El Paraloid® B-72 químicamente es un copolímero de metacrilato de etilo / acrilato de metilo en la proporción 70/30; es producido por ROHM and HAAS, Rohm & Haas Co., Independence Mall West, Philadelphia, Pa. 19105, (Estados Unidos de América).

a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

- e) *Transferencia*: Se realizan distintas pruebas utilizando como adhesivo Paraloid® B-72, en distintas concentraciones dentro del intervalo del 5 - 20% y disolventes (acetona y xileno), aplicado con pincel y pulverizado.

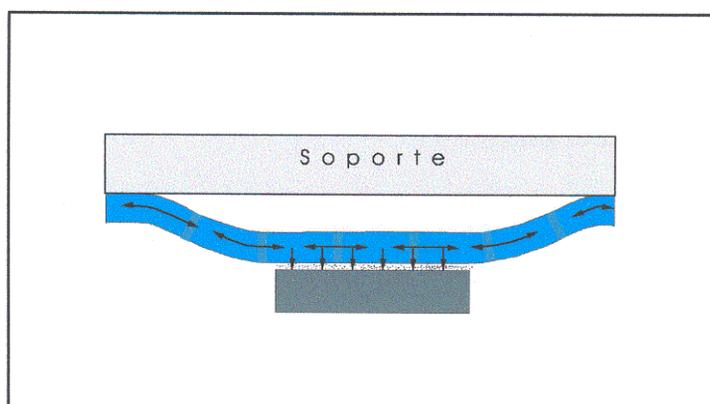
Los resultados obtenidos respecto a la transferencia de la imagen de puntos no son satisfactorios; concretamente, se han observado los siguientes inconvenientes:

- a) La aplicación del adhesivo en disolución debe realizarse sobre el área donde se desea transferir la imagen de puntos. Si se aplica directamente sobre la imagen de puntos, el adhesivo tiende a penetrar a su través y llega a alcanzar el soporte que sustenta la imagen; de esta forma la imagen queda adherida al propio soporte, circunstancia que impide su transferencia (Fig.9).



**Fig. 9.** El adhesivo aplicado sobre la superficie de la imagen de puntos tiende a penetrar a su través, adhiriendo la imagen al soporte.

- b) El poder de adhesión del adhesivo utilizado no permite la transferencia de los porcentajes de punto superiores al 50%; el comportamiento observado podría interpretarse como si la fuerza de unión que existe entre los puntos en estos porcentajes, fuese superior a la fuerza de adhesión del adhesivo (Fig. 10).



**Fig. 10.** El gráfico muestra cómo la fuerza de unión entre los puntos de la imagen (porcentajes de punto elevados) arrastra a los puntos adyacentes e impide realizar la transferencia del área de punto deseada.

### Ensayo 19

Se procede a transferir la imagen de puntos obtenida, mediante la utilización de un adhesivo termoplástico, concretamente de una dispersión de Primal<sup>®</sup> AC-33.<sup>218</sup>

Primal<sup>®</sup> AC-33

- a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

<sup>218</sup> El Primal<sup>®</sup> AC-33 es una dispersión del copolímero metacrilato de metilo / acrilato de etilo en la proporción 40/60; es producido por ROHM and HAAS, Rohm & Haas Co., Independence Mall West, Philadelphia, Pa. 19105, (Estados Unidos de América).

b) *Emulsión:*

*Componentes-Dosificación:* Igual que en el Ensayo 16: agua (86,5%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento magenta (3%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición:* Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. El tiempo de exposición es de 9 minutos, según se determinó en el Ensayo 16.

d) *Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia:* Se realizan distintas pruebas utilizando como adhesivo una dispersión acuosa de Primal® AC-33 diluida en agua en distintos porcentajes, dentro del intervalo 5 - 25%; se ha aplicado con pincel y pulverizado.

Se observa el mismo comportamiento; la aplicación de la dispersión sobre la imagen de puntos, incrementa su adherencia al

soporte e impide su transferencia. Esto puede ser debido a una mayor afinidad de la dispersión (agua) con respecto a la imagen de puntos (gelatina)<sup>219</sup>.

Asimismo, este sistema tampoco permite la transferencia de porcentajes de punto superiores al 50%.

### Ensayo 20

Se considera la posibilidad de transferir la imagen de puntos obtenida, mediante la utilización de adhesivos sensibles a la presión<sup>220</sup>: Acronal<sup>®</sup> V205<sup>221</sup>, Acronal<sup>®</sup> 85D, Scotch-Grip<sup>®</sup> 7434, Scotch-Grip<sup>®</sup> 4235, Mowilith<sup>®</sup> DM131, Mowilith<sup>®</sup> LT515 y Mowilith<sup>®</sup> DM137.

*Adhesivos  
sensibles a la  
presión*

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en el Ensayo 16: agua (86,5%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento magenta (3%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

<sup>219</sup> La estructura fuertemente polar de ambos medios (agua-gelatina) y su tendencia a formar enlaces por puentes de hidrógeno facilita la penetración del adhesivo a través de la imagen de puntos.

<sup>220</sup> El término de adhesivos sensibles a la presión se refiere a aquellos que son capaces de formar una unión adhesiva con una superficie solamente por contacto y bajo una ligera presión. Se caracterizan por tener un peso molecular medio bajo y una temperatura de transición vítrea (Tg) inferior a la temperatura ambiente. Los adhesivos utilizados son comercializados por las siguientes marcas: Acronal<sup>®</sup> V205 y Acronal<sup>®</sup> 85D por Basf Española S. A., Velázquez 140 bis, Madrid; los adhesivos Scotch-Grip<sup>®</sup> 4235 y Scotch-Grip<sup>®</sup> 7434 por 3M España S.A., Juan Ignacio Luca de Tena, 19-25, 28027, Madrid; Mowilith<sup>®</sup> DM131, Mowilith<sup>®</sup> LT515 y Mowilith<sup>®</sup> DM137 por Hoechst Iberica, S.A., Vía Augusta, 252-260, 08017, Barcelona.

<sup>221</sup> Este tipo de adhesivo en concreto ha sido experimentado para realizar forraciones en pintura sobre lienzo (Roche, 1996:45-52).

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición:* Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. El tiempo de exposición es de 9 minutos, según se determinó en el Ensayo 16.

d) *Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia:* Se realizan distintas pruebas utilizando como adhesivos los siguientes dispersiones acuosas de ésteres acrílicos: Acronal® V205, Acronal® 85D, Scotch-Grip® 7434, Scotch-Grip® 4235, Mowilith® DM131, Mowilith® LT515 y Mowilith® DM137; todas estas dispersiones han sido diluidas en agua en distintos porcentajes, dentro del intervalo del 10 al 50%.

Acronal® V205,  
Acronal® 85D,  
Scotch-Grip® 7434,  
Scotch-Grip® 4235,  
Mowilith® DM131,  
Mowilith® LT515 y  
Mowilith® DM137

Los resultados obtenidos con los distintos adhesivos y concentraciones experimentadas, no son satisfactorios. Al igual que en los ensayos anteriores, y por la misma razón, la aplicación de este tipo de adhesivos debe realizarse sobre el área donde se desea transferir la imagen de puntos y no sobre la imagen de puntos.

Por otra parte, en la transferencia de las áreas de porcentaje de punto superiores al 50%, al estar los puntos unidos entre sí, no se desprende únicamente del soporte la imagen de puntos en contacto con el adhesivo, sino que arrastra consigo las áreas contiguas; en consecuencia se produce una fragmentación de forma, que no se corresponde con las áreas predeterminadas inicialmente.

El conjunto de los resultados obtenidos en los Ensayos 18, 19 y 20, lleva a plantear las siguientes conclusiones en cuanto a los problemas concretos que es necesario resolver para lograr una óptima transferencia:

- Adecuada selección del adhesivo y su correcta aplicación, de manera que sea posible su óptima transferencia.
- Reducir la fuerza de adhesión existente entre los puntos de porcentaje elevado, de forma que, en aquellos casos en los que su valor supere el 50%, sea posible lograr una óptima transferencia.

A partir de las conclusiones anteriores, se plantea la conveniencia de disminuir la fuerza de unión existente entre los puntos (en los porcentajes superiores al 50%). Para conseguir este objetivo, y partiendo de que no es posible disminuir la concentración del aglutinante (gelatina), puesto que si esto se hiciera el pigmento precipitaría, se opta por una solución alternativa consistente en la fragmentación parcial de las cadenas moleculares de la gelatina que aglutina la imagen.

### Ensayo 21

Tiene por objetivo hidrolizar las cadenas moleculares de gelatina, de manera que sea mínima la fuerza de adhesión entre los puntos de la

*Hidrolización  
de las cadenas  
moleculares*

imagen de porcentajes de punto elevados. Con esta finalidad, la imagen de puntos se trata con una solución enzimática.

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en el Ensayo 16: agua (86,5%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento magenta (3%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición*: Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. El tiempo de exposición es de 9 minutos, de acuerdo al Ensayo 16.

d) *Procesado*: Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia*: Se somete la imagen de puntos a una hidrolización enzimática parcial, mediante tratamiento con una

solución de papaina al 0,6% en agua a la temperatura de 50° C y durante una hora; transcurrido este tiempo, la imagen se lava en agua corriente durante diez minutos y se seca a temperatura ambiente. La transferencia se realiza mediante la utilización de los distintos adhesivos usados en los ensayos anteriores: Acronal® V205, Acronal® 85D, Scotch-Grip® 7434, Scotch-Grip® 4235, Mowilith® DM131, Mowilith® LT515, Mowilith® DM137, Paraloid® B-72 y Primal® AC-33.

*Baño  
enzimático*

En relación a la transferencia de la imagen de puntos, si bien, los resultados obtenidos con los adhesivos experimentados no han sido satisfactorios, es necesario resaltar los siguientes aspectos referidos al conjunto de los resultados:

- a) La hidrolización provocada sobre las cadenas moleculares de la gelatina que aglutina la imagen de puntos ha dado resultados satisfactorios.

Concretamente, si sobre un área de imagen de un porcentaje de punto elevado, por ejemplo de un 90%, se desliza un punzón con el fin de levantar la imagen, se observa que ésta se desprende por el trazo marcado, sin que la imagen adyacente sea arrastrada.

- b) Sin embargo, en lo que respecta al proceso de transferencia en sí, hay que destacar:

- *La aplicación del adhesivo de transferencia sobre la imagen a transferir*, proporciona peores resultados que los obtenidos en los ensayos anteriores (Ensayos 19 y 20), en el sentido de que no se produce transferencia de la imagen.

El comportamiento observado puede atribuirse a una mayor penetración del adhesivo a través de la imagen de puntos, llegando hasta el soporte.

Esta hipótesis se fundamenta en la fragmentación de las cadenas de proteína provocada por su hidrólisis parcial, situación que aumenta la porosidad de la imagen.

*Transferencia  
irregular*

- Asimismo, la *aplicación de cualquiera de los adhesivos sobre el área a reintegrar*, transfiere la imagen de manera irregular.

Concretamente, las áreas de imagen son transferidas de forma fragmentada y únicamente tiene lugar sobre la parte más externa; es decir, una vez realizado el proceso, sobre el soporte del FTT queda sin transferir la parte más interna de la imagen.

*Falta de  
cohesión*

Este último efecto puede ser debido a una falta de unión entre las cadenas de gelatina parcialmente hidrolizada; situación que perjudica la transferencia de todo el espesor de la imagen.

Según lo anterior, parece necesario reforzar la unión entre cadenas, a fin de que sea posible realizar la transferencia de todo el espesor de la imagen.

No obstante, es importante señalar que este refuerzo del aglutinante no debe ser excesivamente elevado, pues de lo contrario se volvería a la situación planteada antes de la hidrolización.

Por otra parte, parece conveniente crear una adhesividad diferenciada entre la imagen de puntos a transferir y el soporte, de manera que la primera desarrolle una unión adhesiva con la superficie

sobre la que se hace la transferencia y, al mismo tiempo, el soporte de ésta no interfiera en la formación de dicha unión.

### Ensayo 22

Se aplica sobre la imagen de puntos, un adhesivo de características tales que permita reforzar la unión entre las cadenas moleculares de la gelatina parcialmente hidrolizada que aglutina la imagen, y además, que este efecto se produzca en todo su espesor. Con esta finalidad se ha ensayado una disolución de goma arábica.

*Goma arábica*

Por otra parte, para evitar una excesiva penetración del adhesivo de transferencia, a la disolución de goma arábica se le ha adicionado un segundo componente, glicerina, cuya presencia provoca una disminución de la interacción de este adhesivo con la emulsión. La presencia de glicerina aumenta la polaridad de la emulsión e intensifica la participación de enlaces por puentes de hidrógeno<sup>222</sup>. A este respecto, señalar que el adhesivo de transferencia se aplica en un disolvente de baja polaridad (xileno) que presenta baja afinidad por los materiales polares.

*a) Soporte:* Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

*b) Emulsión:*

*Componentes-Dosificación:* Igual que en el Ensayo 16: agua (86,5%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento magenta

---

<sup>222</sup> Recordar que la glicerina es un polialcohol, concretamente el 1,2,3 propanotriol ( $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ ).

(3%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado:* Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

c) *Exposición:* Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. El tiempo de exposición es de 9 minutos, según se determinó en el Ensayo 16.

d) *Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.

e) *Transferencia:* De forma análoga al ensayo anterior, se somete la imagen de puntos a una hidrolización enzimática; una vez lavada y seca, se aplica sobre la imagen una solución de goma arábica al 20% a la que se adiciona un 2% de glicerina. La transferencia se realiza mediante distintos ensayos, aplicando diferentes concentraciones dentro del intervalo del 5 - 20% de Paraloid® B-72 en xileno.

*Goma arábica  
+ glicerina*

*Paraloid® B-72*

Se comprueba que la aplicación de la solución de goma arábica es suficiente para reforzar la unión entre las cadenas moleculares de todo el espesor de la imagen de puntos.

Sin embargo, en lo que respecta al proceso de transferencia, los resultados obtenidos no son adecuados. Al realizar la transferencia mediante presión-temperatura<sup>223</sup>, únicamente y de forma independiente es transferido el adhesivo de transferencia, y no la imagen de puntos.

*Resultados  
negativos*

El efecto observado podría atribuirse a la baja afinidad existente entre la imagen de puntos -polar- y el disolvente del adhesivo de transferencia -apolar-; esta situación impide la formación de una unión suficientemente fuerte que haga posible la transferencia.

### Ensayo 23

Se realiza ensayos de transferencia utilizando como adhesivo cera microcristalina; las restantes etapas se mantienen igual que en el ensayo anterior.

*Cera  
microcristalina*

a) *Soporte*: Se utiliza el mismo que en los ensayos anteriores: láminas de poliéster de 100  $\mu$  de espesor, de un formato de 7 x 10 cm.

b) *Emulsión*:

*Componentes-Dosificación*: Igual que en el Ensayo 16: agua (86,5%), gelatina (4,3%), sacarosa (3,3%), pigmento magenta (3%), fenol (0,2%), glicerina (2,2%), dicromato (0,4%), tensoactivo (0,1%).

*Emulsionado*: Mediante nivelación de precisión de la superficie emulsionada, siguiendo el mismo procedimiento que en el Ensayo 4.

<sup>223</sup> La transferencia mediante presión-temperatura se ha llevado a cabo por medio de la utilización de una espátula térmica de características semejantes a las usadas en restauración para realizar el sentado del color.

- c) *Exposición:* Al igual que en el Ensayo 14, se realiza la exposición a través del soporte emulsionado en contacto con el negativo tramado de distintos porcentajes de punto, y colocando una lámina de color negro mate que impida la reflexiones indirectas de luz ultravioleta. El tiempo de exposición es de 9 minutos, de acuerdo al Ensayo 16.
- d) *Procesado:* Se revela el soporte emulsionado y expuesto a la luz de la misma forma que en el Ensayo 5: en un baño de agua a una temperatura de 45° C, con una agitación continua durante 10 minutos. Lavado y secado igual que en el Ensayo 8: lavado en agua corriente durante 15 minutos, y secado en posición vertical a temperatura y humedad ambiente.
- e) *Transferencia:* La preparación de la imagen para la transferencia se realiza de igual forma que en el Ensayo 22: se somete la imagen de puntos a una hidrolización enzimática y una vez lavada y seca, se aplica sobre la imagen una solución de goma arábica al 20% a la que se adiciona un 2% de glicerina. Se realizan distintos ensayos de transferencia aplicando diferentes concentraciones (10 - 70%) de una solución en caliente (50° C) de cera microcristalina en xileno.

Goma arábica 20%  
+ glicerina 2%

Los resultados obtenidos llevan a las siguientes conclusiones:

Cera  
microcristalina  
50% en xileno

- La aplicación de una solución en caliente del 50% de cera microcristalina en xileno hacen posible una transparencia óptima.
- Mediante una ligera presión, se puede realizar la transferencia de cualquier porcentaje de punto en todo su espesor.
- La transferencia de la imagen se limita exclusivamente a aquellas zonas en las que es ejercida la presión.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**





---

## Glosario de términos

### A

**Absorción selectiva.-** Absorción desigual, por parte de una superficie coloreada, de las diferentes longitudes de onda de la luz. La longitud de onda que refleja hacia el ojo, da a la superficie su color.

**Abstracción cromática.-** Técnica de reintegración que se emplea cuando no se puede reconstruir la imagen, a modo de tinta neutral que recoge los colores presentes en la obra.

**Acromático.-** Carente de color. Se dice del blanco y el negro así como de los grises resultantes de sus mezclas.

**Aditiva, mezcla.-** Llamada también suma aditiva o síntesis aditiva, es el fenómeno que se obtiene a partir de la mezcla de los estímulos de los haces primarios de la luz coloreada. Cuando los haces de luz de diferentes colores se proyectan sobre una

superficie blanca, la luz reflejada es una mezcla cuyo color se deriva de la suma de los colores que tenían los haces de luz; así, las luces roja, verde y azul, proyectadas con igual intensidad, producen juntas una luz "blanca. Al mezclar las luces de color primarias roja, verde y azul, en diversas proporciones, se consigue una amplia variedad de colores. El color resultante siempre es más luminoso que cualquiera de los colores que se suman, debido a la adición de tres haces de luz.

**Agudeza visual (Poder de resolución del ojo).-** Capacidad del ojo para distinguir dos objetos muy próximos; se expresa mediante el ángulo visual que subtende. Depende de la longitud de onda utilizada, de la iluminación del objeto, de la estructura y comportamiento de la retina, y de las ametropías. Al ojo humano normal se le atribuye una agudeza visual de un minuto sexagesimal.

**Anómalo tricromático.-** Defecto de visión que afecta al color. Quienes padecen esta anomalía forman una muestra de color utilizando los tres colores primarios en mezcla anormales. Hay tres clases de anómalos tricromáticos según la anomalía se presente en unos u otros tipos de conos.

**Área de punto.-** Una imagen tramada consiste en puntos separados por espacios claros. El porcentaje de puntos se conoce como "porcentaje del área de punto". Cuando el área tramada presenta un diseño similar al de un tablero de ajedrez el área de punto es del 50%.

**Asimilación, fenómeno.-** Fenómeno de percepción por el que el color de un área es percibido como más próximo al color adyacente que si se viese de forma aislada. Asimilación ocurre con estímulos de fina estructura espacial. También se conoce este fenómeno como *efecto de difusión Bezold*.

## B

**Bastones.-** Una de las dos clases principales de fotorreceptores que se encuentran en el ojo humano. Son muy sensibles a la luz pero no actúan en niveles altos de iluminación.

**Binarios, colores.-** Se dice de los colores que están formados por dos colores primarios.

**Bipolares, células.-** Interneuronas retinales que conectan los fotorreceptores con las células ganglionares.

**Bezold, efecto de difusión.-** Véase *asimilación, fenómeno*.

## C

**CIE.-** Siglas de la Commission Internationale d'Éclairage (Comisión Internacional de Iluminación). Es una organización internacional que recomienda estándares y procedimientos para iluminación.

**Colores base.-** Son los colores de una serie, que pueden combinarse en un proceso de mezcla cromática para obtener una amplia gama de colores, pero sin que dos de ellos juntos puedan producir un tercero. En la mezcla sustractiva los colores base son el magenta, el cian y el amarillo; y en la mezcla aditiva las luces roja, verde y azul. Estos colores también se denominan colores primarios.

**Color cálido.-** Se dice en referencia a las radiaciones del espectro luminoso que presentan las máximas longitudes de onda que producen una reacción subjetiva como temperatura.

**Color dominante.-** Es aquél que dentro de una gama de color su presencia resulta más destacada.

**Color frío.-** Los colores fríos se sitúan en la parte del espectro correspondientes a las longitudes de onda cortas, las más cercanas al ultravioleta, identificándose en la percepción visual con sensaciones de temperatura opuestas a las de los colores cálidos.

**Colores luz.-** Color de una luz monocromática. Corresponde a los colores que aparecen en el espectro de la luz solar, y que van del rojo y a través del naranja, amarillo, verde y azul hasta el violeta.

**Colores primarios.-** Véase *colores base*.

**Colorimetría.-** Ciencia de medida del color y su apariencia. La colorimetría clásica trata principalmente con igualación de color más que con la apariencia del color como tal. Su objetivo es desarrollar métodos para predecir igualaciones perceptuales sobre las bases de medidas físicas.

**Colorímetro.-** Aparato que sirve para especificar un color, cotejándolo con un estímulo conocido que se puede especificar cuantitativamente.

**Complementarios, colores.-** Pares de colores que, cuando se mezclan aditivamente en forma de haces de luz, producen un color acromático blanco.

**Conos.-** Una de las dos clases principales de fotorreceptores que se encuentran en el ojo humano. Los conos actúan a niveles relativamente altos de luz y son responsables de la visión del color. Hay tres tipos de conos en el ojo humano, y cada uno tiene una diferente sensibilidad espectral.

**Contraste.-** Término que describe la separación de tonos en un negativo o copia. Una imagen obtenida fotográficamente que tenga tan sólo pequeños aumentos de densidad de un tono a otro para un incremento de exposición dado, se considera de "bajo contraste"; otra que presente grandes aumentos de densidad para el mismo incremento en la exposición se considera de "alto contraste".

**Contraste simultáneo.-** Fenómeno por el cual el color percibido de un área dentro de una escena, tiende a tomar un tono opuesto al del área que lo rodea. Así, un tono gris sobre un fondo rojo tomará una tonalidad verdosa. Este fenómeno puede ejercer efectos perturbadores sobre la valoración perceptual de los colores. El contraste simultáneo es un efecto óptico.

**Coordenadas cromáticas.-** Coordenadas que especifican la posición en un diagrama cromático. Las coordenadas cromáticas de un estímulo son obtenidas a partir de los valores triestímulo.

**Cromático.-** Que contiene color. Todos los colores menos los colores neutrales blanco, negro y grises, son cromáticos. La palabra "color" en lenguaje ordinario es a menudo usada para referirse exclusivamente a los colores cromáticos.

**Cuentahílos.-** Pequeña lupa de gran aumento, montada sobre un soporte. Sirve

para verificar la transferencia de la imagen de los FTT, y controlar los porcentajes de los elementos gráficos de los diseños.

**Cuerpos de color.-** Son aquellos en los que la sensación de color es generada por los rayos lumínicos remitidos o transmitidos de forma selectiva por la materia.

**Curva característica.-** Representación gráfica mediante una curva de la relación o respuesta del material fotosensible a distintas cantidades de luz.

**Curva de distribución espectral (de una luz).-** Representa en cada longitud de onda del espectro visible, la potencia de la luz a esa longitud de onda respecto a la potencia total.

**Curva espectral de reflectancia o transmitancia (de una superficie).-** Muestra la fracción de luz reflejada por un material o transmitida a través de éste en cada longitud de onda del espectro visible.

## D

**Densidad.-** Valor numérico del grado de ennegrecimiento, o capacidad detenedora de la luz, de una imagen fotográfica.

**Densitómetro.-** Instrumento para medir densidades.

**Deuteranopia.-** Anomalía de la visión del color. Resulta de la pérdida de función de los conos sensibles a las longitudes de onda medias (verde).

**Diagrama cromático.-** Ordenación convencional y sistemática del color basada generalmente en los colores primarios y sus adyacentes con sus derivados hacia el color contiguo.

**Difracción.-** Dispersión de los rayos de un haz de luz que se produce cuando el mismo atraviesa orificios y ranuras de

muy pequeño tamaño, o cuando incide en los bordes de un cuerpo opaco.

## E

**Emulsión fotosensible.**- Capa sensible a la luz de un material fotosensible.

**Equienergético, espectro.**- Cuando las longitudes de onda del espectro visible estimulan simultáneamente y con la misma intensidad el ojo humano.

**Escotópica, visión.**- Visión que tiene lugar en niveles relativamente bajos de luz, cuando la respuesta visual es principalmente controlada por los bastones.

**Espectro o espectro visible.**- Banda de radiación electromagnética que comprende un intervalo de longitudes de onda de aproximadamente 400 a 700 nanómetros, correspondiente a la sensibilidad del ojo humano.

**Estímulos de color.**- Son los rayos luminicos portadores de información objetivamente mensurable.

**Estucado.**- Operación, en restauración de pinturas, que consiste en aplicar una capa de preparación de yeso en las lagunas existentes, con objeto de rellenar los huecos de la preparación perdida, y hacer de base para la reintegración cromática.

**Exposición.**- Cantidad de luz que actúa sobre un material fotosensible. Es el producto de la intensidad de la luz por el tiempo durante el cual aquélla incide sobre la emulsión.

## F

**FTT (Fondos Tramados Transferibles).**- Soportes que contienen una imagen positiva de puntos de una densidad uniforme pero distintos tamaños, en cada uno de los tres colores base. Esta imagen de signos es transferible a otro soporte.

**Fondo tramado.**- Diseño o modelo preciso de puntos de bordes nítidos de un tamaño porcentual específico, dispuestos sobre un soporte o base flexible. Presenta una imagen con los valores tonales invertidos respecto a los del original. La imagen es en blanco y negro.

**Fotómetro.**- Instrumento para medir la intensidad de la luz y calcular los tiempos de exposición necesarios.

**Fotópica, visión.**- Visión bajo niveles relativamente altos de luz, cuando la respuesta visual es principalmente controlada por los conos.

**Fotorreceptores.**- Neuronas sensibles a la luz. Los fotorreceptores interaccionan con luz lo cual produce cambios en sus propiedades eléctricas que son transmitidas a otras neuronas. La retina humana contiene dos clases básicas de fotorreceptores: conos y bastones.

**Fóvea.**- Área central de la retina. Contiene la más alta concentración de fotorreceptores (conos solamente) y corresponde al área de mayor resolución de la visión.

## G

**Gama.**- Tonos formados con la mezcla de varios colores distintos.

**Gamma.**- Valor numérico asignado al contraste de un material fotosensible. Representa la inclinación de la porción recta de su curva característica. El valor gamma es numéricamente igual a la tangente del ángulo que la porción recta forma con el eje horizontal.

**Ganglionares, células.**- Son las células que indirectamente reciben impulsos de los fotorreceptores y envían su información al cerebro.

**Gestalt, teoría de la.**- Teoría psicológica que considera al hecho de consciencia como forma o estructura total.

**Gradación.-** Paso ordenado y uniforme desde un tono a otro en una gama de colores.

**Grassmann, leyes de.-** Son las leyes que rigen los resultados de aditividad de color en igualaciones experimentales. Así, si el estímulo *a* es igual al estímulo *b*, y el estímulo *c* es igual al estímulo *d*, entonces la mezcla aditiva de *a* y *c* será igual a la mezcla de *b* y *d* independientemente de la composición espectral del estímulo.

## H

**Halo.-** Falta de nitidez, a modo de veladura, de una imagen fotográfica, especialmente en las áreas más claras, ocasionada por la luz no formadora de imagen reflejada desde la superficie posterior de la base y que incide en la emulsión.

**Hombro (de la curva característica).-** Parte superior de la curva característica situada por encima de su porción recta.

## I

**Imprimación.-** Capa de fondo que se dispone sobre el soporte de una obra antes de ser pintado, para darle más cuerpo, hacerlo menos absorbente, más luminoso, facilitando con ello un trabajo adecuado y proporcionando mayor duración a los cuadros.

## L

**Laguna.-** Falta o zona perdida del soporte, capa de preparación o capa pictórica, que presenta una obra de arte.

**Lámpara de seguridad.-** Lámpara para cuarto oscuro que proporciona luz de un color que no afecta al material fotosensible dentro de un margen de tiempo razonable de exposición.

**Láser.-** Aparato que puede producir descargas breves, pero intensas, de luz en haces de rayos paralelos; la luz es monocromática coherente, es decir, sus ondas están "escalonadas" no como la de la luz ordinaria.

**Lineatura.-** El número de líneas por centímetro o por pulgada que existe en una dirección determinada de un diseño de signos repetitivos.

**Longitud de onda.-** Es la medida de las ondas a través de las cuales la luz se mueve en el espacio. Las medidas distintas de longitudes de onda se ven como colores diferentes.

**Luces de color primarias.-** Serie de colores que pueden combinarse para formar una amplia gama de colores mediante mezcla aditiva. Las luces de color primarias roja, verde y azul, producen la gama más amplia de colores. Cada una de estas luces primarias no puede ser obtenida a partir de las otras dos.

**Luminancia.-** Es el término técnico que expresa la intensidad por unidad de área de una fuente luminosa. Se expresa en candelas por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ); esta unidad es llamada a veces *nit*.

**Luminosidad.-** Es el atributo de una sensación visual mediante la cual se considera que una superficie transmite o refleja difusamente una mayor o menor proporción de la luz que incide en ella. Se corresponde con la cantidad de gris que hay en un color, es decir, su valor de claridad cuando se le compara con el negro, o su valor de oscuridad cuando se le compara con el blanco. El equivalente colorimétrico de la luminosidad es la luminancia.

**Luz "blanca".-** Físicamente está integrada por luces monocromáticas de longitudes de onda comprendidas entre los límites de visibilidad sin solución de continuidad, es decir, por todas las longitudes de onda entre los límites citados.

## M

**Matiz.-** Término que se utiliza para definir a un color que se diferencia

mínimamente de otro con una tonalidad específica.

**Medio tono, puntos de.-** Diseño de puntos que tienen densidad uniforme pero distintos tamaños.

**Metámeros, colores.-** Son los colores aparentemente iguales aunque las mezclas luminicas que envían al ojo del observador tienen diferentes composiciones de longitud de onda. Si se cambia el iluminante, un par metamérico parecerá, por lo general, de color diferente. Los colores metámeros son también llamados condicionalmente iguales.

**Microespectrofotometría.-** Técnica para obtener mediciones de la absorción espectral de una sola célula fotorreceptora.

**Monocromática, luz.-** Es la formada por radiaciones de una sola longitud de onda.

## N

**Nanómetro (nm).-** Unidad de medida más comúnmente utilizada para la caracterización de las longitudes de onda del espectro visible; corresponde a la millonésima parte de un metro ( $1\text{nm} = 1\ \mu\text{m}$ ).

**Negativo tramado.-** Véase *fondo tramado*.

**Newton, anillos de.-** Efecto cromático que puede producirse cuando las superficies de unos cuerpos transparentes encierran una delgada película de aire o de otro medio transparente. Frecuentemente se presentan como sistemas de estrechas franjas de colores allí donde el cristal protector no está totalmente en contacto con la superficie de una placa de color, y se deben a la interferencia de la luz reflejada por un lado de la película de aire con la reflejada por el otro.

## O

**Óptica, mezcla.-** Combinación de luces de diferente color en el ojo, produciendo la sensación de un nuevo color.

**Original opaco.-** Original para reproducción que se examina con la luz reflejada por su superficie.

**Ortocrómico.-** Material sensible a la región espectral verde, azul y ultravioleta.

## P

**Pasados tramados.-** Véase *fondo tramado*.

**Película fotosensible.-** Emulsión fotográfica extendida sobre una base plástica flexible transparente o translúcida.

**Pigmentarios, procesos.-** Métodos para obtener copias positivas basados en los diversos cambios físicos producidos por la acción de la luz en unos coloides sensibilizados.

**Pigmentos fotosensibles.-** Son los pigmentos de los fotorreceptores, situados en la retina, que cambian su estructura cuando absorben un fotón. Este cambio en respuesta a la luz es la primera etapa en el proceso que permite a los fotorreceptores producir una salida neural.

**Poder resolutivo.-** Capacidad de una emulsión fotosensible de reproducir los detalles más finos. Se suele expresar en líneas por milímetro.

**Porción recta (de la curva característica).-** Sección de la curva característica que es prácticamente una línea recta. Representa aquellas exposiciones en las que el aumento de densidad es proporcional al incremento en el logaritmo de la exposición.

**Positivo.-** Imagen fotográfica obtenida, por lo general, a partir de un negativo y en la cual los tonos no están invertidos

con respecto al original, como ocurre con el negativo. Si el positivo es sobre una base transparente suele llamarse "diapositiva" o "transparencia".

**Potencia relativa.**- Expresa la intensidad de una luz, a menudo examinada por la sensibilidad espectral del ojo, en cada longitud de onda del espectro visible.

**Preparación, capa de.**- Tiene la función de unificar el aspecto de la superficie, y facilitar la adhesión de la pintura al soporte. Además, consigue un fondo cromático adecuado para los efectos perseguidos, y reduce los efectos de los movimientos del soporte sobre la capa pictórica. La preparación esta compuesta de una carga y de un aglutinante.

**Primarios, colores.**- Véase *colores base*.

**Procesado.**- Nombre genérico dado a los tratamientos que siguen a la exposición del material fotosensible.

**Procesos opuestos, teoría de.**- Teoría de la visión de los colores, propuesta durante el siglo XIX por el filósofo y psicólogo alemán Ewald Hering. Esta teoría considera que la apariencia del color es el resultado del registro de la información de salida de los fotorreceptores en tres procesos o canales; dos canales cromáticos opuestos (amarillo-azul y rojo-verde), y un canal acromático (blanco-negro).

**Protanopia.**- Anomalía de la visión del color. Resulta de la pérdida de función de los conos sensibles a las longitudes de onda largas (rojo).

**Pureza.**- Es el equivalente colorimétrico de la saturación. Apariencia de un color no mezclado con acromáticos ni con complementarios.

## R

**Radiación actínica.**- Radiación luminosa capaz de producir una transformación química en una emulsión fotosensible.

**Reflectancia.**- Capacidad física de un material para reflejar la luz que recibe.

**Reintegración.**- Acción o efecto de reintegrar o restituir una parte perdida. Técnica de restauración que permite integrar estéticamente una obra completando sus pérdidas, ya sean de soporte, de decoración o de policromía. Con independencia del criterio estético seleccionado, se limita exclusivamente a las lagunas existentes en la pieza, y se realiza con materiales inocuos, reversibles y reconocibles con respecto al original.

**Remisión.**- Dícese de los rayos de luz cuando son reflejados por la materia.

**Rendimiento cromático.**- Término que relaciona la apariencia cromática provocada por una fuente de iluminación sobre un objeto, respecto a la obtenida con una fuente de iluminación patrón.

**Retina.**- Capa interna del fondo del ojo que contiene los fotorreceptores y neuronas asociadas.

**Rigattino.**- Nombre italiano de la técnica de reintegración por medio de rayado.

## S

**Saturación.**- Término empleado para describir la fuerza o intensidad de una tonalidad. Se emplea para definir la pureza cromática de un color o la cualidad que le distingue de un color grisáceo.

**Selección cromática.**- Técnica de reintegración que consiste en reconstruir la imagen y la grafía con colores puros seleccionados, descomponiendo el color a reintegrar.

**Sensibilidad espectral** (de un fotorreceptor).- Es la sensibilidad de un fotorreceptor a cada longitud de onda del espectro visible. Diferentes tipos de fotorreceptores tienen diferentes sensibilidades espectrales.

**Sensibilizador.**- Sustancia que hace a otra reaccionar con la luz, o que extiende el intervalo de radiaciones a la que es sensible una emulsión, o aumenta su sensibilidad.

**Sensitometría.**- La ciencia de medir la sensibilidad y otras características de los materiales fotográficos.

**Serigrafía.**- Sistema de impresión a través de una pantalla o tamiz de seda. Actualmente se emplean fibras sintéticas o metálicas. Admite una gran variedad de tintas y de soportes para su aplicación.

**Sólido o espacio de color.**- Figuras o cuerpos geométricos que permiten la distribución sistemática imaginaria de los colores en tres dimensiones, correspondientes a la luminosidad, saturación y tonalidad.

**Sustractiva, mezcla.**- Llamada también suma sustractiva o síntesis sustractiva. El color resulta de la sustracción simultánea o sucesiva de diversos colores de la luz que pasan a través de la combinación de filtros transparentes de colores. Así, el color amarillo absorbe la longitud de onda de la luz incidente correspondiente a la porción de luz azul, el color magenta absorbe la porción luz verde y el color cian absorbe la luz roja. El resultado es diametralmente opuesto a la mezcla aditiva.

## T

**Talón** (de la curva característica).- Fragmento de la curva característica que está debajo de la porción recta. Representa el área mínima de exposición útil.

**Temperatura de color.**- Es la identificación de la distribución espectral de la radiación visible emitida por un cuerpo negro mediante su temperatura absoluta.

**Tonalidad (Tono).**- Atributo de la sensación visual de un color, según el cual se le distingue de otro y da nombre al mismo, como: azul, amarillo, rojo etc. Las diferencias de tono depende de las variaciones en las longitudes de onda de la luz que incide en el ojo. Físicamente la tonalidad se determina por la longitud de onda dominante.

**Tono continuo.**- Estructura óptica de una imagen en la que las variaciones tonales se producen por diferencias de densidad en solución de continuidad, como las que se observan en una fotografía.

**Trama de contacto.**- Diseño de puntos esfumados sobre base de película. Esta trama de medio tono se usa en contacto directo con la película para obtener una reproducción tramada.

**Transmitancia.**- Referente a un material transparente es la fracción o porcentaje de la luz incidente que pasa completamente a través del material.

**Tratteggio.**- Denominación italiana, también llamada *rigattino*, de un tipo de reintegración por medio de un sistema de rayado.

**Tricromática, visión.**- La información del color es transferida a través de tres canales independientes. La visión humana del color es tricromática, derivada de los tres tipos diferentes de conos.

**Tritanopia.**- Anomalía de la visión del color. Resulta de la pérdida de función de los conos sensibles a las longitudes de onda cortas (azules). La tritanopia es mucho menos común que la protanopia o deuteranopia.

## V

**Valores triestímulo.**- Para un conjunto de tres colores primarios, los valores triestímulo corresponde a la cantidad de los mismos que es necesaria para igualar un estímulo.

**Velado.-** Producción de velo en un material fotosensible.

**Veladura.-** Aplicación de la pintura en transparencias a través de la cual se matiza o varía la luz del tono aplicado primeramente.

**Velo.-** Tenue depósito de densidad en todo el área de la imagen. Por lo general, es causado por luz no formadora de imagen que llega a la emulsión sensible.

## **Y**

**Young - Helmholtz, teoría de.-** Teoría propuesta por Thomas Young a principios del siglo XIX, elaborada por H. L. F. van

Helmholtz, según la cual nuestra valoración del color está basada en el funcionamiento de solamente tres clases de receptores en el ojo. La teoría se basaba en el hecho experimental de que la visión es tricromática. Sugiere que los tres tipos de fotorreceptores tienen su máximo de sensibilidad en las zonas roja, verde y azul del espectro. La información combinada procedente de los tres tipos de receptores en cada parte de la retina permite establecer la valoración de un color.



## BIBLIOGRAFÍA





---

## Bibliografía

- AFHA (Ed.) (1967): "El color en la fotografía", en *La fotografía fácil*, vol. 8, AFHA, Barcelona, [La paginación viene expresada por fascículos dentro de cada volumen].
- AGOSTON, G. A. (1987): *Color theory and its application in art and design*, 2.<sup>a</sup> ed. rev., Springer-Verlag, New York, (Springer series in optical sciences, 19).
- ALBERS, J. (1985): *La interacción del color*, (trad. M. L. Balseiro), 5.<sup>a</sup> ed., Alianza Forma, Madrid, (1.<sup>a</sup> ed. 1979).
- ALTHÖFER, H. (1991): *Il restauro delle opere d'arte moderne e contemporanee*, (trad. M. Tirotti y R. Ferrari), Nardini, Firenze.
- ALTMAN, J. H. (1977): "Sensitometry of black and white materials", en *The Theory of the photographic process*, (Ed. T. H. James), 4.<sup>a</sup> ed., Macmillan Publishing Co, New York.

- ARNHEIM, R. (1994): *Arte y percepción visual. Psicología del ojo creador*, (trad. M. L. Balseiro), (1.ª ed. 1979; 12.ª reimpr. 1994), Alianza Forma, Madrid.
- ARNOLD, C. R., P. J. ROLLS y J. C. J. STEWART (1974): *Fotografía aplicada*, (trad. F. Tomás), Omega, Barcelona.
- ASTM D1729-89: *Standar practice for visual evaluation of color differences of opaque materials*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, (1989).
- ASTRUA, M. (1982): *Fotocromía básica. Tecnología convencional y electrónica*, (trad. L. Tapiz), Don Bosco, Barcelona, (Nuevas Fronteras Gráficas, 10).
- BALDINI, U. (1983): *Teoría del restauro. E unita di metodologia*, vol. II, 2.ª ed., Nardini, Firenze, (1.ª ed. 1981).
- (1988): *Teoría del restauro. E unita di metodologia*, vol. I, 4.ª ed., Nardini, Firenze, (1.ª ed. 1978).
- y O. CASAZZA (s.a.): *El Sant Crist de Cimabue*, Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- BANN, D. (1988): *Manual de producción para artes gráficas*, (trad. C. Martínez), 1.ª ed., Tellus, Madrid.
- BARGILLIAT, A. (1958): *Photo Litho: photo et copie*, 2.ª ed., Ministère de L'éducation nationale, Institut national des industries et arts graphiques, París.
- BEIGBEDER, F. (1988): *Nuevo diccionario politécnico de las lenguas española e inglesa*, Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- BELLO URGELLÉS, C. y A. BORRELL CREHUET (1995): *Restauración de la obra gráfica. Metodología aplicada a la reintegración gráfico-pictórica*, Balaam, Barcelona.
- BERGEON, S. (1990): *Science et patience. Ou la restauration des peintures*, Editions de la Réunion des musées nationaux, París.
- (1996): "Couleur et restauration", *Techne*, núm. 4, págs. 17-28.

- BILLMEYER, F. W., y M. SALTZMAN (1981): *Principles of color technology*, 2.ª ed., John Wiley & Sons, New York.
- BLACKEMORE, C. y F. W. CAMPBELL (1969): "On the existence of neurones in the human visual system selectively sensitive to the orientation and size of retinal images", *Journal of Physiology*, núm. 203, págs. 237-260.
- BOWMAKER, J. K. y H. J. A. DARTNALL (1980): "Visual pigments of rods and cones in a human retina", *Journal of Physiology*, (Cambridge), vol. 298, (En.), págs. 501-511.
- BRANDI, C. (1963): "Il trattamento delle lacune e la Gestalt psicologie", en *Acts XX International Congress of the History of Art, Problems of the 19 th and 20 th Centuries*, vol. IV, Studies in Western Art, New Jersey, págs. 146-151.
- (1993): *Teoría de la restauración*, (trad. M. A. Toajas Roger), (1.ª ed. 1988; 3.ª reimpr. 1993), Alianza Forma, Madrid.
- BRANDIS, R. L. (1990): "Animal glue" en *Handbook of adhesives*, (Ed. I. Skeist), 3.ª ed., Van Nostrand Reinhold, New York.
- BRIDGEWATER P. y G. WOODS (1993): *Efectos en los fotograbados tramados*, Gustavo Gili, Barcelona.
- BUCES AGUADO, J. A. (1991): "El tratamiento de la laguna en la pintura de caballete. Criterios básicos", en *Actas VII Congreso de Conservación de Bienes Culturales*, Servicio central de publicaciones del gobierno vasco, Vitoria-Gasteiz.
- BURBANO, S.; E. BURBANO y C. GRACIA (1993): *Física General*, 31.ª ed., Mira Editores, Zaragoza.
- BURDEN, J. W. (1978): *La fotorreproducción en las artes gráficas*, (trad. R. Álvarez), Don Bosco, Barcelona, (Nuevas Fronteras Gráficas, 8).
- CALVO, A. (1995): *La restauración de pintura sobre tabla*, Servei de publicacions, Diputació de Castelló, Castelló.
- (1997): *Conservación y Restauración: materiales, técnicas y procedimientos*, 1.ª ed., Ediciones del Serbal, Barcelona.

- CANCELA, J. y J. GAGO (1990): *Técnica clásica a la goma bicromatada. Descripción y práctica del proceso*, Buenas impresiones, San Sebastián.
- CASAS, J. M., R. GONZÁLEZ y R. PUENTE (1991): *Curso de Iluminación integrada en la arquitectura*, Servicio de publicaciones del colegio oficial de arquitectos de Madrid, Madrid.
- CASAZZA, O. (1992): *Il restauro pittorico. Nell'unità di metodologia*, 4.<sup>a</sup> ed., Nardini, Firenze, (1.<sup>a</sup> ed. 1981).
- CASTNER, H. W. y A. ROBINSON (1969): *Dot area symbols in cartography: the influence of pattern on their perception*, 1.<sup>a</sup> ed., American Congress on Surveying and Mapping, Washington.
- CARSON WEBSTER, J. (1944): "Technique of impressionism: A reappraisal", *College art journal*, (New York), vol. 4, núm. 1, (Nov.), págs. 3-22.
- CAZA, M. (1983): *Técnicas de serigrafía*, (trad. J. Pérez-Cela), 3.<sup>a</sup> ed., Rufino Torres, Barcelona, (1.<sup>a</sup> ed. 1967).
- CIATTI, M. (1990): "Cleaning and retouching: an analytical review", en *Cleaning, retouching and coatings. Technology and practice for easel paintings and polychrome sculpture*, (Eds. J. S. Mills y P. Smith), (London), International Institute for Conservation and Artistic Works, (Sept.), págs. 59-62.
- CHEVREUL, M. E. (1969): *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés considéré d'après cette loi dans ses rapports avec la peinture, les tapisseries des gobelins, les tapisseries de beauvais pour meubles, les tapis, la mosaïque, les vitraux colorés, l'impression des étoffes, l'imprimerie, l'enluminure, la décoration des édifices, l'habillement et l'horticulture*, (1899), Léonce Laget, Paris.
- CHROSCICKI, W. (1978): "Visual bases of color knowledge", en *Third Congress of the International Colour Association, New York, 1977*, (Eds. F. W. Billmeyer y G. Wyszecki), Adam Hilger, Bristol (England), págs. 414-422.

- CLAPPER, F. R. (1977): "Tone and color reproduction. II Color reproduction", en *The Theory of the photographic process*, (Ed. T. H. James), 4.<sup>a</sup> ed., Macmillan Publishing Co, New York.
- CLERC, L. P. (1910): *Les Reproductions Photomecaniques Monochromes: photogravure, similigravure, phototypie, heliogravure, etc.*, Octave Doin et fils, París.
- (1947): *La technique des reproductions photomecaniques. Généralités reproduction monochromes: photogravure, photolithographie, phototypie, heliogravure I*, (Editions de la Revue Le Procédé), Etablissements Bouzard - Calmes, París.
- (1975): *Fotografía teoría y práctica*, (trad. L. M. J. Cisneros Pañella), Omega, Barcelona.
- COOTE, J. H., F. R. P. S. y F. B. K. S. (1956): *Colour prints. The photographic techniques of the colour positive*, 1.<sup>a</sup> ed., Focal Press, London.
- CRAWFORD, W. (1979): *The Keepers of Light*, Morgan & Morgan. Dobbs Ferry, New York.
- DA VINCI, L. (1986): *Tratado de la pintura*, (ed., introd., y n. de A. González García), Akal, Madrid.
- DE VALOIS, R. L. y K. K. DE VALOIS (1997): "Neural coding of Color", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- DÍAZ MARTOS, A. (1975): *Restauración y conservación del arte pictórico*, Arte Restauro, Madrid.
- DOERNER, M. (1991): *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, 5.<sup>a</sup> ed., Reverté, Barcelona, [versión de la 16.<sup>a</sup> ed. alemana].
- DOWN, J. L., M. A. MACDONALD, J. TETREAULT y R. S. WILLIAMS (1996): "Adhesive testing at the Canadian Conservation Institute - an evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives", *Studies in Conservation*, (London), vol. 41, núm. 1, págs. 19-44.



- EHRICH, F. F. (1988): "Quinacridone pigments", en *Pigment Handbook*, vol. I, *Properties and economics* (Ed. P. A. Lewis), 2.ª ed., John Wiley & Sons, USA.
- FABRIS, S. y R. GERMANI (1987): *Color, proyecto y estética en las artes gráficas*, 3.ª ed., Edebé, Barcelona, (Nuevas Fronteras Gráficas, 1).
- FERNÁNDEZ ARENAS, J. (1996): *Introducción a la conservación del patrimonio y técnicas artísticas*, 1.ª ed., Ariel, Barcelona.
- FRAISSE, P. y J. PIAGET (comp.) (1979): *La percepción*, (trad. M. T. Cevasco), 2.ª ed., Paidós, Buenos Aires, (Tratado de psicología experimental, 6).
- FRISBY, J. P. (1987): *Del ojo a la visión. Ilusión, cerebro y mente*, (trad. E. García Bajos y J. Lillo Jover), Alianza Editorial, Madrid.
- GERRITSEN, F. (1976): *Color. Apariencia óptica, medio de expresión artística y fenómeno físico*, (trad. E. Sans), 1.ª ed., Blume, Barcelona.
- GESCHWIND, N. y M. FUSILLO (1997): "Color-naming defects in association with alexia", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- GETTENS, R. J. y G. L. STOUT (1966): *Painting Materials*, Dover publications, Inc., New York.
- GIBSON, J. (1974): *La percepción del mundo visual*, (trad. E. L. Revol), 1.ª ed., Infinito, Buenos Aires.
- GLAFKIDES, P. (1967): *Chimie et Physique photographiques*, 3.ª ed. rev. y aum., Publications Photo-cinéma Paul Montel, París.
- GOETHE, J. W. von (1992): *Teoría de los colores*, [1810-1823], edición dirigida por J. López Albadalejo, [trad. Pedro Simón, 1.ª ed., en castellano 1945], Dirección General de Bellas Artes y Archivos. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, Madrid, (Colección Tratados).
- GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L. (1994): *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, 1.ª ed., Ministerio de Cultura, Madrid.

- GONZÁLEZ, G. (dir.) (1982): *El gran libro del color*, (trad. Pawlowsky), 1.<sup>a</sup> ed., Blume, Barcelona.
- GRANDIS, L. DE (1985): *Teoría y uso del color*, Cátedra, Madrid.
- GRANOVSKAYA, R. M., I. Y. BEREZNAYA y A. N. GRIGORIEVA (1987): *Perception of form & forms of perception*, (trad. I. Y. Bereznavaya), Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.
- HALSTEAD, M. B. (1978): "Colour rendering: past, present and future", en *Third Congress of the International Colour Association, New York, 1977*, (Eds. F. W. Billmeyer y G. Wyszecki), Adam Hilger, Bristol (England), págs. 97-127.
- HEYWOOD, C., A. COWEY, y F. NEWCOMBE (1997): "On the role of parvocellular (P) and magnocellular (M) pathways in cerebral achromatopsia", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- HICKETHIER, A. (s.a.): *El cubo de los colores*, (trad. V. Lamiquiz y J. Diez), Bouret, París.
- HORIE, C. V. (1994): *Materials for conservations: organic consolidants, adhesives and coatings*, (1.<sup>a</sup> ed. 1987; 3.<sup>a</sup> reimpr. 1994), Butterworth - Heinmann, Oxford.
- HSIA, Y. y C. H. GRAHAM (1997): "Color blindness", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- HUNT, R. W.G. (1957): *The reproduction of colour*, 1.<sup>a</sup> ed., Fountain Press, London.
- (1978): "Terms and formulae for specifying colour appearance" en *Third Congress of the International Colour Association, New York, 1977*, (Eds. F. W. Billmeyer y G. Wyszecki), Adam Hilger, Bristol (England), págs. 321-327.
- HURVICH, L. M. (1978): "Two decades of opponent processes", en *Third Congress of the International Colour Association, New York, 1977*,

(Eds. F. W. Billmeyer y G. Wyszecki), Adam Hilger, Bristol (England), págs. 33-61.

JAMES, C. (1991): "L'integrazione dei colori", en *Manuale per la conservazione e il restauro di disegni e stampe antichi*, (trad. M. L. Strocchi), Leo S. Olschki, Firenze, págs. 219-221.

JAMES, T. H. (1977): *The theory of the photographic process*, (Ed. T. H. James), 4.<sup>a</sup> ed., Macmillan Publishing Co, New York.

JAMENSON, D. y L. M. HURVICH (1975): "From contrast to assimilation: In art and in the eye", *Leonardo*, vol.8, núm. 2, págs. 125-131.

— (1997): "Eassy concerning color constancy", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.

KAISER, P. K. y R. M. BOYNTON (1996): *Human color vision*, 2.<sup>a</sup> ed., Optical Society of America, Washington, DC.

KEPES, G. (1976): *El lenguaje de la visión*, (trad. E. L. Revol), 2.<sup>a</sup> ed., Infinito, Buenos Aires.

KODAK (1978): *Técnicas para el tramado en las artes gráficas*, Publicación Kodak núm. XQ-3Sp, Madrid.

— (1980): *El color en fotomecánica*, Publicación Kodak núm. XQ-7Sp, Madrid.

KOFFKA, K. (1973): *Principios de psicología de la forma*, 2.<sup>a</sup> ed., Paidós, Buenos Aires (Biblioteca Psicologías del siglo XX, 3) [impr. 1973].

KOWALISKY, P. (1977): "Sensitometry of color films and papers", en *The theory of the photographic process*, (Ed. T. H. James), 4.<sup>a</sup> ed., Macmillan Publishing Co, New York.

— (1978): "The espectral sensitivities of color-reproduction systems", en *Third Congress of the International Colour Association, New York, 1977*, (Eds. F. W. Billmeyer y G. Wyszecki), Adam Hilger, Bristol (England), págs. 129-152.

- KRAGH, A. M. y J. WOOTTON (1978): "Cola animal y adhesivos protéicos afines", en *Adherencia y adhesivos*, (Adhesivos, vol. I, Enciclopedia de la química industrial, t. 3, Eds.: R. Houwink y G. Salomon), 2.<sup>a</sup> ed., Urno, Bilbao.
- KUBELKA, P. (1948): "New contributions to the optics of intensity light-scattering materials. Part I", *Journal of the Optical Society of America*, vol. 38, núm. 5, (Mayo), págs. 448-457.
- (1954): "New contributions to the optics of intensity light-scattering materials. Part II: Nonhomogeneous layers", *Journal of the Optical Society of America*, vol. 44, núm. 4, (Abr.), págs. 330-335.
- KÜHN, H. (1986): *Conservation and restoration of works of art and antiquities*, vol. I, (trad. A. Trone), 1.<sup>a</sup> ed., Butterworths, London.
- KÜPPERS, H. (1994): *Atlas de los colores*, (trad. F. de la Fuente), (1.<sup>a</sup> ed. 1979; 1.<sup>a</sup> reimpr. 1994), Blume, Barcelona.
- (1992): *Fundamentos de la teoría de los colores*, (trad. M. Faber-Kaiser), 4.<sup>a</sup> ed., Gustavo Gili, Barcelona, (1.<sup>a</sup> ed. 1980).
- LACOMME, D. (1993): *La lumière dans le dessin et la peinture*, Bordas, Paris.
- LAND, E. H. (1997): "Recent advances in retinex theory", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- LANGFORD, M. J. (1972): *Tratado de fotografía*, (trad. V. Millan y L. M<sup>a</sup>. J. de Cisneros), Omega, Barcelona.
- LANK, H. (1990): "Egg tempera as a retouching medium", en *Cleaning, retouching and coatings. Technology and practice for Easel Paintings and Pochrome Sculpture*, (Eds. J. S. Mills y P. Smith), (London), International Institute for Conservation and Artistic Works, (Sept.), págs. 156-157.
- LEGORBURU ESCUDERO, M. P. (1992): "Hacia una revisión de criterios en reintegración", en *Actas IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, (Sept.), Secretaría del IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Sevilla.

- LEGORBURU ESCUDERO, M. P. (1995): *Criterios sobre la reintegración de lagunas en obras de arte y transcendencia del estuco en el resultado final según su composición y aplicación*, (Tesis doctoral), Universidad del País Vasco, Bilbao.
- LINSAY, P. H. y D. A. NORMAN (1986): *Introducción a la psicología cognitiva*, (trad. J. Seoane, C. García Trevijano y J. C. Armero San José), (1.ª ed. 1975 ; 2.ª ed. revis. y ampl. 1983; 1.ª reimpr. 1986), Tecnos, Madrid.
- LOBEL, L. y M. DUBOIS (1973): *Manual de sensitometría. La técnica de la medición de los materiales fotográficos*, (trad. E. Condeminas y L. Mª de Cisneros Pañella), 2.ª ed. rev. y ampl., Omega, Barcelona.
- LUNA BLANCO, M. (1992): "Percepción visual de la forma y organización perceptual", en *Tratado de psicología general 3. Atención y percepción*, Alhambra Longman, Madrid.
- MACADAM, D. L. (1942): "Visual sensitivities to color differences in daylight", *Journal of the Optical Society of America*, vol. 32, núm. 5, (Mayo), 1942, págs. 247-274.
- (1997): "The physical basis of color specification", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- MACARRÓN MIGUEL, A. (1995): *Historia de la conservación y la restauración. Desde la antigüedad hasta finales del siglo XIX*, 1.ª ed., Tecnos, Madrid.
- MACNICHOL, E. F. (1964): "Three-pigment color vision: direct measurements of the absorption of light by individual cells show that color is discriminated in vertebrate retinas by three pigments segregated in three kinds of cone receptor", *Scientific American*, vol. 211, núm. 6, (Dic.), págs. 48-56.
- MCLAREN, K. (1983): *The colour science of dyes and Pigments*, Adam Hilger, Bristol (England).

- MALAVOY, B. (1988): *Comment restaurer vos tableaux. Les supports. Les outils. Les technique*, Bordas, París.
- MARTÍN, E. (1975): *Artes gráficas: tecnología general*, Don Bosco, Barcelona, (Nuevas Fronteras Gráficas, 6).
- MARTINEZ DE LAS MARIAS, P. (1972): *Química y física de los altos polímeros y materias plásticas*, 1.ª ed., Alhambra, Madrid.
- MARIJNISSEN, R. H. (1967): *Degradation, conservation et restauration de l'oeuvre d'art I*, Arcade, Bruxelles.
- MAYER, R. (1993): *Materiales y técnicas del arte*, (trad. J. M. Ibeas), 2.ª ed. rev. y ampl., Hermann Blume, Madrid, (1.ª ed. 1985).
- MELGOSA, M., E. HITA, J. ROMERO y L. JIMENEZ DEL BARCO (1990): "Fórmulas de diferencia de color", *Optica Pura y Aplicada*, vol. 23, núm. 3, págs. 137-146.
- MORA, P., L. MORA y P. PHILIPPOT (1984): *Conservation of wall paintings*, Butterworths, London.
- MORENO RIVERO, T. (1996): *El color. Historia, teoría y aplicaciones*, (prol. F. Fernández), 1.ª ed., Ariel, Barcelona.
- NADEAU, L. (1986): *Modern carbon printing. A practical guide to the ultimate in permanent photographic printing: monochrome carbon transfer and carbonyl*, Atelier Luis Nadeau, Fredericton, New Brunswick, (Canada).
- NAMIAS, R. (1921): *Química fotográfica II*, Bailly - Baillière, Madrid.
- (1935): *Enciclopedia fotográfica*, Bailly - Baillière, Madrid.
- NASSAU, K. (1997): "The Causes of Color", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- PALAZZI, S. (1995): *Colorimetria: La scienza del colore nell'arte e nella tecnica*, Nardini, Firenze.

- PATTON, T. C. (1973): "Pigmentation of commercial printin inks", en *Pigment Handbook, vol. II, Aplicaciones and markets*, (Ed. T. C. Patton), John Wiley & Sons, USA.
- PEREZ, C. y J. GARCIA (1994): "Las ecuaciones de diferencia de color y el control de calidad", *Pinturas y acabados industriales*, vol. 36, núm. 212, (Jun.), págs. 14-20.
- PHILIPPOT, A. y P. (1959): "Le problème de l'intégration des lacunes dans la restauration des peintures", en *Bulletin del Institut Royal du Patrimoine Artistique, II*, Bruxelles, págs. 5-18.
- PINCAS, A. (1991): *Le lustre de la main: esprit, matière et techniques de la peinture*, Ecole nationale supérieure des Beaux-Arts, París.
- PIZZARELLO, R. A. (1973): "Pigmentation of textiles", en *Pigment Handbook, vol. II, Aplicaciones and markets*, (Ed. T. C. Patton), John Wiley & Sons, USA.
- PRIETO, M. y M. SÁNCHEZ (1997): "Reintegración cromática versus falsificación", en *Actas del IV Congreso Nacional del Color*, (Jun.), Universidad de Extremadura, Comité Español del color, Jarandilla de la Vera (España), págs. 19-20.
- RAVIOLA, E. (1969): *Fotolitografía*, (trad. L. Tapiz y E. Martín), Don Bosco, Barcelona.
- REED, R. F. (1960): *What the lithographer should know about ink*, Graphic arts technical foundation, Pittsburgh (USA).
- (1966): *Formulario para offset*, Publicaciones offset, Barcelona.
- RICHTER, K. (1980): "Cube - root color spaces and chromatic adaptation", *Color research and application*, (New York), vol. 5, núm. 1, págs. 25-43.
- RIZZO, M., V. SMITH, J. POKORNY, y A. R. DAMASIO (1997): "Color perception profiles in central achromatopsia", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.

- ROBERTSON, A. R. (1978): "CIE Guidelines for coordinated research on colour-difference evaluation", *Color research and application*, (New York), vol. 3, núm. 3, págs. 149-151.
- ROBINSON, A. H., R. D. SALE, J. L. MORRISON, y P. C. MUEHRCKE (1987): *Elementos de cartografía*, (trad. R. M.<sup>a</sup> Ferrer), Omega, Barcelona.
- ROCHE, A. (1996): "Pressure-sensitive adhesives for the attachment of reinforcing canvases to the back of paintings", *Studies in Conservation*, (London), vol. 41, núm. 1, págs.45-54.
- ROGONDINO, M. (1990): *Computer color: 10.000 computer-generated process colors*, Chronicle Books, San Francisco.
- ROIRE, J. (1988): "Le métamérisme", *Science et Technologie de la Conservation et de la Restauration des Oeuvres d'arte et du Patrimoine*, (Puteaux - France), núm. 1, (Jun.), págs. 64-68.
- ROJA, J. M. DE LA (1999): "Utilización de un sistema de referencia cromática en la reintegración de obras de arte", *V Congreso Nacional de Color*, (Pendiente de aceptación), Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa.
- y M. SAN ANDRÉS (1998): *Procedimiento de reintegración cromática mediante tricromía, asistido por medios transferibles, para restauración de obra pictórica y escultura policromada*, Solicitud de Patente Núm. P9802182, (Pendiente de aprobación). Entidad Titular: Universidad Complutense de Madrid. Presentada con fecha 20-X-1998, en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- y M. SAN ANDRÉS (1999): *Estructura y elaboración de los Fondos Tramados Transferibles utilizados para la reintegración cromática de obras pictóricas y escultura policromada*, Solicitud de Patente Núm. P9900107, (Pendiente de aprobación), Entidad Titular: Universidad Complutense de Madrid. Presentada con fecha 20-I-1999, en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- ROSE, P. I. (1977): "Gelatin", en *The Theory of the photographic process*, (Ed. T. H. James), 4.<sup>a</sup> ed., Macmillan Publishing Co, New York.

- RUHEMANN, H. (1968): *The cleaning of paintings. Problems and potentialities*, 1.<sup>a</sup> ed., Faber and Faber, London.
- SALVIA CASTELLVÍ, M. (1990): "Estudi de l'adequació de la colorimetria triestímul a un procés d'ajustament visual de petites diferències de color", *Institut Qimic de Sarriá*, núm. 21, pág. 22.
- SAN ANDRÉS MOYA, M., O. CONEJO, A. SÁNCHEZ y J. M. DE LA ROJA (1995): "Medida del amarilleamiento de algunas resinas sintéticas utilizadas en procesos de conservación - restauración", *Patina*, núm. 7, (Jun.), págs. 94-100.
- SÁNCHEZ, A. y C. DALMAU (1997): "El barniz y su influencia en la valoración cromática de la obra de arte", en *Actas del IV Congreso Nacional del Color*, (Jun.), Universidad de Extremadura, Comité Español del color, Jarandilla de la Vera (España), págs. 126-127.
- SANDERS, N. y W. BEVINGTON (1986): *Manual de reproducción del diseñador gráfico*, Gustavo Gili, Barcelona.
- SANZ, J. C. (1996): *El libro de la imagen*, 1.<sup>a</sup> ed., Alianza Editorial, Madrid.
- SASSI, L. (1922): *Recetario fotográfico*, Gustavo Gili, Barcelona.
- SCHUNCK, R. P. y K. HUNGER (1988): "Hansa® Yellows and Oranges", en *Pigment Handbook, vol. I, Properties and economics*, (Ed. P. A. Lewis), 2.<sup>a</sup> ed., John Wiley & Sons, USA.
- SCHUSTER, M. y H. BEISL (1982): *Psicología del arte*, (trad. M. T. Piñel), 1.<sup>a</sup> ed., Blume, Barcelona.
- SCICOLONE, G. (1993): *Il restauro dei dipinti contemporanei. Della tecniche di intervento tradizionali alle metodologie innovative*, Nardini, Firenze.
- SKOOG, D. A. y D. M. WEST (1989): *Análisis instrumental*, (trad. M. Calcagno), 2.<sup>a</sup> ed., Macgraw-Hill, México.
- SMITH, H. M. (1988): "Phthalocyanine blue pigments", en *Pigment Handbook, vol. I, Properties and economics* (Ed. P. A. Lewis), 2.<sup>a</sup> ed., John Wiley & Sons, USA.

- SORIANO, J. C. y N. ALCON (1993): "Control colorimétrico industrial: comparación visual de colores", *Pinturas y acabados industriales*, vol. 35, núm. 204, (Jun.), págs. 38-41.
- SPROSON, W. N. (1983): *Colour science in television and display systems*, Adam Hilger, Bristol (England).
- STANIFORTH, S. (1985): "Retouching and colour matching: the restorer and metamerism", *Studies in Conservation*, (London), vol. 30, núm. 3, (Agt.), págs. 101-111.
- STONG, C. L. (1964): "The amateur scientist: Moiré patterns provide both recreation and some analogues for solving problems", *Scientific American*, vol. 211, núm. 5, (Nov.), págs. 134-138.
- THOMSON, G. (1986): *The museum environment*, 2.<sup>a</sup> ed., (1.<sup>a</sup> ed. 1978), Butterworths, London.
- THORNTON, W. A. (1978): "Prime-color theory of human vision", en *Third Congress of the International Colour Association, New York, 1977*, (Eds. F. W. Billmeyer y G. Wyszecki), Adam Hilger, Bristol (England), págs. 284-286.
- UNE 40-399-88: *Textiles. Ensayo de solidez de las tinturas. Evaluación del grado de blanco. Método ISO*, AENOR, Madrid, (1988), [Equivalente a la norma ISO 105/J01].
- UNE 40-435-84: *Determinación de diferencias de color según el sistema CIELAB*, IRANOR, Madrid, (1984).
- UNE 48-260-94: *Pinturas y barnices. Comparación visual del color de pinturas*, AENOR, Madrid, (1994), [Equivalente a la norma ISO 3668:1976].
- UNE 54-002-73: *Condiciones de iluminación para la observación de originales opacos en color*, IRANOR, Madrid, (1973).
- UNE 54-022-81: *Fotorreproducción en la industria gráfica. Inclinaciones de las tramas convencionales para la reproducción en colores*, IRANOR, Madrid, (1981), [Se corresponde con las normas DIN 16547 y UNI 6240-68].

- UNE 72-036-82: *Especificación de las diferencias de color psicofísicas*, IRANOR, Madrid, (1982).
- VALLDEPERAS MORELL, J. (1995a): "Colorimetría: El ojo y la visión del color (I)", *Técnica textil internacional*, núm. 3, págs. 30-35.
- (1995b): "Colorimetría: El ojo y la visión del color (II)", *Técnica textil internacional*, núm. 4, págs. 30-35.
- VALLVE, M. (1936): *Tratado moderno de fotografía*, (Ed. J. Montesó), Barcelona.
- VIRO, F. (1980): "Gelatin", en *Encyclopedia of chemical technology*, vol. 11, (Eds. R. E. Kirk y D. F. Othemer), 3.<sup>a</sup> ed., John Wiley & Sons, New York.
- WANDELL, B. A. (1997): "Color constancy and the natural image", en *Readings on Color, vol. II, The Science of Color*, (Eds. A. Byrne y D. R. Hilbert), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- WRIGHT, W. D. (1969): *The measurement of colour*, 4.<sup>a</sup> ed., Adam Hilger, London, (1.<sup>a</sup> ed. 1944).
- YULE, J. A. C. (1967): *Principles of color reproduction: applied to photomechanical reproduction, color photography, and the ink, paper, and other related industries*, John Wiley & Sons, New York.
- ZELICH, C. (1995): *Manual de técnicas fotográficas del siglo XIX*, Artes y proyectos editoriales, Photovision, Sevilla.

## ÍNDICE TEMÁTICO





---

## Índice temático

### A

- absorbancia, 119, 133, 134
- absorción, 61, 70, 85-88, 96, 97, 107, 109, 117, 119, 121, 125-128, 130, 131, 133, 134, 140, 145-147, 152, 171, 177, 178, 238, 240, 242-244
  - selectiva, 86, 88, 125, 126, 129, 141-143, 145, 177, 236, 287, 312, 360, 362, 364
- abstracción cromática, 20, 49-52, 62, 63, 325
- acetona, 199, 205, 368
- ácido, 145, 196, 207
  - acético, 199
  - crómico, 194, 201, 205
- acuarela, 55, 57, 296
- aditiva, Mezcla, 67, 109, 113, 121-123, 126, 127, 130, 136, 143, 152, 167, 177
- aditividad, Falta de, 149-151, 171, 288
- Agfa-Gevaert*, 220
- aglutinantes, 54-56, 140, 180, 181, 270, 297, 313, 344-349, 373, 376
- agrupamiento perceptivo, 155
- aguafuertes, 62, 135
- agudeza visual, 158, 160-164, 166, 173, 176, 223, 224
- albúmina, 193
- alcohol, 199, 205, 213
  - polihidroxílico, 199
  - de polivinilo, 56, 193, 196
  - isopropílico, 205, 214
- algodón hidrofílico, 212
- alteración cromática, 140
- amarilleamiento, 36, 56, 140, 280
- amoníaco, 204
- ángulos de iluminación, 278
- Angström, 72
- ángulo visual, 161-163, 223, 224
- anión dicromato, 202
- anomalías visión del color, 21, 100, 277

anómalo tricromático, 100  
 área de punto, 171, 369  
 Artes Gráficas, 21, 24, 67, 135, 137, 154,  
 194, 220  
 asimilación, Fenómeno de, 62, 63  
 azul de ftalocianina, 207, 331

## B

bacterias, 198, 208  
 bactericidas, 195, 208, 209  
 barniz, 36, 55, 56, 258, 297  
     de retoques, 36, 57, 258, 269, 272,  
     297  
     final, 262  
 bastones, 93-95, 98, 100  
 Bezold, Efecto de difusión, 62  
 bisulfito,  
     sódico, 250  
     potásico, 250  
 Biuret, Test de, 198  
 bloom, 200, 211  
 bórax, 192  
 bruñidor, 259, 294

## C

cadena polipeptídica, 196, 199  
 cámara fotográfica, 91-93  
 campos receptores de la retina, 62  
 candela, 77, 106  
 carboximetilcelulosa, 198  
 célula,  
     bipolar, 93, 94  
     ganglionar, 93, 94  
 células fotorreceptoras, 92-95, 98, 110,  
 135, 280  
 cera microcristalina, 252, 379, 380  
 cerebro, 69, 91-95, 97, 98, 106, 145-147,  
 154  
 CIE, 76, 78, 90, 108-110, 112-115, 124,  
 134, 233, 278, 281  
 CIELAB, 281-283, 285  
 cola de conejo, 193, 257  
 coloides:  
     dicromatados, 194, 248  
     de origen animal, 193, 196  
         albúmina, 193  
         gelatina, 193, 194, 196-204, 206,  
         208-213, 215, 234, 248-251, 295,  
         331-333, 335, 336, 339, 342, 344,  
         346-353, 356, 357, 360, 363, 365,  
         367, 370, 371, 373-377, 379

de origen vegetal, 193, 196  
     goma arábiga, 55, 193, 196, 252,  
     377, 378, 380  
 de origen sintético, 193, 196  
     alcohol de polivinilo, 56, 193, 196  
 colorantes, 109  
 color,  
     Acromático, 58, 88, 95, 97, 100, 111,  
     126, 130-132, 139, 142, 144, 153,  
     170, 176, 178, 179  
     Anomalías en la visión del, 21, 100,  
     277  
     Cuerpos de, 104, 114  
     Diferencias de, 99, 115  
     Estímulos de, 69, 89-91, 100, 101,  
     115  
     Espacios de, 109, 112  
     Filtro de, 86, 127, 130-134, 137, 138,  
     141, 144, 145, 150, 241, 242, 359,  
     360, 362, 364  
     Fotografía en, 21, 24, 112, 117, 119,  
     120, 135, 137, 138, 141, 193  
     Identificación del, 276, 280, 286  
     Interacción del, 43, 44, 52  
     Luces de, 109, 113, 114, 121-124  
     Matiz de, 131  
     Métrica del, 107, 116  
     Percepción del, 99, 119, 142, 157, 323  
     Porcentaje de área de, 158, 160, 168  
     primarias, Luces de, 122-124  
     promedio, Mezcla de, 62, 135  
     Reproducción del, 24, 25, 67, 69, 75,  
     77, 91, 110, 112, 115-120, 135-  
     141, 145, 148, 149, 151, 154, 156,  
     158, 171, 173, 182, 218-220, 242,  
     252, 270, 287, 320, 323, 326  
     Sensación de, 58, 68, 69, 97, 98, 101,  
     104, 107, 115, 117, 119, 122, 130,  
     139, 142, 146, 147, 153, 167, 177,  
     178, 277  
     Sistemas tricromáticos de repro-  
     ducción del, 112  
     Temperatura de, 59, 60, 75, 76, 78,  
     278  
     Teoría del, 21, 25, 60, 68, 69, 182  
     Velo de, 209  
 colores,  
     base sustractivos, 128, 130, 131, 134,  
     135, 137, 138, 141-144, 148, 153,  
     187  
     complementarios, 64, 132  
     elementales aditivos, 123  
     metámeros, 60

*sucios o turbios*, 58, 106  
 colorimetría, 281  
 colorímetro, 112, 282, 323, 326  
 CMC, 284, 285  
 comparación visual, 20, 276-281, 286  
 composición espectral, 73, 74, 89, 90, 109, 115, 139  
 conos, 93-98, 100, 101, 113, 115, 118, 119, 122, 127-129, 161  
 conservación arqueológica, 39  
 contraste, 45, 162, 204, 205, 207, 236, 238-240, 345, 352  
     alto, 189, 205, 210, 220, 331, 354  
     invertido, 62  
     simultáneo, 44, 47, 62-64  
 coordenadas cromáticas, 63, 113  
 córnea, 91, 92  
 cristalino, 91, 92, 161  
 criterios de reintegración, 22, 31, 116, 169, 190  
*cuantos*, 70  
 cuerpos,  
     de color, 104, 114, 121, 125-128, 130, 131, 134  
     luminosos, 79  
     no luminosos, 79  
     negro, 75, 76, 80  
     blanco, 80, 140  
     opacos, 86, 127, 128, 130, 131, 134  
     transparentes, 86, 127, 128, 130, 131  
 curva,  
     característica, 237-240  
         Talón o pie de la, 237, 238  
         Línea recta de la, 237, 238  
         Hombro de la, 237, 238  
     de absorción espectral, 107, 108, 242-244  
     de distribución espectral, 75, 90, 117  
     espectral, 90, 137  
     espectral de reflectancia, 90, 117, 118, 136  
     espectral de transmitancia, 90, 117, 118, 136  
     espectrofotométrica, 113, 116

**D**  
 daltonismo, 100  
 densidad, 81, 94, 150, 151, 154, 235-238, 240-242, 246, 360-362, 364-366  
     neutral equivalente, 236  
 densitometría, 169

densitométricas, medidas, 241, 312, 320, 359, 360, 362, 364  
 densitómetro, 167, 169, 238  
 diagrama cromático, 113, 114, 124, 125  
 dicromatada, Gelatina, 194, 331  
 dicromato de,  
     amonio, 201-206, 210, 211, 331  
     sodio, 201  
     piridina, 205  
     potasio, 201, 205  
     quinoleína, 205  
 diferencias de color, 99, 115, 277, 281, 283-285  
 difracción, 77, 88, 89, 232  
 difusión, Fenómeno, 61, 83  
 dimetil quinacridona, 207, 363  
 diseño de puntos, 154-160, 162-169, 171, 173, 176, 218, 224, 271, 274, 289, 294, 296, 312, 315  
 disolventes, 368  
     orgánicos, 55, 199  
 dispersión de la luz, 73, 77, 83-85, 87, 88, 148-151, 163  
 distribución de los puntos, 164, 165, 169, 174, 217, 292  
*Dye transfer*, 234

**E**  
 electrolitos, 198, 199  
 energía, 70, 74, 76, 86, 95, 233, 235  
     radiante, 69-72, 140  
 emulsión, 181, 190-194, 196, 200, 204-207, 209-211, 213, 220, 234-244, 247-251, 330-342, 344-346, 348, 350, 351, 353-355, 357-360, 362-365, 367, 370, 371, 374, 377, 379  
 emulsionado, 214, 215, 230, 231, 235, 248, 329-341, 343, 345-359, 361-367, 370, 372, 374, 378-380  
 emulsión fotosensible, 25, 188-191, 193, 194, 200, 203, 205-210, 216, 232-237, 249, 308, 320  
 enzimática, Solución, 251, 374  
 error de tono, 244-246  
 error de gris o pureza, 245, 246  
 escala monocromática, 170  
 espacio entre los puntos, 158, 159, 167  
 espacio de color, 109, 112, 120, 127, 281, 283

- espectro, 69, 72, 73, 77, 86, 96, 97, 101, 105, 118, 119, 123-125, 129, 140-142, 145, 152, 220  
 continuo, 59, 60, 75, 118, 152  
 de líneas, (Véase *espectro discontinuo*)  
 discontinuo, 59, 75, 76, 114  
 electromagnético, 72, 112, 124, 125, 127, 128, 152  
 equienergético, 73, 118, 132, 139, 141, 154  
 visible, 72-75, 90, 96, 105, 107, 113, 122, 134, 140, 142, 233, 242  
 espectrofotómetros, 113, 282, 323, 326  
 espesantes artificiales, 198  
 estímulos, 69, 92-94, 102, 104, 113, 118, 120, 122, 123, 129, 168  
 de color, 63, 69, 89-91, 100, 101, 115, 117, 135, 323  
 cromáticos, (Véase *estímulos de color*)  
 luminosos, 92-94, 104, 107, 119, 121, 124, 168  
 luminosos primarios, 119  
 estructura del diseño de puntos, 160, 164  
 estructura de los FTT, 188  
 estucado de lagunas, 36, 185  
 estuco, 36, 46, 58, 140, 222, 257, 258, 265, 269, 270, 292, 313, 314, 321, 324  
 exposición, 188, 190, 191, 194, 201, 202, 205, 210, 216, 230-234, 236-238, 240, 241, 247, 248, 320, 329-343, 345-348, 350-357, 359-367, 370, 372, 374, 378, 380
- F**  
 falsificación, 38, 39, 41, 50, 116  
 artística, 38, 39  
 histórica, 38, 39  
 fenol, 208, 211, 212, 257, 331, 332, 334-336, 339, 343, 346, 348, 350, 351, 353, 356, 357, 360, 363, 365, 367, 370, 371, 374, 378, 379  
 figura-fondo, 33  
 filtro de color, 86, 127, 130-134, 137, 138, 141, 144, 145, 150, 241, 242, 359, 360, 362, 364  
 fluorescencia, 140  
 fondo tramado, 187, 216, 320  
 fondos tramados transferibles (FTT), 25-27, 179-181, 185-188, 190, 191, 206, 216-219, 221-225, 229, 250-259, 265, 270, 271, 274, 287-289, 294-298, 302, 307-310, 312-315, 319-322, 324, 329, 330  
 forma de los puntos, 157, 216  
 fotografía en color, 21, 24, 112, 117, 119, 120, 135, 137, 138, 141, 193  
 fotómetro, 235  
 fotomecánicos, Medios, 27, 180, 181, 186, 219, 220, 229, 308, 309, 319, 320  
 fotones, 70, 79, 83, 86  
 FTT (fondos tramados transferibles), 25-27, 179-181, 185-188, 190, 191, 206, 216-219, 221-225, 229, 250-259, 265, 270, 271, 274, 287-289, 294-298, 302, 307-310, 312-315, 319-322, 324, 329, 330  
 Imagen de los, 206, 221, 252, 287, 289, 296, 313, 314  
 Obtención de los, 180, 181, 186, 190, 215, 225, 230, 307-309, 320  
 Soporte de los, 181, 294, 376  
 Transferencia de los, 180, 258, 259, 264, 287-291, 294, 313, 330, 331  
 fovea, 93, 94, 280  
 frecuencia ( $\nu$ ), 70, 71, 73, 74  
 fuentes, 69, 76-78, 112, 116  
 de luz, 75, 77, 233  
 de luz artificial, 77
- G**  
 gamma, valor, 238-240  
 gelatina dicromatada, 194, 331  
 gelatina, 193, 194, 196-204, 206, 208-213, 215, 234, 248-251, 295, 331-333, 335, 336, 339, 342, 344, 346-353, 356, 357, 360, 363, 365, 367, 370, 371, 373-377, 379  
 Gestalt, 33, 156  
 glicerina, 209, 211, 212, 252, 331, 332, 334-336, 339, 343, 346, 348, 350, 351, 353, 356, 357, 360, 363, 365, 367, 370, 371, 374, 377-380  
 glicerol, 199  
 goma arábiga, 55, 193, 196, 252, 377, 378, 380  
 gomias vegetales, 55
- H**  
 halo, 235  
 haluros de plata, 93, 192, 193  
 Helmholtz, Hermann von, 96

Hering, Teoría de, 97  
 Hicethier, Cubo de, 109-111  
 hidrólisis, 197, 199, 251, 376  
 hidroquinona, 192  
 hidróxido crómico, 202  
 humor acuoso, 91, 92  
 humor vítreo, 92

**I**

identificación del color, 276, 280, 286  
 igualación cromática, 36, 116, 117, 270, 292, 310, 326  
 igualación cromática condicional, 116, 117, 270  
 iluminación, 59, 60, 62, 68, 74, 78, 89, 90, 95, 98, 99, 110, 112, 116, 117, 161, 162, 233, 235, 236, 271, 278  
     Ángulos de, 278  
         normalizada, 59  
         Sistema de, 282  
 iluminante CIE, 59, 76, 78, 278  
 impresionistas, 47, 61, 67  
 imprimación, 31, 42  
 inclinación, 171-175, 177, 217-219, 221, 225, 228, 229, 254-256, 263, 288, 314, 315  
 índice de refracción, 57, 82-85  
 insolubilización, 199, 201-204, 215, 234, 247, 337, 338, 341, 346  
 interacción, 79, 325  
     del color, 43, 44, 52, 280  
     luz-materia, 70, 78, 104, 112, 133  
 intensidad luminosa, 33, 71, 75, 77, 98  
 iris, 91, 92

**K**

Küppers, Romboedro de, 109

**L**

laguna, 20, 22, 23, 31-40, 42-44, 47, 49, 50, 52, 53, 63, 115, 140, 179, 189, 257, 258, 269-272, 276, 286-292, 294-296, 298-303, 310, 313-315, 321, 324  
 lámpara de,  
     incandescencia, 73, 77  
     filamento de tungsteno, 60, 77, 78  
     descarga eléctrica, 77  
     tungsteno-halógeno, 77  
 láser, 219, 220  
*Lefranc & Bourgeois*, 258

ley,

    de Beer, 87, 133, 338  
     de Lambert, 87, 133, 338

leyes de mezcla cromática, 25, 48, 61, 120, 121, 136, 323

lineatura, 159, 160, 163, 164, 166-168, 171, 172, 177, 217, 218, 221-225, 228, 229, 254-256, 261, 265, 271, 274, 276, 297, 298, 302, 310, 312, 313, 320-322, 324

longitud de onda, 70-75, 82, 84-86, 88, 90, 96, 97, 101, 104, 105, 125, 132-134, 148, 194, 238

luces,

    de color, 109, 113, 114, 121-124  
     de color primarias, 122-124

luminancia, 106, 140, 162

luminosidad, 33, 46, 49, 58, 62, 95, 104-106, 109, 110, 122, 123, 136, 283-285

luz,

    actínica, 181, 194, 230, 231, 233, 237, 247

    artificial, Fuentes de, 77

    binaria, 124

    blanca, 73, 75, 82, 83, 106, 112, 118, 123-126, 128, 130, 132, 142, 145-147, 152, 178

    colores, 109, 113, 114, 121-124

    complementaria, 124-126, 241

    de seguridad, 230

    dispersión de la, 77, 84, 87, 148-151, 163

    emitida, Naturaleza de la, 75

    Fuentes de, 69, 75, 77, 233

    monocromática, 86, 97, 133

    negra, 233

    ultravioleta, 41, 205, 233, 336-341, 354-356, 358, 361, 363, 365, 367, 370, 372, 374, 378, 380

    Velocidad de propagación de la, 71, 74, 82

    visible, 78, 84, 95

**M**

*maireri*, 296, 297

Maxwell, 118

matiz, 33

    de color, 131

medio tono, Puntos de, 137, 153, 154, 156, 157, 163, 209, 216-218, 223, 323  
 metacrilato, 57, 214, 215, 230, 257, 367, 369  
 metamerismo, 60, 117, 278  
 metámeros, Colores, 60  
 métrica del color, 107, 116  
 mezcla,  
     aditiva, 67, 109, 113, 121-123, 126, 127, 130, 136, 143, 152, 167, 177  
     de color, 25, 42, 135  
     de color por promedio, 62, 135, 136  
     espacial, 61  
     mixta, 136  
     cromática, Leyes de, 25, 48, 61, 120, 121, 136, 323  
     óptica, 53, 61, 63, 67, 121, 135, 136, 177  
     partitiva, 136  
     sustractiva, 61, 67, 121, 125-127, 130-135, 139, 141, 142, 144, 145, 149-151, 177, 292  
     sustractiva compleja, 61  
     visual, 45  
 micelas, 195  
 microorganismos, 55  
 miel de caña, 257  
 milimicrones, 72, 195  
 molecular, Estructura, 79, 92  
 Molisch, Test, 198  
 monocromática, Luz, 86, 97, 133  
 montaje, 230-234, 247, 320, 337-341, 345, 354, 355, 357, 358  
 muaré, 172, 173, 289, 315  
 Munsell, Sistema, 109

## N

nanómetro, 72  
 naturaleza luz emitida, 75  
 negativo tramado, 190, 216-219, 221, 225-230, 232, 233, 235, 236, 240, 247, 320, 329, 336, 337, 339, 341, 343, 345, 347, 348, 350, 351, 353, 354, 357, 359-367, 370, 372, 374, 378, 380  
 nervio óptico, 94  
 Newton, 69, 73  
     Anillos de, 235

## O

observador, 34, 43, 61, 67-70, 74, 99, 100, 104, 107, 109, 112, 113, 116, 117, 136-139, 142, 143, 161, 168, 173, 178, 223, 278-280, 282  
 ondas hertzianas, 72  
 opacidad, 133, 149-151, 288  
 opaco, Material, 85  
 óptica, Mezcla, 53, 61, 63, 67, 121, 135, 136, 177  
 órgano visual, 67-70, 72, 86, 87, 89, 90, 98, 100, 104, 105, 110-112, 117, 119, 120, 122, 126, 136, 160, 173  
 orientación de los puntos, 165, 173  
 ortocromático, 220  
 Ostwald, Sistema, 109  
 óxido,  
     crómico, 202, 204  
     de cromo, 206

## P

*Paisaje*, 271, 272, 274, 297-301, 313  
 pancromáticas, 220  
 papaina, 251, 375  
 parafinado, Papel, 252  
 pasados tramados, 216  
 película fotosensible, 189, 215, 230, 320, 331  
 perborato de sodio, 206  
 percepción del color, 99, 119, 142, 157, 323  
 peso molecular, 197, 200, 371  
 pH, 196-200, 203, 204  
 pigmentos, 54, 55, 58, 59, 85, 86, 114, 116, 117, 125, 126, 134, 137, 141, 145, 148-150, 170, 171, 180, 181, 206, 207, 236, 240, 270, 288, 289, 297, 308, 313, 359, 360, 362, 364  
     fotosensibles, 95  
     sintéticos orgánicos, 207  
 pigmentarios, Procedimientos, 194  
 pintura,  
     de caballete, 27, 223, 311  
     mural, 27, 55, 223, 311  
 plastificantes, 195, 209, 345, 351  
 poder separador del ojo, 160-163  
 Poitevin, Alphonse Louis, 206  
 Poliactato de vinilo, 56  
 policarbonato, 214, 257  
 poliéster, Soporte de, 189, 190, 209, 213-215, 286, 314, 331-336, 339, 342,

346, 348, 349, 351, 353, 355, 357,  
360, 363, 365, 367, 369, 371, 374,  
377, 379

polimerización, 201

polipeptídicas, Cadenas, 196, 199

porcentaje de punto, 160, 166, 167, 170-  
172, 177, 178, 187, 217, 218, 226-  
229, 252-256, 261, 263, 286, 289-  
291, 311, 321, 338, 343, 344, 352,  
359, 360, 380

porcentaje de área de color, 158, 160,  
165, 168

primarios, 105, 119, 120, 123

aditivos, 123

generativos, 123

sustractivos, 127

procesado, 91, 181, 189, 190, 196, 203,  
237, 247, 330-337, 340, 342, 343,  
346, 347, 349, 350, 352, 353, 356,  
358, 361, 363, 366, 367, 370, 372,  
374, 378, 380

propilenglicol, 199

puntillismo, 20, 45, 47, 48, 58, 68, 135,  
223, 325

punto isoelectrico, 196, 197, 200

puntos de medio tono, 137, 153, 154,  
156, 157, 163, 209, 216-218, 223,  
323

Distribución de los, 164, 165, 169,  
174, 217, 292

Espaciado entre, 158, 159, 167

Forma de los, 157, 216

Lineatura de los, 159, 160, 163, 164,  
166-168, 171, 172, 177, 217, 218,  
221-225, 228, 229, 254-256, 261,  
265, 271, 274, 276, 297, 298, 302,  
310, 312, 313, 320-322, 324

Orientación de los, 165, 173

Tamaño de los, 158

## Q

quinacridona, Dimetil, 207, 363

## R

radiación,

azul, 128, 140, 142, 144, 152, 177,  
178

electromagnética, 69, 70

roja, 128, 142, 144, 152, 168, 177,  
178

verde, 128, 144, 152, 177, 178

visible, 72, 75, 121

radiadores térmicos sólidos, 77

rayos,

gamma, 72

luminosos, 69, 88, 89, 104

ultravioleta, 78

reacción en la oscuridad, 204, 215

reflectancia, 60, 90, 113, 117, 118, 136,  
168, 280

reflexión, 77, 80, 90, 105, 113, 121, 128,  
133, 137-140, 150, 151, 244, 358

difusa, 80, 81

especular, 80, 81, 279

refracción, 81-85, 152

RGB, 112

reintegración, 19-25, 27, 31, 35-64, 67,  
68, 91, 112, 115, 116, 118, 138,  
140, 141, 145, 149, 170

Criterios de, 22, 31, 116, 169, 190

ilusionista, 41, 42, 53

integral, 41

invisible, 22, 41, 42, 53

Técnicas de, 21, 40, 41, 45, 61

visible, 22, 42, 43, 68

rendimiento cromático, 59, 60, 74, 78

reproducción del color, 24, 25, 67, 69, 75,  
77, 91, 110, 112, 115-120, 135-  
141, 145, 148, 149, 151, 154, 156,  
158, 171, 173, 182, 218-220, 242,  
252, 270, 287, 320, 323, 326

resinas,

acrílicas, 56, 57

acetónicas, 57

de poliacetato de vinilo, 56

de policiclohexanona, 56

terpénicas, 56

revelado, 192, 230, 234, 236, 247-250,  
295, 320, 337, 340, 341, 346, 354,  
355

Agitación del, 250, 337, 340

Agotamiento del, 250

Temperatura de, 248, 249, 337, 340

Tiempo de, 248, 249, 337, 340

resolución, 33, 62, 94, 135, 160-163, 173,  
180, 220, 223, 312, 324

restauración, 19, 22, 24, 26, 27, 35-38,  
41, 49, 53, 56, 64, 193, 195, 196,  
258, 309, 379

arqueológica, 43

Teoría de la, 37, 45

retina, 45, 61, 62, 69, 70, 81, 91-96, 98,  
100, 121, 122, 127, 135, 161, 280

retoque, 37

reversibilidad, 37, 53-56, 191, 197, 297  
*rigattino*, 45, 58, 68, 325  
 rosetas, 174-176  
*Rowney*, 208, 360

## S

sacarosa, 209, 211, 212, 331-333, 335, 336, 339, 342, 346, 348, 350, 351, 353, 356, 357, 360, 363, 365, 367, 370, 371, 374, 377, 379  
 saturación, 25, 104-106, 109, 110, 114, 140, 152-154, 156, 157, 167-171, 177, 178, 210, 218, 283-285, 312  
 selección cromática, 49-53, 58, 325  
 sensación,  
     cromática, 69, 107, 115, 118, 136  
     de color, 58, 68, 69, 97, 98, 101, 104, 107, 115, 117, 119, 122, 130, 139, 142, 146, 147, 153, 167, 177, 178, 277  
 sensibilidad, 92, 95, 191, 201, 203-205, 233, 237, 283, 334  
     cromática, 101-103, 193, 220  
     espectral del ojo, 72, 92, 95, 96-99, 101-103, 115-120, 122, 128, 142  
 sensibilizador, 193-195, 201, 205, 206, 209-213, 345  
 sensibilizadores rápidos, 205  
 serigráficos, 180, 181, 186, 308, 309, 320  
 SIRECRAMT, 22-24, 27, 67, 68, 91, 109, 115-121, 135-139, 141, 153, 154, 157, 167, 180-182, 186, 219, 307, 309, 311, 315, 319-325  
 sistemas tricromáticos de reproducción del color, 112  
 sólido de color, (Véase *espacio de color*)  
 solubilidad de la gelatina, 197, 199, 206, 248  
 solución coloidal, 194  
 soluciones acuosas, 197-199, 208  
 sorbitol, 199  
 sulfato,  
     cálcico, 257  
     de zinc, 208  
 suspensiones, 148  
 sustractiva, Mezcla, 61, 67, 121, 125-127, 130-135, 139, 141, 142, 144, 145, 149-151, 177, 292

## T

tablas cromáticas, 25-27, 181, 185, 186, 225-227, 252-255, 257, 258, 260-265, 270, 274, 276-280, 282, 285-288, 296, 297, 307, 309-311, 315, 319, 321, 322, 324, 325  
*thalo blue*, 331  
*Talens*, 207, 363  
 tamaño de los puntos, 158  
 técnicas de reintegración, 21, 40, 41, 45, 61  
 técnica pictórica, 54, 55  
 temperatura,  
     de color, 59, 60, 75, 76, 78, 278  
     de transición vítrea, 371  
 temple al huevo, 55, 56  
 teoría,  
     corpúscular, 70  
     del color, 21, 25, 60, 68, 69, 182  
     de los procesos opuestos, 97  
     fisiológica, 62  
     ondulatoria, 70  
 tinta neutra, 43, 45, 62, 63  
 tintes, 134, 148, 149, 206  
 tonalidad, 42, 58, 62, 105, 144, 158, 235, 282, 283, 312  
 tono, 21, 36, 42-47, 62, 64, 74, 86, 98, 100, 104-106, 108-110, 136, 140, 153, 154, 158, 163, 164, 167, 168, 173, 262, 264, 283-285  
     continuo, 154  
     Error de, 244-246  
     neutro, 43, 44, 52  
 trama de contacto, 220  
 transmisión, 82, 83, 95, 107, 113, 121, 125, 128, 130, 133, 148-151, 288, 289  
 translúcido, Material, 85, 149  
 transmitancia, 86, 90, 113, 133, 134  
 transparente, Material, 83, 85, 86, 90, 137, 148, 180, 294, 336, 340  
*tratteggio*, 20, 45-49, 58, 325  
 tricromía, 23, 67, 135, 137, 141, 144, 173, 182, 296, 312, 322, 324  
 lámparas fluorescentes, 60, 78

## U

ultravioleta, Luz, 41, 205, 233, 336-341, 354-356, 358, 361, 363, 365, 367, 370, 372, 374, 378, 380  
 umbral absoluto, 98

umbral cromático, 98

## V

valencias primarias, 113

valor,

gamma, 238-240

valores,

acromáticos, 144, 178, 179

cromáticos, 177, 178

triestímulo, 112, 113, 134, 281

veladuras, 20, 42, 45, 49, 57, 58, 61, 296,  
313, 354

velo de color, 209

velocidad de propagación, 71, 74, 82

vibración cromática, 51, 53, 58, 288, 312,  
324

viscosidad, 55, 197-199

visión,

de color, Anomalías en la, 21, 100

escotópica o crepuscular, 98, 99

fotópica o diurna, 98, 99

*Visitación de la Virgen*, 271, 273, 274,  
290, 297, 302, 303, 313

volatilidad, 55

## W

*Winsor & Newton*, 207

## X

xantoproteica, Reacción, 198

## Y

*yellow permanent*, 208, 360

Young - Helmholtz, Teoría de, 96, 97

Young, Thomas, 96