

PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS

Introducción a su tecnología

JORDI CALVO CARBONELL

PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS
Introducción a su tecnología

Prólogo: Miquel Martínez Guasch



Madrid - Buenos Aires - México - Bogotá



ASOCIACION ESPAÑOLA DE
TECNICOS EN PINTURAS Y AFINES

El Autor agradece el apoyo recibido de AETEPA
(Asociación Española de Técnicos en Pinturas y
Afines)

Copyright © 2009 Jordi Calvo Carbonell

Reservados todos los derechos.

«Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra».

Ediciones Díaz de Santos
<http://ediciones.diazdesantos.es>

ISBN: 978-84-7978-883-4
Depósito legal: M. 728-2009

Diseño de cubierta: A. Calvete
Fotocomposición e impresión: Fernández Ciudad, S. L.
Encuadernación: Rústica-Hilo, S. L.

PRÓLOGO

Jordi Calvo Carbonell nos ofrece un libro didáctico y ameno que viene a cubrir, con acierto, unas necesidades de formación global para muchas personas que inician su vida profesional alrededor de esta nuestra especialidad. Todo ello es resumen de un cúmulo de experiencias de un profesional humano, honesto y de gran valía.

Resulta idóneo para la formación y consulta de técnicos, ayudantes de laboratorio, técnicos comerciales, comerciales, jefes de compras, etc. También para los estudiantes de escuelas de formación profesional con módulos de especialización en pinturas, o profesionales pintores. Asimismo, es oportuno por la actual «movida» del sector por el impacto de nuevas normativas.

Del mismo modo, permite abrir el horizonte de muchos que, estando implicados en este mundo de las pinturas, tienen una visión muy sesgada porque se han especializado en campos muy concretos del sector.

Necesario para los jóvenes profesionales encargados de la introducción de las nuevas primeras materias, este libro ayudará a darles seguridad y acierto, en sus propuestas al técnico de I+D.

Jordi, por tu dedicación y esfuerzo, recibe mi más sincera felicitación.

Miquel Martínez Guasch

NOTA DEL AUTOR Y AGRADECIMIENTOS

Podemos decir que este libro es fruto de un impulso. Después de más de cuarenta años de ejercer la profesión se me antoja que a pesar de una vasta bibliografía sobre las pinturas, básicamente en lengua inglesa, falta algo. Este algo es un libro destinado a los técnicos que empiezan y que precisan de una información general básica y resumida que les sirva de punto de partida en su formación.

El libro pretende introducir al neófito y quizás dar algunas ideas útiles a los que ya tienen una cierta experiencia. La Primera parte está dedicada a la composición y a las materias primas, dando mayor énfasis a aquellas de uso más generalizado sin profundizar excesivamente en el tema. La Segunda parte se dedica a difundir los conceptos básicos y la estequiometría en aquellos productos fruto de reacciones de dos componentes, así como al control de calidad y los ensayos necesarios para evaluar una pintura. La última parte del libro propone unos ejemplos de formulación en los que se incluyen los métodos de fabricación. En esta última parte se incluyen tres anexos que pueden tener especial interés para los que se inician: el primero está dedicado a dar una idea sucinta de la preparación de superficies, el segundo da ideas para la formulación de más de 200 productos y en el tercero se han reunido preguntas frecuentes con sus respectivas respuestas.

Estamos en momentos de muchos cambios. Desde la década de los cincuenta del siglo xx se está hablando de las pinturas en base agua, esto cuando las únicas pinturas de este tipo eran las plásticas o de emulsión; durante cinco décadas se ha estado diciendo que era un tema de aplicación inmediata y la realidad ha demostrado que a pesar de los trabajos efectuados por los fabricantes de resinas, el cambio no se ha puesto de manifiesto hasta que las normativas legislativas han obligado a ello.

Este cambio de sistemas al disolvente por sistemas al agua no conlleva en sí mismo un cambio en los conceptos básicos pero sí en el conocimiento de las

materias primas. El lector deberá estar atento a las normativas cambiantes y a las nuevas innovaciones de los productos para estar al día.

El técnico en pinturas se forma a base de leer literatura técnica, de asistir a seminarios, ferias, de hablar con los proveedores y de buscar fuentes de información, luego su propia experiencia lo llevará a distintos niveles según el esfuerzo realizado. Me perdonarán algunos puristas, pero el diseño o formulación de pinturas es un trabajo de droguería, un trabajo donde es imprescindible tener unos conocimientos de química, pero donde el método de ensayo y error es la base de todo producto, y el mayor conocimiento de las materias primas es la base de todo desarrollo.

Desearía que este libro respondiera a las necesidades del técnico nuevo y que incluso sea de aquellos libros que esperan en una estantería para ver si contienen respuesta a alguna pregunta de técnicos no tan nuevos.

Debo aquí agradecer la colaboración de M.^a Carmen Martín e Iñiqui Seco (Altakem), Ramón Malet (Comindex), Fermín Romera (DSM), Javier Frias (Nubiola), Jaume Grau (Zeus Química), y a todas aquellas personas que me han dado su opinión, apoyo y sugerencias a la hora de finalizar el trabajo. También a Miquel Martínez Guasch y a Bartolomé Rodríguez Torres (AE-TEPA) por su lectura y comentarios del original. Finalmente y en especial recordar a Lluís Serraima que fue mi mentor durante los cinco primeros años en esta profesión, y a Miquel Fortuny, extraordinario compañero con unos conocimientos profundísimos del sector, con el que trabajé codo a codo durante diez años.

Jordi Calvo Carbonell

ÍNDICE

Prologo	IX
Nota del autor y Agradecimientos.....	XI

PRIMERA PARTE DEFINICIÓN Y COMPONENTES. MATERIAS PRIMAS

Capítulo 1: Definición y Componentes	3
1.1. Componentes.....	4
1.2. Fabricación	5
1.3. Clasificación.....	5
Capítulo 2: Pigmentos y cargas	9
2.1. Introducción.....	9
2.2. Pigmentos inorgánicos	9
2.3. Características de los pigmentos	16
2.4. Cargas (<i>fillers</i>).....	20
2.5. Características de las cargas	26
Capítulo 3: Resinas o ligantes.....	31
3.1. Introducción.....	31
3.2. Polímeros en emulsión	32
3.3. Características generales de los polímeros.....	42
3.4. Resinas alquídicas	48
3.5. Resinas acrílicas termoplásticas	56

3.6. Resinas amínicas. Descripción	58
3.7. Poliuretanos	60
3.8. Resinas epoxi.....	66
3.9. Caucho Clorado.....	72
3.10. Resinas de silicona	75
3.11. Silicatos	77
3.12. Otras resinas	79
Capítulo 4: Disolventes	85
4.1. Introducción.....	85
Capítulo 5: Aditivos	97
5.1. Introducción.....	97
5.2. Reductores de dureza del agua	98
5.3. Dispersantes y humectantes.....	98
5.4. Antiespumantes	107
5.5. Espesantes, agentes reológicos y antisedimentantes	111
5.6. Bactericidas, fungicidas, algicidas e insecticidas	121
5.7. Agentes de superficie	124
5.8. Secantes y conservantes de secado.....	127
5.9. Agentes antipiel.....	129
5.10. Mateantes.....	129
5.11. Otros aditivos	130
SEGUNDA PARTE	
CONCEPTOS BÁSICOS, REOLOGÍA, RATIOS Y CONTROL DE CALIDAD	
Capítulo 6: Reología	135
6.1. Introducción.....	135
6.2. Reología.....	135
Capítulo 7: Ratios	141
7.1. Relaciones entre pigmentos y resinas.....	141
7.2. PVC	141
7.3. PVCC (concentración crítica de pigmento en volumen).....	143
7.4. Determinación de PVCC	143
7.5. Relación pigmento/ligante.....	148
7.6. Materia sólida en volumen y peso	149
7.7. Cálculo de distintos parámetros a partir de la fórmula teórica.....	150
Capítulo 8: Estequiometría	153
8.1. Introducción.....	153
8.2. Poliuretanos	154
8.3. Resinas epoxi.....	155

Capítulo 9: Compuestos orgánicos volátiles COV o VOC	157
9.1. Introducción.....	157
Capítulo 10: Control de calidad y ensayos	161
10.1. Introducción.....	161
10.2. Ensayos de control.....	162
10.3. Ensayo de diseño o formulación	180

**TERCERA PARTE
FORMULACIÓN, FABRICACIÓN
Y DISEÑO DE PRODUCTOS**

Capítulo 11: Formulación y fabricación.....	201
11.1. Introducción.....	201
11.2. Pintura plástica para exteriores.....	202
11.3. Esmalte sintético.....	211
11.4. Pintura epoxi para la protección de suelos en medio disolvente	218
11.5. Laca de poliuretano satinada para madera.....	226
11.6. Masilla sintética.....	232
11.7. Comentarios al margen.....	236
11.8. Diseños	237

ANEXOS

Anexo 1: Preparación de superficies.....	249
Anexo 2: Ideas para el inicio de la formulación	255
Anexo 3: Preguntas frecuentes y respuestas	353
Índice alfabético	365

PRIMERA PARTE

**DEFINICIÓN Y COMPONENTES.
MATERIAS PRIMAS**

DEFINICIÓN Y COMPONENTES

En primer lugar, quisiera exponer el porqué de utilizar la palabra *recubrimiento* en lugar de *pintura*. Una pintura es un producto opaco que no se corresponde en nada con un barniz, un lasur o una laca transparente. Una masilla, un barniz sellador, un convertidor de óxido, un pavimento para suelos etc., son productos cuyas coincidencias son menores que sus diferencias.

Los anglosajones han utilizado siempre la palabra *coatings*, cuya traducción más cercana es recubrimiento y, en mi opinión, este es el término más adecuado.

Sin embargo en el presente trabajo se utilizarán indistintamente los nombres de recubrimiento, pintura, esmalte, laca, barniz, etc., en función de su idoneidad o quizás de los hábitos del que escribe.

Un recubrimiento o pintura líquida es una mezcla heterogénea de productos que una vez aplicada y seca se transforma en una película continua sin pegajosidad y con las características para las que ha sido concebida.

Cuando abrimos los ojos lo primero que vemos, estemos donde estemos, es pintura. Desde la cama el techo, los muebles y otros objetos están pintados. En la cocina, el frigorífico, el lavavajillas, la lavadora. En la escalera, las barandillas, la puerta del ascensor, otra vez las paredes... Salimos a la calle y ¿qué vemos?, coches, autobuses, farolas, escaparates, rótulos, todo pintura. Si salimos de la ciudad, las líneas de las carreteras, las señales de tráfico, naves industriales, torres eléctricas, siempre pintura. Quiero con esto poner de manifiesto que es una industria que aporta un efecto estético y de protección de gran importancia tanto cuantitativa como cualitativamente. Los retos no acaban aquí, las naves espaciales están protegidas con recubrimientos y estos cubiertos con pintura.

Los componentes de la pintura varían en gran manera en función del tipo de acabado que se requiera y de las condiciones de aplicación y secado.

1.1. COMPONENTES

La composición genérica de una pintura es la siguiente, aun cuando algunos tipos pueden no contener todos los ingredientes:

- Pigmentos.
- Cargas (no es imperativo).
- Ligante o resina.
- Disolvente (no es imperativo).
- Aditivos.

En el listado anterior se han indicado no imperativos en algunos productos. La razón está en que existen recubrimientos en los cuales no se utilizan cargas, disolventes o ninguno de los dos. Veamos ahora la función de cada uno de ellos:

Los pigmentos: son compuestos orgánicos o inorgánicos cuya misión es proporcionar a la pintura color y poder de cubrición. Los pigmentos son opacos tanto en estado seco como húmedo.

Las cargas: son, en general, de naturaleza inorgánica, aportan cuerpo, materia sólida, y dan estructura, viscosidad y reología (Ver segunda parte, capítulo 1) a la pintura. Las cargas son opacas cuando están secas pero son transparentes en estado húmedo.

Resinas o ligantes: son productos cuya misión es la de mantener unidas las partículas sólidas, pigmentos y cargas, una vez la pintura está seca. Según el tipo de resina utilizada la pintura tendrá unas características de secado y resistencias determinadas. La terminología en el campo de las pinturas y recubrimientos es variada y por ello no debe extrañarnos encontrar indistintamente los términos resina, ligante, polímero, etc.

Disolventes: se llama así al agua y otros productos de naturaleza orgánica cuya misión es la de dar a la pintura una viscosidad óptima según el método de aplicación que debe utilizarse. Los disolventes se utilizan además para solubilizar las resinas y regular la velocidad de evaporación. La utilización de disolventes que no disuelven al ligante es frecuente en la formulación de pinturas en este caso se les nombra como co-solventes.

Aditivos: son productos que se dosifican en pequeñas cantidades para facilitar el proceso de fabricación de la pintura, aportar unas características concretas a la pintura seca, crear las condiciones adecuadas para que el secado se produzca de forma correcta y para estabilizar la pintura en el periodo de almacenamiento.

Dentro de este grupo de productos encontramos humectantes y dispersantes, para facilitar el mojado de los pigmentos y cargas, y su posterior dispersión y estabilización; espesantes, que se utilizan para obtener una consistencia determinada; agentes reológicos, para dar un comportamiento determinado a la pintura durante y después del proceso de aplicación; y todo un etcétera de productos con misiones muy concretas.

1.2. FABRICACIÓN

El proceso de fabricación de las pinturas es totalmente físico y se efectúa en cuatro fases perfectamente diferenciadas:

- *Dispersión*: en esta fase se homogeneizan disolventes, resinas y los aditivos que ayuden a dispersar y estabilizar la pintura, posteriormente se añaden en agitación los pigmentos y cargas y se efectúa una dispersión a alta velocidad con el fin de romper los agregados de pigmentos y cargas.
- *Molido*: el producto obtenido en la fase anterior no siempre tiene un tamaño de partícula homogéneo o suficientemente pequeño para obtener las características que se desean. En este caso se procede a una molienda en molinos, generalmente de perlas.
- *Dilución (let-down)*: la pasta molida se completa, siempre en agitación, con el resto de los componentes de la fórmula. Los productos se deben añadir uno a uno para evitar posibles reacciones entre ellos.
- *Ajuste de viscosidad*: es el último paso en la elaboración de una pintura, consiste en proporcionar a la pintura fabricada un aspecto de fluidez homogéneo en todas las fabricaciones y que se ajuste a las necesidades de aplicación de la misma.

1.3. CLASIFICACIÓN

Las pinturas se pueden clasificar de diversas formas en función del tipo de ligante o resina, de la aplicación a que van destinadas, etc. En nuestro caso lo haremos en cinco grupos correspondientes a los mercados que abastecen, sin entrar en los recubrimientos de aplicación por electroforesis, ya que consideramos este tipo de productos una especialidad que conllevaría todo una monografía por sí mismo. Por idéntica razón pasaremos por alto las pinturas en polvo.

1.3.1. Decoración

Pinturas de emulsión: son pinturas en base acuosa cuyo destino principal es la decoración y protección de elementos de mampostería.

Imprimaciones y esmaltes: destinados a la decoración y protección de elementos visibles.

Barnices y lasures: son transparentes, destinados básicamente a la protección y decoración de la madera.

Productos auxiliares: masillas, y otros productos destinados a la consolidación o al saneamiento del soporte.

1.3.2. Pintura industrial

Se incluyen en este apartado todas aquellas pinturas que se aplican bajo unas condiciones determinadas por el cliente. Se trata de pinturas de naturaleza muy variada que se deben aplicar mediante sistemas determinados, en unas condiciones específicas por la instalación de aplicación y secado, así como por las características finales que se exijan.

Dentro de este campo pueden citarse como ejemplos el pintado de envases, de electrodomésticos, el *coil coating* o pintado de bandas metálicas en continuo, etc.

1.3.3. Pinturas para suelos

Se incluyen en este apartado pinturas, recubrimientos y pavimentos sintéticos para la protección de suelos, cubetos de productos químicos, etc.

Su diseño dependerá de las condiciones de aplicación y de las resistencias exigidas.

1.3.4. Pinturas de protección industrial

Son las que se utilizan en la protección de estructuras con el fin de prevenir el ataque de los agentes atmosféricos y de los contaminantes industriales.

También se consideraran las que se utilizan para la protección térmica de las estructuras, como las pinturas ignífugas e intumescentes.

Finalmente, y con objeto de hacer más comprensibles los siguientes capítulos, definiremos de forma sucinta términos que aparecerán frecuentemente en los siguientes capítulos:

- **Imprimación:** capa de pintura de alta pigmentación que debe proveer de adherencia al soporte y capacidad anticorrosiva al sistema de pintura.
- **Masilla:** pasta espesa que no fluye y se utiliza para tapar grandes defectos.

- Selladora: producto utilizado para tapar el poro del soporte y proporcionar una superficie de absorción uniforme, generalmente se utiliza sobre madera.
- Esmalte o acabado: también llamado capa de acabado o terminación, es la capa de pintura o recubrimiento final, la que dará las características estéticas y de resistencia al conjunto del sistema de pintura.
- Pintura intermedia: pintura de elevados sólidos, se utiliza para dar espesor en aquellos casos en que la protección así lo exija.
- Barniz: producto sin pigmentar para la decoración y protección preferentemente de la madera.
- Lasur: producto similar al barniz, se diferencia de éste en que tiene una permeabilidad al vapor de agua muy superior.
- Laca: acabado transparente o pigmentado para el acabado de la madera, se utiliza en la industria del mueble.

En el Anexo II, en la última parte del libro, se puede consultar un amplio abanico de ideas para diseños de distintos tipos. En ellos, además de las posibilidades de trabajo, se dan algunas indicaciones de utilización y de aplicación.

PIGMENTOS Y CARGAS

2.1. INTRODUCCIÓN

Los pigmentos son sustancias insolubles y opacas que se utilizan para aportar color y poder de cubrición a la pintura.

Los pigmentos pueden ser naturales o sintéticos, inorgánicos u orgánicos, la elección se debe efectuar en función de las características que se desean obtener.

A continuación veremos los tipos de pigmentos más utilizados y las características que deben ayudarnos a elegir el tipo más idóneo para un proyecto determinado.

2.2. PIGMENTOS INORGÁNICOS

2.2.1. Bióxido de titanio

Es el pigmento blanco por excelencia, posee un elevado poder de cubrición y su resistencia a la luz y al exterior es excelente, tiene además una resistencia a los agentes químicos muy elevada.

El bióxido de titanio se presenta en dos formas de cristalización distintas cuyos nombres son; rutilo y anatasa; el primero es el idóneo para la formulación de pinturas de forma general, el segundo presenta al exterior problemas de caleo, o sea, de exudación a la superficie, y tiene aplicaciones en otros campos.

Los tipos de bióxido de titanio rutilo se pueden obtener por dos métodos, vía sulfato y vía cloruro; en su aplicación no existen diferencias sustanciales

pero sí en el ámbito ecológico. El método vía sulfato es mucho más contaminante que la vía cloruro.

Los bióxidos de titanio utilizados en pinturas se clasifican, según la norma ISO, en cinco grupos:

R1	Rutilo	>97% en TiO ₂
R2	Rutilo	>90% en TiO ₂
R3	Rutilo	>80% en TiO ₂
A1	Anatasa	>98% en TiO ₂
A2	Anatasa	>92% en TiO ₂

Dejemos aparte los tipos anatasa y centrémonos en los tipos rutilo. El bióxido de titanio tiene un tamaño de partícula pequeño, el cristal es de 0,2-0,3 μm, y según su aplicación la partícula recibe un tratamiento especial con aluminio y sílice sin descartar otros metales como el zinc, manganeso o zirconio, y aún tratamientos de tipo orgánico, con el fin de modificar sus características de dispersión, estabilidad de color, etc.

La elección del tipo idóneo no puede efectuarse sobre la base de los parámetros descritos ya que no existe una relación clara entre la riqueza del mismo o el tratamiento que recibe con las características de cubrición, brillo..., que aporta a la pintura. Lo mejor es dejarse aconsejar por el fabricante.

Es importante decir que lo que los fabricantes indican como contratipos o productos equivalentes, sí deben ser contrastados para verificar sus características ya que tanto en cubrición como en brillo puede haber diferencias importantes.

2.2.2. Óxido de zinc

Se trata de un pigmento blanco utilizado para pinturas anticorrosivas y pinturas especiales. Su poder opacificante es bajo y posee una elevada reactividad, lo cual indica que su utilización requiere efectuar comprobaciones de estabilidad en el envase.

Su utilización en el campo de las pinturas en emulsión es muy limitado, en el mercado se puede encontrar con el distintivo de «Sello blanco», «Sello rojo»..., que indican su riqueza. Debe prevenirse que no contenga sulfato de plomo como elemento de corte ya que en ambientes industriales este puede transformarse en sulfuro de plomo de color negro.

El tamaño de partícula es de 0,1-0,5 μm y su reactividad es inversamente proporcional a este. El tamaño de partícula óptimo se sitúa en 0,2-0,3 μm.

En pinturas de emulsión puede actuar como reticulante de polímeros con grupos carboxilo libres.

2.2.3. Litopón

Se trata de un pigmento blanco que tuvo su lugar en el campo de pinturas hace ya muchos años. Es una mezcla de sulfuro de zinc y sulfato de bario en la proporción de 30/70. La relación de cubrición/precio es francamente desfavorable en comparación con el bióxido de titanio.

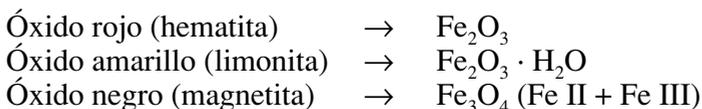
2.2.4. Óxidos de hierro

Los óxidos de hierro se utilizan en forma de productos naturales micronizados y en forma de productos sintéticos,. Los productos naturales obviamente tienen una regularidad de color menor y su tamaño de partícula es más disperso, asimismo contienen una serie de impurezas importantes. En cuanto a la relación precio los óxidos naturales son mucho más económicos.

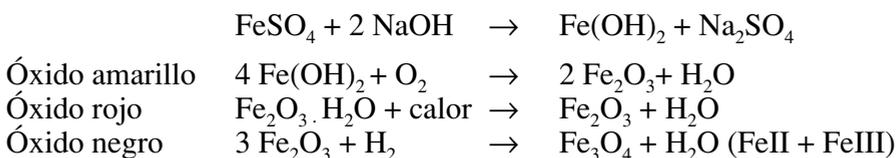
Los óxidos de hierro son pigmentos de elevada resistencia a la luz y a la intemperie, tanto en tono lleno como mezclados con pigmentos blancos.

Entre los óxidos de hierro naturales los más utilizados son los óxidos rojos.

Entre los sintéticos se utilizan tanto los rojos como los amarillos y negros. Su composición es la siguiente:



Los óxidos de hierro sintéticos se obtienen a partir del hidróxido de hierro que a su vez se obtiene por reacción del sulfato ferroso con hidróxido sódico:



Los óxidos de hierro sintéticos tienen un tamaño de partícula de 0,1-1,0 μm ; en función de este tamaño se obtiene una tonalidad determinada, así como un poder colorante y de cubrición determinados.

Los óxidos de hierro amarillos y negros tienen menor resistencia térmica; en el caso del amarillo, a los 180 °C se produce una deshidratación que lo convierte en rojo, y en el caso del negro se produce una oxidación del hierro II a hierro III que da lugar al rojo.