

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA 

Manual Técnico de Aplicación
Parte II



ÍNDICE

1-Introducción.....	3
2-Modificación com Resinas	4
2.1 -Resinas Alquídicas	5
2.2 -Resinas Maleicas	7
2.3 -Resinas Poliamidas	7
2.4 -Resinas Melamina y Formaldehído.....	8
2.5 -Resinas Urea y Formaldehído	9
2.6 -Resinas Benzoguanaminas	9
2.7 – Resinas Carbámicas.....	9
2.8 -Resinas Acetobutirato de Celulosa	10
2.9 -Resinas Cetônicas.....	10
2.10-Resinas Acrílicas	11
2.11-Resinas PVA	11
2.12-Resinas Vinílicas	11
2.13-Resinas Poliuretano	12
2.14-Influências de las resinas em las propiedades de las películas	12
3-Plastificantes	14
4-Aditivos.....	16
4.1-Dispersantes	16
4.2-Antiespumantes.....	16
4.3-Nivelantes	16
4.4-Promotores de Adherencia	17
4.5-Estabilizantes a la luz	17
4.6-Ceras.....	18
4.7-Secantes	18
4.8-Antipele	18
5-Solventes.....	19
5.1-Solventes Activos	23
5.2-Cosolventes.....	23
5.3-Diluentes	24
6-Pigmentos	24
7-Cargas.....	26
8- Sistemas de Nitrocelulosa para Repintura Automotriz.....	27
8.1- Características	27
8.2- Reglas de Formulación.....	28
9-Sistemas de Nitrocelulosa para Madeira.....	29
9.1- Características	29
9.2- Reglas de Formulación.....	29
10-Sistemas de Nitrocelulosa para Rotografía y Flexografía.....	30
10.1- Características	30
10.2- Reglas de Formulación.....	30

1- Introducción

La gran variedad de tipos de nitrocelulosa disponibles en el comercio y que varían respecto al grado de nitración (tenor de nitrógeno) y peso molecular (viscosidad), hacen de ella un polímero especial para formar películas en pinturas.

Las principales características como resina utilizada en pintura son:

- ◆ Amplia solubilidad en solventes orgánicos
- ◆ Compatibilidad con diferentes resinas y plastificantes
- ◆ Películas transparentes y inodoras
- ◆ Facilidad de procesamiento
- ◆ Secado rápido
- ◆ Eliminación rápida de los solventes al aplicarse
- ◆ Baja retención de solventes residuales
- ◆ Inodora
- ◆ Atóxica

La combinación de estas propiedades hace su uso posible en sistemas de secado al aire, secado a baja temperatura y sistemas catalizados, con uso amplio en lacas de repintura de automóviles, pinturas para madera, tintas de impresión, esmaltes de uñas y tintas para calzados.

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

2- Modificación con resinas

Es raro emplear la nitrocelulosa sola como formadora de película porque las mejores propiedades se consiguen en combinación con otras resinas.

La nitrocelulosa de alta viscosidad se puede emplear en la imprimación en los talleres, para proveer protección temporaria a las superficies metálicas, ya que estos tipos de nitrocelulosa tienen alta flexibilidad y no necesitan utilizar plastificantes. El porcentaje aproximado de sólidos en estos productos es de un 4 por ciento.

El amplio uso de la nitrocelulosa en películas, además de la posibilidad de combinarla con otras resinas y plastificantes a causa de la gran compatibilidad que hay entre la nitrocelulosa y muchos polímeros, permite un gran número de combinaciones en diferentes sistemas, como se puede observar en la tabla abajo.

PARÁMETRO DE SOLUBILIDAD DE RESINAS (J/cm³)^{1/2}

	δ_D	δ_P	δ_H
NITROCELULOSA	15,41	14,73	8,84
ACETATO DE POLIVINILO	20,93	11,27	9,66
CLORURO DE POLIVINILO	18,72	10,03	3,07
POLIMETILACRILATO	18,64	10,52	7,51
ACETOBUTIRATO DE CELULOSA	15,75	—	8,59
POLIAMIDA	17,43	—	14,5
RESINA ALQUÍDICA DE ACEIRE DE CADENA CORTA	18,50	9,21	4,91
POLIESTER SATURADO	21,54	14,94	12,38
URÉA Y FORMALDEHÍDO	20,81	8,29	12,71

La nitrocelulosa puede emplearse en los siguientes sistemas:

SISTEMA	COMPONENTES
Binario	Nitrocelulosa / Plastificante
Ternario	Nitrocelulosa / Plastificante / Resina
Cuaternario	Nitrocelulosa / Plastificante/ Resina A / Resina B

Los sistemas binarios se emplean cuando la nitrocelulosa es de viscosidad mediana y hay necesidad de mejorar la flexibilidad por adición de plastificantes apropiados.

El sistema ternario es el más empleado porque provee un excelente balance entre flexibilidad, propiedades mecánicas y apariencia. Hay que balancear los componentes de acuerdo con las propiedades necesarias, pero las referencias abajo son típicas y sirven de punto de partida en las formulaciones:

PROPORCIÓN ENTRE TRES RESINAS

Nitrocelulosa	Plastificante	Alquídica	1 : 0,5 : 1,5
Nitrocelulosa	Plastificante	Maleica	1 : 0,3 : 1
Nitrocelulosa	Plastificante	Cetóica	1 : 0,5 : 1
Nitrocelulosa	Plastificante	Amínica	1 : 0,5 : 0,5

La nitrocelulosa se emplea en un rango de un 33% hasta 50% respecto al contenido de los sólidos en la resina modificadora y del plastificante y puede combinarse con resinas polares como:

- ◆ Alquídicas
- ◆ Maleicas
- ◆ Amínicas
- ◆ Fumáricas
- ◆ Fenólicas
- ◆ Epoxi
- ◆ Poliamidas
- ◆ Poliésteres
- ◆ Acrílicas
- ◆ Ésteres de brea
- ◆ Cetónicas
- ◆ Acetatos de polivinilo
- ◆ Vinílicas

El sistema cuaternario tiene una composición más compleja cuyas componentes deben ser cuidadosamente balanceadas para producir las propiedades deseadas. La relación entre las resinas va a depender mucho del tipo de nitrocelulosa utilizada y los dos sistemas abajo son los más empleados:

RELACIÓN ENTRE CUATRO RESINAS

Nitrocelulosa	Plastificante	Alquídica	Maleica	1 : 0,2 a 1 : 0,5 a 3 : 0,5 a 1
Nitrocelulosa	Plastificante	Alquídica	Amínica	1 : 1 a 1,5 : 1 a 2 : 0,1 a 0,3

2.1-Modificaciones con resinas alquídicas

Las resinas alquídicas se obtienen mediante esterificación de polialcoholes con ácidos policarboxílicos y al menos uno de los alcoholes debe ser trihídrico. Normalmente se modifican con aceites o con ácidos naturales o sintéticos.

Las propiedades de las resinas alquídicas se pueden modificar mediante una gran variedad de factores, por ejemplo el tipo y el tenor de aceite en la resina, ácidos grasos, además de alteración con otros componentes tales como brea, resinas fenólicas, resinas esterificadas, etc.

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

Dependiendo del tenor de aceite, las resinas alquídicas se pueden clasificar en cortas (<40%), medianas (40 - 60%) y largas (>60%).

Las resinas alquídicas utilizadas con nitrocelulosa son las más empleadas y pueden ser del tipo con aceite de cadena corta o median, o sea, la cadena del aceite puede variar de un 32% hasta 38%, presentando buena compatibilidad con la nitrocelulosa.

Normalmente se derivan de

- ◆ aceites semi-secantes
- ◆ soja
- ◆ aceite de ricino deshidratado
- ◆ aceites no secantes
- ◆ fruto del babassu
- ◆ aceite de ricino crudo

Las resinas alquídicas derivadas de aceites secantes son reactivas, o sea, forman polímeros en la película y se emplean en

- ◆ agentes de imprimación
- ◆ agentes niveladores de superficie
- ◆ fondos y masas

y son responsables de las siguientes propiedades:

- ◆ adherencia a sustratos metálicos
- ◆ aumento de dureza
- ◆ resistencia química de la película

Las resinas alquídicas derivadas de aceites no-secantes no se alteran en la película; actúan como plastificantes y se emplean en pinturas de acabado, con la finalidad de:

- ◆ mejorar la apariencia
- ◆ aumentar el brillo
- ◆ dar más cuerpo a la película
- ◆ aumentar la resistencia a la luz
- ◆ plastificar la película

La resina alquídica se emplea en una proporción de un 50% sobre el total de las resinas.

Se emplean también las resinas alquídicas de aceite de cadena corta de 37% en los sistemas curables por ácidos, en combinación con las resinas de nitrocelulosa y urea + formaldehído.

Hay una gran variedad de resinas y suministradores, pero es posible establecer fácilmente la equivalencia entre los diversos tipos de acuerdo con la naturaleza y con el tamaño de la cadena del aceite, la viscosidad y el contenido de sólidos.

*Ejemplos de tipos comerciales:

Alkydal	Bayer
Beckosol	Reichold
Setalin Akzo Resins	
Synolac	Cray Valley
Vialkyd	Solutia
Worléekyd	Worlée Chemie

2.2-Modificaciones con resinas maleicas

Las resinas maleicas se obtienen por isomerización del ácido abiético a ácido levopimárico y reacción con anhídrido maleico, formando productos duros.

Se emplean en combinación con nitrocelulosa para aumentar:

- ◆ dureza
- ◆ secado
- ◆ brillo
- ◆ adherencia
- ◆ resistencia al agua.

El uso de las resinas maleicas está muy difundido en acabados de madera para aumentar la lijabilidad y la resistencia al apilamiento y en tintas de impresión para evitar problemas al embobinar las películas plásticas impresas.

Se emplean en sistemas ternarios o cuaternarios en la proporción de un 30% hasta 45% sobre el total de las resinas.

*Ejemplos de productos comerciales

DSM
Osborn
Reichhold
Solutia
Worlée

2.3-Modificaciones con resinas de poliamida

Resinas de poliamidas son productos de policondensación de diaminas con ácidos dicarboxílicos, resultando en compuestos de estructura lineal.

Las resinas de poliamida se utilizan en combinación con nitrocelulosa en tintas gráficas líquidas para rotografía o flexografía, con la finalidad de promover

- ◆ mejor adherencia sobre películas poliolefínicas
- ◆ alto brillo
- ◆ resistencia a:
 - grasas
 - agua helada
 - detergentes

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

Las resinas comerciales empleadas se derivan de ácido graso dimerizado y poliaminas alifáticas, produciendo la versión soluble en alcohol y la versión soluble en acetatos/cetonas. Normalmente se emplean en proporciones variables, pero la más típica es la de 2:1 con la nitrocelulosa AN o BN correspondiente.

* Ejemplos de productos comerciales:

-Elvamide	DuPont
-Eurelon	Witco
-Polimyd	Lawter
-Ultramid	Basf
-Vestamid	Huls

-Tipo soluble en acetato/cetona
Versamid Línea 900 Cognis
Eurolon 930 Witco

- Tipo soluble en alcohol
Versamid Línea 700 Cognis

2.4 –Modificaciones con resinas de melamina y formaldehído

Las resinas de melamina y formaldehído se obtienen por medio de una reacción de melamina y formaldehído, en dos etapas: formación de melamina metilada y alquilación con alcoholes tales como metanol, butanol o isobutanol, dando mezclas complejas distribuidas por 3 tipos distintos.

Las resinas de melamina y formaldehído utilizadas con nitrocelulosa son butiladas o isobutiladas con la finalidad de promover:

- ◆ alta flexibilidad
- ◆ brillo
- ◆ durabilidad
- ◆ resistencia al calor
- ◆ resistencia a la luz

Se emplean principalmente en lacas de nitrocelulosa para repintura automotriz. Se utilizan con más frecuencia en los sistemas cuaternarios en combinación con resinas alquídicas y un plastificante, adicionadas en una proporción de hasta un 10%.

*Ejemplos de productos comerciales

Cibamin M	Ciba
Luwipal	BASF
Maprenal	Solutia
Plascon	Allied Chemical
Setamine	Synthese
Super Beckamine	Reichhold

2.5-Modificación con resinas de urea y formaldehído

Las resinas de urea y formaldehído son productos de reacción de adición de formaldehído al grupo amínico de la urea. Estas resinas de bajo peso molecular y alta reactividad son bastante utilizadas en combinación con nitrocelulosa y con resinas alquídicas de aceites de cadenas cortas y medianas, en sistemas curables por ácido, para secado al aire o a bajas temperaturas, promoviendo la formación de películas de

- ◆ alta flexibilidad
- ◆ brillo
- ◆ durabilidad
- ◆ resistencia al calor
- ◆ resistencia a la luz

*Ejemplos de productos comerciales:

Cibamin	Ciba
Plastopal	Basf
Plyamin	Reichold
Viamin Solutia	

2.6-Modificación con resinas de benzoguanaminas

Las resinas de benzoguanaminas se obtienen de manera semejante a las resinas de melamina, o sea, mediante adición de formol a la benzoguanamina, seguida de alquilación con butanol, con producción de resinas de baja viscosidad y menor reactividad que las resinas de melamina.

En combinación con nitrocelulosa producen lacas con más

- ◆ brillo
- ◆ cuerpo
- ◆ adherencia

*Ejemplos de tipos comerciales

Maprenal	Vianova
----------	---------

2.7-Modificación con resinas carbámicas

Las resinas carbámicas se basan en butiluretano y formaldehído y se emplean con nitrocelulosa para acabados de madera con la finalidad de mejorar:

- ◆ flexibilidad
- ◆ adherencia
- ◆ brillo
- ◆ durabilidad exterior

*Ejemplo de tipos comerciales:

Resamin HF	Solutia
------------	---------

2.8-Modificación con resinas de acetobutirato de celulosa (CAB)

El CAB se obtiene por esterificación mixta de celulosa con anhídridos de los ácidos acético y butírico y se caracteriza por su viscosidad, por la relación de los dos radicales ácidos y por la cantidad de grupos hidroxilos libres. Aumentando el porcentaje de butiral, aumentan la compatibilidad, la solubilidad y la resistencia al agua y disminuyen la dureza y el punto de fusión.

La estructura química del CAB es semejante a la de la nitrocelulosa y ciertos tipos se emplean en combinación con ella para mejorar:

- ◆ resistencia al amarilleamiento
- ◆ formación de manchas en metales
- ◆ adherencia
- ◆ “cold check” en acabados para madera

La resina de CAB puede adicionarse hasta un 50%, pero como su peso específico es un 20% menor que el de la nitrocelulosa, es posible substituir proporcionalmente una cantidad mayor de nitrocelulosa. Hay que ponderar bien el uso de ACB ya que su costo puede influir en el costo del producto.

*Productos comerciales

*ACB 381-2 (Eastman)

*ACB 381-20 (mayor viscosidad) (Eastman)

2.9- Modificación con resinas cetónicas

Las resinas cetónicas se obtienen mediante co-condensación de formaldehído con cetonas y el resultado es una gran variedad de productos, dependiendo del tipo de cetona empleado.

En combinación con nitrocelulosa estas resinas proveen:

- ◆ brillo
- ◆ películas con más cuerpo
- ◆ porcentaje mayor de sólidos
- ◆ adherencia
- ◆ secado
- ◆ lijabilidad

Las resinas cetónicas se emplean en tintas de impresión y también para mejorar la lijabilidad de productos para madera.

*Ejemplo de productos comerciales

Kunstharz AP Degussa
Solutia

2.10- Modificación de resinas acrílicas

Las resinas acrílicas se obtienen mediante adición múltiple de monómeros de los ácidos acrílico y metacrílico y sus ésteres. Las propiedades van a depender de la naturaleza y de la proporción de los monómeros en el polímero, bien como de su peso molecular.

Las resinas acrílicas se clasifican en termoplásticas y termofijas.

Las resinas acrílicas utilizadas en combinación con la nitrocelulosa tienen naturaleza termoplástica y se emplean para mejorar:

- ◆ adherencia
- ◆ resistencia a la luz
- ◆ películas transparentes

Debido a su impacto en la apariencia, se emplean principalmente en acabados de vehículos automotores.

*Ejemplo de productos comerciales
Halwemer 1241 (Albertus Huttenes)

2-11-Modificación con resinas de PVA (acetato de polivinilo)

El PVA se obtiene por homopolimerización del monómero acetato de vinilo; el resultado es un polímero amorfo soluble en acetatos, cetonas y alcoholes.

Debido a su alta resistencia a intemperie, se pueden emplear en combinación con nitrocelulosa para mejorar:

- ◆ adherencia
- ◆ resistencia a la luz

*Ejemplos de productos comerciales

Lutofan	BASF
Solvic	Solvay
Vilit	Degussa
Vinnol	Wacker

2.12-Modificación con resinas vinílicas

Las resinas vinílicas se obtienen mediante reacción de etileno y alcohol en presencia de oxígeno; el resultado es una amplia variedad de resinas que van a depender del tipo del alcohol, del número de hidroxilos y del grado de polimerización.

Las resinas vinílicas aplicables con nitrocelulosa son del tipo de éter polivinílico y se emplean más como resina plastificante para mejorar:

- ◆ adherencia
- ◆ flexibilidad
- ◆ resistencia química

*Ejemplos de productos comerciales

Lutonal	(BASF)
Lumpoflex	(BASF)

2-13-Modificados con resinas de isocianato

La nitrocelulosa se puede modificar con diisocianatos en sistemas de uno o dos componentes y el resultado son películas de resistencia superior respecto a

- ◆ abrasividad
- ◆ resistencia al apilamiento
- ◆ secado exento de polvo

2-14-Influencia de las resinas en las propiedades de la película

Adherencia en películas poliolefínicas
Poliamida

Adherencia en metal
Resinas alquídicas secantes

Adherencia
Maleicas
Benzoguanaminas
Carbámicas
Acetobutirato de celulosa
Acrílicas termoplásticas
PVA
Vinílicas

Apariencia / Acabado de la superficie
Alquídicas no-secantes

Brillo
Alquídicas no-secantes
Maleicas
Poliamidas
Melamina y formaldehído
Urea y formaldehído
Benzoguanaminas
Carbámicas

Cuerpo de la película
Alquídicas no-secantes
Benzoguanaminas

Dureza
Alquídicas secantes
Maleicas

Elasticidad
Alquídicas no-secantes
Melamina y formaldehído
Benzoguanamina

Flexibilidad

Amínicas
Urea y formaldehído
Carbámicas
Vinílicas

Lijabilidad

Maleicas
Resistencia química
Alquídicas secantes
Vinílicas

Resistencia a las grasas y detergentes

Poliámidas
Resistencia a la luz
Alquídicas no-secantes
Melamina y formaldehído
Urea y formaldehído
Carbámicas
Acrílicas termoplásticas
PVA

Resistencia al calor

Melamina y formaldehído
Urea y formaldehído

Resistencia al agua

Maleicas
Poliámidas

Resistencia al amarelecimiento

Acetobutirato de celulosa
Acrílicas termoplásticas

Resistencia a la formación de manchas

Acetobutirato de celulosa

Resistencia al "cold check"

Acetobutirato de celulosa

Resistencia al apilamiento

Poliuretano

Resistencia a arañazos

Poliuretano

Secado

Maleicas

(véase Apéndice 1)

3-Plastificantes

Los plastificantes son componentes imprescindibles en la mayoría de los sistemas de nitrocelulosa. Solamente las resinas de nitrocelulosa de alta viscosidad tienen elasticidad suficiente para no necesitar un plastificante, pero su uso en sistemas exclusivos es limitado a causa del bajo tenor de componentes no-volátiles en sus soluciones.

El porcentaje de plastificante con relación a la nitrocelulosa va a depender mucho del tipo de sustrato, ya que cuanto mayor su flexibilidad, mayor la necesidad de usar un plastificante. La cantidad de plastificante también depende del uso de otras resinas capaces de influir en la flexibilidad, como por ejemplo las resinas de melamina y formaldehído.

Tenor de plastificante recomendado

SISTEMA	PORCENTAJE SOBRE NITROCELULOSA
Imprimador en el taller mecánico	0 a 20
Sistemas para madera	20 a 40
Sistemas para metales	40 a 60
Sistemas para papeles	50 a 60
Sistemas para cuero	80 a 100

Los plastificantes tienen peso molecular mucho menor que las resinas y deben satisfacer las siguientes exigencias:

- ◆ compatibilidad con la nitrocelulosa y con las resinas empleadas
- ◆ eficacia: mejor resultado con cantidades menores
- ◆ permanencia en la película: deben tener baja volatilidad
- ◆ estabilidad: resistentes a la luz, al calor, a la humedad y a los agentes químicos

De manera general, la nitrocelulosa es compatible con la mayor parte de los plastificantes, excepto las resinas plastificantes carbamida (Uresin), éter metilpolivinílico y éter etilpolivinílico

Parámetros de solubilidad de los plastificantes más comunes

PLASTIFICANTE	δD	δP	δH
			□□□□□ □□□□□ □□□□□
ftalato de dimetilo	18,5	10,8	4,9
ftalato de dietilo	17,5	9,57	4,49
ftalato de dibutilo	17,7	8,57	4,08
ftalato de butilbencilo	18,9	11,3	3,10
ftalato de dioctilo	16,6	6,98	3,10

Los plastificantes más empleados son los ftalatos, pero el ftalato de dibutilo (DBP) es el más empleado de todos por proveer:

- ◆ buena resistencia
- ◆ flexibilidad
- ◆ baja toxicidad
- ◆ aumento de la tensión superficial
- ◆ compatibilidad entre la nitrocelulosa y las resinas

Para sistemas que exigen propiedades específicas se emplean plastificantes especiales de acuerdo con la calidad que se desea realzar:

Adherencia

Poliacrilatos
Éter polivinílico

Estabilidad al calor

Ftalato de dioctilo
Ftalato de didecilo
Aceites epoxidados

Estabilidad a la luz

Ftalato de dioctilo
Citrato de acetilbutilo
Aceites epoxidados
Ésteres del ácido cítrico

Resistencia al agua

Ftalato de dioctilo

Retardante a la llama

Fosfato de tricresilo
Fosfato de trifenilo
Fosfato de tricoloroetilo

Dureza

Alcanfor
Éter polivinilmetílico

Brillo

Éter polivinilmetílico

(véase Apéndice 1)

Dado que no existe un plastificante universal, para obtener la mejor selección es necesario establecer una buena definición de las propiedades pretendidas, con ensayos de laboratorio.

4-Aditivos

El peso molecular alto de la nitrocelulosa torna la película menos sensible a la ocurrencia de defectos relacionados con la tensión superficial o con la movilidad de los pigmentos. Los aditivos más comúnmente usados son:

- ◆ Dispersantes
- ◆ Anti-arañazos
- ◆ Antiespumantes
- ◆ Promotores de adherencia y
- ◆ Absorbedores de la radiación ultravioleta.

4.1- Dispersantes

Se emplean en la molienda y estabilización de los pigmentos durante el proceso de fabricación. La molienda de los pigmentos en las resinas alquídicas compatibles con la nitrocelulosa es la práctica más común y se emplean como agentes de dispersión ciertos polímeros de peso molecular alto. Estos aditivos se deben incorporar a la mezcla de resina y pigmento antes del proceso de molienda, en la proporción de un 0,1 hasta 0,5% sobre el total del pigmento.

*Ejemplo de productos comerciales

- *Disperbyk 106 o 108 (Byk)
- *Solperse HyperDispersantes (Avecia)
- *Nuosperse 657 (Nuodex)

4.2 - Antiespumantes

Los solventes orgánicos utilizados en pinturas a base de nitrocelulosa evitan la formación de espuma debido a su baja tensión superficial, pero en los sistemas de aplicación en cortina es posible la formación de burbujas. El defecto puede corregirse con el empleo de polisiloxanos con viscosidad entre 5.000 y 50.000 mPa.s o de siloxanos modificados con flúor en una proporción de un 0,1% hasta 0,5% de una solución al 10% del aditivo calculado sobre la pintura.

*Ejemplos de productos comerciales

- Byk 066 o 141 o 065 (Byk)
- Addid 761 o 751 (Wacker)

4.3- Nivelantes y resistentes a los arañazos

La adición de tensoactivos sirve para producir una superficie de película húmeda y con tensión superficial homogénea que impide la formación de células de Bernard y promueve una evaporación uniforme de los solventes. Esto puede evitarse por adición de polímeros de polisiloxanos modificados con poliéster en una concentración de un 0,1% hasta 1% sobre la pintura.

*Ejemplos de productos comerciales

- Byk 302 o 306 (Byk)
- Addid BO O Addid 100 (Wacker)

4.4 - Promotores de adherencia

La adherencia está directamente relacionada con la rugosidad y con la tensión superficial de la superficie que va a recibir la pintura. La adherencia será peor tanto más cuanto más uniforme y más baja sea la tensión superficial de la superficie. Los casos más críticos ocurren en los sustratos plásticos poliolefínicos que, además de exigiren un tratamiento preliminar de la superficie para activarla, necesitan aditivación de la pintura para promover la adherencia necesaria.

Se puede mejorar la adherencia en sustratos metálicos mediante adición de resinas de poliésteres especiales en una proporción de un 5% hasta 15% de resina sobre los sólidos de la nitrocelulosa.

*Ejemplo de productos comerciales;

Adhesion Resin LTW	(Degussa)
Flex 188	(King)

La adherencia a los sustratos plásticos está mucho más crítica, pero hay diversos aditivos que promueven su mejoría, a condición de que sean tratados primero con Corona. En estos casos la costumbre es emplear aditivos a base de organosilanos, titanatos y zirconatos.

Los organosilanos tienen una naturaleza química bipolar donde el grupo silanol establece un enlace fuerte con el sustrato y el restante de la cadena polímera con la resina de la pintura, promoviendo adherencia en los sustratos críticos. Los organosilanos pueden usarse como imprimadores o adicionados directamente a la pintura. Normalmente están usados en la proporción de un 0,1% hasta 3% sobre los sólidos de la pintura.

*Ejemplos de productos comerciales:

Addid 900 y 903	(Wacker)
-----------------	----------

Los titanatos tienden a amarillear en presencia de productos fenólicos o de pinturas blancas; en estos casos la preferencia es por los zirconatos, ya que, además de no alteraren el color, reaccionan más lentamente en contacto con trazos de agua y son más estables. Estos productos promueven una degradación polímera entre los sitios activos del sustrato y la resina de la pintura. Se indican especialmente para la rotografía y flexografía, donde se utilizan en el rango de un 1,5% hasta 3% sobre el total.

*Ejemplos de productos comerciales:

Tyzor GBA e IAM	(DuPont)
-----------------	----------

4.5- Estabilizantes resistentes a la luz

Se emplean en pinturas directamente expuestas a la radiación solar, cuyos componentes UV promueven una degradación que depende de los polímeros utilizados. Ciertos pigmentos tales como el dióxido de titanio y el negro de humo, absorben las radiaciones UV y disminuyen su

efecto, pero las películas de baja pigmentación o películas transparentes exigen el uso de estabilizantes resistentes a la luz. El porcentaje de uso puede llegar hasta un 1,5% sobre el contenido de sólidos de la pintura.

Los estabilizantes resistentes a la luz se emplean de dos en dos y están formados por un absorbedor de la radiación UV y un antioxidante para evitar la propagación de los radicales libres que se forman en la superficie.

Los absorbedores de rayos UV se basan en benzotriazoles o triazinas y los antioxidantes son del tipo de aminas impedidas (HALS).

*Ejemplos de productos comerciales:

Absorbedores de rayos UV
Tinuvin 328, 384, 900 y 928
Aminas impedidas (HALS)
Tinuvin 111FD, 123, 144, y 292

4.6 - Ceras

Se usan comúnmente para modificar las características del rozamiento superficial o para obtener una apariencia fosca, pero su uso está limitado, ya que influyen negativamente en la adherencia con el sustrato o con cualquier capa aplicada después.

Los principales tipos de ceras empleados son sintéticos, tales como:

- ◆ Ceras de polietileno
- ◆ Ceras de polipropileno micronizadas
- ◆ Ceras a base de teflón
- ◆ Parafina

Ejemplos comerciales

-Cera A BASF
-Lancowax Langer
-Cera PA 130 Hoechst

4.7 - Secadores

Los secadores del tipo del octoato o naftenato se pueden emplear siempre que la resina alquídica modificadora sea a base de aceites secantes, pero no son los componentes principales de estas resinas y no hay prueba de que el secado final de la película es comprobadamente influenciado por los secadores, ya que ellos actúan solamente en la reacción oxidante de formación de películas, mientras el mecanismo principal de la formación de películas en las lacas se basa en la evaporación del solvente.

4.8 - Antipelícula

La función de los aditivos antipelícula del tipo de la cetoxima es evitar la oxidación de la superficie de la tinta en el interior del embalaje al ponerse en contacto con el oxígeno del aire. Este fenómeno ocurre solamente con las resinas alquídicas derivadas de aceites secantes, pero no hay necesidad de usarlas porque el porcentaje de estas resinas en una laca es pequeño y normalmente se trata de resinas de aceite de cadena corta.

NITROQUÍMICA

5-Solventes

La solubilidad de la nitrocelulosa va a depender de:

- ◆ Tenor de nitrógeno de la nitrocelulosa
- ◆ Viscosidad de la nitrocelulosa (grado de viscosidad)
- ◆ Tipo de solvente empleado
- ◆ Temperatura
- ◆ Proceso de disolución

La nitrocelulosa es extremadamente soluble en los siguientes solventes activos:

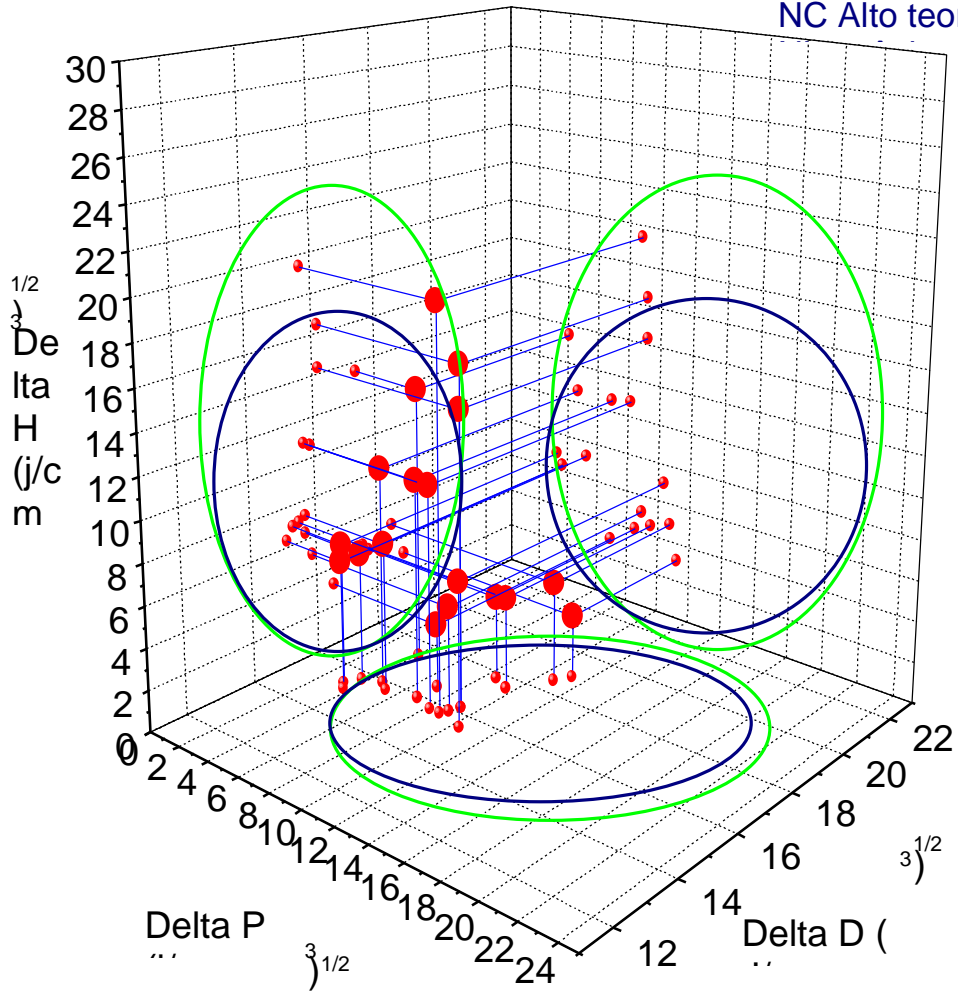
- ◆ Ésteres
- ◆ Cetonas
- ◆ Éteres glicólicos
- ◆ Ésteres de éteres glicólicos
- ◆ Metanol (único alcohol)
- ◆ Solventes especiales:
 - *tetrahidrofurano
 - *2 nitropropano
 - *n,n-dimetilformamida
 - *n-metil-2-pirrolidona

y es insoluble en alcoholes, solventes aromáticos y alifáticos, aunque estos se empleen como solventes latentes o diluentes en combinación con los solventes activos.

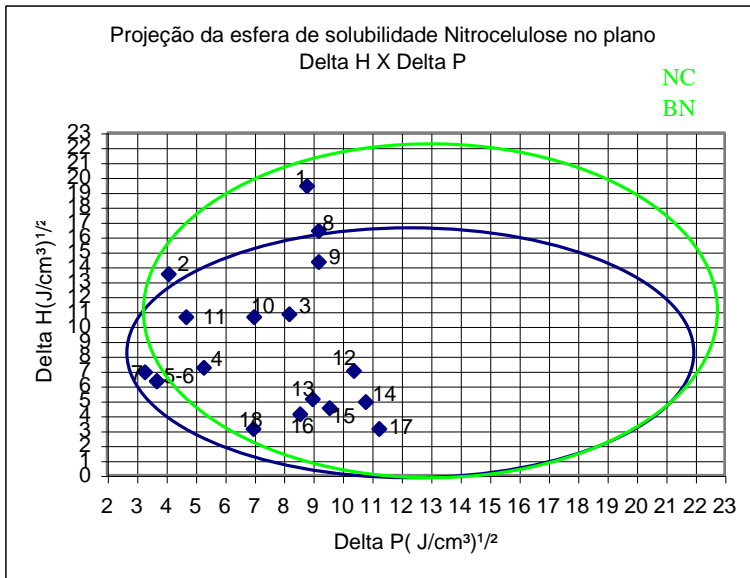
El poder de solubilización se caracteriza por tres valores numéricos llamados parámetros de solubilidad: $\square P$, $\square D$ y $\square H$. Estos se consideran los verdaderos solventes a condición de que estén dentro de la esfera de solubilidad de la nitrocelulosa.

Los gráficos abajo presentan la localización de los diversos solventes en la esfera de solubilidad de la nitrocelulosa de los tipos de alto nitrógeno (AN) y bajo nitrógeno (BN).

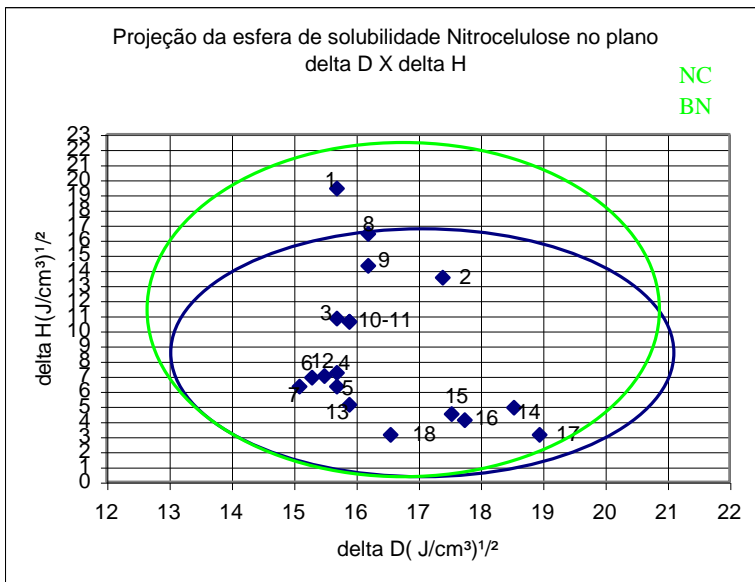
NC Bajo tenor de nitrógeno
 NC Alto tenor de nitrógeno



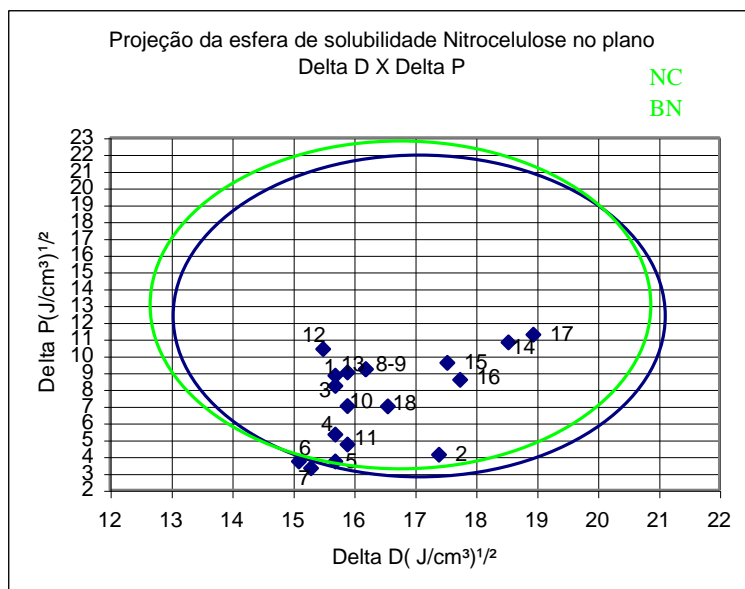
BN = bajo tenor de nitrógeno // AN = alto tenor de nitrógeno
 Proyección de la esfera de solubilidad de la nitrocelulosa



Proyección de la esfera de solubilidad de la nitrocelulosa en el plan Delta P (J/cm³)¹/²



Proyección de la esfera de solubilidad de la nitrocelulosa en el plan Delta D x Delta H



Proyección de la esfera de solubilidad de la nitrocelulosa en el plan Delta D x Delta P

Tabla 1. Parámetros de solubilidade de los solventes

Solventes	Parámetro de solubilidade		
	$\delta_D(j/cm^3)^{1/2}$	$\delta_P(j/cm^3)^{1/2}$	$\delta_H(j/cm^3)^{1/2}$
1 Etanol	15,7	8,8	19,4
2 Ciclohexanol	17,4	4,1	13,5
3 Alcohol diacetónico	15,7	8,2	10,8
4 Acetato de etilo	15,7	5,3	7,2
5 Acetato de butilo	15,7	3,7	6,3
6 Acetato de isobutilo	15,1	3,7	6,3
7 Acetato de amilo	15,3	3,3	6,9
8 Éter metílico del etilenglicol	16,2	9,2	16,4
9 Éter etílico del etilenglicol	16,2	9,2	14,3
10 Éter butílico del etilenglicol	15,9	7,0	10,6
11 Acetato del éter etílico del etilenglicol	15,9	4,7	10,6
12 Acetona	15,5	10,4	7,0
13 Metil etil cetona	15,9	9,0	5,1
14 Ftalato de dimetilo (DMP)	18,5	10,8	4,9
15 Ftalato de dietilo (DEP)	17,5	9,57	4,49
16 Ftalato de dibutilo (DBP)	17,7	8,57	4,08
17 Bencilftalato de butilo (BBP)	18,9	11,3	3,10
18 Ftalato de dioctilo (DOP)	16,6	6,98	3,10

La viscosidad de una solución de nitrocelulosa va a depender muchísimo de la composición de los solventes empleados; aunque que sean utilizados solamente solventes activos verdaderos, habrá una gran diferencia dependiendo del solvente empleado.

**Viscosidades relativas de solución de nitrocelulosa
AN ½ Seg con un 12,2% de sólidos**

SOLVENTE	VISCOSIDAD RELATIVA
Acetona	10
Metil etil cetona	15
Metil isobutil cetona	29
Acetato de Etilo	30
Acetato de Butilo	54
Éter monoetílico del etilenglicol	106
alcohol diacetónico	220

Los solventes para la nitrocelulosa se clasifican en:

5.1- SOLVENTES ACTIVOS

Son los solventes verdaderos que se mezclan con la nitrocelulosa en todas las proporciones, dando soluciones transparentes; los parámetros de solubilidad de tales solventes están situados en la esfera de solubilidad de la nitrocelulosa.

Se pueden subdividir en 3 tipos, dependiendo de su punto de ebullición:

Leves: punto de ebullición < 100°C: empleados en grandes cantidades para reducir mucho la viscosidad y promover un secado rápido.

Ejemplos: acetona, acetato de etilo, metil etil cetona.

Medianos: punto de ebullición (100 – 140°C): empleados en cantidad moderada, promueven el esparcimiento y la nivelación de la película.

Ejemplos: acetato de butilo, metil isobutil cetona, etilenglicol, Dowanol PM

Lentos: punto de ebullición arriba de 140°C: empleados en cantidad limitada, promueven alto brillo y adherencia

Ejemplos: alcohol diacetónico, acetato de etilenglicol, Dowanol PMA

Súper Lentos: (170°C): empleados en ambientes muy húmedos, evitan la falta de brillo (*blushing*) de la película.

Ejemplos: butilenglicol, etilenglicol

5.2- Solventes auxiliares

Son los solventes latentes que por ellos mismos no solubilizan la nitrocelulosa, pero actúan en sinergia con los solventes activos, bajando la viscosidad de la solución y también el costo, además de ayudar en la solubilización del plastificante en la nitrocelulosa

Ejemplos: etanol isopropanol, butanol, isobutanol.

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

5.3- Diluentes

No disuelven la nitrocelulosa, pero mezclados con los solventes activos ayudan a reducir el costo de la composición de los solventes.

Ejemplos: toluol, xilol, naftas alifáticas

La composición genérica de una mezcla de solventes para nitrocelulosa contiene en general la siguiente proporción:

Respecto a la naturaleza del solvente

ACTIVOS	LATENTES	DILUENTES
Ésteres / Cetonas/ Éteres glicólicos	Álcoholes	Aromáticos
20%	20%	60%

Respecto a la velocidad de evaporación del solvente

RÁPIDOS	MÉDIANOS	LENTOS
25%	30%	45%

Así, es posible alterar una dada composición mediante substitución de solventes, a condición de mantener las proporciones arriba.

6-Pigmentos

Los pigmentos se emplean con finalidades decorativas y funcionales y son seleccionados de acuerdo con:

- ◆ Color
- ◆ Capacidad de dispersión
- ◆ Transparencia
- ◆ Poder de cubrimiento
- ◆ Resistencia a la humedad
- ◆ Resistencia química
- ◆ Resistencia a la sangría
- ◆ Durabilidad

Los pigmentos son más inertes que las resinas y tienden a fortalecer y proteger la película, proveyendo acabados más durables, pero su uso prolongado también puede tornar la película más quebradiza.

Los pigmentos utilizados en acabados a base de nitrocelulosa normalmente son los mismos utilizados en las pinturas industriales, con la restricción de que no es posible emplear pigmentos de carácter alcalino capaces de reaccionar lentamente con la nitrocelulosa, causando una pérdida de estabilidad y un desarrollo de gases. Los pigmentos del tipo de la purpurina también no pueden emplearse porque tienden a causar bronceamiento.

El empleo de una mezcla de solventes ricos en acetatos, cetonas y éteres glicólicos limita el uso de los pigmentos azo, ya que puede ocurrir una pequeña solubilización del pigmento capaz de provocar su

migración a la superficie y el consecuente bronceamiento del color o sangría en una repintura.

En las tintas gráficas aplicadas por rotografía o flexografía hay que escoger pigmentos de baja abrasividad, con cuidados especiales con los pigmentos inorgánicos del tipo del óxido de hierro o dióxido de titanio encapsulados con sílice, para evitar la ocurrencia de desgaste en los cuchillos o en los cilindros de la impresora.

Para mejor dispersar los pigmentos es preferible emplear molienda en resinas alquídicas de baja viscosidad y en seguida agregar la nitrocelulosa en las bases de la molienda.

Las lacas industriales emplean los mismos pigmentos utilizados ven los esmaltes, con las restricciones estipuladas arriba.

Las lacas de automóviles emplean pigmentos de alta resistencia a la intemperie, distribuidos en las siguientes clases de pigmentos primarios por grupos de colores:

Amarillos

- Azo colorante de níquel
- Cromato de plomo revestido
- Óxido de hierro
- Antrapirimidina
- Isoindolinona
- Flavantrona
- Vanadato de bismuto

Naranja

- Molibdato de plomo revestido
- Antrantona
- Perinona
- Quinacridona

Azules

- Azul de ferrocianina
- Ftalocianina de cobre
- Indantrona

Verdes

- Ftalocianina de cobre
- Verde de cromo

Rojos / Violeta / Marrón

- Quinacridona
- Tioíndigo
- Perileno
- Dioxazina
- Isodibenzantrona
- Pirantrona
- Metal Azo BON
- Metal Azo BOM Arilida

Dorados / Marrón

- Óxido de hierro
- Quinacridona

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

Negro

Negro de humo

Blanco

Dióxido de titanio (rutilo)

7-Cargas

También llamados extensores, estos polvos inorgánicos tienen bajo índice de refracción, o sea, tienen bajo poder de cubrimiento y casi no afectan al color; se emplean con finalidad funcional o económica y pueden influir en las siguientes propiedades:

- ◆ mantener los pigmentos en suspensión
- ◆ alterar la reología de la pintura
- ◆ promover la lijabilidad
- ◆ tornar la tinta fosca
- ◆ aumentar la dureza
- ◆ reducir el costo

Los principales tipos de cargas son:

CAOLÍN

Se caracteriza como Pigment White (pigmento blanco) 19 (77005); también conocido como arcilla para porcelana, presenta típicamente un alto porcentaje de partículas menores que 2 micrones y se emplea para aumentar la eficiencia del dióxido de titanio.

TALCO

Se caracteriza como Pigment White (pigmento blanco) 26 (77718) y existe en las formas fibrosa, lamelar o maciza; puede influir en las siguientes propiedades:

- ◆ aumentar la estabilidad a la sedimentación de la tinta
- ◆ mejorar las propiedades reológicas
 - nivelación
 - esparcimiento
 - aplicación
- ◆ aspecto fosco (forma cristalina)
- ◆ lijabilidad (forma lamelar y granular)
- ◆ resistencia al agua (forma lamelar)

BARITA

Se caracteriza como Pigment White (pigmento blanco) 22 (77210) y presenta una alta inercia química, alta densidad y baja absorción de aceite. Hay que emplearla con cuidado para no disminuir la elasticidad de la película. La barita influye en las siguientes propiedades:

- ◆ Nivelación
- ◆ Relleno
- ◆ Brillo
- ◆ Dureza
- ◆ Resistencia a la abrasión

NITROQUÍMICA

NITRO
QUÍMICA

MICA

Se caracteriza como Pigment White (pigmento blanco) 20 (77019) y existe en la forma de biotita, vermiculita y muscovita; la muscovita es la más empleada por su carácter lamelar y da a la película las propiedades siguientes:

- ◆ Resistencia a la humedad
- ◆ Sellado de los poros de la madera

SÍLICES

Se caracterizan como Pigment White (pigmento blanco) 27 (77811) y están disponibles en forma natural o sintética. La sílice natural puede ser amorfa, cristalina o diatomácea.

La sílice amorfa se emplea por su bajo precio y por su carácter inerte para mejorar:

- ◆ resistencia a la abrasión
- ◆ adherencia

Las sílices sintéticas se clasifican en precipitadas, pirogénicas y aerogeles. Las sílices pirogénicas se emplean mucho para

- ◆ mejorar la tixotropía
- ◆ evitar la sedimentación

Las sílices aerogeles se utilizan como agentes para dejar la pintura fosca, con la ventaja de no afectar otras propiedades tales como resistencias, flexibilidad y transparencia de la película.

8-SISTEMAS DE NITROCELULOSA PARA REPINTURA AUTOMOTRIZ

8.1 - Características

La posibilidad de combinar la nitrocelulosa con una amplia variedad de resinas ha permitido desarrollar los sistemas de:

- ◆ tenor de sólidos más alto
- ◆ buena durabilidad
- ◆ facilidad de aplicación
- ◆ secado rápido

con uso amplio en la repintura de vehículos automotores de colores sólidos.

Por su versatilidad, la nitrocelulosa se emplea en diversos tipos de productos, no sólo fondos sino también acabados:

- ◆ Masa universal
- ◆ Imprimador universal
- ◆ Fondo aislante
- ◆ Laca de nitrocelulosa

La Masa Nitro, el Imprimador Universal y el Fondo Aislante de Nitrocelulosa, además de formaren el sistema de repintura de vehículos automotores, se pueden emplear en otros sistemas de pintura con acabados a base de laca acrílica, base metálica de dos capas y poliéster de dos componentes.

La laca de nitrocelulosa puede emplear las mismas bases de pigmentos que la pintura original manteniendo la fidelidad de los colores en la reparación de vehículos.

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

8.2 -Reglas de formulación

Además de las orientaciones generales dadas en los capítulos anteriores, hay que observar las siguientes reglas:

1-Selección de nitrocelulosa

*Utilizar la nitrocelulosa AN ¼ de segundo de viscosidad más baja para masas, fondos e imprimadores debido al uso mayor de cargas minerales en estos productos, resultando en un aumento mayor de la viscosidad.

*Utilizar la nitrocelulosa AN ½ segundo de viscosidad más alta para barnices y lacas, para obtener las propiedades de la película

*Los ajustes de la viscosidad se pueden hacer con una solución de nitrocelulosa 300 segundos.

2-Selección de la resina alquídica

*Utilizar resina alquídica de aceite de ricino deshidratado de cadena corta en masas, fondos e imprimadores, para promover más resistencia a la corrosión y mejor adherencia.

*Utilizar resina alquídica de aceite de coco de cadena corta en barnices y lacas para promover más brillo, mejor apariencia y más durabilidad, además de plastificar la película.

*Utilizar resina de melamina y formaldehído en la laca de nitrocelulosa para promover mejor apariencia y más durabilidad de la película.

3-Selección del plastificante

*El ftalato de dibutilo es el más indicado para masas, fondos e imprimadores porque tiene viscosidad más baja y es fácil de mojar.

*El ftalato de dioctilo es más indicado para las lacas y barnices porque es menos volátil y más durable y puede ser empleado con aceite de ricino soplado.

4-Selección de los aditivos

*Agentes anti-sedimento

-Bentone 27 para masas

-Bentone 38 con MPA para imprimadores, sellantes y lacas

5-Selección de las cargas

*Se emplea el talco micronizado en masas, imprimadores y sellantes para obtener más cuerpo y disfrazar ciertas imperfecciones pequeñas del sustrato y mejorar la lijabilidad.

9-SISTEMAS DE NITROCELULOSA PARA MADERA

9.1 - Características

Los sistemas a base de nitrocelulosa están muy aplicados en la pintura de muebles de madera, debido a las propiedades siguientes:

- ◆ realzan la apariencia natural de la madera
- ◆ forman películas atóxicas con el uso recomendado para interiores y muebles infantiles
- ◆ el secado rápido sella más los poros de la madera
- ◆ permiten velocidades de producción altas con secado forzado
- ◆ tienen buena resistencia al “cold check” y acompañan las alteraciones de la madera en función de la temperatura y de la humedad del ambiente.

9.2 -Reglas de formulación

Además de las reglas generales de formulación hay que seguir las recomendaciones siguientes:

1-Selección de nitrocelulosa:

*Se emplean mezclas de partes iguales de las nitrocelulosas AN $\frac{1}{2}$ segundo y AN $\frac{1}{4}$ de segundo en los sistemas pigmentados como fondos, sellantes y barnices foscos.

*Para los barnices brillantes la costumbre es utilizar solamente nitrocelulosa AN $\frac{1}{2}$ segundo.

*Los sistemas de nitrouretanos utilizan preferencialmente la nitrocelulosa AN 18-25 segundos.

2-Selección de la resina alquídica

*En los fondos y sellantes se emplean resinas con aceites secantes de cadena mediana o corta como el aceite de ricino deshidratado, que promueven mejor adherencia y lijabilidad.

*En los acabados se emplean resinas con aceites de cadena mediana, como el aceite de fruto de babassu, para producir películas de alto brillo, buena flexibilidad, buen pulimento y buena resistencia al “cold check”.

*En los sistemas de nitrouretanos se emplean las resinas con aceite de cadena mediana, como el aceite del fruto del babassu, que tienen tenores más altos de hidroxilos.

3-Resinas modificadoras

*Las resinas cetónicas o maleicas se emplean en los fondos sellantes para mejorar la adherencia y la lijabilidad. Dado que las resinas maleicas pueden afectar el cold check, en este caso pueden substituirse en parte por estearato de zinc.

*Los sistemas de nitrouretanos de 2 componentes emplean las resinas de isocianato alifáticas del tipo Desmodur L-75 y Desmodur IL-50 de Bayer, adicionadas al barniz inmediatamente antes de la aplicación.

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

4-Aditivos

*Lijabilidad: Empleados en el rango de un 10% de estearato de zinc sobre los sólidos de las resinas; en los sellantes hay que evitar obstrucción de la lija.

*Esparcimiento: El empleo de un 0,1% del aditivo tensoactivo ByK 300 de la Byk favorece el esparcimiento de barnices de alto brillo. En los sistemas de nitrouretanos se obtiene un buen resultado mediante la adición de un 0,2% del Borchigol LAC80 de Bayer o del Byk 306 de la Byk

*Tinta fosca: La sílice Syloid ED-30 en la proporción de hasta un 8% sobre los sólidos del vehículo produce un bajo brillo uniforme.

*Anti-arañazos: El uso de las ceras de polietileno o polipropileno micronizadas aumenta la resistencia a los arañazos. Los aditivos del tipo Lanco Wax PP-1362 – Langer y Ceramat 250 de la Byk han comprobado su eficacia.

*Antiespuma: Los sistemas con nitrouretanos tienden a formar espuma, como es el caso en los sistemas empleados en máquina con cortina. Para evitar la formación de espuma hay que usar tensoactivos del tipo Byk 052k de la Byk.

10-Sistemas de nitrocelulosa para tintas de impresión – Rotografía y flexografía

10.1 -Características

Las tintas para rotografía y flexografía son tintas líquidas de baja viscosidad que se aplican en el rango de 15 a 25 segundos en la copa del Tipo Zahn Nº 2 (18 a 56 centipoise) a la temperatura de 25 °C.

Debido a su rápido secado, se emplean en la industria gráfica para imprimir las bobinas de soportes plásticos poliolefínicos, papeles, hojas laminadas y metalizadas empleados principalmente en la industria de embalaje de comidas.

Rotografía es un proceso de bajo relieve empleado en los casos de producción que exigen una gran fidelidad de la imagen. La flexografía trabaja con alto relieve y se utiliza más cuando hay cambios frecuentes de los colores.

10.2 -Reglas de formulación:

Además de las orientaciones generales dadas en los capítulos anteriores, hay que observar las siguientes reglas:

1-Selección de la nitrocelulosa

*En la rotografía se emplea la nitrocelulosa del tipo AN soluble en acetatos y cetonas, ya que el uso de cilindros de impresión metálicos permite un número mayor de opciones de composición de solventes

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA

*En la flexografía es necesario emplear la nitrocelulosa del tipo BN soluble en alcoholes, ya que el cliché de fotopolímero empleado y el cilindro de caucho limitan el uso de solventes aromáticos, acetatos o cetonas.

*Las resinas de nitrocelulosa más empleadas en los dos tipos son de los rangos de viscosidad $\frac{1}{2}$ segundo, $\frac{1}{4}$ segundo y 18-25 segundos.

2-Resinas modificadoras

*La nitrocelulosa se modifica con otras resinas de poliamida o con resinas maleica, fumárica, de melamina y acrílicas termoplásticas, con la finalidad de aumentar:

- ◆ adherencia sobre los sustratos plásticos
- ◆ sólidos de aplicación
- ◆ flexibilidad
- ◆ brillo

*Las resinas de poliamidas no-reactivas son las mayores modificadoras de la nitrocelulosa y se emplean en una proporción de 2:1; las de alta polaridad se emplean para proveer buena resistencia a las grasas y al agua, y también para promover adherencia en los sustratos plásticos que necesariamente se someten a un tratamiento físico o químico preliminar para activar la superficie.

*Las resinas maleicas y fumáricas se emplean para aumentar la dureza de la película y evitar problemas al formar las bobinas de la película; se emplean en proporciones de 1:1 hasta 3:1 con nitrocelulosa; normalmente se emplea esta última relación en la rotografía.

*Las resinas acrílicas termoplásticas y el acetobutirato de celulosa se emplean cuando la adherencia en el sustrato es difícil.

3-Plastificante

*La necesidad de poco tiempo de secado limita la selección de un plastificante a los solventes como el ftalato de dibutilo (DBP) y el ftalato de dioctilo (DOP) empleados en un rango del 1% hasta 4%.

4-Aditivos

*Los aditivos empleados más comúnmente son los agentes deslizantes del tipo de la cera de polietileno micronizada, por ejemplo la Crodamida AR de Croda.

5-Pigmentos

*La selección de los pigmentos es crítica, ya que ellos deben poseer un alto poder tintóreo y ser capaces de desarrollar alto brillo en la película final.

* En los casos de tinta para rotografía hay que cuidar especialmente de la dureza y de la abrasividad de los pigmentos, para no dañar el cilindro aplicador.

*Debido a la volatilidad de los solventes, la molienda se hace en equipos de molienda cerrados, tales como los molinos de bola de loza o molinos de esferas horizontales.

*La utilización de chips obtenidos en la molienda en seco de pigmento en nitrocelulosa con plastificante en calandrias de 2 cilindros tiene la ventaja de promover alto brillo, alto rendimiento del pigmento y rapidez en la preparación de la tinta.

6. Selección de los solventes

* Para obtener tintas fluidas de baja viscosidad capaces de evaporar antes de rebobinar la película plástica, hay que emplear solventes de gran poder de disolución

*La mezcla de solventes debe ser muy bien balanceada y ajustada a las condiciones operacionales de la máquina, ya que un secado muy rápido puede causar deposición de la tinta en el cilindro y un secado lento puede resultar en un olor residual en la película del embalaje.

*Durante la aplicación de la tinta hay que ajustar periódicamente su composición para compensar el desbalance causado por la evaporación diferencial de solventes de volatilidades diferentes.

*Los principales solventes empleados en pinturas líquidas son los siguientes:

TIPO	SOLVENTES
ACETATO	lo, propilo, isopropilo, butilo (máximo 25% en flexografía)
ÁLCOHOL	etílico, isopropílico, butílico
CETONAS	acetona, metil etil cetona (solamente en rotografía)
AROMÁTICOS	toluol (rotografía)

NITROCELULOSA

NITRO
QUÍMICA