

## CURADO UV Y COLORES VITRIFICABLES

Lic. Federico L. Caviglia - federicocaviglia@laecolors.com - www.laecolors.com

En la actualidad son muy elevadas las chances de encontrarnos con algún objeto que ha sido curado por radiación, desde las cajas de cereales o galletitas que comemos, pasando por los CDs o DVDs que escuchamos o miramos, la tapa de una revista que leemos, el piso flotante por el que transitamos, hasta abonando con una tarjeta de crédito o manejando un automóvil.

Si bien las reacciones fotoquímicas han sido estudiadas desde hace cientos de años, su aplicación comercial en tintas, lacas y pinturas debe ubicarse hace relativamente poco tiempo, alrededor de 1960. Desde entonces, y en particular durante los años '80, el curado por radiación se ha adaptado a los más variados productos y necesidades del mercado, evolucionando los aparatos y dispositivos necesarios para que su empleo sea simple y seguro.

Según los estudios de las consultoras "DSM Coating Resins" y "Freedonia Group" presentados en la conferencia RadTech Internacional North America (abril de 2000), ya se preveía un incremento de entre el 8 y 10% anual en el consumo de estos sistemas de curado para los siguientes 10 años. Actualmente esta tasa de crecimiento se sitúa en aprox. 6,5% anual; se pronostica que la utilización del curado por radiación será el gran fenómeno en los mercados de pinturas, tintas y recubrimientos durante el siglo XXI.

Los mayores mercados de producción y consumo de tintas para curado por radiación se ubican en Estados Unidos, Japón, China y la Unión Europea.

### UV vs. Pinturas tradicionales

Existen varias razones para adoptar la tecnología UV en reemplazo de otras que a igual resultado, son a la larga más costosas o poco amigables con el ambiente. Los motivos son varios, entre ellos:

-Aumento de la productividad: Se usan sistemas libres de solventes que requieren menos de 1 segundo de exposición por lo que el incremento en la producción puede ser muy significativo. Habitualmente el producto una vez curado está listo para su testeó y embalaje.

-Adaptación a sustratos sensibles: La temperatura de curado está controlada y esto lo hace ideal para ciertas superficies que no soportan el calor extremo (Ej.: papel para calcomanías).

-Beneficioso para el ambiente y el usuario: En la mayoría de los casos son sistemas libres de solventes, por lo que las emisiones y la inflamabilidad no son un problema a tener en cuenta. La estación de curado requiere un espacio mínimo en relación con los hornos o secaderos tradicionales.

-Compatibilidad en línea: Se inserta fácilmente en las líneas de producción existentes, en virtud del poco espacio que requiere la lámpara de curado UV.

-Variaciones de viscosidad: Los vehículos tradicionales sufren cambios en su viscosidad durante el trabajo en máquina, debiendo agregarse diluyentes para adecuar la pintura. Los vehículos UV tienen una evaporación casi nula, por lo que se reduce notablemente este problema.

En particular para la impresión de colores vitrificables, ofrece una ventaja sustancial respecto a los colores empastados con aceites tradicionales (la excepción serían los termoplásticos):

-Reducción del tiempo de espera entre la impresión de un color y el siguiente (la lámpara UV cura en fracción de segundos).

### Terminología

Habitualmente se habla de "curado por radiación" (en inglés "RadCure") para todo aquel proceso en el cual una fuente de energía (UV o EB) polimeriza una mezcla de oligómeros y monómeros sobre un sustrato, dejando en fracción de segundos una superficie perfectamente

seca al tacto. Esto se puede aplicar a una pintura, laca, adhesivo o tinta. Sin embargo, cabe aclarar que existen dos sistemas para curar por radiación: uno es el bombardeo de electrones (EB, por electron-beam), y el otro es la luz ultravioleta (UV). La formulación de estos dos sistemas es básicamente la misma, pero debido al alto costo del aparato EB y sus exageradas dimensiones (más adecuadas para el curado de lacas sobre muebles, por ejemplo) nos centraremos en el estudio de las posibilidades que brinda el curado UV para la decoración directa o indirecta de los sustratos que nos interesan: **vidrio, porcelana y cerámica.**

Es importante también diferenciar entre dos términos que a menudo son usados como sinónimos: **secar** y **curar**. Las tintas o pinturas convencionales tienen dentro de su composición solventes y diluyentes, que se evaporan durante el proceso de **secado**; es decir que hay una pérdida de masa entre lo depositado y lo que queda cuando el producto está completamente seco. En cambio, en el **curado** la pintura sufre un cambio en su composición química, fruto de la acción de los rayos UV; es decir que tras la exposición a la fuente de radiación aparece sobre el sustrato un producto nuevo y distinto del aplicado, sin mediar evaporación de solventes: no hay pérdida de masa.

### Composición

La formulación de una tinta UV responde a una balanceada mezcla de materias primas, en la que cada una cumple una función significativa en el proceso de curado. Estos productos se agregan siguiendo una pauta determinada, ya que el exceso o defecto de algún material puede causar que la tinta no reaccione a la luz UV y no se cure.

- **Monómeros:** Molécula de relativamente bajo peso molecular capaz de combinarse con sí misma o con otras mediante sitios reactivos para formar un polímero. Puede ser monofuncional (1 sitio reactivo) o multifuncional (varios sitios). Se usa como diluyente, para disminuir la viscosidad de la mezcla.

- **Oligómeros:** Resina o polímero de bajo peso molecular; generalmente líquido o fácil de disolver. La mayoría de las propiedades de una tinta están determinadas por los oligómeros presentes.

- **Fotoiniciadores:** Sustancia que absorbe luz y produce radicales libres. Son los responsables de la reacción en cadena.

- **Aditivos:** Estabilizadores, antiespumantes, desaeradores, niveladores de superficie, agentes para aumentar la fluidez, etc. Favorecen la aplicación de la pintura.

Hasta aquí hemos visto la formulación de una laca o tinta UV imprimible sobre cualquier sustrato, pero para su aplicación en **colores vitrificables**, debemos agregar algunos productos. Estos son:

- **Pigmentos:** Podrían ser orgánicos (de mayor poder tintóreo), pero para la decoración de superficies vítreas, es inevitable el uso de pigmentos inorgánicos, ya que los primeros no resisten las elevadas temperaturas (superiores a 500°C) necesarias para la cocción final o quema de la pieza. Pueden ser óxidos, cromatos, titanatos, seleniuros, espinelas, y otros compuestos metálicos.

- **Fundentes:** Flux, frita o base. Elemento primordial en la decoración vitrificable, sin el cual no se fijarían los pigmentos al sustrato a decorar. Básicamente se podría decir que es un vidrio finamente molido, con características diversas que le permiten dar el anclaje necesario a un pigmento para decorar cristal, vidrio, porcelana, cerámica o hierro enlozado.

Existe una delicada relación de compromiso entre la parte reactiva y la parte decorativa, ya que la pintura se debe curar y permitir sobreimpresio-

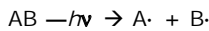
nes, pero también al quemar la pieza en el horno debe desaparecer todo aquello que sirvió de vehículo y quedar sobre la superficie un decorado con buen brillo, definición y color, sin cambios de tono o de intensidad.

**Reacciones**

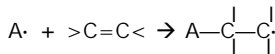
Los **monómeros** son los bloques más simples a partir de los cuales se pueden producir moléculas más grandes; cuentan con insaturaciones (enlaces dobles de carbono, **C**), que son los sitios reactivos que usan para unirse con otras moléculas y formar polímeros u oligómeros. Un **polímero** es una molécula en la cual se repiten unidades de un mismo monómero (polietileno, polivinilcloruro, etc.). **Oligómero** designa a los polímeros que pueden reaccionar para formar una gran combinación de polímeros.

Sin embargo, las insaturaciones presentes tanto en monómeros como en oligómeros no pueden por sí mismas reaccionar para entrecruzarse, y es allí donde se precisa de un **fotoiniciador**, que al ser expuesto a luz UV de **longitud de onda (λ)** entre 200 y 400 nm (nanómetros) inicia la secuencia. Al absorber esta energía produce moléculas muy reactivas conocidas como **radicales libres**, los cuales inician la reacción de entrecruzamiento en los sitios insaturados de oligómeros y monómeros. Estas reacciones suceden a gran velocidad y sin pérdida de peso molecular ni de grosor de la capa de pintura depositada. Todo esto resulta de gran utilidad para trabajos en serie y a gran escala, donde la ganancia se mide en términos de rapidez de producción.

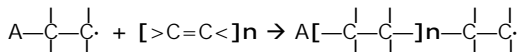
**Formación de radicales libres**



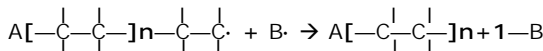
**Paso indicador**



**Propagación de la cadena**



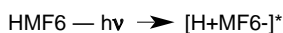
**Paso de terminación**



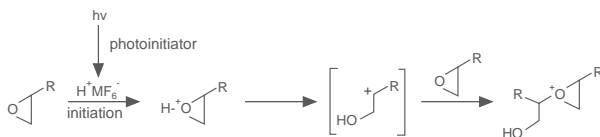
En el paso iniciador  $h\nu$  simboliza la captación de energía, donde  $h$  es la constante de Planck, mientras que  $\nu$  (letra griega nu) es la frecuencia. Por lo tanto: **E = hν**

Vale la pena señalar la existencia de otro mecanismo que utiliza la energía UV de forma similar: son los **fotoiniciadores catiónicos**, que conducen a la polimerización de compuestos epoxi.

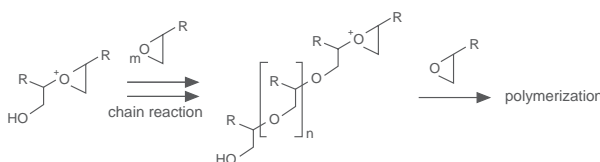
**Activación del fotoiniciador**



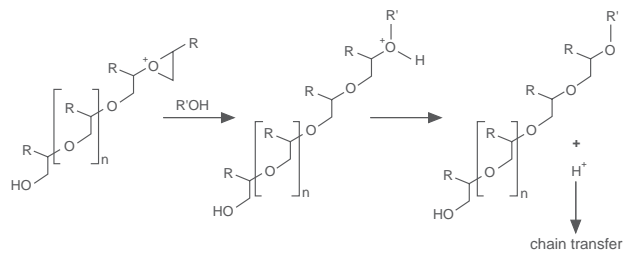
**Paso iniciador**



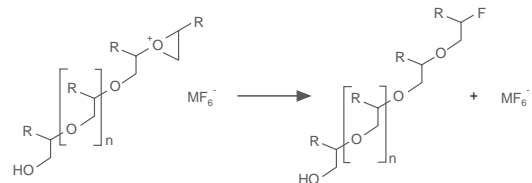
**Propagación de la cadena**



**Transferencia de la cadena**



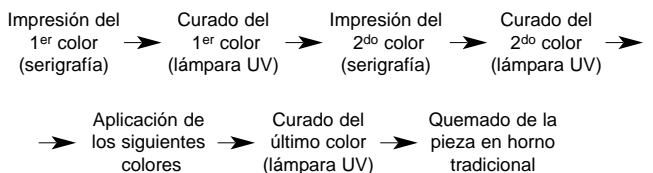
**Terminación de la cadena**



La polimerización de resinas epoxi cicloalifáticas resultan de la generación de un fuerte ácido. Los fotoiniciadores catiónicos suelen ser sales de diazonio, de sulfonio o de ferrocenio; estos reaccionan con el anillo epoxi, abriéndolo para formar un catión reactivo que ataca y abre al siguiente monómero epoxi. Se puede dar la transferencia de cadena al encontrarse con moléculas que contengan un grupo hidroxilo. El paso de terminación se da al neutralizarse la cadena con una especie aniónica.

**Aplicación a la decoración vitrificable**

En el caso de los colores o esmaltes vitrificables, la secuencia de trabajo sería la siguiente:



Este esquema se ajusta a la decoración directa de piezas de cerámica, porcelana o vidrio. Las mallas o telas serigráficas utilizadas se sitúan entre los 120 y 165 hilos/cm, las cuales producen una descarga (por ende, un consumo) menor a lo habitual con pinturas al aceite o termoplásticas.

Como se mencionó antes, el único sistema que se podría comparar al UV en cuanto a la rapidez de impresión sería el uso de pinturas termoplásticas. De todos modos, aún existen otras ventajas cualitativas que favorecen el uso de sistemas UV, por ejemplo la fina capa de tinta depositada en contraste con la gruesa capa que deja la pintura "termo". Esta fina capa, que se toma imperceptible al tacto, unida a una mayor definición en el diseño (gracias al uso de mallas más cerradas) deviene en una mayor calidad de la decoración terminada. En la fabricación de calcomanías vitrificables (decoración indirecta), los pasos son casi los mismos, solo se diferencia en que los colores se imprimen sobre una hoja especial para calcos (posee un lado estucado con una cobertura especial deslizable), y en la sobreimpresión de todo el diseño (tras serigrafiar y curar el último color) con una laca o barniz vitrificable.

Una vez barnizadas las hojas, estas pueden ser almacenadas normalmente, a la espera del momento de aplicarlas sobre la superficie a decorar. La ventaja que presenta el sistema UV es la gran velocidad de producción, comparado con los aceites tradicionales o vehículos sintéticos que demandan varias horas de espera entre la aplicación de un color y el siguiente.

**Mitos y prejuicios**

Existen ciertas creencias negativas con respecto a los materiales y los equipos involucrados en el proceso de curado UV, tal como sucede con toda novedad o cambio al cual debe enfrentarse un equipo de trabajo. En este apartado veremos cuales son los prejuicios más comunes y cual es la realidad al respecto.

**Los materiales UV son peligrosos**

Los materiales UV son menos tóxicos que los sistemas base solvente y que algunos ingredientes de los sistemas hidrosolubles. Esto se basa en:

- tienen un muy alto o no tienen flash-point;
  - baja emisión de VOCs\*;
  - muy baja toxicidad sistémica;
  - no tienen efectos carcinogénicos;
  - no tienen toxinas que afecten al feto o a la reproducción;
  - no califican como residuo peligroso (según la RCRA\* de la EPA\*);
  - no se absorben vía dermis como los solventes;
  - tienen muy baja presión de vapor, lo cual dificulta su inhalación accidental.
- Esto sumado a buenas prácticas de higiene y seguridad en la manipulación de productos químicos, dan por resultado una tecnología relativamente segura de usar.

**La luz UV es peligrosa**

Los efectos biológicos a la exposición a la luz ultravioleta son los típicos síntomas de quemaduras de sol. Por lo tanto, cualquiera que sufra una sobre exposición a la luz UV se daría cuenta rápidamente de lo sucedido como para solicitar atención. Los límites de exposición han sido bien establecidos (ACGIH, NIOSH\*), y mediante placas y cerramientos se limita el escape de luz UV dentro del ámbito de trabajo. El uso de anteojos y guantes de protección es obligatorio.

**Las tintas y pinturas UV son más caras que las convencionales**

Comparando los precios por litro o kilo, los precios de las tintas UV son mayores; pero un análisis más detallado debe tener en cuenta que su rendimiento es mayor ya que no hay evaporación de solventes, por lo cual se puede imprimir con mallas serigráficas más cerradas. Esto deriva en que a igual capa o espesor de pintura depositada, el uso de pintura UV tiene un costo promedio 17% inferior a la tradicional, según datos de RadTech International North America.

**Los equipos UV son muy caros**

En los últimos años los costos de los equipos han descendido considerablemente. A parte de dicho costo, hay otros factores a tener en cuenta:

- Espacio: un secadero por temperatura ocupa un espacio mucho mayor (hasta 10 veces) que un horno UV.
- Consumo de energía: es muy significativo el ahorro de energía que deriva en el empleo de una estación de curado UV respecto a un horno a gas o eléctrico.
- Productividad: los usuarios de curado UV han experimentado una mayor productividad, en función de la rápida puesta a punto del material en máquina, su fácil limpieza y posterior almacenaje (ya que no se evapora, es más sencillo recuperar lo que queda en la pantalla al final de la jornada de impresión y reutilizarlo). Al secarse tan velozmente, se evitan los inconvenientes de contaminación en sustratos decorados, pero que aún no están suficientemente secos.

**Conclusiones**

Los sistemas de curado UV combinados con colores cerámicos o colores para vidrio, ofrecen nuevas alternativas a los decoradores, tanto se trate de grandes fábricas con producción seriada como pequeños talleres de manufactura de calcomanías vitrificables.

El poco conocimiento que aún hay en nuestro medio acerca de la tecnología UV atenta contra la expansión de su uso; tampoco juega a favor del UV la inversión inicial que se debe efectuar para reemplazar sistemas de producción existentes. Pero como en otros casos de tecnologías industriales revolucionarias, un inicio lento y paulatino puede devenir en un crecimiento exponencial en la utilización de este sistema. El paso del tiempo nos permitirá valorar y clasificar el grado de aceptación del curado UV como auxiliar en la decoración vitrificable.

**Abreviaturas (\*)**

- VOC's:** Volatil Organic Compounds (Compuestos orgánicos volátiles).
- RCRA:** Resource Conservation & Recovery Act (Acta de conservación y recuperación de los recursos).
- EPA:** Environmental Protection Agency (Agencia de protección ambiental del gobierno de USA).
- ACGIH:** American Council of Government and Industrial Hygienists (Consejo americano de higienistas del gobierno y la industria).
- NIOSH:** National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto nacional de seguridad y salud ocupacional). ■

**CERAMICOLOR**

- Colores vitrificables para la decoración de loza, porcelana y vidrio.
- Colores para vitrofusión.
- Vehículos grasos secantes y no secantes-Vehículos hidrosolubles.
- Diluyentes y auxiliares-Esencias de trementina, clavo, lavanda.
- Oro líquido y serigráfico.
- Llaves para molde, alisacalcos, soportes para platos y cerámicos.
- Porcelanas en blanco para decorar.

Wernicke 617 (1609) Boulogne, Bs. As. Tel.: 011-4766-6654, E-mail: ceramicolor@arnet.com.ar

**Cristalería El Progreso Ltda.**

Fundición y elaboración artesanal de copas, vasos, iluminación y gastronomía

Cte. Carbonari 945      Tel./fax: 4256-2240, Tel: 4256-1251  
1882 Ezpeleta      cristalelprogreso@ciudad.com

**CERÁMICA KARLÉS SRL**

CALCOMANÍAS - CERÁMICA - IMPRESIONES  
SERIGRÁFICAS - LLAVEROS - LAPICERAS - CHAPA -  
JARROS - CENICEROS

Cangallo 61 (alt.Pte. Perón 4500) - 1405 Bs.As. Telefax: 4982-2690 / 9908  
ventas@karles.com.ar      www.karles.com.ar

**Cristalart**

Decoraciones en vidrio y cerámica  
Lustres serigráficos. Impresiones publicitarias

Patagones 358  
1874 V. Dominico      Telefax: 4207-9071

**CALCOMANIAS VITRIFICABLES  
ING. PABLO CLOSAS**

Para cerámica, porcelanas, vidrio, enlozado y monococción  
Diseños exclusivos y de línea - Publicidad y regalos empresarios

Güiraldes 2754 (calle 45) 1651 S. Andrés, Telefax (54-11) 4753-4538 y 4754-8806  
e-mail: calcosclosas@calcosclosas.com.ar

## FUELLES PROTECTORES PARA MATRICES DE CERÁMICA RESISTENTES A MEDIOS HOSTILES

Juan Manuel Hernández - info\_dynaflex@yahoo.com.ar - DYNAFLEX

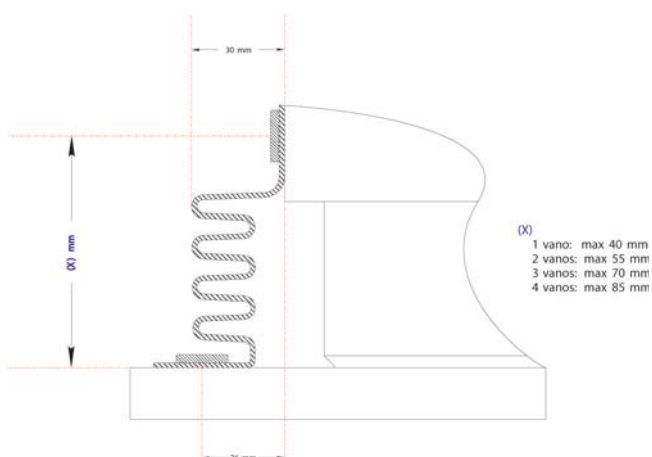
En la industria existen múltiples situaciones en las que proteger mecanismos en un ambiente con contaminantes químicos o físicos es fundamental. La solución la brindan los protectores, de los que hay una variada gama, tanto de diseño como de materiales.

Pero en todos los casos la prestación debe ser muy eficiente. Una falla produce más daños de los que se pretenden evitar, principalmente porque muchas veces, es el mismo protector quien evita su detección temprana. Para evitar estas fallas hay que enfocarse en tres puntos básicos: diseño, material y uniones.

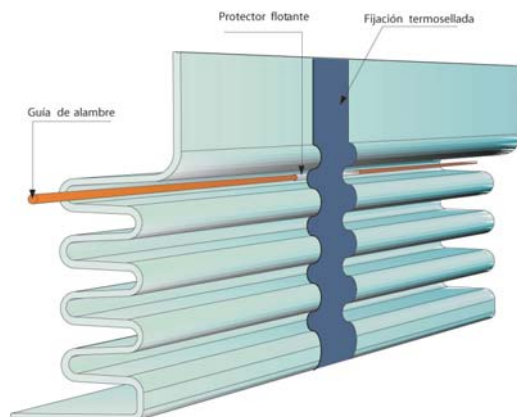
Llevemos esto al caso puntual que nos preocupa, los protectores para matrices de cerámica. En este caso el principal contaminante es el polvo cerámico y la función es proteger de su acción abrasiva.

### Diseño

El diseño que más se adapta para este uso y el más empleado, teniendo en cuenta la relación perímetro/carrera a cubrir, es el de tipo fuelle de vanos curvos, moldeado, cerrado, con guías interiores de alambre y con dos modelos de anclajes tipo manguito el superior y tipo brida el inferior.



La característica más importante de los protectores moldeados es que prácticamente toda la superficie del fuelle se flexiona evitando eficientemente la rápida fatiga del material. También las guías interiores y sus anclajes deben estar diseñados de tal forma de evitar los daños por rozamiento que, durante el trabajo, pudiesen ocasionar a la cara interior del protector, fundamentalmente en las esquinas. Los anclajes flotantes son muy eficientes al respecto.



El diseño de vanos planos y plegado tiene tres inconvenientes; el primero es que la zona de trabajo se limita al borde del plegado; el segundo es que en los plegados la acumulación de polvo en los pliegues de las esquinas puede producir su rotura mecánica y por último, estas esquinas ocupan más espacio que en los moldeados.



### Material

Que se haya elegido el cuero bovino curtido mineral al cromo como material de manufactura tiene una explicación simple; es el que, a igualdad de prestaciones con los materiales sintéticos, tiene el menor costo tanto como materia prima como por su procesamiento. El cuero es un material natural con propiedades únicas que lo convierten en el elemento preferido para la fabricación de miles de productos, además de sus aplicaciones tradicionales en tapicería, calzado, prendas de vestir y equipajes.

Dentro de una misma especie, todos los cueros no tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas por múltiples factores como raza, región de procedencia y condiciones de crianza del animal. El cuero de los bovinos cuya explotación es a campo, siempre tiene mejores pieles que aquellos criados en establo.

En nuestra región, por sus buenas praderas y clima apropiado, los vacunos se crían en libertad, y solamente se mantienen en establos los reproductores, tanto machos como hembras. Sin embargo en los países europeos, la cría es intensiva y los animales pasan varios meses en galpones, alimentados con raciones balanceadas. La alimentación es importante en la calidad del cuero ya que los animales cuyas dietas están destinadas a crear mayor masa muscular y abundante grasa, producen pieles desfavorables y los cueros nunca son los mejores. En cambio, los bovinos que reciben una alimentación racional y a los que no se los somete a excesos de trabajo, dan cueros de gran calidad.

La industria del cuero ha avanzado de tal forma que ya es posible relajarse en una playa vestido con un traje de baño fabricado a partir de este material.

El cuero está constituido por tres capas sucesivas, que van desde la más superficial a la más profunda:

#### 1- Epidermis (lado del pelo)

Es la parte más superficial o externa de la piel y sirve de revestimiento. Aproximadamente representa el 1% del espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero se elimina en la operación de pelambre.

#### 2- Dermis

Es la parte primordial para el curtidor porque es la que se transforma en cuero. Representa aproximadamente un 85% del espesor de la piel en bruto.

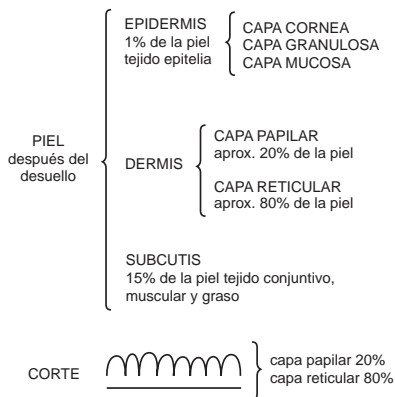
Se encuentra situada inmediatamente por debajo de la epidermis y está separada de ella por la membrana hialina. Esta membrana presenta el típico poro o grano, el cual es característico de cada tipo de animal.

A su vez la dermis presenta dos regiones, funcional y metabólicamente distintas:

- a) Una capa papilar con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno final y orientadas preferentemente según un eje perpendicular.
- b) Una capa reticular con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.

**3- Tejido subcutáneo o endodermis (descarne)**

Constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruto. Se elimina durante la operación de descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. Es un tejido conjuntivo laxo constituido por grandes lóbulos de tejido graso limitados por tabiques de fibras colágenas delgadas y escasas fibras elásticas. De todas ellas la que presenta las mejores características mecánicas es la capa papilar que tiene un espesor aproximado de 1,0 a 1,3 mm. Aún así, un cuero de tan sólo 0,8 mm de espesor mantiene sus mejores cualidades.



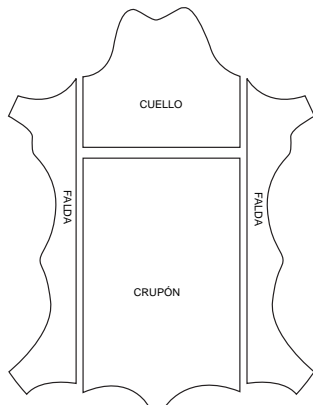
El curtido mineral al cromo o Wet Blue, es utilizado desde hace más de un siglo. A diferencia del procedimiento tradicional, que se basa en la utilización de vegetales como cortezas, maderas, hojas y raíces, en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño, el curtido al cromo evita que los cueros, con el paso del tiempo, se resequen. Las pieles, son sometidas a la acción de diferentes agentes químicos que interaccionan con las fibras del colágeno para obtener un cuero estable y duradero.

El curtido, consiste en transformar el colágeno de la piel en cuero por la reacción química de los curtientes sintéticos. Las sales de Cr+3 son desde hace más de un siglo uno de los más importantes. Hoy en día mundialmente el 80% de todos los cueros se curten de esta manera. El proceso de curtido al cromo es considerado el más versátil dando cueros flexibles y elásticos que no se resecan con el transcurso del tiempo. Con ninguno de los productos curtientes conocidos es posible obtener cueros con las características que les confiere el curtido al cromo.

En un cuero bovino entero se pueden diferenciar tres grandes zonas, de las cuales sólo una presenta las características apropiadas para su uso en la manufactura de fuelles, el crupón.

**- Crupón**

El crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, (tanto en espesor como en estructura dérmica) más compacta y valiosa. Su peso aproximado es de 45% del total de la piel fresca.



**- Cuello**

El cuello corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofo. El cuello presenta muchas arrugas que serán más marcadas cuanto más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 25% del peso total de la piel.

**-Faldas**

Las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Son las partes más irregulares y flojas y tienen un peso aproximado del 30% del total. Como se ha mencionado, el crupón es la zona del cuero entero

que posee las propiedades físicas necesarias para garantizar un correcto desempeño de los protectores.

Para obtener las propiedades en el cuero que aseguren un correcto desempeño, este debe superar tres ensayos como mínimo:

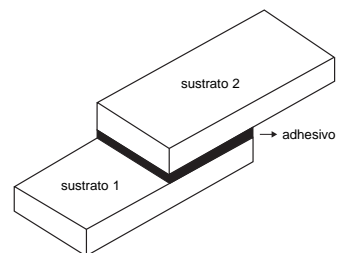
- 1) Medida de la resistencia a la flexión por el método del flexómetro (Norma ISO 5402:2002)
- 2) Medida de la resistencia a la abrasión (Norma ISO 17076:2006)
- 3) Medida de la resistencia al desgarrar (Norma ISO 3377-1:2002)

La lubricación de un cuero tiene tanta importancia como el curtido a la hora de mantener estas propiedades a lo largo del tiempo. A excepción de las suelas, cualquier tipo de cuero contiene cantidades considerables de grasa, generalmente entre 5 y 20 %. El engrase es la base de la flexibilidad, que a su vez es producida por la separación de las fibras del cuero. La grasa no permite que las fibras se peguen unas a las otras, ya que las mismas pueden sufrir este efecto durante el curtido. También la utilización de aceites influencia directamente en las propiedades físicas de las pieles, como elasticidad, tensión de ruptura, resistencia a la abrasión, etc. Los agentes engrasantes más idóneos para este fin son el aceite de patas de buey y el aceite de bacalao. El aceite de patas de buey proporciona plenitud, buena lubricación y es prácticamente inoxidable, el de bacalao debido a su alto índice de yodo es fácilmente enranciable lo que muchas veces limita sus aplicaciones. Finalmente, y una vez lubricado el cuero debemos evitar la migración del aceite hacia el entorno, fenómeno muy acentuado cuando el entorno es polvo cerámico. Para ello se debe sellar la superficie exterior del protector con polímeros adecuados a fin de no interferir con su flexibilidad o su resistencia a la abrasión.

**Uniones**

Las uniones en un guardapolvo protector son el eslabón más débil debiéndosele otorgar la mayor consideración a fin de obtener el mejor desempeño.

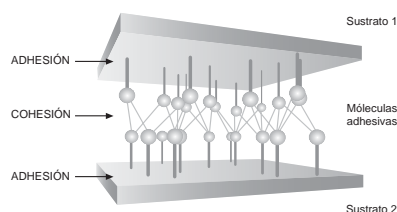
Se puede definir **adhesivo** como aquella sustancia que aplicada entre las superficies de dos materiales permite una unión resistente a la separación. Denominamos **sustratos o adherentes** a los materiales que pretendemos unir por mediación del adhesivo. El conjunto de interacciones físicas y químicas que tienen lugar en la interfase adhesivo/adherente recibe el nombre de **adhesión**.



Como se puede ver, los adhesivos son puentes entre las superficies de los sustratos, tanto si son del mismo, como si son de distinto material. El mecanismo de unión depende de:

- La fuerza de unión del adhesivo al sustrato o **adhesión**.
- La fuerza interna del adhesivo o **cohesión**.

Por **adhesión** se entiende la fuerza de unión en la interfase de contacto entre dos materiales. Las fuerzas físicas de atracción y adsor-



ción, que se describen como fuerzas de van der Waals, tienen una gran importancia en la unión. El rango de estas fuerzas intermoleculares es considerablemente más bajo si el material adhesivo no está en contacto íntimo con las zonas a unir. Este es el motivo por el que el adhesivo debe penetrar totalmente en la rugosidad superficial y mojar toda la superficie.

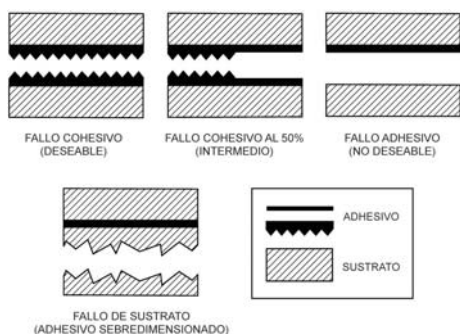
La **cohesión** es la fuerza que prevalece entre las moléculas dentro del adhesivo, manteniendo el material unido. Estas fuerzas incluyen:

- Fuerzas intermoleculares de atracción (fuerzas de van der Waals)
- Enlaces entre las propias moléculas de polímero

Podemos evaluar la adhesión de dos sustratos simplemente realizando un ensayo de rotura de la unión adhesiva. Así, el fallo de una unión adhesiva puede ocurrir según tres posibles modos:

- Separación por cohesión: cuando se produce la ruptura del adhesivo.
- Separación por adhesión: cuando la separación se produce en la interfase sustrato-adhesivo.
- Ruptura de sustrato: cuando el propio sustrato rompe antes que la unión adhesiva o que la interfase sustrato-adhesivo.

Cuando se diseña una unión adhesiva se pretende que la rotura no sea en ningún caso adhesiva, es decir, que la separación nunca se



produzca en la interfase sustrato-adhesivo. Los modos de rotura adhesiva no son nunca predecibles, puesto que la magnitud de la fuerza de adhesión depende de un gran número de factores raramente controlables en su totalidad. Por el contrario, sí se pueden conocer las características mecánicas del adhesivo y, por tanto, se pueden predecir las cargas a la rotura en modo cohesivo bajo diferentes tipos de esfuerzos.

Los mecanismos o modelos de adhesión tratan de explicar las causas por las que se produce la adhesión entre dos materiales. No existe un modelo de adhesión universal. En general, cada unión adhesiva puede ser explicada considerando varios modelos de adhesión conjuntamente. Conviene saber, no obstante, que la carencia de adhesión en algunas uniones no puede ser explicada mediante los modelos de adhesión existentes.

Para materiales porosos (madera, cuero, fibras textiles, papel) el modelo que explica la adhesión es el mecánico. Es la primera y más antigua de las teorías de adhesión. Considera que la adhesión se debe al anclaje del adhesivo en los poros y oquedades superficiales del sustrato. Dos son las contribuciones que favorecen la adhesión:

- El aumento de la superficie del sustrato debido a la creación de rugosidades.
- La penetración del adhesivo en las oquedades del sustrato.

Sin embargo, en algunas uniones hay que considerar la contribución de otros modelos de adhesión que escapan al interés de este artículo.

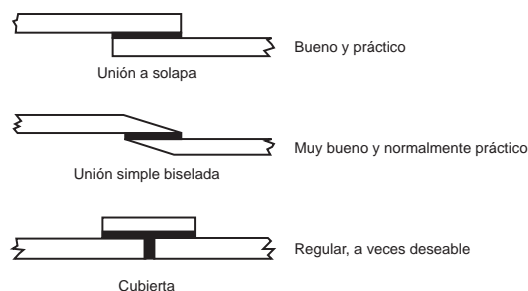
Existe una gran cantidad de polímeros que se emplean como adhesivos y existen multitud de formas de clasificarlos. Consideremos el comportamiento de los adhesivos más usados en ingeniería, deno-

minados adhesivos estructurales. Los adhesivos epoxi, acrílicos (cianoacrilatos, anaeróbicos, acrílicos modificados, etc.), fenólicos, poliuretanos, son algunos de los materiales poliméricos que entran dentro de esta categoría de adhesivos estructurales. El comportamiento mecánico de estos adhesivos estructurales está referido a su condición final de uso, es decir después de su proceso de "curado".

Los materiales poliméricos presentan tres tipos de comportamiento frente a esfuerzos externos:

- Comportamiento elástico frágil (tipo A)
- Comportamiento elastoplástico (tipo B)
- Comportamiento elástico (tipo C)

Dada las características de los sustratos a unir, en este caso, los adhesivos con comportamiento elástico son los más adecuados. Este es el comportamiento típico de los elastómeros que son polímeros entrecruzados amorfos (cadenas moleculares muy torsionadas dobladas y plegadas) que presentan un comportamiento elástico no lineal.



Otro punto a evaluar es el diseño de la unión a solape de las que podemos señalar tres.

La unión simple biselada disminuye los esfuerzos de cizalla durante la flexión, siendo por lo tanto la más adecuada aunque tiene la desventaja de requerir habilidades manuales específicas, para su correcta ejecución en un material como el cuero.



Finalmente, es de destacar que todos los factores enunciados tienen importancia en la manufactura de un protector, ninguno de ellos tiene relevancia por sí solo e inevitablemente deberá ir acompañado por el resto. Solo así se conseguirá confiabilidad y predecibilidad en la *performance* de un elemento que, para cumplir correctamente su función, las hace imprescindibles.

### Bibliografía

- *Chrome - Tanned Leather* Ibid., 1925, 9, 508. (R. F. Innes.) Ibid., 1923, 7, 413. (R. F. Innes.)
- *Encyclopedia of Chemical Technology* Leather Standard Article Thomas C. Thorstensen Copyright © 1995 by John Wiley & Sons, Inc.
- Moseley G.C. (1945) *Leather goods manufacture*. London: Pitman
- Covington A. D. (1997) *Modern Tanning Chemistry* Chem. Soc. Rev. 26,(2) 111
- *Tecnología de la Adhesión* Por: D. Mario Madrid (Loctite España)
- *Adherencia y adhesivos: teoría, tecnología y análisis* (1957) Bruyne, N.A. De, Houwink, R. Madrid, España : Aguilar