

## Protección contra la corrosión con Polímeros

### 1. Introducción

Aunque se tomen todas las previsiones posibles, no se puede impedir completamente las pérdidas de metales por corrosión, pero cabe lograr una disminución en la magnitud de los perjuicios, y esto basta para que todos los esfuerzos sean justificados.

Los polímeros sintéticos son aquellos que son obtenidos en laboratorio o en la industria, son creados por el hombre a partir de elementos propios de la naturaleza para funciones específicas y poseen características para cumplir estas mismas.

### 2. Que es un recubrimiento

El proceso de recubrimiento es la aplicación de un espesor finito de algún material sobre el metal. Es la transformación de su superficie por medios químicos o electrólitos para lograr un óxido de metal original. Los recubrimientos se utilizan para aislar las regiones anódicas y catódicas, también impiden la difusión de oxígeno o de vapor de agua que inicia la corrosión u oxidación.

El objetivo principal del recubrimiento o acabado es mejorar la apariencia y el valor de venta de artículo; a la mayoría de los metales se les cubre para proporcionarle una resistencia permanente al desgaste, a la descomposición electrolítica y al contacto con la atmósfera corrosiva.

### 3. Recubrimientos protectores

Los objetos deben cubrirse de tal manera que el metal base quede completamente aislado del medio agresivo. De ello se deduce principalmente que las piezas a recubrir deben estar acabadas de tal forma que no requiera ningún mecanizado posterior, ya que este deterioraría el recubrimiento. Se debe tener en cuenta las normas establecidas respecto a los espesores mínimos de los recubrimientos a las consideraciones económicas. Uno de los recubrimientos más importantes es por aislamiento eléctrico del material (pinturas, resinas, depósitos metálicos y no metálicos de espesor suficiente).

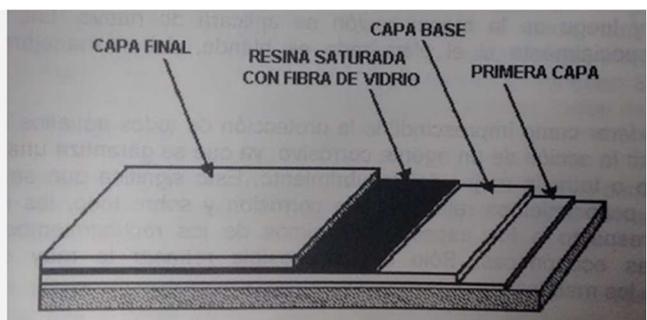


Figura 1: recubrimiento reforzado con fibras de vidrio [3]

### 4. Elección de recubrimiento

Para lograr la mejor protección posible de un material con un recubrimiento, hay que estudiar detenidamente las condiciones de ataque a que ha de estar sometida la pieza protegida.

La elección de una buena protección debe ser en todo caso la que proporcione mayor seguridad, pero siempre se debe tener en cuenta que la protección es solo temporal. El recubrimiento se gasta siempre más o menos por la acción del medio agresivo. Todos los recubrimientos, cualquiera que sea su naturaleza, es normal que presente poros. Pero debe tenerse en cuenta, que es muy frecuente considerar inútiles los recubrimientos cuando la causa se debe a los defectos del metal base, tales como sopladuras, poros, grietas, etc. El medio corrosivo puede iniciar en ellos su ataque. Para que el metal base sea capaz de protegerse es necesario que este sano, ya que frente a los defectos falla los mejores procedimientos, además se puede eliminar el efecto de la formación natural de poros.

#### Tipos de recubrimiento

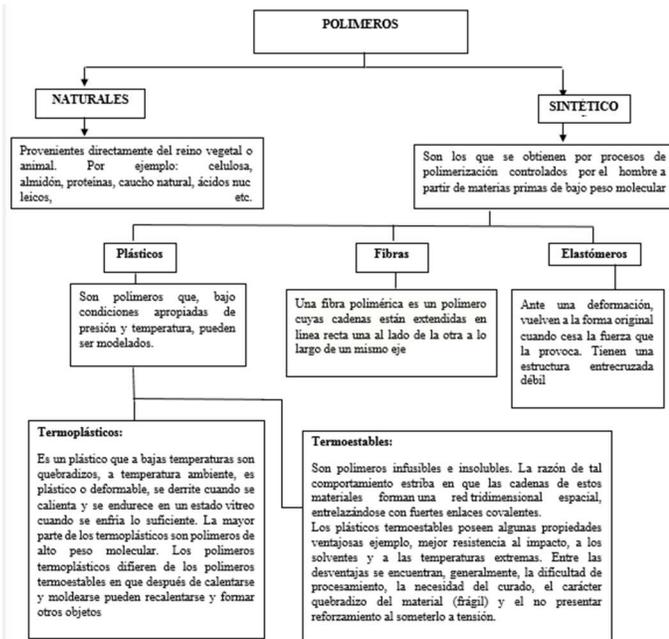
- Polímeros
- Metálicos
- No metálicos

### 5. Que es un polímero

La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros. Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones. Sin embargo, la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas. Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. En general, los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero y pueden ser de varias clases.

- Dependiendo de su origen, los polímeros pueden ser: naturales o sintéticos
- Según su mecanismo de polimerización: por condensación o adición
- Según sus aplicaciones: elastómeros, plásticos, fibras, recubrimientos y adhesivos

## 6. Tipos de polímeros



Mapa conceptual: Tipos de polímeros [6]

## 7. Principales recubrimientos con polímeros.

Los polímeros son compuestos químicos muy importantes, existen polímeros orgánicos y sintéticos vasados en el mismo principio.

### 7.1 Recubrimientos orgánicos.

Los recubrimientos orgánicos son polímeros y resinas producidas en forma natural o sintética, generalmente formulados para aplicarse como líquidos que se secan o endurecen como películas de superficie delgada en materiales del sustrato, un ejemplo de estos recubrimientos son las pinturas

Las pinturas, desde un punto de vista técnico-económico, constituyen el método más adecuado para la protección de los materiales empleados en la construcción y en la industria. Una pintura líquida, considerada desde un punto de vista fisicoquímico, es un sistema disperso. Está constituida generalmente por sólidos finamente particulados y dispersados en un medio fluido denominado vehículo. Este último está basado en una sustancia aglutinante, también llamada formadora de película, dispuesta en un solvente al cual se le incorporan aditivos y eventualmente plastificantes. Resulta oportuno mencionar que algunas pinturas líquidas están exentas de solventes ya que el propio material formador de película es líquido (bajo peso molecular). Los pigmentos se dispersan en ese medio fluido altamente viscoso. Las pinturas líquidas exentas de solventes se aplican con espátulas especiales sobre superficies que permanecen en contacto con productos alimenticios dado que no eliminan solventes contaminantes. La formación de la película

exclusivamente involucra reacciones de curado entre los dos componentes del sistema.

**Propiedades generales de una película de pintura** Las pinturas protectoras deben presentar tolerancia a los defectos de preparación de superficies, facilidad de aplicación por métodos diversos, aptitud para un secado adecuado y rápido en diferentes ambientes, complementar las exigencias en servicio y fácil reparación de las zonas dañadas. Teniendo en cuenta los aspectos económicos y ecológicos que resultan fundamentales.

Las principales características de las pinturas protectoras son:

- **Buena resistencia al agua y baja absorción.** Esta propiedad está relacionada con la cantidad de agua que resulta absorbida por la película, en condiciones de equilibrio, en los espacios intermoleculares del polímero pero muy particularmente en todas las interfaces presentes en el sistema, poros, discontinuidades.
- **Resistencia a la transferencia al vapor de agua.** Este fenómeno es particularmente importante en los casos que el sustrato es de naturaleza metálica. Se refiere al pasaje de agua en forma molecular a través de la película seca que se comporta como una membrana permeable. Esta característica depende fundamentalmente de la naturaleza del material formador de película, resulta importante relacionar la menor transferencia al vapor de agua con una mayor capacidad anticorrosiva.
- **Resistencia al pasaje de iones.** La membrana debe actuar como barrera para controlar los procesos difusionales conducentes a la penetración de iones cloruro, sulfato, carbonato, etc. que inician o aceleran la cinética de los procesos corrosivos.
- **Resistencia a la intemperie.** Esta propiedad se manifiesta, luego de prolongada exposición al medio ambiente, por una buena retención de propiedades decorativas y protectoras.
- **Resistencia a la abrasión.** Las películas de pinturas en general, pero muy particularmente las industriales, están aplicadas sobre áreas expuestas a procesos abrasivos generados por desplazamiento de equipos, herramientas, transportes, etc. Estos procesos pueden desarrollarse inclusive en condiciones húmedas, lo que conspira fuertemente para generar una reducción de la resistencia a la abrasión.

**7.1.1 Clasificación de las pinturas:** las pinturas se pueden clasificar considerando diferentes aspectos inherentes a la composición, propiedades relevantes, formas de uso, etc.

- **Convencionales.** Generalmente estas pinturas tienen un perfil reológico que indica una baja viscosidad a reducidas velocidades de corte, lo que implica entre otras cosas a riesgos de sedimentación del pigmento en el

envase, buena cinética de penetrabilidad en sustratos absorbentes, facilidad de nivelación y reducidos espesores críticos de película para el fenómeno de escurrimiento. Paralelamente, estas pinturas en general exhiben también baja viscosidad a intermedias velocidades de corte; esto último significa que presentan facilidad para el bombeo, pero también una evidente tendencia a salpicar durante la aplicación.

En lo referente a la viscosidad a altas velocidades de corte, resulta oportuno mencionar que la misma en general es adecuada, con lo cual la aplicabilidad es satisfactoria por cualquiera de los métodos usuales en pinturas, proporcionando espesores de película seca que varían desde 20/25  $\mu\text{m}$  con pincel y rodillo hasta 12/15  $\mu\text{m}$  con sopletes, en este último caso previa dilución.

- **Tixotrópicas.** Estas pinturas se caracterizan por su elevada viscosidad a reducidas velocidades de corte, lo que lo evita la sedimentación del pigmento en el envase y el escurrimiento en espesores de película húmeda inferiores al elevado valor crítico. Simultáneamente presentan lentitud para la absorción en sustratos porosos y una facilidad de nivelación que depende de la cinética de recuperación de la viscosidad luego de finalizada la perturbación (aplicación). Por otro lado, en general estas pinturas también exhiben adecuada viscosidad a intermedias velocidades de corte, es decir que presentan facilidad para el bombeo y satisfactoria resistencia a salpicar durante la aplicación. Con respecto a la viscosidad a altas velocidades de corte, resulta oportuno mencionar que la misma en general es adecuada mediante sopletes sin aire comprimido (tipo “airless”); esta característica la imparten aditivos reológicos, los que permiten alcanzar 120/150  $\mu\text{m}$  por capa de película seca con aceptable capacidad de nivelación.

**7.1.2 Brillo de la película** El brillo es una impresión sensorial causada por la reflexión de la luz sobre una superficie. El método más frecuente para comparar el brillo de superficies pintadas es el visual, generalmente contrastando con paneles estandarizados de brillo decreciente; sin embargo, observaciones realizadas por otra persona pueden conducir a conclusiones muy diferentes. En consecuencia, se emplean dispositivos llamados usualmente “glossmeters”, que miden fotoeléctricamente la intensidad de un rayo de luz reflejado por la superficie en examen, en condiciones tales que el ángulo de medida es siempre igual al de incidencia. El brillo es una propiedad particularmente importante en pinturas de terminación para exteriores (generalmente se requieren películas brillantes para facilitar la limpieza e incrementar la intensidad de la luz reflejada) como también para interiores (usualmente se especifican productos de poco brillo o bien

mates para evitar las molestias causadas por la reflexión de los rayos de luz concatenados en los ojos).

### 7.1.3 Aplicaciones de los sistemas de recubrimiento

- **Selección del metal base:** se elige un material resistente a la corrosión en las condiciones en la que va ser utilizado. Por esto se usan aceros inoxidables o materiales cerámicos.
- **Preparación de la superficie.**

**Limpieza:** Las piezas metálicas habitualmente tienen huellas por su manipulación y mecanizado, marcas o residuos derivados de su transformación, también es probable que presenten polvo o una capa de aceite como medida de protección a la corrosión, (taladrina) e incluso una película de óxido natural; más si han estado almacenadas por largo tiempo. Todas estas impurezas deberán ser retiradas de la pieza antes de aplicar cualquier revestimiento. Si llegase a quedar un diminuto residuo de grasa, óxido o impurezas bajo el recubrimiento, las propiedades de protección de las pinturas y revestimientos seguramente se verían seriamente afectadas.

En general, todos los pretratamientos, para cualquier tipo de revestimiento (pinturas y galvanizados), incluyen una etapa inicial de limpieza (desengrase y desoxidación) con el fin de preparar el material para la aplicación de la película final. Específicamente, para procesos de pintura, según la pieza y su uso, se acostumbra también el tratamiento con productos fosfatantes, los cuales reaccionan químicamente con el metal y forman una cubierta superficial que ayuda a fijar las capas del revestimiento y a proteger de la corrosión a la base si hay ruptura de la cubierta de pintura.

Actualmente, la industria y la competencia exige un cumplimiento de normas internacionales, establecidas por la Asociación Americana de Ingenieros de la Corrosión o NACE (National Association Corrosion Engineers, norma estadounidense), BS 4232 (British Standards Institution, norma británica), SIS 055900 (Swedish Standards Institution, norma sueca) y SSPC (Steel Structures Painting Council, norma estadounidense).

Tanto las instituciones internacionales como la normatividad nacional distinguen claramente dos grupos básicos de pretratamientos superficiales: Los tratamientos mecánicos y los químicos

**Tratamientos mecánicos:** Son los diferentes tipos de limpiezas que se realizan con medios abrasivos y que buscan eliminar la capa superior del metal junto con cualquier suciedad. Los diferentes procesos consisten en el cepillado, pulido o lijado mecánico del sustrato, mediante pulidoras, discos, gratas y lijas o, bien, mediante la proyección a gran velocidad de material abrasivo (arena de sílice, granallas, perlas de vidrio, cascarilla, etc), sobre la superficie de la pieza.

## ▪ Perfil de rugosidad

El buen manejo y la elección adecuada del pretratamiento mecánico, no sólo beneficia la resistencia a la corrosión de la pintura sino que también crea una rugosidad superficial idónea para la adherencia de la película ya que mejora la fuerza de anclaje, aumentando la superficie de contacto. Este es el caso de la granalla, la cual además de eliminar las impurezas superficiales, penetra superficialmente el metal y genera microporos que facilitan la adherencia mecánica de recubrimiento.

Esta rugosidad se conoce como el perfil de la superficie. La profundidad de los microporos de dicho perfil varía según el uso que se le dará a la pieza y los factores ambientales a soportar, por ello también se utiliza uno u otro tratamiento mecánico. Es muy importante conseguir la profundidad del perfil y el espesor correcto de la capa de producto para garantizar el excelente comportamiento de los recubrimientos.

Los fabricantes de recubrimientos incluyen en sus productos información relevante sobre el perfil de anclaje mínimo en micras ( $\mu\text{m}$ ), recomendado para el sustrato a proteger. En la gráfica el perfil malo no tiene la profundidad correcta para que la película se adhiera mecánicamente a la pieza. El perfil correcto sí presenta una rugosidad adecuada, mientras que en el último muestra una capa de pintura insuficiente que no alcanza cubrir los picos más altos de la superficie, por lo que hay riesgo que en estas áreas se presente corrosión. Figura 2.

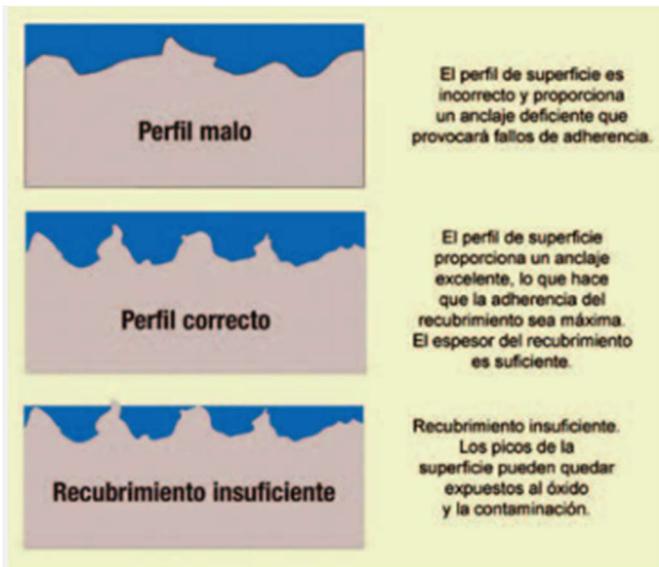


Figura 2: Perfil de rugosidad [9]

## Tratamientos químicos

1. **El desengrase químico:** Este pueden aplicarse por aspersion o por inmersión, con disolventes orgánicos clorados, o en soluciones acuosas alcalinas, emulsiones

jabonosas con poder emulsificador (detergentes), que eliminan polvo, grasas, pinturas y barnices.

La solución limpiadora es aplicada suavemente o mediante equipo de presión, seguido de un lavado con agua natural y secado al aire, con trapo, con equipo de vacío o simplemente utilizando aire seco.

En la aplicación por inmersión las piezas se sumergen simultáneamente en una cuba con disolvente para lograr el efecto desengrasante. El método por aspersion, también llamado por vapor, los disolventes del baño se evaporan y producen vapores que contactan con la pieza realizando la limpieza.

El estado y tamaño de las piezas es lo que determina el procedimiento a emplear, así como también el tipo de instalación a utilizar; por ejemplo: para piezas que fueron recién mecanizadas, sin óxidos y sólo ligeramente engrasadas, será suficiente con un desengrase ligero o un desengrase alcalino suave.

En el caso contrario es necesario un desengrase enérgico alcalino o por emulsión, seguido de un decapado o desoxidado. En ambos casos, y antes del anticorrosivo, es imprescindible uno o varios enjuagues con agua fría y caliente.

Actualmente, la industria cuenta con gran diversidad de productos y desengrasantes y desoxidantes, entre los disolventes clorados más utilizados están el tricloroetileno y percloroetileno. Estos químicos, tienen características interesantes, como la posibilidad de mantener secas las piezas luego de tratadas, la capacidad de formar películas residuales y, además, son fácilmente recuperables.

2. **Desoxidación o decapado:** Básicamente son métodos destinados a limpiar y desoxidar la superficie del acero para conseguir un buen anclaje del recubrimiento, al mismo tiempo complementar la perfecta limpieza del sustrato, después del desengrase. Para esto, además de los sistemas mecánicos como el granallado, se pueden emplear ácidos (químicos).

El decapado o desoxidado con ácido, dado su bajo costo es el más utilizado en la industria nacional, siendo los más comunes los ácidos sulfúrico, clorhídrico y fosfórico. Según el proceso se emplean diferentes ácidos, para adecuar la superficie para posterior pintado se recomienda el uso de ácido fosfórico, ya que favorece la adherencia de la pintura.

La desoxidación con ácidos sólo es recomendable para tratar aceros, ya que estos químicos afectan y dañan los metales no ferrosos como el aluminio y el cobre.

### 7.1.4 Capas de pinturas

La aplicación de capas de pinturas depende de muchos factores y de que tan perfecto queremos que quede el trabajo, algunos de estos factores pueden ser: el material al

que va a ser aplicada dicha pinturas, la calidad de pintura a utilizar, entre otro, en seguida diremos unas recomendaciones a utilizar para realizar un buen acabado y evitar algún problema.

Antes de iniciar todo proceso de pintado, se revisará toda la información y documentación técnica que se disponga de los productos de pintura, en especial de los siguientes datos:

- Nombre comercial del producto.
- Fichas Técnicas.
- Certificado de Calidad.
- Lista de los ensayos con los resultados obtenidos que permitan comprobar inequívocamente que el producto cumple con los requisitos estipulados.
- Instrucciones para su utilización y precauciones especiales para su uso y almacenamiento.
- Número y fecha del certificado correspondiente.

Las diferentes capas aplicadas en un sistema de pintado serán del mismo fabricante para asegurar su compatibilidad, Condiciones de aplicación.

La pintura no se aplicará cuando la temperatura de la superficie esté por debajo de los 5°C, o sea superior a los 50°C.

Cuando se trate de pinturas Epoxi, los límites de temperatura para su aplicación estarán entre 10°C (mínimo) y 35°C (máximo).

La pintura no deberá aplicarse mientras llueve en la intemperie.

Las pinturas con aluminio para altas temperaturas no deberán aplicarse cuando la humedad relativa sea superior al 65%.

La imprimación deberá ser aplicada tan pronto como sea posible después de la preparación de la superficie, y nunca después de pasadas 8 horas desde que se aplicó el chorreado.

No deberá aplicarse ninguna capa de pintura hasta que la anterior esté completamente seca.

Cada capa de pintura deberá estar exenta de porosidades, ampollas u otros defectos visibles. Tales defectos deberán ser reparados antes de aplicar una nueva capa.

La primera capa de pintura (imprimación) se aplicará inmediatamente después de haber limpiado las superficies metálicas, y no más tarde de las 4 a 6 primeras horas siguientes a ser limpiados.

Las capas de pintura se aplicarán mediante pistola, brocha, rodillo, inmersión o combinación de estos métodos, dependiendo de la calidad del material, pero siempre con el equipo recomendado por el fabricante para asegurar el espesor exigido en cada capa.

Todas las tuberías y estructuras que lleven pintura deberán ser montadas con la capa de imprimación excepto soldaduras que deban ser inspeccionadas en prueba hidráulica.

Las distintas capas de pintura deberán hallarse en el estado apropiado de curado y secado antes de aplicarse de modo que no se produzca ningún defecto en la capa anterior, tal como levantamiento o desprendimiento, descascarillado, etc. según las instrucciones del fabricante.

En la medida de lo posible, las capas de pintura se aplicarán de modo que queda una capa continua y uniforme en espesor y libre de poros, gotitas o áreas de mala aplicación; si se produce este último caso, se repintará la zona y se dejará secar antes de aplicar la siguiente capa de pintura.

En caso de aplicación de pinturas que sean todas del mismo color, se contrastarán las capas alternativamente, siempre que sea factible, y en un trecho suficiente que permita comprobar el recubrimiento efectivo de la superficie.

Todos aquellos elementos y superficies que deban pintarse pero que, una vez después de ser montados en taller resulten inaccesibles deberán ser montados incluso con las capas de acabado.

Si en el manejo de las superficies pintadas para las funciones mencionadas anteriormente, la pintura resultase dañada se limpiarán y retocarán estas partes dañadas nuevamente dándoles el mismo número de capas que tenían originalmente.

### Métodos de aplicación de la pintura:

La pintura podrá ser aplicada con brocha, rodillo o pistola de acuerdo con la siguiente tabla, tabla 1:

Método de Aplicación	Imprimación	Capas intermedias	Capa de acabado	Pinturas de gran viscosidad
Brocha	Sí	Sí	Sí	No
Rodillo	No	Sí	Sí	No
Pistola convencional (atomización x aire)	No	Sí	Sí	No
Pistola sin aire (Airless)	No	Sí	Sí	No
Pistola en caliente	No	Sí	Sí	Sí
Atomización con pistola de alta presión	No	No	No	Sí
Espátula	No	No	No	Sí

Tabla 1. Métodos de aplicación de pinturas [10]

### Cómo elegir imprimaciones

La imprimación es la base que aplicamos antes de pintar para preparar la zona sobre la que vamos a trabajar. Son productos para consolidar e igualar la absorción de la pintura en todo tipo de superficies. Es importante aplicar la imprimación adecuada para que los trabajos posteriores sobre esa superficie tengan un buen acabado.

## 7.1.5 Métodos de aplicación de la pintura

Los métodos disponibles para aplicar recubrimientos orgánicos líquidos incluyen el uso de brochas y rodillos, la aspersión, la inmersión y el recubrimiento con flujo. En algunos casos se aplican varias capas de recubrimientos sucesivos a la superficie del sustrato para obtener el resultado deseado. A continuación se presentan de manera general los métodos de aplicación.

1) Brochas y rodillos: son los dos métodos de aplicación más conocidos y tienen una alta eficiencia de transferencia, que se acerca al 100%. Los rodillos se adaptan a la producción continua de superficies planas. El proceso, denominado recubrimiento con rodillo, es adecuado para recubrimientos orgánicos de paneles y rollos de metal continuos, al igual que en tramos similares de plásticos, papel o tela.

2) Aplicación por aspersión (spraying): el líquido del recubrimiento se atomiza dentro una pistola formando un vapor fino; inmediatamente antes de la deposición sobre la superficie del sustrato. Cuando las gotas chocan contra la superficie éstas se extienden y fluyen juntas para formar un recubrimiento uniforme dentro de la región localizada de la aspersión. La eficiencia de transferencia es relativamente baja (sólo 30%) para este método. La eficiencia mejora mediante la aspersión electrostática, en la cual la parte de trabajo se carga eléctricamente y las gotas atomizadas lo hacen en forma electrostática. Esto hace que la superficie de la parte atraiga las gotas y aumente la eficiencia de transferencia a 90%. La aspersión se usa ampliamente en la industria automotriz para aplicar recubrimientos de pintura en la carrocería.

3) Por inmersión: en este método se sumerge la parte que se quiere recubrir en un tanque abierto con material de recubrimiento líquido; cuando se retira la parte, el exceso de líquido se drena de vuelta al tanque.

4) Recubrimiento por flujo: las partes a recubrir se mueven a través de una cabina cerrada para pintura en donde una serie de boquillas bañan las superficies de la parte con el líquido para recubrimiento. Entonces, el exceso de líquido se drena de regreso a un vertedero, lo cual permite que se reutilice

Fluorocarbonos (PTFE o TFE)	químicamente inertes en la mayoría de los ambientes, excelentes propiedades eléctricas, bajo coeficiente de fricción, se puede utilizar hasta los 260 grados centígrados, nula o despreciable, fluencia a temperatura ambiente	Aislamientos anticorrosivos, Recubrimientos antiadherentes
Nilones	buena resistencia mecánica y a la abrasión y a la tenacidad; bajo coeficiente de fricción, absorbentes de agua y de otros líquidos	Recubrimiento de alambres y cables
Vinilos	Materiales para aplicaciones generales y económicas, ordinariamente rígidos, pero con plastificantes se vuelve susceptible a la distorsión térmica	Recubrimiento de suelos, tuberías, recubrimientos aislantes de hilos eléctricos
Epoxis	Excelente combinación de propiedades mecánicas y de resistencia a la corrosión, dimensionalmente estables, buena adherencia, relativamente barato	Recubrimientos protectores

Tabla 2: tipos de material polimérico [12]

## 7.2 Polímeros sintéticos

Los polímeros sintéticos más usados en la industria se pueden clasificar en 3 tipos: Termoplásticos, Termoestables, Elastómeros

**7.2.1 Termoplásticos:** Una característica que define a los polímeros termoplásticos es que pueden calentarse desde el estado sólido hasta el estado líquido viscoso, y al enfriarse vuelven a adoptar el estado sólido; además, este ciclo de enfriamiento puede aplicarse muchas veces sin degradar al polímero.

### ▪ Propiedades mecánicas:

Los termoplásticos típicos a temperatura ambiente poseen las siguientes características:

- 1) menor rigidez, el módulo de elasticidad es dos veces (en algunos casos tres) más bajo que los metales y los cerámicos
- 2) la resistencia a la tensión es más baja, cerca del 10% con respecto a la de los metales
- 3) dureza muy baja

Tipo de material Polimérico	Características de las principales aplicaciones	Aplicaciones típicas como recubrimientos
Acrylonitrilo – butadieno- Estireno (ABS)	gran resistencia y tenacidad, resistente a la distorsión térmica, buenas propiedades eléctricas, inflamable y soluble en disolventes orgánicos	Recubrimiento de interiores de frigoríficos

4) ductilidad más alta en promedio, con un tremendo rango de valores, desde una elongación del 1% para el polietileno, hasta el 500% o más para el propileno.

#### ▪ **Propiedades físicas:**

Los polímeros termoplásticos poseen:

1) densidades más bajas que los metales y los materiales cerámicos, las gravedades específicas típicas para los polímeros son alrededor de 1.2, para los cerámicos alrededor de 2.5, y para los metales alrededor de 7.0

2) coeficientes de expansión térmica mucho más altos, aproximadamente cinco veces el valor de los metales y 10 veces el de los cerámicos

3) temperaturas de fusión muy bajas

4) calores específicos que son de dos a cuatro veces los de los metales y los cerámicos

5) conductividades térmicas que son alrededor de tres órdenes de magnitud más bajos que los de los metales

6) propiedades de aislamiento eléctrico. [13]

#### ▪ **Aplicaciones:**

Algunas aplicaciones de los polímeros termoplásticos en el comercio son:

#### **Polietilentereftalato (PET)**

Es un polímero de condensación producido mediante un proceso de polimerización en fase fundida continua.

Es un material transparente y muy impermeable al aire, lo que hace que sea muy usado para envases de bebidas gaseosas, aguas minerales, vinagres, aceites comestibles, cosméticos...



Figura 3: polietilentereftalato (PET) [14]

#### **Polietileno de alta densidad (HDPE)**

El polietileno de alta densidad (hdpe) se produce normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200.000 y 500.000, pero puede ser mayor. Es un polímero de cadena lineal no ramificada. Es más duro, fuerte

y un poco más pesado que el de baja densidad, pero es menos dúctil.



Figura 4: Polietileno de alta densidad (HDPE) [15]

#### **7.2.2 Termoestable:**

Las resinas termoestables son aquellas que cambian irreversiblemente bajo la influencia del calor, de la luz, de agentes fotoquímicos y de agentes químicos, pasando de un material fusible y soluble a otro no fusible e insoluble, por la formación de un retículo tridimensional covalente. [16]

#### ▪ **Características:**

Material compacto y duro, Fusión dificultosa (la [temperatura](#) los afecta muy poco), Insoluble para la mayoría de los solventes.

En general, las ventajas de los plásticos termoestables para aplicaciones en ingeniería son:

- 1 – Alta estabilidad térmica.
- 2 – Alta rigidez.
- 3 – Alta estabilidad dimensional.
- 4 – Resistencia a la termo fluencia y deformación bajo carga.
- 5 – Peso ligero.
- 6 – Altas propiedades de aislamiento eléctrico y térmico.

#### ▪ **Aplicaciones:**

Los plásticos termoestables más destacados son:

**Baquelita:** fue uno de los primeros plásticos que se sintetizaron. Es duro, frágil y de un color marrón oscuro. Es un excelente aislante térmico y eléctrico por lo que se emplea en la industria eléctrica y para la fabricación de elementos de cocina como mangos de sartén o cazos, etc.



Figura 5: Baquelita [18]

**Melanina:** también es de estructura similar a los anteriores pero de mejores prestaciones. Su principal aplicación es para la fabricación de tableros estratificados para chapado de mueble y encimeras de cocina.



Figura 6: Melanina [19]

**Resina de poliéster (PET):** su principal característica es que polimeriza a temperatura ambiente, por lo que se suministra en estado líquido con el catalizador aparte y se mezclan en el momento de su uso, dando un plástico duro y frágil. Para mejorar su resistencia y volumen, se le trabaja con fibra de vidrio. Sus principales aplicaciones son para la fabricación de placas translúcidas para techados, carrocería de automóvil etc.



Figura 7: Resina de poliéster (PET) [20]

**Resina epoxi (EP):** es de estructura similar al poliéster pero de gran dureza. Sus aplicaciones más importantes son como

adhesivo en elementos de construcción (una hormigón y acero), como cimentación de grandes máquinas que presentan vibraciones y para la fabricación de pinturas antipolvo en naves industriales o laboratorios de química y quirófanos.

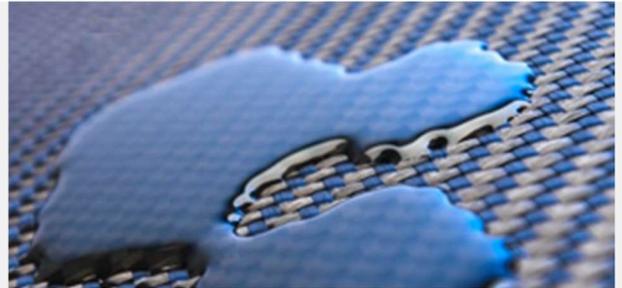


Figura 8: Resina epoxi (EP) [21]

### 7.2.3 Elastómeros:

Los materiales elastómeros son aquellos materiales que están formados por polímeros que se encuentran unidos mediante enlaces químicos, adquiriendo una estructura final ligeramente reticulada

Estos productos se caracterizan por las siguientes combinaciones de propiedades:

- Alta resistencia al desgaste y a la abrasión
- Alta resistencia a la tracción y al desgarre
- Muy buena capacidad de amortiguación
- Muy buena flexibilidad a bajas temperaturas
- Alta resistencia a aceites, grasas, oxígeno y ozono.
- **Aplicaciones:**

Goma natural: Material usado en la fabricación de juntas, tacones y suelas de zapatos.



Figura 9: Goma natural [22]

**Poliuretanos:** Los poliuretanos son usados en el sector textil para la fabricación de prendas elásticas como la lycra, también se utiliza como espumas, materiales de ruedas, etc.

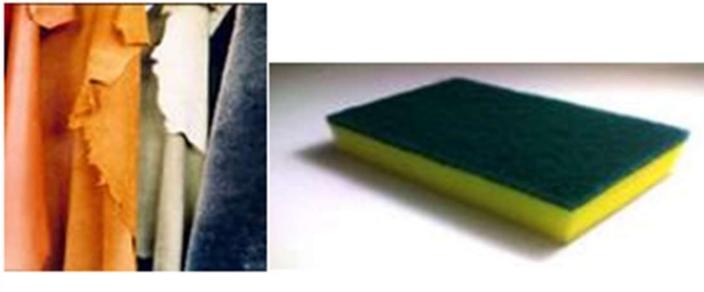


Figura 10: Poliuretanos [23]

**Polibutadieno:** Material elastómero utilizado en las ruedas o neumáticos de los vehículos dada la extraordinaria resistencia al desgaste.



Figura 11: Polibutadieno [22]