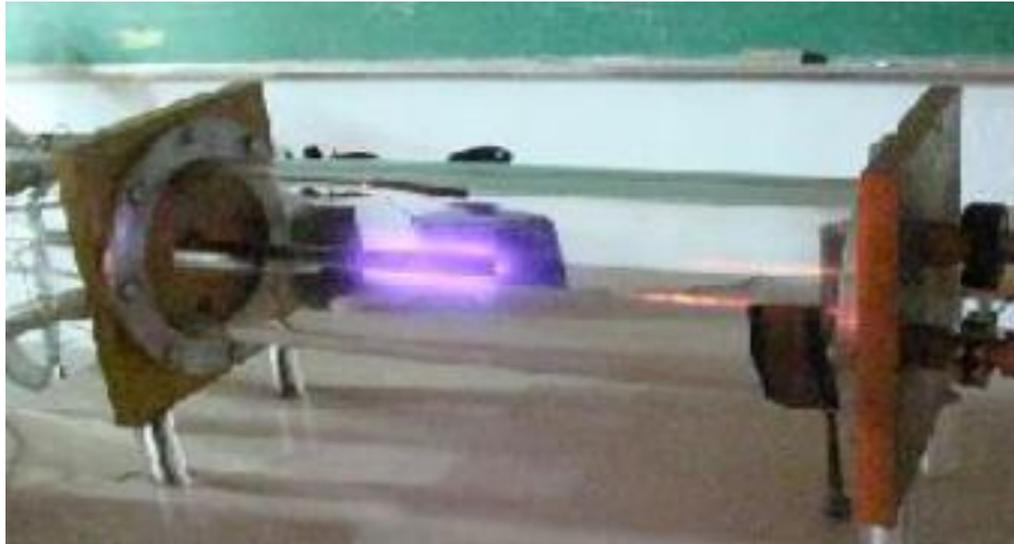


Unidad 3: Tratamientos Superficiales

PROCESO DE RECUBRIMIENTOS



Se denomina **RECUBRIMIENTO** a la capa delgada de material dispuesta sobre un elemento metálico generalmente de sección elevada.

Los recubrimientos metálicos se aplican para lograr alguna propiedad superficial deseada que no tiene el metal base como ser:

- Resistencia a la corrosión.
- Reflectividad.
- Color.
- Soldabilidad.
- Conductividad.
- Resistencia eléctrica.
- Resistencia a la abrasión.
- Otras propiedades.

La existencia de materiales extraños diseminados sobre la superficie ocasiona defectos en el recubrimiento como:

- Mal adherencia.
- Menor resistencia a la corrosión.
- Recubrimiento no uniforme.
- Defectos de acabado estético

Los materiales extraños corresponden a impurezas sólidas, orgánicas o inorgánicas.

Las impurezas sólidas pueden provenir de etapas anteriores al recubrimiento, como residuos metálicos, resto de abrasivos, almacenamiento, etc.

Las impurezas orgánicas hacen referencia a lubricantes, pinturas, barnices.

Las impurezas inorgánicas se deben a la formación de óxidos, hidróxidos o carburos.

EL PROCESO GENERAL PARA LA ADECUACIÓN DE LA SUPERFICIE, consta de dos etapas fundamentales: Desengrasado, y Decapado.

DESENGRASADO:

El desengrasado elimina las impurezas de tipo orgánico. Según el tipo de tratamiento empleado se puede obtener por:

1. Pirogenación.
2. Disolventes orgánicos.
3. Medios alcalinos.

1. PIROGENACIÓN. Es la combustión de las impurezas orgánicas por llama directa:

Este procedimiento se emplea para pequeñas cantidades de impurezas y sus inconvenientes principales son la cantidad de mano de obra requerida, la provocación de calentamientos locales y la utilización para superficies exteriores solamente.

Inmersión directa. Se realiza en un baño de metal fundido, en aquellas piezas que se recubrirán por inmersión en caliente. La temperatura en este proceso es baja y el contenido de oxígeno en el baño resulta insuficiente, lográndose así una combustión incompleta. En consecuencia quedan partículas en suspensión disminuyendo la adherencia del recubrimiento.

Proceso Sendzimir. Consiste en pasar el material por el túnel de un horno que posee dos zonas. La primer zona es oxidante con elevada temperatura, donde tiene lugar la combustión de los residuos quedando la superficie oxidada. La segunda zona emplea una atmósfera reductora, eliminando la capa superficial oxidada. Este procedimiento se utiliza para pequeñas cantidades de grasa.

DISOLVENTES ORGÁNICOS. Se basa en la solubilidad de algunos productos grasos a los disolventes orgánicos. Se emplea para piezas pequeñas, ya que se encarece en componentes de grandes dimensiones. El proceso de desengrasado se clasifica según el estado físico del disolvente, en vapor, líquido, mixto y proyección.

Vapor: Se emplean disolventes volátiles y de bajo calor latente de vaporización.

Es indispensable que no sean inflamables a las temperaturas de trabajo y su toxicidad deberá ser lo más baja posible. Se introduce el componente frío en la cuba de desengrase, para que el disolvente se condense en la superficie del material, favoreciendo así la solubilidad. La condensación finaliza cuando el material alcanza la temperatura de vapor.

Líquido: Consiste en sumergir el componente dentro del disolvente a temperatura ambiente.

Mixto: Las piezas se sumergen en líquido caliente. Se emplea para piezas muy pequeñas, donde se alcanza la temperatura de ebullición del disolvente.

Proyección: En los trabajos en serie, se suele aplicar el disolvente en instalaciones especiales que proyectan por medio de tuberías el líquido desengrasante. La fuerza de la proyección es comandada por una bomba de presión que posee el equipo.

MEDIOS ALCALINOS: Las soluciones para limpieza alcalina constan de sales solubles en agua, como el hidróxido de sodio, el hidróxido de potasio, carbonato de sodio, bórax, fosfatos y silicatos de sodio y potasio, combinados con dispersantes y alisadores en agua. Se aplica mediante inmersión o aspersion, a temperaturas de 50 a 90 °C, para luego realizar un enjuague de modo de remover los residuos alcalinos.

DECAPADO:

Una vez quitados los residuos grasos se procede al decapado, para eliminar el óxido metálico de la superficie de la pieza, pudiendo efectuarse en forma química o mecánica.

DECAPADO QUÍMICO. Los procesos principales son los siguientes:

Decapado por medio ácido. Se utilizan en pequeñas proporciones ácidos inorgánicos, como el clorhídrico, el sulfúrico, el fluorhídrico y el fosfórico. La elección de uno u otro se realiza, en función del costo y de la duración del baño.

Decapado por medio básico. Se aplica para el desengrasado y decapado de alambres. Consiste en hacer pasar una corriente eléctrica por el alambre para calentarlo, el campo eléctrico creado favorece el proceso conjunto de desengrasado y decapado.

Decapado electroquímico. En este tipo de decapado el material actúa como ánodo o cátodo, dentro de un baño electrolítico.

El decapado anódico la pieza de trabajo actúa como ánodo y se obtienen superficies rugosas originando recubrimientos más gruesos. Se puede reducir la rugosidad con el agregado de dicromato de potasio.

El decapado catódico la pieza de trabajo actúa como cátodo no habiendo ataque del metal y se obtiene una superficie lisa y uniforme. Se emplea para piezas pequeñas que se tratan en un cesto giratorio.

Decapado oxidante por sal fundida. La sal utilizada es el hidróxido sódico al que se añade carbonato de sodio que rebaja el punto de fusión del baño, a temperaturas de 500 °C.

La eliminación de los residuos se consigue por la mala adherencia del óxido al metal base, la operación acaba con una inmersión en agua y la producción de vapor por el calor de la pieza. Se aplica en fundiciones pues elimina la arena y el óxido.

DECAPADO MECÁNICO.

El decapado por vía mecánica se clasifica en: Abrasivos. Arenado, y Granallado.

Decapado con abrasivos. Es un proceso que no precisa desengrase previo por ser un decapado profundo. Se aplican muelas de materiales abrasivos, cuando el óxido superficial se ha desarrollado en toda el área de la superficie metálica. En casos menos drásticos se emplean discos de fieltro impregnados de abrasivos como corindón, carborundo, tierra de Trípoli, cal de Viena, piedra pómez, o polvos de distintos metales.

Si la pieza contiene entrantes y salientes donde no pueden llegar las muelas y discos convencionales, se utilizan grapas y cepillos circulares, formados por finos hilos metálicos, o por fibras animales o artificiales.

Para piezas pequeñas y en gran cantidad de formas complicadas se emplea el tambor, que consiste en un recipiente cilíndrico de doble cono de acero o fundición, revestido interiormente de caucho o madera que gira horizontal o verticalmente y se añade un abrasivo como arena, virutas de acero, óxidos de hierro y de aluminio.

Arenado. El arenado es un proceso de chorreado de partículas en frío, donde la película de óxido superficial es eliminada por la energía que llevan dichas partículas hacia el metal de trabajo. Las partículas pueden ser arena, piedra pómez, alúmina, escorias, etc. El chorreado puede realizarse enviando el abrasivo mediante una rueda de paletas de giro rápido, o mediante un chorro de aire comprimido. En el chorreado húmedo las partículas son más finas y están suspendidas en agua e impulsadas por aire comprimido. El tratamiento puede realizarse en cabinas para poder recuperar y reciclar el abrasivo.

Granallado. El granallado es un proceso de limpieza mediante la aplicación en frío de un chorro de perdigones, donde las fuerzas de compresión a alta velocidad se dirigen hacia la superficie del metal.

Algo más sobre el Granallado: Cuando las partículas entran en contacto con la superficie metálica, se producen ligeras depresiones ovaladas que dan lugar en el instante del contacto, un flujo plástico de metal en la superficie. Los perdigones que se utilizan para el granallado son de acero, fundición o partículas de vidrio.



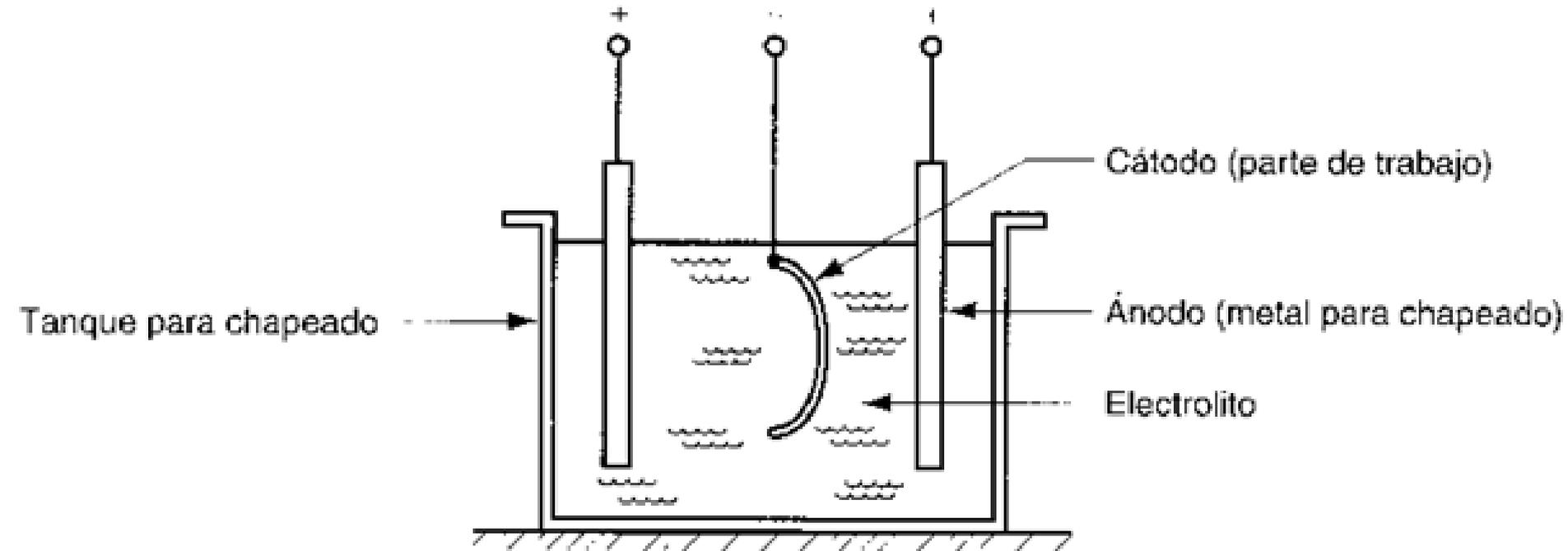
PROCESOS DE RECUBRIMIENTO

Recubrimiento metálico (chapeado): El chapeado implica el recubrimiento de una delgada capa metálica sobre la superficie de un material. Los dos procesos mas utilizados en el chapeado son:

- Electrodeposición.
- Inmersión en caliente.

Electrodeposición

La electrodeposición o galvanoplastia es un proceso electroquímico en el cual se depositan iones metálicos en una pieza de trabajo, inmersa esta en una solución electrolítica funcionando como cátodo



El ánodo constituido del metal a recubrir, funciona como fuente del metal a depositar. Se hace circular una corriente continua proveniente de una fuente externa entre el ánodo y el cátodo. El electrolito es una solución acuosa de ácidos, bases o sales que conduce la corriente eléctrica mediante el movimiento de iones metálicos de recubrimiento.

Principios de la electrodeposición: El recubrimiento electroquímico basado en leyes físicas de Faraday se resume en la ecuación.

$$V = C \times I \times t$$

V = volumen de metal recubierto en cm^3

C = constante de recubrimiento galvánico en $\text{cm}^3/\text{A} \cdot \text{seg}$

I = corriente en A

t = tiempo de aplicación de la corriente en seg.

En la mayoría de los metales recubiertos galvánicamente, no toda la energía eléctrica del proceso se usa para la deposición, una parte se consume en otras reacciones lo que reduce la cantidad del metal de recubrimiento. La cantidad metálica real depositada en la pieza de trabajo está afectada por la eficiencia del cátodo, resultando:

$$V = E \times C \times I \times t$$

El espesor de los recubrimientos galvánicos promedio, se determina por:

$$d = V / A$$

d = espesor del recubrimiento galvánico en cm

V = volumen del metal del recubrimiento galvánico en cm^3

A = área de la superficie de la pieza en cm^2

Los valores típicos de la eficiencia de cátodo y la constante de recubrimiento para diferentes metales se presentan en la tabla siguiente:

Metal a tratar	Electrolito	Eficiencia de cátodo	Constante de recubrimiento galvánico $\text{cm}^3/\text{Aseg} \times 10^{-5}$
Cadmio	Cianuro	0.90	6,73
Cobre	Cianuro	0.98	7,35
Oro	Cianuro	0.80	10,6
Níquel	Sulfato ácido	0.95	3,42
Plata	Cianuro	1.00	10,7
Estaño	Sulfato ácido	0.90	4,21
Zinc	Cloruro	0.95	4,75

Métodos y aplicaciones. Existen diversos equipos para el proceso de electrodeposición y su elección depende de:

- El tamaño y geometría de las piezas.
- Los requisitos en las especificaciones.
- El tipo de metal a recubrir.

Los métodos principales son: Deposición en tambor. Deposición en estantes, Deposición en tiras.

DEPOSICIÓN EN TAMBOR:

Se realiza en tambores rotatorios orientados en forma horizontal o en un ángulo oblicuo de 35°.

Este proceso se aplica para piezas pequeñas en cantidad.

El contacto eléctrico se mantiene a través de la acción de frotado de las piezas mediante un conductor conectado externamente que se proyecta dentro del tambor. Existen limitaciones para piezas que requieren buen acabado y en aquellas de mucho peso con bordes afilados.

DEPOSICIÓN EN ESTANTES:

Se utiliza para piezas que son demasiado grandes, pesadas o complejas.

Los estantes están hechos de alambre de cobre de gran sección con formas adecuadas para contener las piezas y conducir la corriente a través de ellas.

Los estantes se fabrican de modo que las piezas de trabajo puedan colgarse en ganchos o sostenerse en canastas.

DEPOSICIÓN EN TIRAS:

Es un método de alta producción, en el cual el trabajo consiste en una tira continua que se desplaza a través de la solución mediante un riel de alimentación.

El alambre recubierto es un ejemplo de su aplicación.

Los metales para recubrimiento más comunes en la electrodeposición incluyen el zinc, el níquel, el estaño, el cobre y el cromo.

El acero es el metal de sustrato más común.

También se recubren los metales preciosos como el oro, la plata y el platino.

INSTALACIONES PARA GALVANOPLASTÍA

Al proyectar una instalación para electrodeposición o galvanoplastia, se debe tener en cuenta las distintas operaciones a realizar. Ello obliga a disponer de ambientes independientes, para las distintas operaciones que se realicen, por ejemplo el sector de pulido debe estar aislado del sector de cubas electrolíticas, al igual que otros sectores que puedan interferir como fundición o arenado.

Cada una de estas secciones pueden ser perjudiciales en forma recíproca, pues las emanaciones de los baños atacan corrosivamente a todos los elementos metálicos existentes en un taller y el polvillo generado por las operaciones de pulido, desbaste, lijado, pintado, etc., ensucia y contamina los electrolitos.

También es importante el sistema de ventilación con aspiración forzada para los baños cianurados y el sistema de aguas de enjuague, para así desechar sin problemas los residuos tóxicos o contaminantes.

Las paredes no deben estar pintadas con cal ya que produce polvillo y desprendimientos. El revestimiento debe ser anticorrosivo y deben evitarse las paredes rugosas, ya que acumulan polvo.

Con los pisos las consideraciones son similares, debiendo existir desagotes para una eventual pérdida de líquido tóxico o corrosivo.

CUBAS ELECTROLÍTICAS. Las cubas electrolíticas deben reunir condiciones fundamentales:

- Ser resistentes al ataque de ácidos.
- No contaminantes al electrolito.
- Mal conductoras de corriente eléctrica.
- Separadas del piso, para evitar efectos corrosivos de líquidos derramados.

En general se utilizan cubas de chapa de hierro revestida interiormente con ebonita, o cubas de polietileno, polipropileno, poliéster o epoxi con fibra de vidrio. También pueden ser de hierro recubiertas con PVC o pinturas antiácidas.

Las dimensiones de las cubas deben contemplar todos los elementos que en ella se sumergen: calentadores, ánodos, intercambiadores de calor, el tamaño y la cantidad de piezas a procesar y los posibles residuos del electrolito.

Instalación eléctrica. La instalación eléctrica debe ser dimensionada en función del consumo del rectificador de corriente y de los calentadores de inmersión.

Sistema de agua corriente para enjuague. Se debe contar con una instalación completa de agua corriente para enjuague de piezas, siendo muy importante la ubicación de los baños según el orden operativo de trabajo. Cerca de cada baño se deberá colocar un recipiente de enjuague de recuperación, donde se concentran los restos de la solución de la cual provienen las piezas, y pudiendo utilizarse esta para suplir el electrolito evaporado del correspondiente baño.

Filtrado. El filtrado del electrolito resulta importante en el proceso, existiendo filtros para soluciones alcalinas y ácidas. Los sistemas de filtrado deben tener la característica de ser inatacables en las zonas por donde circulará la solución galvánica y poder trabajar con una presión suficiente sin disminuir el caudal.

Sistemas de agitación. Es necesario en la mayoría de los casos aplicar una agitación sobre las piezas, para obtener depósitos libres de picaduras, o para trabajar con corrientes más elevadas.

FUENTES DE CORRIENTE CONTINUA.

Proveen la energía eléctrica necesaria para realizar los distintos procesos de electrodeposición. Se utiliza un equipo rectificador que consta de un transformador y un puente de diodos, incluyendo también un regulador de tensión para asegurar un voltaje constante.

Los equipos más modernos cuentan con sistemas electrónicos para la rectificación de la corriente, el control de la misma, la variación de tensión, el tiempo de exposición y la regulación de la temperatura del electrolito.

Métodos de secado. El secado es la etapa final y resulta crítico dentro del proceso, utilizando aire caliente a temperatura entre 70 a 120°C.

Un método muy sencillo es utilizar aserrín caliente luego del último enjuague, pero sólo para piezas de geometría sencilla.

Los secadores de aire caliente son lentos y tienden a dejar gotas en los bordes, su eficiencia puede mejorarse con la utilización de un sistema centrífugo conjuntamente con el secado por aire.

También se pueden utilizar solventes volátiles para desplazar la humedad, pero al no cumplir con las restricciones ecológicas, resulta un método que va quedando en desuso.

El método más moderno para el secado consiste en la inyección de pulsos de aire. Esto se realiza en una cabina que contiene varias boquillas por donde se insufla aire caliente a presión cada determinado intervalo de tiempo que oscila de 20 a 100mseg.

Sistemas de protección superficial más usados:

Zincado, Niquelado, Cobreado, Cromado, Estañado, Dorado.

Zincado:

Incluye artículos con alambres, cajas de interruptores eléctricos y diferentes piezas de láminas metálicas. El recubrimiento con zinc funciona como una barrera que se sacrifica para evitar la corrosión del metal que está debajo.

El zincado electrolítico, consiste en la aplicación de zinc sobre una superficie determinada mediante el pasaje de corriente eléctrica. Este procedimiento no debe ser confundido con el galvanizado, en donde las piezas son recubiertas con una capa de zinc mediante la inmersión en un recipiente que contiene dicho metal fundido.

El recubrimiento electrolítico de zinc posee mejor adherencia, más dúctil y mayor pureza que el producido por galvanizado, lo que significa mayor resistencia a la corrosión. Además es posible recubrir con películas más delgadas, resultando más económica su aplicación.

Una vez formada la película, se produce un par electroquímico donde el zinc actúa como ánodo, protegiendo al metal base que es el cátodo.

El zinc es uno de los metales más utilizados como protección contra la oxidación, debido a su bajo costo comparado con otras opciones.

Niquelado:

Se utiliza para resistir la corrosión y con propósitos decorativos sobre acero, bronce, zinc y otros metales. Las aplicaciones incluyen la industria automotriz y otros bienes de consumo. El níquel también se utiliza como recubrimiento de protección contra la corrosión en latas de estaño y otros envases para alimentos. También el niquelado mejora la soldabilidad de componentes eléctricos.

Los niquelados decorativos se logran de un electrolito conteniendo agentes de adición orgánicos de diversos tipos.

Los depósitos obtenidos resultan protectores, lisos, de alta nivelación y con un brillo especular.

Niquelado: Las aplicaciones en ingeniería, utilizan electrolitos que depositan níquel puro y sus características necesarias son: **Alta resistencia a la corrosión./ Resistencia a la abrasión. / Soldabilidad. / Propiedades magnéticas.**

Este proceso se lleva a cabo mediante una corriente continua aplicada a los electrodos, lo cual disocia en iones las sales contenidas en la solución, produciéndose un depósito de níquel metálico sobre el cátodo.

La cantidad de níquel depositado en el cátodo está determinado por el producto de la corriente aplicada y el tiempo de proceso.

Cobreado: El cobreado tiene varias aplicaciones importantes como metal de recubrimiento decorativo en acero y zinc, ya sea solo o en aleaciones con zinc tal como la deposición de bronce. También tiene aplicaciones importantes en tableros de circuitos impresos.

Los ánodos para todos los tipos de baños que se procesan deben ser de cobre de la mayor pureza y libres de óxido. Ellos pueden ser laminados o elípticos y en algunos casos es aconsejable utilizarlos con fundas.

El baño de cobre cianurado, a pesar de los peligros que involucra su operación para la salud, sigue siendo en algunos casos una opción insustituible.

Las formulaciones son en su gran mayoría basadas en el cianuro de cobre, y son muy fáciles de mantener y controlar. Se recomienda la utilización de las formulaciones conteniendo sales de potasio, ya que aumentan considerablemente el rango de trabajo de las soluciones.

El abrillantado en el cobreado puede lograrse mediante la interrupción de corriente en intervalos repetitivos, además se pueden obtener mejoras en el brillo, mediante el agregado de aditivos o agentes inorgánicos a la solución de cobre. La adición debe ser continua ya que durante la electrólisis, tienden a descomponerse en sulfuros metálicos, generando depósitos rugosos.

Cromado: Este método se valora por su aspecto decorativo y se usa ampliamente en aplicaciones automotrices, muebles para oficina y aparatos eléctricos para cocina. Es uno de los recubrimientos más duros de modo que se lo utiliza en piezas que requieren resistencia al desgaste como pistones hidráulicos y cilindros, anillos de pistones, componentes de motores de aeronaves, guías roscadas en maquinaria textil y aplicaciones similares.

Las películas de cromado poseen espesores muy delgados oscilando de 0,00025 mm a 0,0005 mm, pero en los baños de cromo duro se pueden obtener depósitos de hasta varios milímetros. Para fines decorativos se aplica el cromo sobre una base de níquel y según los distintos requerimientos de la ingeniería, se pueden aplicar sobre diferentes baños previos que posee el metal base.

La distancia entre el ánodo y las piezas deben mantenerse constante a lo largo de toda la superficie para poder lograr un espesor homogéneo y bien distribuido en todas las zonas.

Cuando es necesario cromar solo un sector de la pieza se cubren los sectores que no se desean electrodepositar mediante diferentes sistemas como cintas, lacas o ceras.

Estañado: Posee un color blanquecino similar al de la plata y es muy común su aplicación sobre metales ferrosos y no ferrosos. No posee toxicidad alguna ni aun sus sales, por lo que es habitualmente utilizado para recubrir utensilios de cocina.

Los procesos mas usuales para el estañado de piezas, son el térmico o por fusión del estaño y el galvánico mediante la aplicación de corriente eléctrica.

El estañado electrolítico resulta más económico que el térmico, ya que las películas depositadas resultan de menor espesor.

Existen diversas formulaciones para realizar depósitos electrolíticos de estaño, como las ácidas que producen depósitos más blanquecinos y las alcalinas con una adherencia mayor al metal.

Dorado: Los baños de oro se efectúan con electrolitos alcalinos cianurados, pero con limitaciones respecto a la deposición en aleaciones duras, principalmente para obtener una coloración constante y pareja.

Se puede hacer una clasificación de soluciones de oro, dependiendo de su aplicación en grupos a saber:

- ✓ Flash decorativo de 24K, para baño a tambor o con pieza atada. Espesores de hasta 0,01 μm .
- ✓ Flash decorativo de aleación, para baño a tambor o con pieza atada. Espesores de hasta 0,1 μm .
- ✓ Espesor decorativo de aleación, para pieza atada. Espesores de 0,05 a 3 μm .
- ✓ Espesor industrial para electrónica, depósitos de 24K para uso a tambor, pieza atada. Espesores de 0,05 a 1,5 μm .
- ✓ Espesor industrial para electrónica 99,5% de pureza; para tambor. Espesores de 0,05 a 1,5 μm .
- ✓ Espesor industrial de aleación, para tambor o pieza atada. Espesores de 0,05 a 3 μm .

INMERSIÓN EN CALIENTE

Inmersión en caliente: Es un proceso en el cual una pieza metálica se sumerge en un baño fundido de un segundo metal, tras la remoción, el segundo metal recubre al primero.

El primer metal debe poseer una temperatura de fusión más alta que el segundo. Los metales base son el acero y el hierro y los metales para el recubrimiento más comunes son el zinc, el aluminio, el estaño y el plomo.

El propósito principal de la inmersión en caliente es la protección ante la corrosión. La inmersión en caliente recibe diferentes nombres, dependiendo del metal para recubrimiento.

En el galvanizado el metal para recubrimiento es el zinc, en el aluminizado el aluminio, en el estañado, el estaño.

Inmersión en caliente

El galvanizado es el más importante de los procesos por inmersión en caliente, con una antigüedad de alrededor de 200 años. Se aplica para dar acabado a piezas de acero e hierro en un proceso por lotes, así como a láminas, tiras, tuberías, conductos y alambres en un proceso automatizado continuo.

Comúnmente, el espesor del recubrimiento varía entre 0,04 y 0,09 mm. El espesor de capa se controla principalmente mediante el tiempo de inmersión. La temperatura del baño se mantiene alrededor de 450 °C.

Los recubrimientos por inmersión en aluminio caliente, proporcionan una excelente protección contra la corrosión, en algunos casos cinco veces más eficaz que el galvanizado.

La deposición con estaño mediante inmersión en caliente proporciona una protección contra la corrosión no tóxica para el acero, en aplicaciones para envases de alimentos, equipos para lácteos y aplicaciones de soldadura blanda. La inmersión en caliente ha sido gradualmente rebasada por la electrodeposición como el método comercial preferido para el recubrimiento de estaño sobre acero.

Recubrimientos por conversión

Un recubrimiento por conversión es un proceso donde se forma una película delgada de óxido, fosfato o cromato sobre una superficie metálica mediante reacción química o electroquímica. La inmersión y la aspersion son los dos métodos comunes que exponen la superficie metálica a los productos químicos reactivos.

Los metales tratados en el recubrimiento por conversión son el acero, el zinc y el aluminio, además de otros metales que pueden aprovechar este proceso.

Las razones para utilizar este tipo de recubrimiento por conversión son:

- Protección contra la corrosión.
- Preparación para pintura.
- Reducción del desgaste.
- Permitir la contención de lubricantes para el formado metálico.
- Aumentar la resistencia eléctrica de la superficie.
- Acabado decorativo.
- Identificación de piezas.

LOS PROCESOS DE RECUBRIMIENTO POR CONVERSIÓN se dividen en dos categorías:

- Conversión química.
- Anodizado.

La conversión química sólo incluyen procesos que implican una reacción química, los tratamientos más comunes son los recubrimientos por conversión con fosfato y cromato.

El anodizado se produce por un recubrimiento de óxido mediante una reacción electroquímica y se lo asocia principalmente con el aluminio o el magnesio aunque también se efectúa el anodizado en otros metales.

Conversión química:

Estos procesos exponen el metal base a ciertos productos químicos que forman películas de superficies delgadas y no metálicas, los principales recubrimientos son con fosfatos y cromatos.

El recubrimiento con fosfato transforma la superficie del metal base en una película protectora de fosfato mediante la exposición a soluciones de ciertas sales de fosfatos como Zinc, Magnesio y Calcio junto con ácido fosfórico diluido.

El espesor del recubrimiento varía de 0,0025 a 0,05 mm. Los metales base más comunes son el zinc y el acero, incluyendo el acero galvanizado.

Conversión química:

El recubrimiento con fosfato funciona como una preparación útil para la pintura en las industrias automotriz y de aparatos eléctricos pesados.

El recubrimiento con cromato convierte el metal base en diversas formas de películas de cromatos, mediante soluciones acuosas de ácido crómico, sales de cromatos y otros productos químicos.

Los metales tratados con este método incluyen el aluminio, el cadmio, el cobre, el magnesio y el zinc. La inmersión de la pieza base es el método común de aplicación.

Los recubrimientos por conversión con cromatos son, generalmente menores de 0,0025 mm.

Las razones para este recubrimiento son:

- Protección contra la corrosión.
- Base para pintura.
- Propósitos decorativos.

Los recubrimientos con cromatos pueden ser transparentes o de colores como el pardo olivo, el bronce, el amarillo o el azul brillante.

Anodizado

Mientras que los procesos anteriores se ejecutan sin electrólisis, el anodizado es un tratamiento electrolítico que produce una capa de óxido estable sobre una superficie metálica.

Sus aplicaciones más comunes son en aluminio y magnesio, pero también se aplica en zinc, en titanio y otros metales menos comunes.

Los recubrimientos por anodizado se utilizan para propósitos decorativos y también proporcionan protección contra la corrosión.

El anodizado comparado con otros recubrimientos galvánicos por ser ambos procesos electrolíticos, posee las siguientes diferencias:

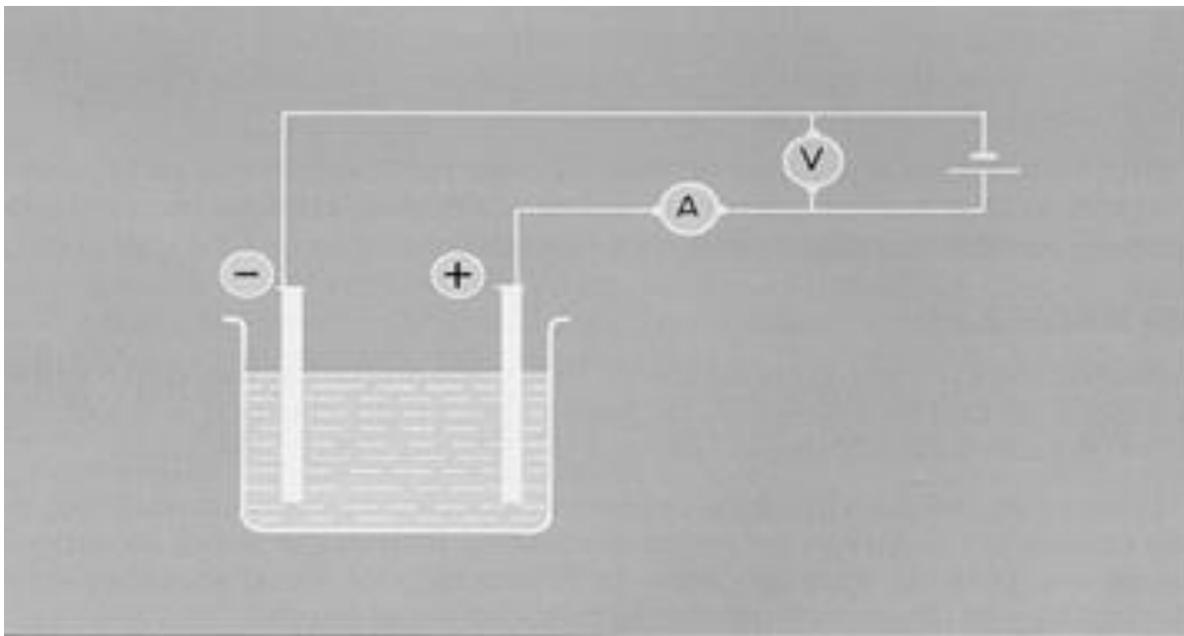
- En la deposición electroquímica, la pieza de trabajo a recubrir es el cátodo, en cambio en el anodizado es el ánodo.
- En la electrodeposición, el recubrimiento aumenta mediante la adhesión de iones de un segundo metal a la superficie metálica base. En el anodizado el recubrimiento se forma mediante una reacción química del metal de sustrato dentro de una capa de óxido.

En los recubrimientos por anodizado el espesor varía generalmente entre 0,0025 y 0,075 mm. Se pueden incorporar tintes en el anodizado para crear una amplia variedad de colores, esto es muy común en el anodizado de aluminio. Se pueden lograr recubrimientos en aluminio mayor a 0,25 mm, mediante un proceso denominado anodizado duro, estos recubrimientos son notables por su alta resistencia al desgaste y a la corrosión.

El proceso de anodizado del aluminio comprende:

- Preparación de la superficie.
- Oxidación anódica.
- Colmatado.

La oxidación anódica consiste en la producción de una capa de óxido hidratada en la superficie metálica que está sumergida en un medio electrolítico con la intervención de una corriente eléctrica proveniente de una fuente exterior. La pieza a anodizar se conecta al electrodo positivo.



La pieza a anodizar se conecta al electrodo positivo. Luego de aplicar la fuerza electromotriz en la cuba se producirán las siguientes reacciones:

- Descomposición del agua. En el cátodo se genera hidrógeno y en el ánodo oxígeno.
- Disolución parcial del aluminio del ánodo. El líquido de la cuba se va enriqueciendo en iones aluminio.
- Oxidación superficial del aluminio del ánodo.

Este fenómeno se traduce en la formación de una película continua y porosa, principalmente de óxido de aluminio. La importancia de esta película en el aluminio tiene características de:

- Protección frente a la corrosión.
- Posibilidad de dar color a la capa con fines decorativos.
- Resulta térmica y eléctricamente aislante.

El colmatado es un proceso de calentamiento de la pieza anodizada en agua hirviendo, para aumentar la protección frente a la corrosión del aluminio base.

Los factores a tener en cuenta en la operación de colmatado son:

- Pureza del agua.
- Temperatura del agua.
- Tiempo de tratamiento.

La coloración consiste en convertir a un color determinado, la película transparente de óxido de aluminio. Esto se consigue por:

- Inmersión en disolución que contiene el colorante.
- Deposición catódica a partir de iones metálicos.
- Anodización autocolorante.

La coloración por inmersión se realiza introduciendo la pieza anodizada en disolución de compuestos minerales como óxidos e hidróxidos coloreados, o bien con el agregado de colorantes orgánicos. La coloración por deposición catódica se lleva a cabo con disoluciones diluidas de electrolitos y densidades de corriente de 0,2 a 0,8 A/dm².

La coloración autocolorante se debe a la composición del baño y se realiza al mismo tiempo que el anodizado.

Anodizado de Titanio: El titanio se protege de modo natural, no obstante su anodización despierta gran interés debido a su aspecto estético. La oxidación anódica del titanio crea una capa semitransparente, que reflejan rayos de luz blanca en la superficie externa del metal base. Estos rayos reflejados crean colores que se deben al espesor de la capa en función del potencial aplicado y del tiempo de tratamiento.

El electrolito utilizado puede ser una disolución acuosa de ácido sulfúrico (10%), sulfato amónico (5%), sulfato de magnesio (5%) y fosfato de sodio (1%). La tensión a aplicar varía de 1 a 150 V, según el color que se desea obtener.

PAVONADO:

El pavonado es un recubrimiento por conversión donde se forma una película de óxido de color azul oscuro en la superficie de los metales base como el hierro y el acero.

Uno de los procedimientos para producir el recubrimiento de óxido consiste en calentar las piezas de acero en un baño de sales fundidas oxidantes a una temperatura de 260 a 425 °C. Algunas veces se emplea una mezcla de nitrato de sodio y de potasio para producir un recubrimiento de color azul. Las piezas de acero se sumergen unos minutos en sales fundidas y después se templan en agua.

Otro procedimiento consiste en calentar a unos 650 °C durante tres horas, las piezas de acero en un recipiente cerrado donde se desplaza el aire con vapor de agua sobrecalentado o con una mezcla de vapor de agua y benceno.

Después de este tratamiento el acero se enfría a 150 °C y se introduce en aceite hervido, manteniéndose la temperatura hasta que el aceite se oxide y el óxido formado se reduce a su forma más resistente.

La capa de óxido es negra, oscilando su aspecto desde el opaco al lustroso, según el previo acabado superficial del acero.

Actualmente la técnica del pavonado se limita a tres aplicaciones industriales:

- Acabado de pieza de acero rápido.
- Protección de piezas de acero obtenidas en pulvimetalurgia.
- Acabado decorativo de piezas de artesanía.

RECUBRIMIENTO ORGÁNICO (Pinturas)

La pintura es una suspensión que aplicada sobre una superficie en forma de capas finas, por evaporación o por reacción, se convierte en una película más o menos impermeable que aísla al objeto recubierto del medio exterior.

Formulación. Los principales componentes de las pinturas son:

- Vehículo.
- Pigmento.

El vehículo está formado por el disolvente y el aglutinante, componente que al secarse polimeriza o reacciona formando una capa sólida.

El pigmento posee distintas características como inertes, anticorrosivos, ignífugos, dispersantes, plastificantes, etc.

Una pintura sin pigmento sólo con el vehículo, recibe el nombre de barniz o laca, que al aplicarse queda una capa transparente, de limitada capacidad protectora y de débil adherencia.

Clasificación de las Pinturas. Las pinturas se clasifican del siguiente modo:

- Según su composición.
- Según la aplicación a que va destinada.
- Según la finalidad de la capa de pintura.
- Según el procedimiento de aplicación empleado.

Según su composición, existen pinturas epoxi, pinturas al agua, pinturas antiincrustantes, etc.

Según su aplicación, existen pinturas anticorrosivas, decorativas, para superficies férreas, para superficies de aluminio, etc.

Según su finalidad, la pintura puede ser inhibidora, aislante, protectora, catódica, ignífuga, etc.

Según el procedimiento de aplicación empleado, las pinturas pueden aplicarse a brocha, por inmersión, por electroforesis, por secado al horno, etc.

TIPOS DE PINTURAS

Imprimación. La pintura de imprimación tiene por objeto facilitar el anclaje de las capas anticorrosivas de los sistemas de pintado. La pintura de imprimación más utilizada está formada por rojo de plomo, con pequeñas cantidades de litargirio del que se obtiene por calentamiento. Su aspecto típico es de color naranja-rojizo.

Al aceite. Las pinturas al aceite son dispersiones de pigmentos en aceite secante diluidas con disolventes, hasta conseguir una fluidez que permita su aplicación sobre superficies. El aceite seca lentamente por oxidación y polimerización, formando una película blanda y elástica. Para acelerar el secado se adicionan pequeñas cantidades de sales metálicas, que actúan de catalizadores a base de plomo, cobalto y manganeso.

Óleo-resinosas. Las pinturas óleo-resinosas son barnices pigmentados que contienen una combinación de aceites y resinas cocidos conjuntamente y diluidos con disolventes volátiles. Para acelerar el secado se añaden secantes en pequeña proporción. Las resinas proporcionan adherencia, brillo, tenacidad y resistencia a la corrosión y a la abrasión.

Alquídicas. Las resinas alquídicas son fundamentalmente poliésteres de alcoholes polihidroxílicos y de ácidos policarboxílicos, combinados con los ácidos de los diversos aceites secantes, semisecantes y no secantes en diferentes proporciones.

Las pinturas alquídicas han desplazado a las pinturas al aceite en el mantenimiento en ambiente marino. Presentan un secado más rápido, mayor dureza, mejor retención del brillo y mayor resistencia al agua.

Fenólicas. Las resinas fenólicas utilizadas en la formulación de pinturas se fabrican a partir del fenol y de fenoles para-sustituídos, que reaccionan con el formaldehído para formar grupos metilol en los anillos de fenol. Entonces se generan polímeros por reacción de estos grupos de metilol formando puentes de metileno y agua.

Vinílicas. Las pinturas vinílicas utilizan resinas formadas a partir de monómeros que contienen dobles enlaces que polimerizan por adición lineal en moléculas de largas cadenas. Entre éstas están las resinas derivadas del cloruro de vinilo, acetato de vinilo, estireno y sus derivados, cloruro vinílico, butadieno, acrilonitrilo y ésteres acrílicos.

Durante el secado de estas pinturas no se necesita el oxígeno. Tienen buena flexibilidad y resistencia a la abrasión.

Epoxídicas. Los ligantes de las pinturas epoxídicas se fabrican a partir del bistenol A y de la epiclohidrina en distintas proporciones, según las propiedades esperadas del producto acabado. No polimerizan por sí solas sino que necesitan catalizadores, tales como aminas, resinas amínicas, poliamidas, ácidos grasos y resinas fenólicas. El peso molecular más elevado está unido generalmente con una mayor tenacidad y resistencia a la abrasión, humedad y ataque químico, pero con poder de disolución más bajo y menos contenido de sólidos a la viscosidad de aplicación.

Brea-epoxy. Las pinturas de brea-epoxy están constituidas por una mezcla de resinas epoxídicas y de asfalto o brea de hulla, capaz de curar dando una textura altamente reticulada.

Tienen buena resistencia al agua, incluso a temperaturas elevadas, buena adherencia y buena resistencia química a los ácidos y sales. Además se suelen conseguir elevados espesores con pocas capas de pintura. El principal inconveniente es que sólo se fabrican en colores oscuros.

Poliuretano. Este tipo de pintura se emplea en algún producto químico que se utilizan en la fabricación de plásticos, fibras sintéticas y espumas. Posee dos componentes principales que una vez mezclados reaccionan entre sí, formando una tenaz masa de material plástico. Tiene buena resistencia química a los ácidos y a los hidrocarburos.

Bituminosas. Las pinturas que contienen breas, alquitranes y betunes son sólidas a temperatura ambiente y funden al calentarse. Los betunes son productos naturales derivados del petróleo y ricos en hidrocarburos alifáticos, de cadena abierta como los alcanos, alquenos y alquinos. Estas pinturas se aplican para pintar los bajos de los coches y para cubrir la zona del casco de los buques en la línea de flotación, que está alternativamente expuesta al aire y cubierta por el agua de mar.

Antiincrustantes. Algunos aditivos mezclados con las pinturas, actúan de eficaces remedios para evitar la incrustación de animales marinos en el casco de los barcos. Se comportan a modo de sustancias tóxicas para los microorganismos marinos que tienen tendencia a fijarse en las superficies metálicas de los buques. Las siguientes sustancias se comportan como antiincrustantes: óxido cuproso, óxido mercurioso, pesticidas y herbicidas tipo DDT, etc. Los organismos marinos no se comen la pintura, sino que la pintura va disolviendo el veneno en el agua de mar. Al producirse la fijación del ser vivo en la pintura se encuentra con una concentración de sustancia de veneno suficiente para provocarle la muerte.

Procedimiento de pintado: La aplicación de pinturas a las superficies se lleva a cabo, normalmente mediante brocha o pistola. En algunos casos, también se usa el rodillo. En circunstancias especiales es necesario recurrir a los procedimientos de inmersión o aplicación a espátula y a la pulverización hidráulica.

A brocha. En la mayoría de los casos, se recomienda que la primera capa de imprimación se aplique a brocha. Ello es debido a que la pintura moja adecuadamente el sustrato y penetra más profundamente en la superficie preparada. El mejor procedimiento será cargar abundantemente la brocha, y extender la pintura sobre la superficie de manera uniforme. Las pinturas constituidas por resinas sintéticas y plásticas, secan rápidamente y se vuelven pegajosas en un corto espacio de tiempo. Por lo tanto una vez aplicadas no deben repintarse excesivamente.

A pistola. La mayor parte de los recubrimientos para mantenimiento se aplican a pistola. Este método además de ser más rápido que los demás, excepto la inmersión, proporciona una película de espesor más uniforme. Debido a que la presión de aire es la fuerza motriz en la aplicación a pistola, será fundamental disponer de un compresor que proporcione un caudal adecuado de aire a 7 kg/cm² de presión. La mayoría de los equipos de aplicación a pistola necesitan un caudal de aire de aproximadamente 30 litros/min.

Pulverización hidráulica. Actualmente se utilizan equipos de pulverización hidráulica, donde no se emplea el aire para la atomización del fluido. La pulverización se obtiene simplemente forzando el paso de la pintura, sometida a alta presión, a través de un orificio extremadamente pequeño. Cuando el material atraviesa el orificio, se expande y es proyectado sobre la superficie a pintar en forma de gotas muy pequeñas.

La principal ventaja de este equipo radica en el hecho de eliminar la sobre-pulverización. Por lo tanto, se podrán llevar a cabo aplicaciones de acabado más liso, especialmente sobre esquinas y aristas, y las pérdidas de material en el aire serán mínimas.

Características Generales de las pinturas. Una buena pintura debe poseer:

- Pintabilidad. No ofrecer resistencia al deslizamiento del pincel o rodillo.
- Nivelación. Al poco tiempo de ser aplicada deben desaparecer las marcas del pincel o rodillo.
- Secado. Las pinturas y esmaltes deben secar en tiempos razonables.
- Poder Cubritivo. Es la propiedad de hacer desaparecer el color del fondo de la superficie con el menor número posible de manos.
- Rendimiento. Se determina por la relación entre el tamaño de superficie pintada y la cantidad de pintura empleada.
- Estabilidad. La pintura debe tener estabilidad en el envase, no debiendo formar una capa demasiado gruesa en la superficie.

Barniz y laca

Los barnices son soluciones transparentes que se producen mediante el calentamiento de un aceite secante, una resina, un secante y un disolvente juntos. Si se aplica como una película delgada, el barniz produce un revestimiento duro y transparente al secarse. Las numerosas variaciones en composición y preparación de los barnices hacen difícil su clasificación. El denominado barniz de alcohol, es una resina disuelta en un disolvente volátil que no contiene ningún aceite secante.

OTROS RECUBRIMIENTOS: Esmaltado en porcelana

La porcelana es una cerámica hecha de caolín, feldespato y cuarzo. Se aplica a metales como el acero, el hierro fundido y el aluminio como un esmalte vítreo. Los recubrimientos en porcelana son valiosos por su belleza, color, tersura, facilidad de limpieza y durabilidad en general.

El proceso de esmalte en porcelana consiste en:

- Preparación del material de recubrimiento.
- Aplicación sobre la superficie.
- Secado.
- Quemado.

La preparación implica convertir el esmalte vítreo en partículas finas, que se trituran en un tamaño consistente y conveniente.

La aplicación cuenta con diversas posibilidades como la inmersión, la electrodeposición, la aspersión, el pintado, etc.

El secado puede realizarse por calentamiento radiante o convección.

El quemado es un proceso de sinterizado a una temperatura de 800°C, donde la frita se transforma en un esmalte vítreo no poroso.

Electroforesis.

Es el movimiento de partículas eléctricamente cargadas a través de un gas o líquido como resultado de un campo eléctrico formado entre unos electrodos sumergidos en el medio. Si se aplica una tensión entre un par de electrodos introducidos en la emulsión, las partículas se desplazan hacia el electrodo de signo opuesto a su carga. Las partículas depositadas sobre el electrodo se fusionan configurando un objeto con la misma forma que el electrodo. Igualmente muchas piezas de automóviles se recubren de pintura mediante un proceso de deposición electroforética. Si las partículas en suspensión se desplazan hacia el cátodo, el proceso se denomina cataforesis, si lo hacen hacia el ánodo anaforesis.

Cataforesis.

Se trata de un proceso de pintado por inmersión en el que por medio de corriente eléctrica, se provoca un desplazamiento de partículas de pintura dentro de un campo eléctrico hacia el polo de signo opuesto, hasta la pieza a recubrir situada en el cátodo. La película de pintura es uniforme incluso en interiores aportando una gran protección anticorrosiva y resistencia a deformaciones mecánicas.

Previo al proceso la cadena se somete a un tratamiento de desengrase, lavado y fosfatado que asegure el anclaje de la pintura sobre el metal. La cadena pasa a continuación por un horno que facilita la polimeración correcta, garantizando así las prestaciones de la pintura. Ventajas de la cataforesis:

- ✓ Insuperable tratamiento anticorrosivo.
- ✓ Alta resistencia a la abrasión.
- ✓ Bajo factor contaminante.
- ✓ Excelente acabado.
- ✓ Alta capacidad de producción.
- ✓ Alta eficiencia

Revestimiento en polvo.

Estas pinturas se pulverizan sobre una superficie metálica, como ocurre en la producción de maquinaria o de marcos de ventanas y se adhieren gracias a la atracción electrostática.

Los recubrimientos logrados en base a pintura en polvo electrostática, se adaptan a todos los casos en que se requiera pintar una pieza o componentes con alta resistencia físico-química, otorgándole a su vez un excelente acabado estético.

La aplicación de estos revestimientos de alta resistencia (40% más que la pintura convencional), se logra en forma manual, o automática, mediante el uso de pistola electrostática o por inmersión.

Los recubrimientos en polvo se emplean particularmente, en la fabricación de muebles, juegos de jardín, cocina, electrodomésticos, accesorios para el automóvil, maquinaria en general, herramientas, etc.

Ventajas de los recubrimientos en polvo:

- Producto sin disolvente, no produce contaminación ambiental.
- Alto espesor, con sólo una mano se alcanza de 30 a 150 micras.
- Buen poder cubritivo en bordes.
- Mayor protección.
- Alta resistencia mecánica.
- Limpieza de aplicación.
- Aplicación teórica del 100% del producto.
- Facilidad de aplicación.

El proceso de polimerización se efectúa en un horno con temperaturas entre 130°C y 220°C. En algunos casos para el pintado en una sola cara, se puede curar mediante calor por radiación.

El término “plasma” se utiliza para definir un estado de la materia (“a veces referido como “cuarto estado de la materia”)



en el cual una proporción importante de átomos o moléculas en un gas se encuentran en un estado ionizado exhibiendo un comportamiento colectivo eléctricamente neutro (quasi-neutro).

El estado de plasma se genera haciendo pasar la corriente gaseosa, a baja presión, a través de un arco eléctrico, de forma que la energía eléctrica que proporciona el arco es transferida como energía térmica a las moléculas del gas.

Como resultado de dicha transferencia, las moléculas del gas son ionizadas.



Se puede decir que, desde el punto de vista térmico, un plasma producido por una descarga eléctrica en un gas a baja presión está formado por dos fluidos diferentes:

- a) uno, compuesto por los electrones libres, tiene propiedades similares a las de un gas de alta temperatura,
- b) en tanto que el otro, compuesto por los elementos pesados, se comporta como un fluido de baja temperatura.

Por su alta temperatura, los electrones transfieren energía interna a las especies pesadas del plasma, activándolas y permitiéndoles reaccionar químicamente.

Como resultado, se producen reacciones químicas en fase gaseosa y, en particular, sobre la superficie de un substrato inmerso en el plasma por deposición de especies activadas, lo que da lugar al crecimiento de un recubrimiento.

Esta constituye la base de los procesos reactivos de deposición por plasma.

La materia alcanza su estado de plasma cuando se encuentra ionizada, es decir, compuesta por partículas con cargas eléctricas positivas y negativas, que forman un gas de carga eléctrica total nula que presenta un comportamiento colectivo debido a las interacciones eléctricas simultáneas entre las partículas.

La formación del plasma se puede entender desde el punto de vista de la energía interna de la materia.

Así, la energía interna de una sustancia en estado líquido es mayor que en estado sólido, y en estado gaseoso mayor que en líquido. Sin embargo, si se aumentara paulatinamente su energía interna, las moléculas del gas se disocian en átomos y estos a su vez en electrones e iones positivos, es decir, se ionizan.

Una vez que el número de partículas ionizadas es suficientemente grande, el comportamiento dinámico del sistema queda determinado por fuerzas electromagnéticas (de largo alcance) y no por colisiones binarias entre partículas neutras (como en los gases reales).

A pesar de considerarse un nuevo estado de la materia, no existe una transición de fase.

En general, a energías internas equivalentes a temperaturas mayores de 10.000°C , todas las sustancias conocidas se encuentran en este estado.

Dependiendo de su energía, distinguimos entre plasma caliente y plasma frío.

El primero (Caliente), está fuertemente ionizado y solo está formado por electrones e iones positivos.

El segundo (Frío), débilmente ionizado, además de electrones e iones, también contiene átomos y moléculas en su estado fundamental de energía o estados excitados.

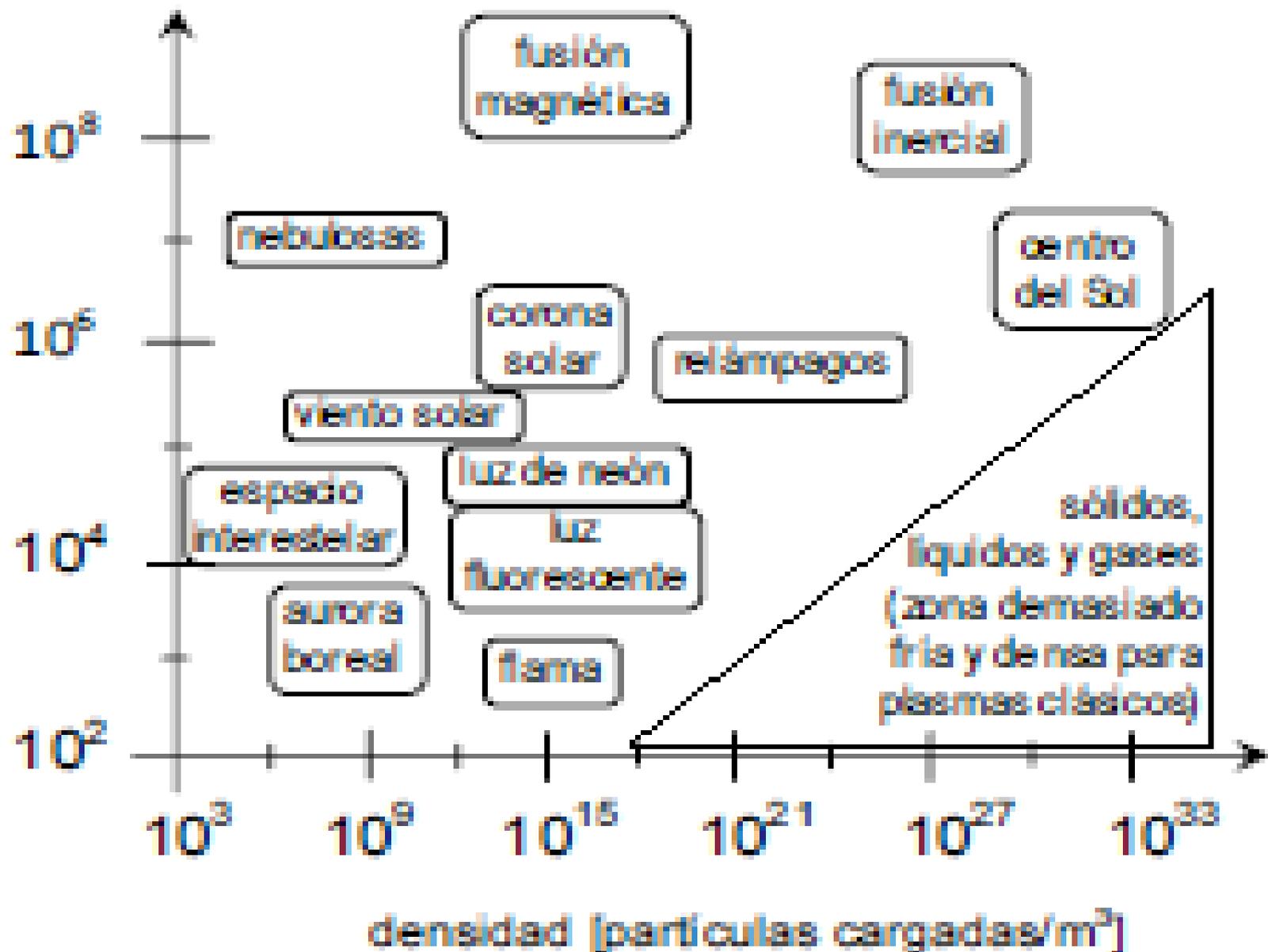
Sea fuerte o débilmente ionizado, el plasma presenta nuevos fenómenos y características imposibles de observar en los otros estados de la materia; por ejemplo, estos son gases de alta conductividad eléctrica y térmica, forman regiones laminares ricas en iones, tienen alta difusión de partículas, transmite ondas electromagnéticas y mecánicas, emite radiación y partículas.

Todas estas propiedades son aprovechadas en la industria.

Las sustancias en estado de plasmas se presentan con un rango de temperaturas y densidades de partículas muy variados.

En la figura se muestran algunos ejemplos de formación de plasmas en la naturaleza y otros creados por el hombre.

temperatura [k]



CÓMO SE OBTIENE?

Para que la materia alcance el estado de plasma, se pueden utilizar diversas técnicas que le transfieran energía, las cuales utilizan diferentes procesos físicos.



Es posible generar plasma, por ejemplo, estableciendo intensos campos eléctricos o por interacción con ondas electromagnéticas de radiofrecuencia (RF), por absorción de microondas, por interacción con ondas de choque y láseres, por colisiones con haces de partículas de alta energía, con vapores a altas temperaturas, por arcos eléctricos, etcétera, y a su vez, cada técnica presenta diversas variantes.

Un ejemplo son los reactores de plasma para procesamiento de materiales donde pueden utilizarse campos eléctricos constantes o variables, los que primero ionizan el átomo y luego aceleran los electrones e iones positivos.

La transferencia de energía de los electrones a las partículas pesadas (iones, átomos o moléculas) vía colisiones es muy lenta debido a la gran diferencia de masa. Sin embargo, si se confina un gas en una cámara a baja presión, se tiene una menor frecuencia de colisión, lo que implica un mayor recorrido en promedio, de forma que los electrones pueden acumular suficiente energía para producir, por choques, la ionización y la excitación energética de las partículas más pesadas.

De esta forma es posible generar un plasma con partículas ionizadas (las que pueden ser químicamente muy reactivas) que luego intervienen en procesos físicos y químicos al interactuar con el material que se desea procesar.

ALGUNAS TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO POR PLASMA

Las técnicas de procesamiento por plasma son muy variadas pero es posible clasificarlas en dos grandes grupos según la energía interna que requiere el plasma.

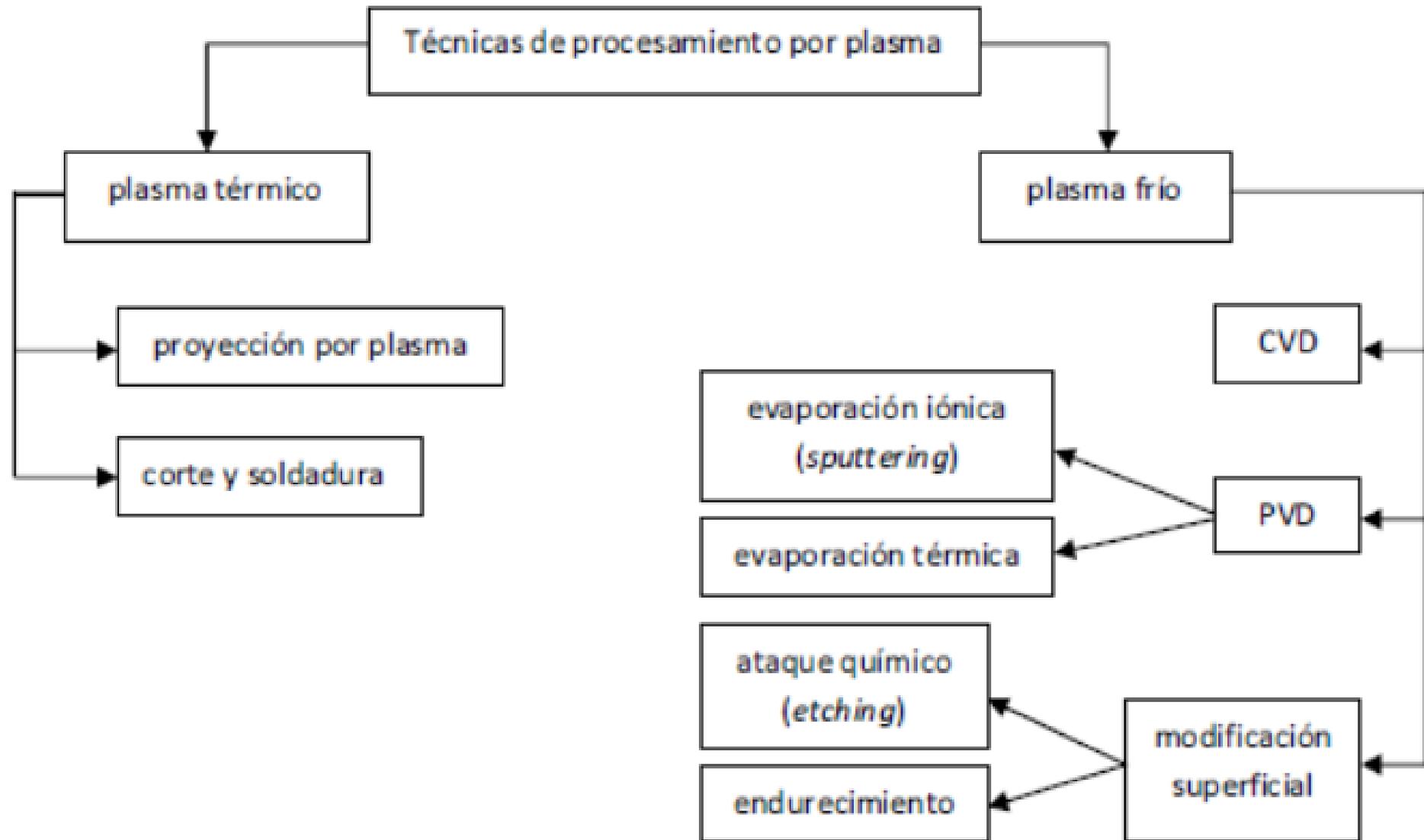
- Los “plasmas térmicos” son los que poseen una alta densidad de partículas cargadas (es decir formadas por electrones, iones positivos y en menor cantidad de átomos excitados).
- Los “plasmas fríos” poseen una densidad baja (por lo que el plasma está formado no solo de iones positivos y electrones sino también átomos neutros y moléculas).

Cada uno de estos agrupa una cantidad de técnicas de plasma que se aplican en diversos procesos de la industria. En el caso de los plasmas fríos, las técnicas se pueden subdividir además en plasmas PVD (Physical Vapor Deposition) y plasmas CVD (Chemical Vapor Deposition), ambos son bastante utilizados para la formación de recubrimientos sobre materiales (sustratos) con aplicaciones en la industria metalmeccánica, aeroespacial, automovilística, energética, entre otras.

Si el recubrimiento se produce por evaporación o por bombardeo dentro del plasma, se trata del primero (PVD), pero si el recubrimiento se forma por reacciones químicas con el sustrato, se trata del segundo (CVD).

En este grupo también se encuentran los plasmas para modificación superficial, donde las nuevas características del material se deben al recubrimiento y al mismo tiempo al diseño o figura impresa sobre el sustrato, técnica fundamental para el desarrollo de la microelectrónica (proceso también conocido como “plasma etching”).

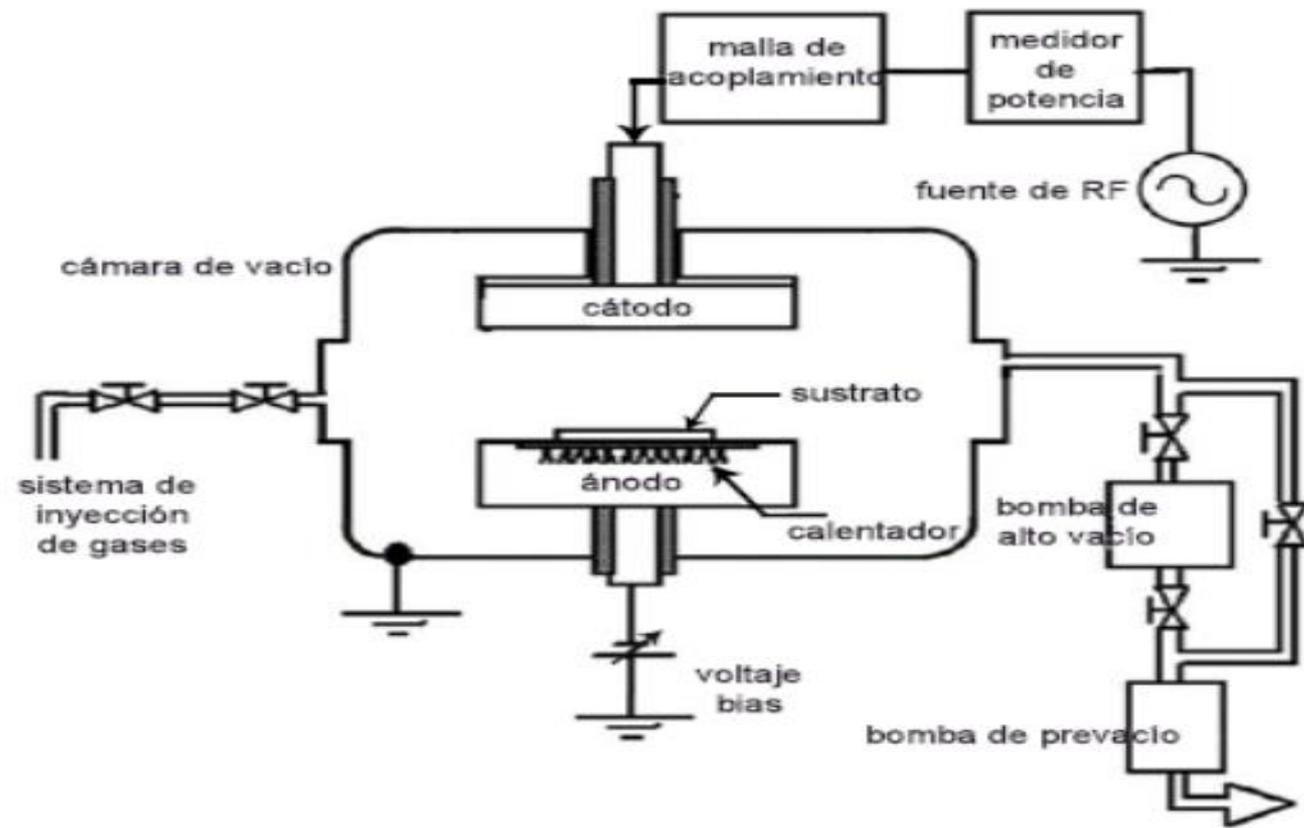
Clasificación de las técnicas de plasma según su energía interna



Por otro lado, las técnicas con plasma PVD y CVD son básicamente:

1. Evaporación térmica, en la cual la vaporización es producida por transferencia de calor al sólido fuente y,
2. Evaporación iónica (o sputtering), en la cual la vaporización es producida por transferencia de momento lineal (colisiones) de un flujo de iones de alta energía al material fuente. Para esta técnica se utilizan reactores de “descarga brillante” (glow discharge).

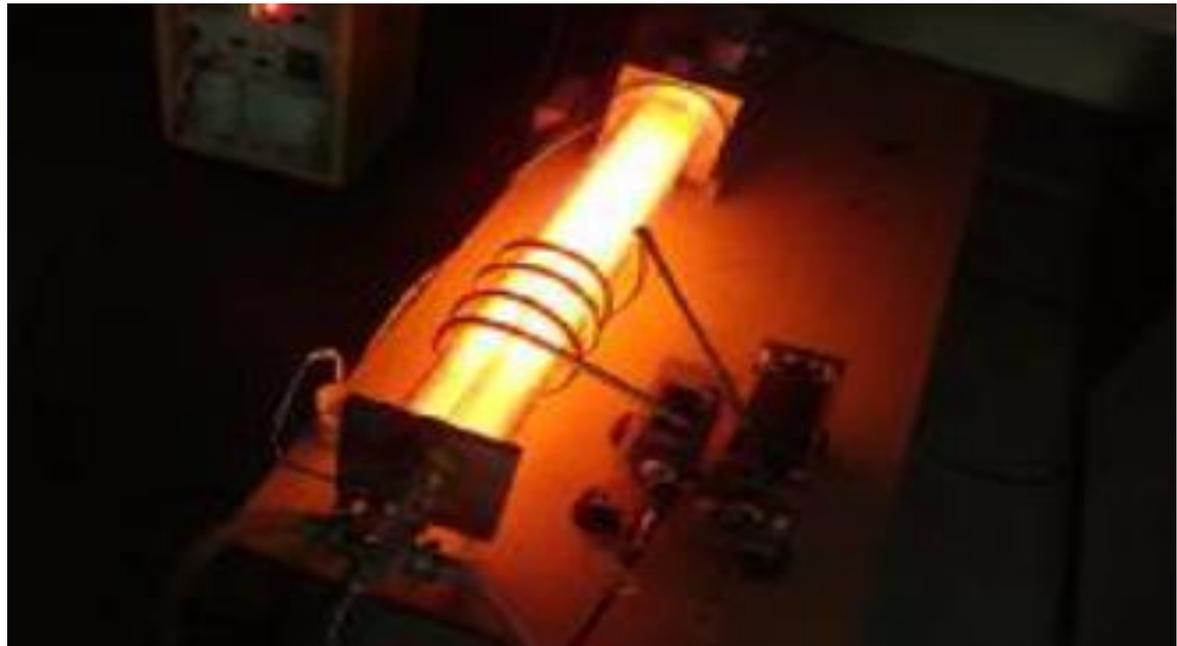
Esquema de un reactor RF de evaporación iónica (*sputtering*) para producir recubrimientos de películas delgadas por procesos PVD o CVD



Básicamente, los reactores como el mostrado en la figura están formados por una cámara de vacío, por lo general de acero inoxidable (en el caso de nuestro laboratorio la cámara es de vidrio pyrex), acoplado a una bomba difusora o una turbo molecular que a su vez opera con una bomba mecánica de pre-vacío.

En esta cámara se crea una presión menor a 10^{-3} Pa y luego se inyecta un flujo constante de un gas inerte (generalmente Ar o N₂) hasta que la cámara alcanza una presión interna constante entre 0,1 Pa y 1 Pa.

Se establece luego un campo eléctrico por medio de una fuente de voltaje continuo, alterno o de radiofrecuencia (RF) y, generalmente, una baja intensidad de corriente (entre 100 mA y 500 mA); en caso de emplear fuentes de RF, además debe utilizarse una malla de acople para maximizar la potencia absorbida por el plasma. Este último permite obtener plasmas más estables en áreas mayores para procesos a bajas temperaturas.



EL PROCESO FÍSICO QUE SUCEDE SE EXPLICA DE LA SIGUIENTE FORMA:

El campo eléctrico ioniza algunos átomos de argón, separándolos en electrones e iones positivos de Ar.

Los electrones son acelerados por este mismo campo eléctrico y por colisiones con los átomos de Ar, logran ionizarlo muy rápidamente por “efecto avalancha” formando una “nube” de plasma.

La aplicación de una diferencia de potencial permite acelerar el Ar ionizado hacia el cátodo (blanco o target) de tal forma que los átomos del blanco son extraídos y se mezclan con el gas inerte, formando una nube de plasma compuesto por átomos del gas y del blanco y sus combinaciones (por ejemplo, si el blanco es de titanio y el gas inerte es nitrógeno, se formará una nube de plasma formada por electrones, N^+ , Ti^+ , TiN , TiN^+ , etcétera).

Finalmente, este plasma es direccionado hacia el sustrato, que es el objeto que se desea recubrir, de forma que se condense sobre su superficie (en el ejemplo, se formaría un recubrimiento de nitruro de titanio, TiN).

A veces es necesario aplicar un voltaje adicional (llamado “voltaje bias”) y calentar con resistencias al sustrato para mejorar la adherencia.

El resultado es superior en uniformidad y adherencia al obtenido por medios químicos, además de que es posible controlar otras características del recubrimiento.

PROCEDIMIENTOS DE DEPOSICIÓN:

Las presiones de los gases en el reactor tienen una influencia enorme en la cinética de la reacción.

Las menores presiones favorecen la reacción en superficie, denominada reacción homogénea, lo cual es ventajoso si se quieren recubrimientos parejos en superficies grandes y complejas.

Los depósitos PECVD a baja presiones además garantizan economía de proceso por el menor consumo de gases reactantes.

Para incrementar la tasa de depósito y reducir los tiempos del proceso, se aplica un campo eléctrico en el interior de la cámara, esto genera la ionización de los gases (plasma) que aumenta la reactividad química de estos.

Dicho campo puede ser de CC o de CA. Muchas veces la aplicación de un campo de radiofrecuencia (13,56MHz) es utilizado para aumentar el grado de ionización.

Esto, aun mejora, si se logra la pre-sesión de los iones mediante un campo magnético.

Más recientemente, otra forma utilizada para lograr la activación de los gases reactantes, es la aplicación de luz láser (LCVD).

Los recubrimientos por PECVD se realizan a partir de un compuesto químico denominado precursor, este es portador de cierto metal (Si, Ti etc.).

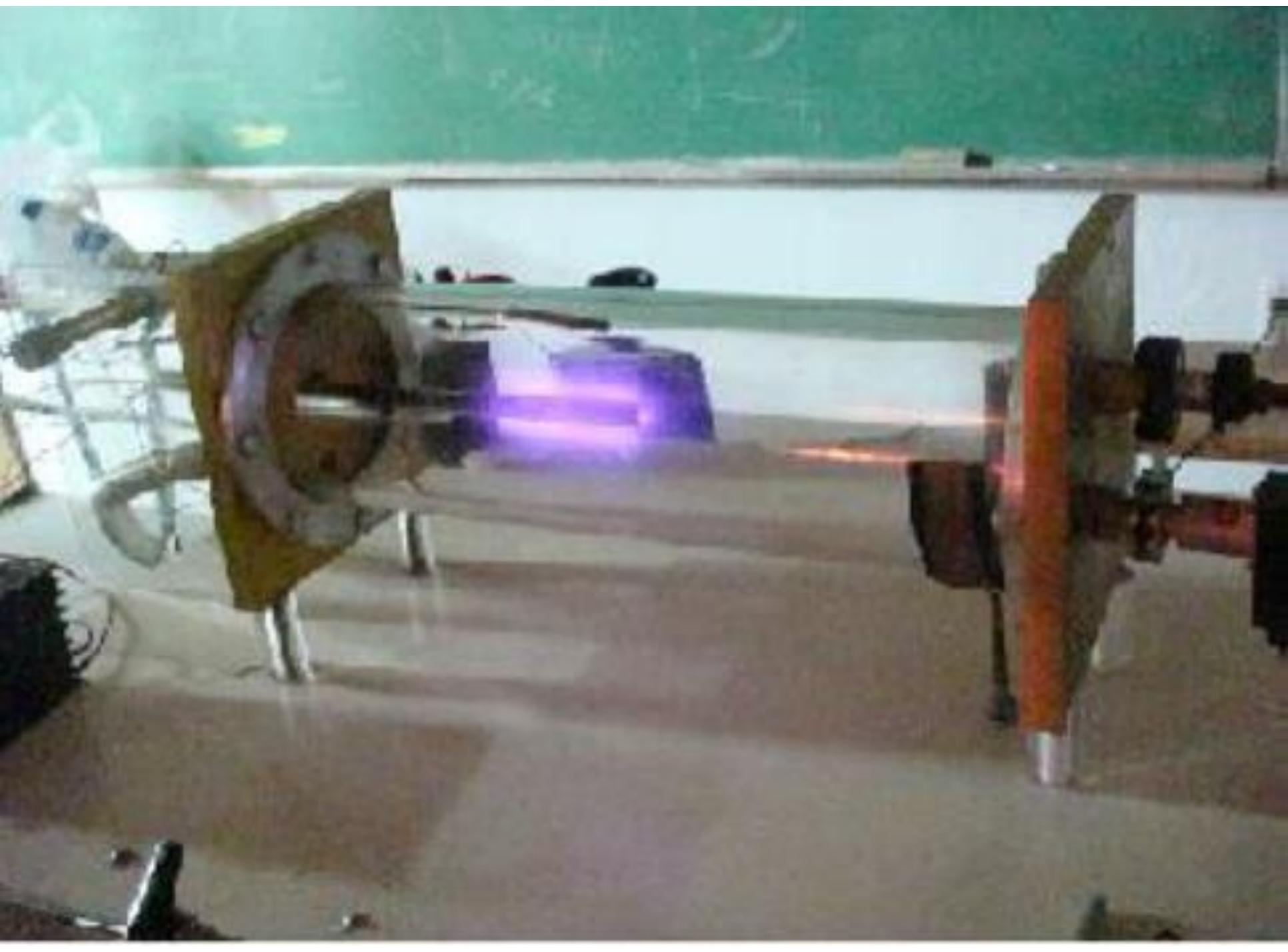
Los cloruros y metal-orgánicos son los precursores industriales más empleados.

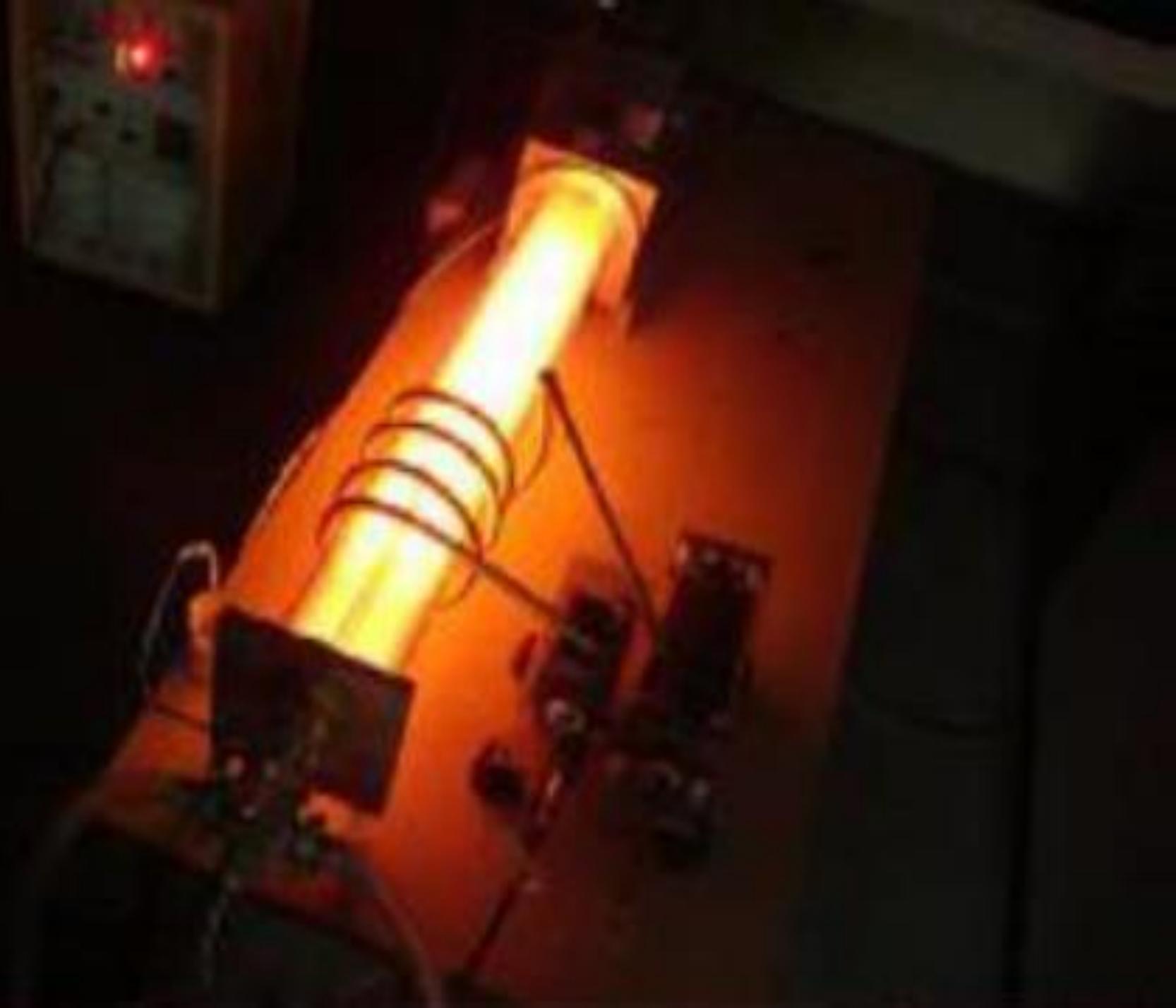
El compuesto precursor se disocia en una cámara a altas temperaturas, y libera el metal en el seno de una atmósfera controlada.

La misma es generada por la circulación de un gas (por ej. O₂, CH₄, N₂, etc.).

El metal liberado por el precursor reacciona con los átomos que son el resultado de la descomposición del gas, dando lugar a una reacción química en la superficie del sustrato; el resultado es la síntesis del compuesto buscado en forma de recubrimiento.

Esta técnica permite la utilización de varios tipos de sustratos metálicos y con distintas geometrías.





PARA QUE UTILIZA ESTE PROCESO Y POR QUE ES TAN IMPORTANTE:

- ✓ Sirven para producir recubrimientos superficiales.
- ✓ Comprenden procesos físico-químicos que modifican las propiedades superficiales en el orden de micrones, ó décimas de milímetro.
- ✓ Confieren al elemento así tratado, propiedades muy específicas.
- ✓ Ciertos tipos de recubrimientos no admiten otra forma de elaboración.
- ✓ Este tipo de recubrimiento se realizan en reactores de plasma herméticos, con procesos a alto vacío, y control preciso de los reactivos de proceso.
- ✓ Se obtienen recubrimientos de pureza y estructura perfecta dada su absoluta independencia de la contaminación ambiental.
- ✓ Estos requisitos indispensables en microelectrónica o nanotecnología, así como en otras áreas altamente especializadas.
- ✓ Producción de elementos nano-estructurados.

ALGUNAS ÁREAS DONDE SE APLICA ESTA TÉCNICA

MICROELECTRÓNICA

- Fotocatálisis
- Resistencias y capacitores de película delgada
- Contactos eléctricos e interconexiones en circuitos integrados
- Semiconductores
- Conversores de energía solar

RECUBRIMIENTOS PROTECTORES

- Antidesgaste
- Anticorrosivos
- Lubricantes sólidos.
- Barreras gaseosas y térmicas

MEDIO AMBIENTE

- Tratamiento de residuos gaseosos
- Conversión de residuos sólidos orgánicos
- Membranas selectivas para purificación de aire

MODIFICACIÓN DE SUPERFICIES

- Endurecimiento superficial
- Limpieza superficial
- Control de topografía

PLASMAS TÉRMICOS

- Recubrimientos por inyección
- Corte de metales
- Soldadura
- Hornos de plasma para metalurgia

Además en **TEXTILES**,
RECUBRIMIENTOS DECORATIVOS y
muchos otros.

NANOTECNOLOGÍA

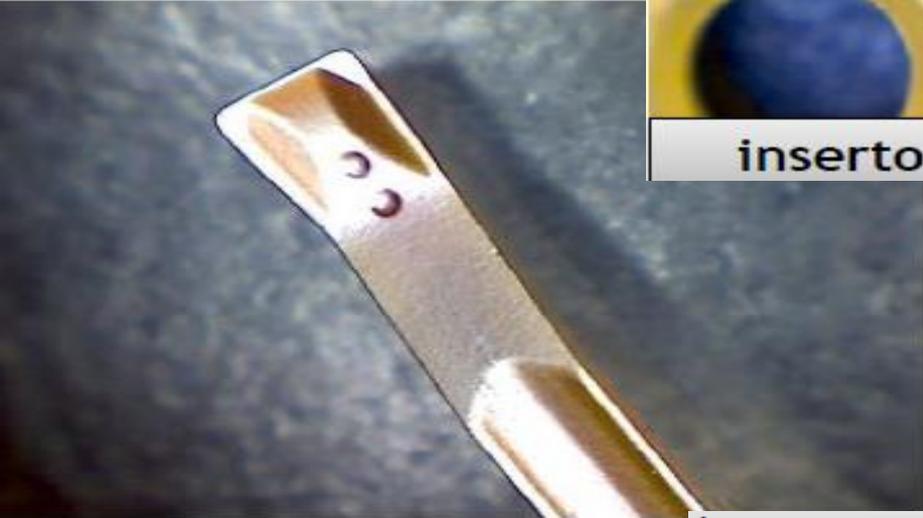
- **Fabricación de componentes para nanosensores.**
- Modificación de superficies
- Pegado de vidrio y PDMS por medio de plasma de oxígeno
- **Modificación de hidrofiliidad** de superficies con tratamiento por plasma

MEDICINA

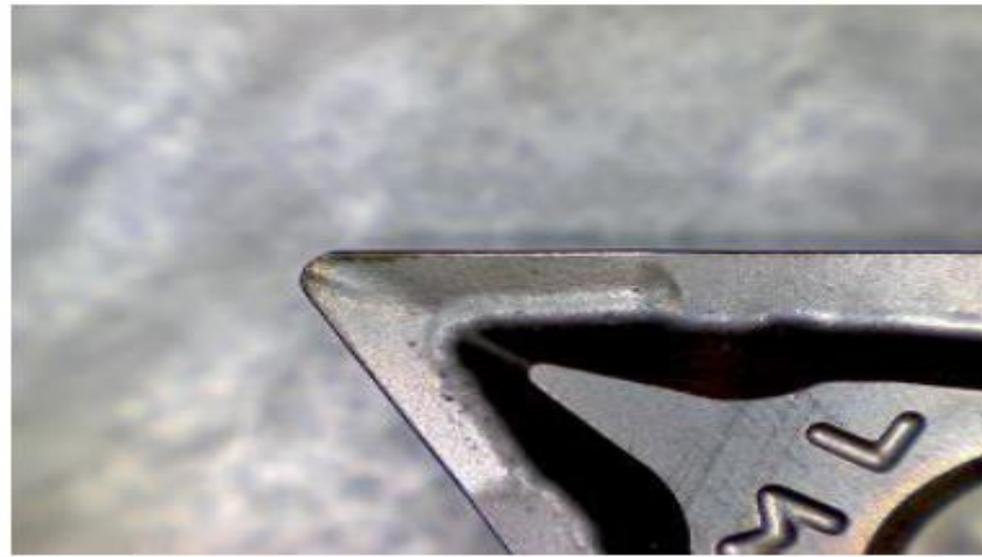
- Recubrimientos biocompatibles para implantes quirúrgicos
- Recubrimiento para lentes
- Esterilización de materiales



inserto sin recubrir



insertos recubiertos con SiC.



Procesos:

Comprenden decisiones que afectan al tipo de tecnología a utilizar, los flujos de proceso así como la distribución física de la planta. El diseño del proceso está muy ligado al diseño del producto con lo que la colaboración con el área de marketing será muy necesaria.

1°.

La elección del proceso productivo es una de las decisiones estratégicas que ha de tomar la empresa. A la hora de decidir cómo será el proceso productivo de los bienes y servicios hay que tener en cuenta en primer lugar si dichos bienes se van a almacenar una vez producidos a la espera de ser vendidos ó si la producción va a implicar que ya existe un pedido. También es importante determinar si la producción se va a llevar a cabo en grandes volúmenes ó en lotes pequeños.

2°

A continuación hay que ver qué tipo de instalación y de maquinaria es necesaria para la producción. Esta decisión es fundamental debido al elevado coste que supone y por tanto la dificultad de modificarlo a posteriori. Además también condiciona las futuras decisiones estratégicas que se tomen a este respecto.

3°

Después hay que decidir qué personas van a llevar a cabo la producción. Su cualificación, perfil, salarios, condiciones laborales, etc.

Para saber cuál es el tipo de proceso más adecuado hay que analizar la demanda, y adaptar el volumen de producción más adecuado para satisfacerla. El proceso productivo deberá tener en cuenta la demanda inmediata y el tiempo necesario para alcanzar ese nivel.

Los grupos en los que se clasifican los tipos de procesos atienden a dos factores.

- El primero se refiere al producto en sí y al flujo a lo largo del proceso de producción. En este grupo se clasifican los procesos en línea, intermitentes y por proyecto.
- Y el segundo se refiere al tipo de pedido ya que la empresa puede producir y almacenar el bien ó producir sólo cuando hay un pedido.

En el caso de las empresas de servicios el proceso productivo se refiere a la serie de operaciones secuenciales necesarias que dan lugar al servicio.

PROCESOS EN LÍNEA

Se caracteriza por tener una secuencia lineal y continua de pasos para producir el bien. Estos pasos no pueden ser alterados y la carga de trabajo está perfectamente definida para evitar cuellos de botella y demoras en la producción.

Estos procesos son en general muy eficientes aunque es difícil y caro modificar la línea para introducir modificaciones en los productos. La inversión en maquinaria es muy alta y está enfocada al producto.

En cuanto al perfil de las personas que trabajan en este tipo de procesos son no especialistas ya que las tareas que llevan a cabo son muy repetitivas y sencillas.

Para recuperar la inversión en maquinaria hay que aproximarse el volumen de producción a la capacidad máxima de la línea. La eficiencia en este tipo de procesos es mayor del 95%.

Ejemplos: fabricación de automóviles, equipos informáticos, suministro de electricidad, suministro de agua, etc.

PROCESOS INTERMITENTES

La producción se lleva a cabo por lotes y a intervalos intermitentes. La maquinaria se agrupa por tipo de centro de procesado y las personas encargadas son especialistas. El producto no tiene por qué recorrer todos los centros de procesado.

En este caso, la producción es más flexible a la hora de modificar el producto, ya que la maquinaria está menos estandarizada.

El principal inconveniente es que puede haber tiempos muertos a la espera del producto inacabado ó de materiales necesarios para continuar el proceso de fabricación. Esto provoca ineficiencias en el proceso ya que algunos centros de procesado pueden estar a falta de actividad mientras que otros tenga sobre carga de trabajo. La eficiencia de este tipo de procesos suele oscilar entre el 20% y el 40%.

Ejemplos: construcción de bloques de viviendas.

FLUJO POR PROYECTO

Se trata de la fabricación de un único producto. Se trata de una serie de operaciones ordenadas según una secuencia determinada y una duración en cada fase que es conocida.

La mano de obra es especializada, no hay prácticamente automatismos y la maquinaria es de uso general para poder adaptarse al producto. Es necesario el conocimiento sobre técnicas de planificación de proyectos como PERT y CPM.

Ejemplos: producción de una película.

PRODUCCIÓN POR INVENTARIO

Son productos fabricados y almacenados para ser vendidos posteriormente. En este caso los productos son indistinguibles y definidos por el fabricante. Se dispone de un almacén que cubre la demanda del producto con la adecuada inmediatez. El principal problema surge si no se cubre la demanda. El cliente adquiere el bien en función de su precio, utilidad y plazo de entrega.

De cara a establecer una correcta planificación se parte de una estimación lo más exacta posible de la demanda. En función de la fuerza de ventas se hace una estimación de las mismas. A continuación se ha de tener en cuenta la capacidad de producción y el nivel de stock de productos. El objetivo es que la demanda siempre esté cubierta.

PRODUCCIÓN POR PEDIDO

El proceso de fabricación comienza con el pedido solicitado por un cliente. El producto va destinado desde el principio con unas características concretas. No será necesario el control de stocks

Los factores clave de producción son el control del flujo de pedido y el plazo de entrega.

DIAGRAMA DE PROCESO

Es una de las herramientas más útiles para comprender el funcionamiento de los procesos y para aplicar técnicas de mejora y eficiencia.

Se utiliza una nomenclatura concreta que define una forma para cada tipo de actividad presente en un proceso operativo.

En un diagrama de proceso se representa de una forma muy visual y sencilla el momento en el que los materiales van siendo procesados, las verificaciones y controles que se realizan, así como los tiempos invertidos en cada fase.

A la hora de diseñar un proceso se deben evaluar las materias primas y conocer las alternativas más adecuadas para que teniendo en cuenta el proceso productivo completo, el producto final tenga las características adecuadas en cuanto a funcionamiento, fiabilidad, calidad, servicio y coste.

También se debe evaluar si hay etapas redundantes ó innecesarias para eliminarlas. Puede ocurrir que haya etapas que puedan solaparse (por ejemplo agrupar varias inspecciones de producto en una sola etapa).

Por último también hay que buscar eficiencia en los tiempos de fabricación.

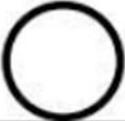
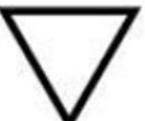
SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentaneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

DIAGRAMA DE FLUJO

Es una representación gráfica de la secuencia de actividades que se producen durante el proceso y que en cada etapa deben dar respuesta concisa a las siguientes preguntas:

- QUÉ: que operaciones son fundamentales, cuales son eliminables y cuales se pueden combinar con otras. Qué se puede modificar del producto para adaptarlo a proceso productivo.
- QUIEN: persona responsable de cada tarea, cualificación requerida, agrupación de operaciones en la misma persona, formación, experiencia, condiciones laborales, etc.
- DONDE: posibilidad de que las actividades se realicen en menos recorrido, optimizar la distribución de la planta.
- CUANDO: momento de ejecución, retrasos, tiempos muertos, cuellos de botella, almacenamiento intermedio, etc.
- COMO: metodología más adecuada, actualización de los equipos, orientación a simplificar las operaciones y llevarlas a cabo en menos tiempo.

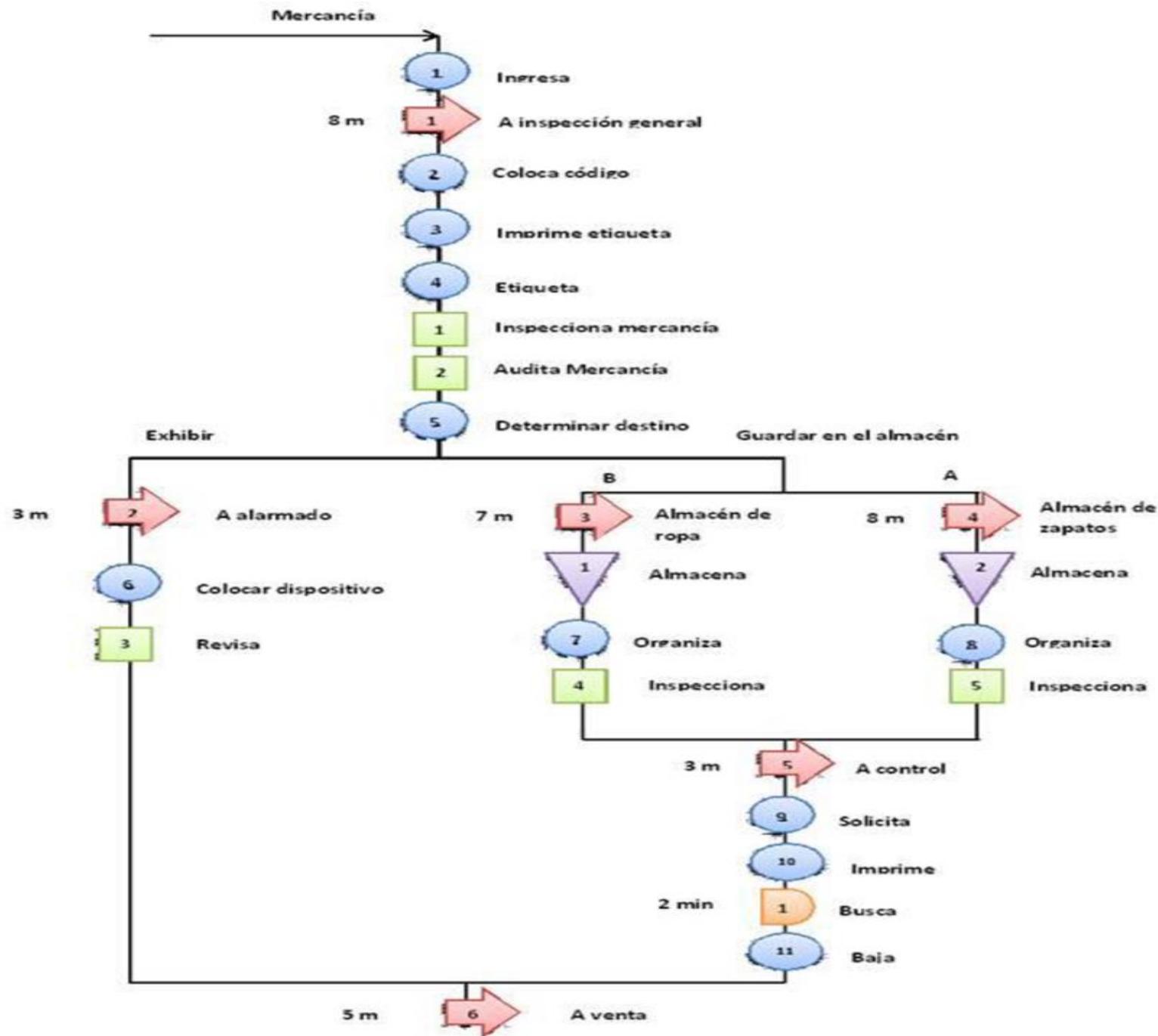
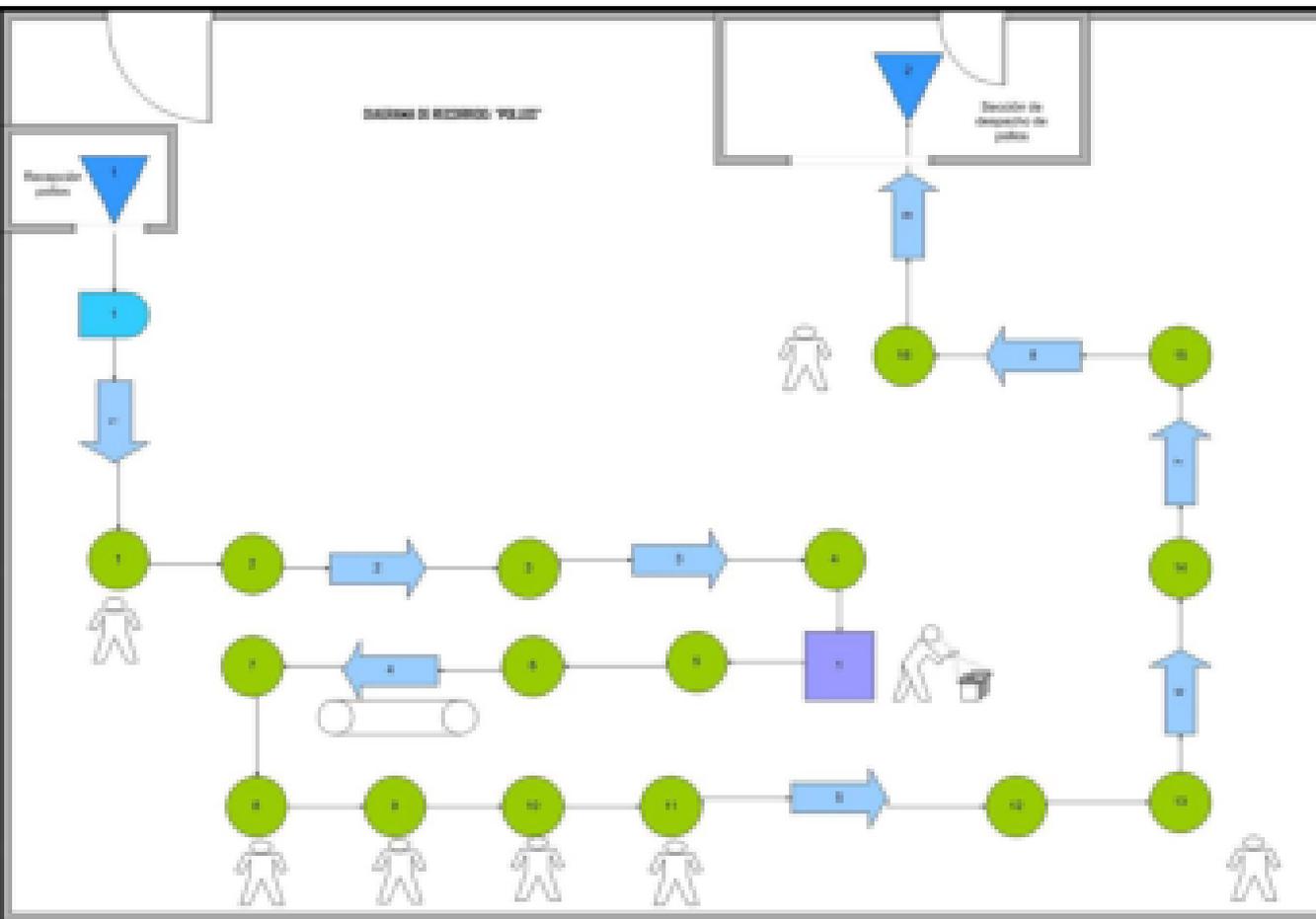


DIAGRAMA DE CIRCULACIÓN

Representa cómo se mueven los materiales a lo largo del proceso de fabricación en la planta. En el esquema de la planta aparece su distribución y la ubicación de las actividades que se reflejan en el diagrama de proceso.

Las flechas indican el sentido del movimiento reflejando el recorrido real de los materiales. Estos diagramas se confeccionan sobre planos a escala de la planta. Son de gran ayuda para eliminar recorridos innecesarios y cuellos de botella.



FLUJO DE INFORMACIÓN

Refleja la parte administrativa del proceso. En las empresas de servicio el flujo de información juega el mismo papel que el diagrama de circulación en una empresa manufacturera. La mecanización e informatización de los procesos parte de un buen análisis del flujo de información.

DISTRIBUCIÓN POR POSICIÓN FIJA O POR PROYECTO

En este tipo de distribución los materiales básicos permanecen fijos en una zona, mientras que la mano de obra con sus herramientas y material adicional se desplazan hasta ellos. Este tipo de distribución es el más versátil en cuanto a modificaciones del producto. Además la organización de la distribución del trabajo es muy sencilla, ya que materiales y personas se concentran en un punto determinado.

Además, la colocación de los materiales habrá de hacerse en función del orden en el que van a utilizarse para así optimizar el espacio que ocupan y los movimientos de material innecesarios.

Para tener en cuenta todos estos aspectos en este tipo de distribución hay que programar de forma exacta las actividades que se van a llevar a cabo y la duración de cada una.

En la última década, la Gestión por Procesos ha despertado un interés creciente, siendo ampliamente utilizada por muchas organizaciones que utilizan referenciales de Gestión de Calidad y/o Calidad Total.

El Enfoque Basado en Procesos consiste en la Identificación y Gestión Sistemática de los procesos desarrollados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos (ISO 9000:2000). La Gestión por Procesos se basa en la modelización de los sistemas como un conjunto de procesos interrelacionados mediante vínculos causa-efecto.

El propósito final de la Gestión por Procesos es asegurar que todos los procesos de una organización se desarrollan de forma coordinada, mejorando la efectividad y la satisfacción de todas las partes interesadas (clientes, accionistas, personal, proveedores, sociedad en general).

DISTRIBUCIÓN POR POSICIÓN FIJA

Ejemplo: Montajes de calderas en edificios, barcos, torres de tendido eléctrico y, en general, montajes a pie de obra.

