

# Sistemas de acabado metalorgánico: un sistema físico de revestimiento metálico de las superficies, de bajísimo impacto ambiental

Anver  
(Asociación italiana de la pintura industrial)

## Introducción

En 2001 nace el primer grupo de trabajo de Anver con el fin de investigar soluciones alternativas a los acabados galvánicos que, como es sabido, tienen dificultades en el mercado por el gran impacto ambiental que les caracteriza y los costes que comporta su control.

En estos años se ha desarrollado un profundo trabajo de investigación aplicada que ha generado algunas soluciones industriales de gran interés para todo nuestro sector (fig. 1).

Actualmente se han instalado, e ya trabajan, las 2 primeras instalaciones industriales que utilizan

1 y 2 – Las primeras muestras revestidas en el laboratorio de Kolzer con los procesos de deposición “física” de cromo metal mediante *sputtering* presentados durante el primer encuentro del grupo de trabajo “Cromless” de Anver, en 2001.

1 e 2 – As primeiras amostras revestidas no laboratório da Kolzer com os processos de deposição “física” de cromo, mediante *sputtering*, apresentadas durante o primeiro encontro do grupo de trabalho “Cromless” da Anver, em 2001.



# Sistemas de acabamento metal-orgânico: um sistema físico de revestimento metálico das superfícies, de baixíssimo impacto ambiental

Anver  
(Associação italiana da pintura industrial)

## Introdução

Em 2001 nasce o primeiro grupo de trabalho da Anver com a finalidade de pesquisar soluções alternativas ao acabamento galvanizado, notoriamente em dificuldade no mercado devido ao grande impacto ambiental que o caracteriza e aos custos que implicam o seu controle.

Nesses anos foi desenvolvido um grande trabalho de pesquisa aplicada que gerou algumas soluções industriais de grande interesse para todo o nosso setor (Figura 1).

Atualmente estão instaladas e operativas as 2 realmente primeiras instalações industriais que

técnicas de depósito físico de metales, en cualquier superficie preparada con una imprimación (líquida o en polvo) y acabada con un transparente protector, donde fuera necesario.

Una instalación aplica cromo metálico en perfiles de aluminio para cabina ducha en el departamento de acabado del mismo fabricante de mobiliario para el baño y la otra trabaja en la fábrica de una empresa de pintura (y deposición física de los metales) para terceros, Sunagen (fig. 2).

Y precisamente de esta última instalación (fig. 3) queremos presentarles a los lectores, de sus características, resultados de calidad final (fig. 4), tecnología de preparación de las superficies, sistema de deposición de los metales (y de las aleaciones metálicas).

## La instalación

Nace sobre el papel, en 2008, en la sala de reuniones de Anver (fig. 5), por solicitud del gerente de Sunagen, Mario Generani, y por sugerencia de Antonio D'Esposito de Kolzer, la empresa que ha puesto a punto el sistema de deposición física de los metales por *sputtering*.

Empieza a funcionar el 19 de marzo de 2009, en presencia de los técnicos que habían contribuido a la puesta a punto del nuevo proceso, del presidente de Anver y de los representantes de Verniciatura Industriale y Recubrimientos Industriales.

## El proceso de cromado metalorgánico

El proceso de cromado metalorgánico (denominado así para distinguirlo claramente de los procesos galvánicos, llevados a cabo



**3 – La instalación de acabado “metalorgánico” de piezas de metal y plástico instalado en la planta de Sunagen.**

**3 – A linha de acabamento “metal-orgânica” das peças de metal e plástico instalada na fábrica da Sunagen.**

**4 – Algunas piezas cromadas con el sistema de *sputtering* desarrollado por Kolzer en la planta de Sunagen.**

**4 – Alguns componentes cromados com o sistema de *sputtering* desenvolvido pela Kolzer na fábrica da Sunagen.**



utilizam técnicas de deposição física de metais em qualquer tipo de superfície, preparada com um ciclo de primário UV por meio de pintura (líquida ou em pó) e acabada com um transparente de proteção, onde necessário.

A primeira aplica cromo metálico sobre perfis de alumínio para box de banheiro no próprio setor de acabamento do fabricante de decoração para banheiros, a outra está presente na produção de uma em-

presa que presta serviço terceirizado, a Sunagen (Figura 2) de deposição física de metais.

É esta última linha (Figura 3) que queremos ilustrar aos leitores, sua caracterização, os resultados da qualidade final (Figura 4), a tecnologia de preparação das superfícies, o sistema de deposição física de metais (e ligas metálicas).

## A linha

Nasce no papel em 2008, na sala de reunião da Anver (Figura 5), a pedido de um empresário da Sunagen, Mario Generani, e da idéia de Antonio D'Esposito da Kolzer, empresa que desenvolveu o sistema de deposição física de metais por *sputtering*.

Começa a funcionar em 19 de março de 2009, na presença dos técnicos que contribuíram para o desenvolvimento do novo processo, do presidente da Anver e dos representantes da Verniciatura Industriale e Recubrimientos Industriales.

## O processo de cromagem metal-orgânica

O processo de cromagem metal-orgânica (assim denominado para distinguí-lo claramente dos processos galvânicos, conduzidos





5 – El grupo de trabajo de Anver durante las fases de programación de las actividades de apoyo a la realización del proceso actualmente industrializado en la Sunagen.

5 – O grupo de trabalho da Anver durante as fases de programação das atividades de suporte para a realização do processo hoje industrializado pela Sunagen.

mediante el uso de baños químicos especialmente complejos que deben gestionarse estrictamente desde el punto de vista medioambiental y de la seguridad) se basa en una serie de tecnologías de deposición física de los metales en fase sólida o gaseosa, en cámaras al vacío (fig. 6). Según el tipo de mecanismo de evaporación y depósito del metal, del ambiente en el que se evapora y deposita en la superficie objeto de tratamiento y del tipo de depósito obtenido, ha asumido denominaciones diferentes: *PVD* (acrónimo de *Physical Vapour Deposition*, “deposición física en fase gaseosa”), *PEVD* (*Plasma Enhanced Vapour Deposition*, “deposición química y física en fase gaseosa mejorada mediante plasma”), *PECVD* (*Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition*, “deposición química en fase gaseosa mejorada mediante plasma”), *Sputtering*.

El sistema de deposición puesto a punto en Sunagen se basa en sistemas de *sputtering* (*magnetron sputtering*) desarrollados por



6 – La instalación de aplicación y polimerización UV del fondo en el que se depositarán los metales (acero inoxidable, níquel, cromo, cobre y otros metales) con el sistema *sputtering*.

6 – A linha de aplicação e polimerização UV do fundo sobre o qual são depositados os metais (aço inox, níquel, cromo, cobre e outros metais) com o sistema *sputtering*.

7 – La cámara al vacío de deposición de los metales en ambiente plasma.

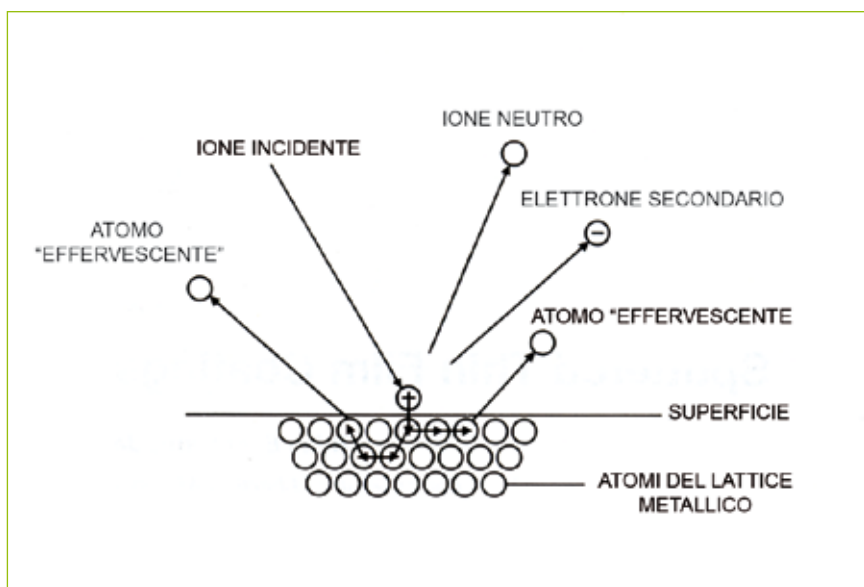
7 – A câmara a vácuo de deposição dos metais em ambiente plasma.

mediante el uso de tanques químicos, particularmente complejos de gerir do ponto de vista ambiental e da segurança) se baseia em uma série de tecnologias de deposição física dos metais em fase sólida ou gasosa em câmara a vácuo (Figura 6).

De acordo com o tipo de mecanismo de evaporação e deposição do metal, do ambiente em que esse é evaporado e depositado na superfície do material para ser tratado e do tipo de deposição obtida, assumiu várias denominações: *PVD* (de *Physical Vapour Deposition*, “Deposição Física em Fase Gasosa”), *PEVD* (*Plasma Enhanced Vapour Deposition*, “Deposição Química e Física em Fase Gasosa Melhorada por Meio de Plasma”), *PECVD* (*Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition*, “Deposição Química em Fase Gasosa Melhorada por Meio de Plasma”), *Sputtering*.

O sistema de deposição, desenvolvido na Sunagen, é baseado em sistemas de *sputtering* (*magnetron sputtering*), criados pela Kolzer (Figura 7). O processo é extremamente simples se comparado com um





8 - Representación esquemática del proceso de *sputtering*.

8 - Representação esquemática do processo de *sputtering*.

Kolzer (fig. 7).

El proceso es muy sencillo, si se compara con un proceso de deposición galvánica, y es muy flexible: es un proceso de pintura mono o bicapa, con una fase de deposición física del metal (o de la aleación metálica) efectuada al vacío (a baja presión).

La preparación de la superficie se efectúa mediante lavado y posterior aplicación de una imprimación en polvo o líquida UV al agua, necesaria para obtener la mejor adhesión de la capa nanométrica de metal "expulsada" por el *target* (el metal que se evapora en vacío por efecto de la colisión de iones acelerados, en fase plasma, en la cámara de baja presión) y "pulverizado", dirigido a la superficie preparada que hay que revestir (fig. 8). Las superficies, por último, están protegidas con un barniz transparente, líquido o en polvo.

Es un proceso que se conoce desde hace tiempo, pero que se ha industrializado con éxito gracias al trabajo llevado a cabo en colaboración con los

9 – La instalación de lavado por ultrasonidos para la preparación de los soportes que hay que revestir.

9 – A linha de lavagem por ultrassom para a preparação dos suportes que serão revestidos.



de deposición galvánica e muito flexível: é um processo de tinta mono ou bicamada, com uma fase de deposição física do metal (ou da liga metálica) efetuada a vácuo (baixa pressão).

A preparação da superfície é feita através de lavagem e uma sucessiva aplicação pintura com fundo UV à base de água, necessária para se obter uma melhor adesão da camada nanométrica de metal expulso do "objetivo" (o metal que se evapora sob vácuo por efeito da colisão dos íons acelerados, na fase plasma, da câmara de baixa pressão) e "pulverizado", direto na superfície preparada que será revestida (Figura 8). Finalmente, as superfícies são protegidas com uma tinta transparente, líquida ou em pó.



diferentes componentes del grupo de trabajo y a la optimización que ha resultado, desde el punto de vista de los tiempos del proceso, de las características de calidad del acabado y de los costes de la inversión.

Permite depositar una amplísima gama de metales (p. ej. aluminio, níquel, cromo, acero inoxidable, plata, cobre y aleaciones) y obtener el aspecto estético y las resistencias que se desean y se necesitan, partiendo de la composición del ciclo, es decir, del tipo de imprimación y de transparente final aplicados (color, brillo, resistencias).

Desde este punto de vista, la experiencia de Sunagen y de sus proveedores inició con el objetivo de conseguir una solución alternativa al cromado galvánico con finalidades estéticas y llegó a desarrollar, en cambio, una gama mucho más amplia y de altísima caracterización estética de depositos metálicos.

## El proceso que ofrece Sunagen

Según las resistencias que requiere el acabado, el proceso necesita un ciclo de 2 o 3 capas. En caso de soportes de material plástico:

- Pretratamiento con un lavado perfecto de las superficies, asistido por ultrasonidos (fig. 9).
- Aplicación de una imprimación transparente acrílico-epoxi o acrílico-uretánico al agua endurecido con irradiación ultravioleta.

Productos de este tipo ha resultado que sirven específicamente para el proceso, ya que forman un sustrato con una alta temperatura de transición vítrea capaz de resistir al bombardeo de

**10 – Detalle de la cámara blanca en la que están instaladas las máquinas de recubrimiento y deposición metálica.**

**10 – Detalhe da câmara branca onde estão instalados os equipamentos de pintura e deposição metálica.**

**11 – Los operadores trabajan con monos de material que no sueltan polvo. Dentro de la cámara blanca se les elimina el polvo con un flujo de aire ionizado.**

**11 – Os operários trabalham com uniformes de material adequado para não deixar pó. Na entrada da câmara branca são “retirados os pós” com um fluxo e ar ionizado.**



É um processo conhecido há tempos, mas que foi industrializado com sucesso graças ao trabalho conduzido em parceria com vários componentes do grupo de trabalho e à sua otimização obtida do ponto de vista dos tempos de processo, da caracterização qualitativa do acabamento e dos custos de investimento.

Permite a deposição de uma vasta gama de metais (alumínio, níquel, cromo, aço inox, prata, cobre e ligas) e a obtenção do aspecto estético e das resistências desejados e necessários a partir da composição do ciclo, ou seja, do tipo de primário e do transparente final aplicados (cor, brilho, resistências).

Sobre este ponto de vista, a experiência da Sunagen e de seus fornecedores partiu com o objetivo de criar uma solução alternativa à cromagem

galvânica com finalidade estética e chegou a desenvolver, em contrapartida, a uma variedade muito grande e de alto resultado estético de efeitos metálicos.

## O processo oferecido pela Sunagen

De acordo com as resistências requeridas no acabamento, o processo necessita de um ciclo de 2 ou 3 camadas. No caso de suportes de material plástico:

- pré-tratamento com uma perfeita lavagem das superfícies, assistido a ultrassom (Figura 9)
- aplicação de um fundo transparente acrílico-epóxi o acrílico-uretânico à base de água, endurecido com irradiação ultravioleta. Produtos desse tipo se



iones y electrones que caracteriza la posterior fase de depósito del metal.

Debe tenerse una atención especial a la limpieza de las zonas de aplicación, si se quieren obtener acabados metálicos perfectos (figuras 10 y 11).

La cabina debe ser de tipo "cámara blanca", el aire de entrada debe estar perfectamente tratado y climatizado, así como también el aire del horno UV (fig. 12).

Tras la aplicación de la imprimación el ciclo procede con:

- Evaporación del agua de la película aplicada

**12 – La central de tratamiento del aire que entra en la "cámara blanca".**

**12 – A central de tratamento de ar na entrada da "câmara branca".**

**13 – Dentro de la zona operativa, la instalación de sputtering.**

**13 – No interior do setor operativo, a linha de sputtering.**



demonstraram especificamente funcionais ao processo, uma vez que formam um substrato de alta temperatura de transição vítrea capaz de resistir ao bombardeamento de íons e elétrons que caracteriza a posterior fase de deposição do metal.

Uma especial atenção deve ser reservada à limpeza das áreas aplicativas, se se deseja obter acabamentos metálicos perfectos (Figuras 10 e 11).

A cabine deve ser do tipo "câmara branca", o ar de entrada perfectamente tratado e climatizado, assim como o ar da estufa UV (Figura 12).

Depois da aplicação do primário o ciclo procede com:

- a evaporação da água do filme aplicado
- a polimerização no forno de UV
- a remoção do bastidor porta-peça, que é utilizada na câmara de deposição, sem a necessidade de manipular as peças.

na câmara a vácuo, em ambiente de plasma, o metal é depositado a partir de um processo de *magnetron sputtering*, em alguns minutos (Figura 13). A duração do processo depende das espessuras desejadas, todas de ordem nanométrica.

Uma característica peculiar do sistema, desenvolvido pela Kolzer, é a velocidade do processo de deposição: minutos.

O processo de deposição é extremamente eficiente, ou seja, o consumo de metal coincide com a quantidade depositada nas peças. Não são gerados subprodutos de processo e, portanto, o processo é livre de emissões.

Para se obter os melhores resultados, estéticos e funcionais, o processo deve ser controlado com especial atenção, uma vez que as características elétricas, óticas, a elasticidade e outras características típicas da deposição metálica são muito variáveis. Por isso, Mario Generani instalou na fábrica um laboratório equipado para a caracterização qualitativa, o controle dos processos e o contínuo melhoramento operacional (Figuras 14, 15 e 16).

De fato, existem diversas variáveis que interferem na definição das características elétricas, óticas do finíssimo filme metálico depositado: as condições do suporte durante a deposição podem



14, 15 y 16 – El laboratorio de Sunagen está equipado con una serie completa de instrumentación para la caracterización de las superficies, el control de la calidad del proceso y del acabado: un microscopio analítico, pruebas de resistencia a la fricción, medida selectiva de los espesores y otros dispositivos capaces de ofrecer el soporte analítico para la mejora continua de los procesos.

14, 15 e 16 – O laboratório da Sunagen é equipado com uma completa série de instrumentações para a caracterização das superfícies, o controle da qualidade do processo e do acabamento: um microscópio analítico, testes de resistências à abrasão, medida seletiva das espessuras e outros equipamentos capazes de oferecer o suporte analítico para a melhoria contínua dos processos.

Polimerización en el horno de UV.  
 Traslado del bastidor porta piezas, que se utiliza en la cámara de depósito, sin tener que manipular las piezas.

En la cámara al vacío, en ambiente de plasma, se deposita el metal con un proceso de *magnetron sputtering*, en unos minutos (fig. 13). La duración del proceso depende de los espesores que se quieran aplicar, todos del orden nanométrico.

Una característica peculiar del sistema, desarrollado por Kolzer, se refiere justo a la velocidad del proceso de deposición: minutos.

El proceso de deposición es extremadamente eficiente, es decir, los consumos de metal coinciden con las cantidades depositadas en las piezas. No se generan subproductos de proceso y, por tanto, el proceso está libre de emisiones.

Para obtener los mejores resultados, estéticos y funcionales, el proceso tiene que estar controlado con especial atención, ya que las características eléctricas, las ópticas, la elasticidad y las demás características típicas del depósito metálico son muy variables. Por eso, Mario Generani ha instalado en la fábrica un laboratorio equipado para la caracterización de la calidad, el autocontrol de los procesos y la continua mejora operativa (figuras 14, 15 y 16).

De hecho, existen varias variables que intervienen en la definición de las características –eléctricas, ópticas– de la finísima película metálica depositada: las condiciones del soporte durante la deposición pueden tener una influencia significativa en estas características. Por ejemplo, las relaciones entre la temperatura del sustrato y el punto de fusión del metal, por lo que al ser ma-



ter significativa influência nessas características. Por exemplo, as relações entre a temperatura do substrato e o ponto de fusão do metal, por consequência sendo maior a primeira em relação ao segundo, melhor será a formação da deposição, dependendo deste fator a mobilidade na superfície dos átomos que condensam no substrato e as interações entre estes e o primário. Enfim,

por la primera respecto al segundo, mejor será la formación del depósito, dependiendo de este factor la movilidad en la superficie de los átomos que condensan el sustrato y las interacciones entre éstos y la imprimación. En definitiva, el control de las relaciones y características físicas de los diferentes materiales en juego en el proceso es la clave que permite el éxito de la operación. Por eso, denominamos este sistema de depósito metálico de tipo “metalorgánico” o “físico”, siendo en cambio el depósito galvánico tradicional de tipo “químico”.

## Conclusión

Al haber eliminado del proceso sales (y óxidos) de metales pesados, una instalación moderna de depósito físico de metales no puede prescindir de la atención hacia las emisiones que resultan de las fases típicas de pintura, por la preparación del sustrato y la protección final.

Por este motivo, Sunagen ha decidido utilizar preferentemente sistemas líquidos base agua con reticulación UV.

Los procesos de depósito “metalorgánicos”, en sus diferentes versiones, pueden naturalmente prever el empleo de imprimación y acabado con polvo, cuando los sustratos permitan el empleo de estos productos.

En el laboratorio de ensayos de Kolzer ya se han realizado también procesos de este tipo, aprovechando al máximo las características típicas de los recubrimientos en polvo, junto con efectos de acabado excepcionales que pueden obtenerse con los sistemas de *sputtering* de una amplia gama de metales y aleaciones metálicas.

Desarrollados con el objetivo de encontrar una alternativa al cromado galvánico, de hecho, los nuevos procesos han abierto posibilidades de empleo mucho más amplias, en todos los campos manufactureros, para aplicaciones destinadas a interiores y exteriores, con un grado de acabado altísimo frente a un mínimo impacto ambiental y a costes industriales comparables con los de un ciclo de pintura de alta calidad.

Marcar 2 en la tarjeta de información

o controle das relações e características físicas dos diversos materiais em jogo no processo é a chave que permite abrir a porta para o sucesso da operação. Por isso, denominamos esse especial sistema de deposição metálica de tipo “metal-orgânica” ou física, sendo ao contrário da deposição galvânica tradicional de tipo “químico”.

## Conclusão

Tendo eliminado do processo sais (e óxidos) de metais pesados, uma moderna linha de deposição física de metais não pode negligenciar a atenção das emissões derivantes das fases típicas de pintura, para a preparação do substrato e a proteção final.

Por isso a Sunagen escolheu utilizar predominantemente sistemas líquidos de base aquosa com reticulação UV.

Os processos de deposição “metal-orgânicos”, nas diversas versões, pode naturalmente prever o uso de primários e acabamento a pó, quando os sustratos permitirem o uso desses produtos. No laboratório as experiências da Kolzer foram já desenvolvidas, também processos desse tipo, aproveitando bem as características típicas desses produtos em pó, juntamente com os efeitos do acabamento excepcional obtidos com os sistemas de *sputtering* de uma ampla gama de metais e ligas metálicas.

Desenvolvidos com o objetivo de encontrar uma alternativa à cromagem galvânica, os novos processos abriram a possibilidade de uso muito maior, em todo setor manufatureiro, para aplicações destinadas a interiores e exteriores, com um grau de acabamento altíssimo e um impacto ambiental mínimo e com custos industriais comparáveis aos de um ciclo de pintura de alta qualidade.

Marcar 2 no cartão das informações