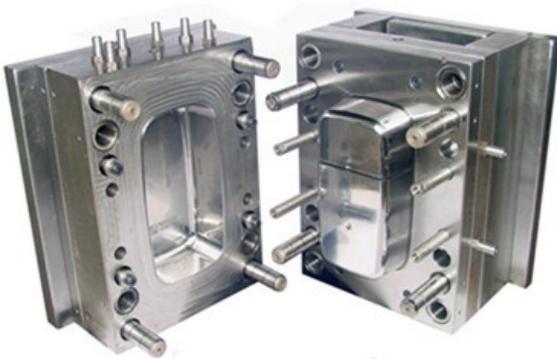


CERTESS[®] Carbon

Diamond-like-Carbon (DLC)

Recubrimientos tribológicos

**Extrema Dureza + Fricción muy baja =
Resistencia al desgaste excepcional**



Recubrimientos PVD

El recubrimiento **PVD (Deposición Física de Vapor)** implica la deposición de capas delgadas (2-10 micras; 0.0001"-0.0004") en la superficie de herramientas y componentes. El proceso de recubrimientos PVD, llevado a cabo bajo altas condiciones de vacío, se divide en tres etapas:

- **Evaporación** - Remoción de material del *target*, fuente o cátodo. El material generalmente se extrae de una fuente sólida de alta pureza, como titanio, cromo, etc., por pulverización catódica o por descarga de arco.
- **Transportación** - Viaje del material evaporado desde la fuente hasta la superficie del componente a recubrir. Este paso es a través de un medio de plasma. El plasma es una colección de partículas cargadas (iones), que pueden ser influenciados por los campos magnéticos y tienden a viajar en línea recta o "*line of sight*" desde la fuente al sustrato.
- **Condensación** - Nucleación y crecimiento del recubrimiento en la superficie del componente. Se forma un recubrimiento PVD cuando los componentes del plasma y gases reactivos, como el nitrógeno, se combinan en la superficie del componente para formar recubrimientos muy delgados y muy duros como el nitruro de titanio (TiN) o el nitruro de cromo (CrN).

Si en lugar de una fuente sólida, se utiliza un gas de hidrocarburo como fuente, se puede depositar un recubrimiento *Diamond-Like-Carbon* (DLC) muy duro y de muy baja fricción. Este proceso a base de gas se conoce como **PACVD - Deposición química de vapor asistida por plasma**.

Los recubrimientos PVD/PACVD de HEF son depositados usando dos diferentes tecnologías:

PEMS: Plasma mejorada por pulverización magnética

PEMS®, patentado por HEF, es un proceso de pulverización magnética mejorado por una fuente auxiliar de plasma. El sistema de tríodo permite un control independiente del flujo de material, polarización del sustrato y energía de iones. PEMS puede proporcionar múltiples recubrimientos de alto rendimiento con aplicación de dureza, densidad y tenacidad personalizados.

CAM: Recubrimiento asistido por microondas

CAM permite la deposición de recubrimientos duros y de muy baja fricción a baja temperatura. Otra ventaja importante es la habilidad de recubrir a baja presión, para un uso más eficiente de la cámara de recubrimiento y una productividad mejorada.

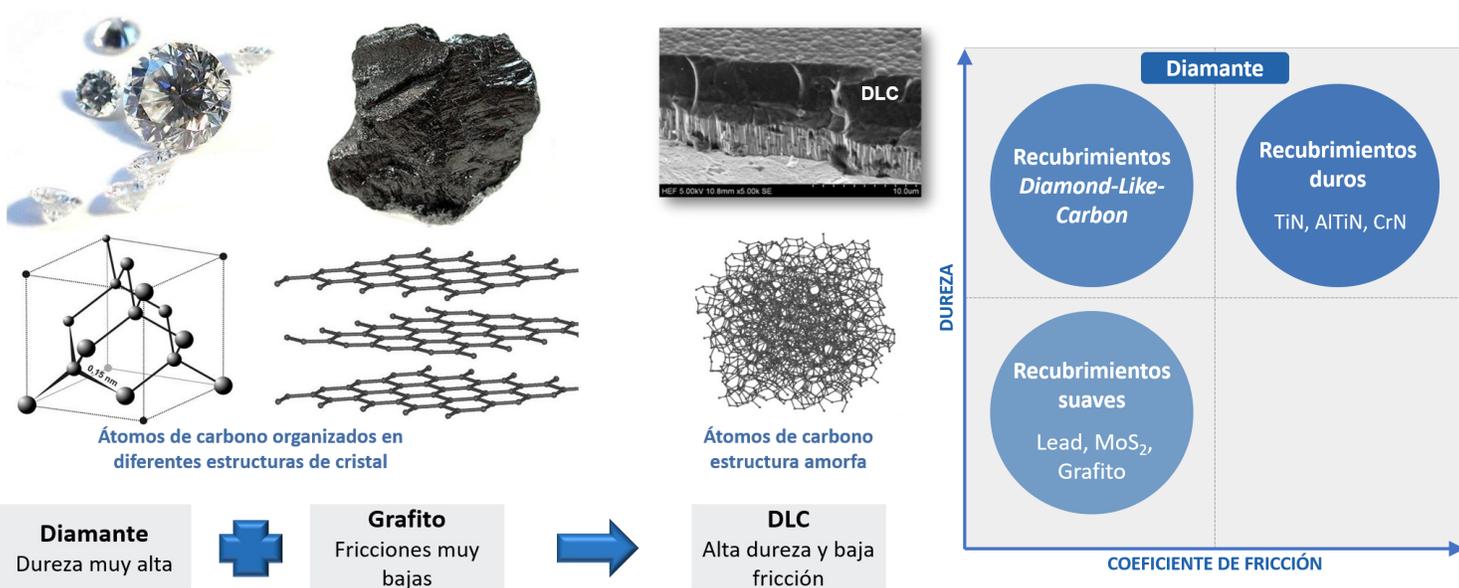
Atributos de los recubrimientos PVD

Dureza (1500 - 4500 HV) - materiales sintéticos conocidos.	Recubrimientos delgados (2 a 5 µm) - impacto mínimo en la tolerancia de tamaño.	Baja temperatura de recubrimiento (150 - 250°C) - sin distorsión o pérdida de dureza del núcleo.
Bajo coeficiente de fricción (0.1 - 0.5) - minimiza pérdidas por fricción.	Proceso "line of sight" - dificultad para recubrir cavidades.	Alta adherencia a una amplia gama de aceros, plásticos, vidrio, ...
Capacidad para depositar recubrimientos aleados y multicapa .	Posibilidad para enmascarar zonas del componente que no se deseen recubrir.	Cero impacto ambiental - sin efluentes ni productos químicos tóxicos.

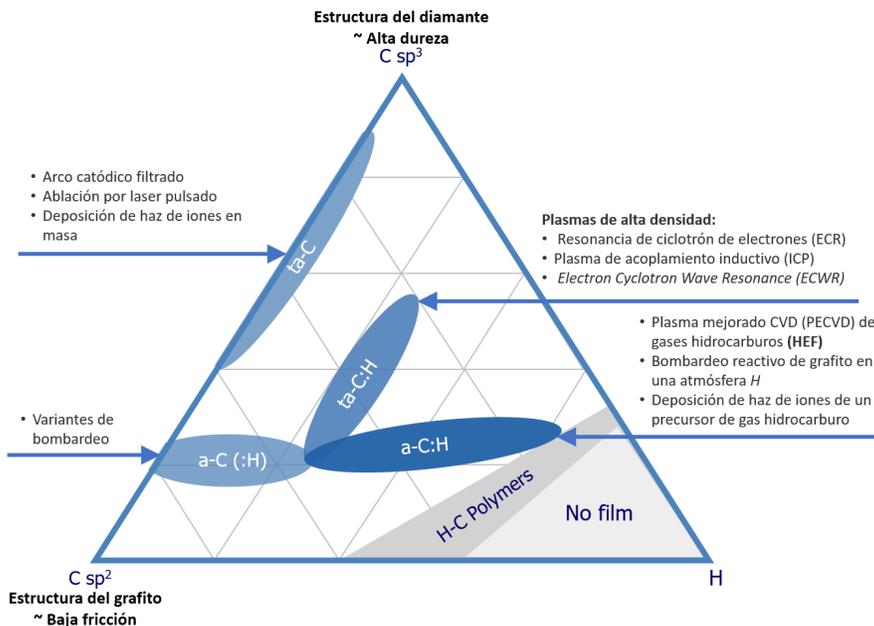
Recubrimientos DLC

En los últimos años, una nueva generación de recubrimientos PVD + PACVD (CVD asistido por plasma) ha ganado amplio éxito comercial. Como es bien sabido, en la naturaleza el carbono puede existir en dos formas alotrópicas. El carbono, en una estructura de cristal de **Diamante**, es uno de los materiales más duros conocidos. El carbono, en una estructura de cristal de **Grafito**, es muy suave y lubricante. Los recubrimientos a base de carbono, denominados recubrimientos **Diamond-like-Carbon (DLC)**, combinan estas dos propiedades diferentes de diamante y grafito, por lo que poseen altos niveles de dureza, en el rango de recubrimientos tribológicos PVD convencionales (1500-4500 HV), acoplados con un coeficiente de fricción que es 200 - 500% más bajo que el de los recubrimientos PVD convencionales. Estos recubrimientos DLC son generalmente amorfos de naturaleza (sin una estructura cristalina regular).

Qué es un recubrimiento **Diamond-Like-Carbon (DLC)**?



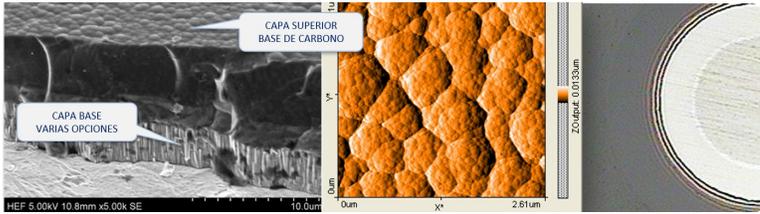
Los recubrimientos DLC se depositan usando una amplia gama de tecnologías y aleaciones con elementos como hidrógeno y metales como cromo. Estos elementos constitutivos y la técnica de deposición tienen un impacto significativo en las propiedades y la estructura del recubrimiento DLC.



DEPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTOS DLC:

Vista simplificada, esquemática

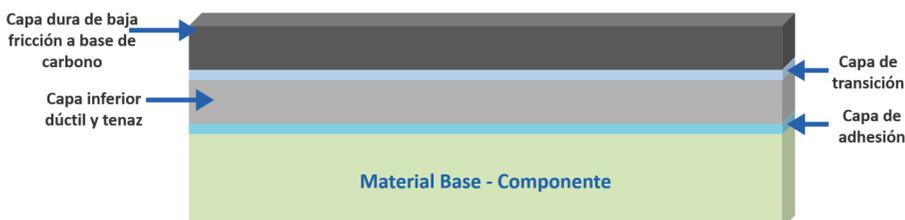
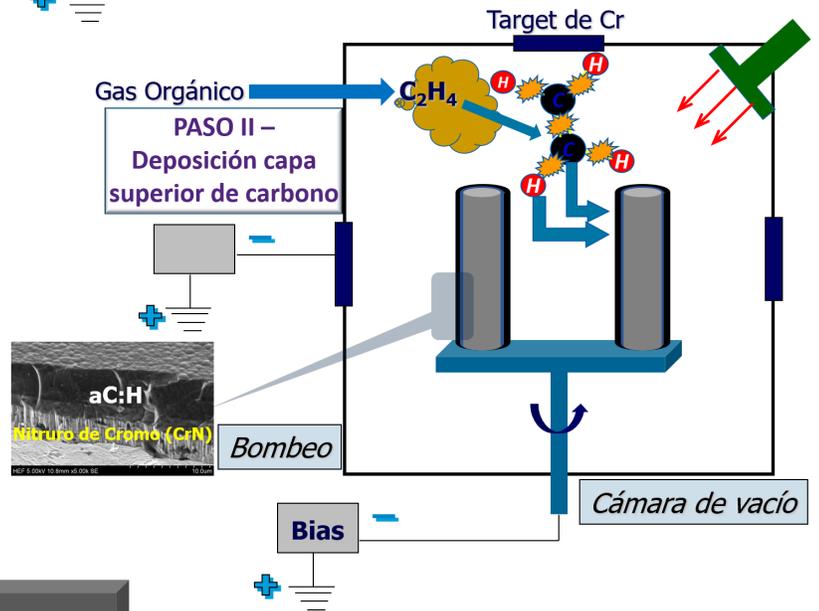
PVD HIBRIDO - Deposition de PACVD (CrN— α C:H)



La topografía de la capa superior de carbono depende de la morfología y la estructura de la capa base

Con el fin de cumplir con las diversas condiciones operativas encontradas por los componentes de ingeniería utilizados en aplicaciones automotrices y otras aplicaciones industriales genéricas, HEF ha desarrollado una familia de recubrimientos DLC.

Estos recubrimientos generalmente incluyen varias capas de diferentes materiales como Cr , CrN , W , $WC-C$, Si con una capa superior de carbono amorfo, con hidrógeno. La selección de la capa inferior se basa en varios factores, tales como: requisitos de adhesión, modo de desgaste y de contacto, regímenes de fricción encontrados durante la operación, capacidad de carga y otras consideraciones metalúrgicas.



Propiedades del recubrimiento *Diamond-Like-Carbon (DLC)*

Las propiedades de los recubrimientos DLC en términos de dureza; coeficiente de fricción; rugosidad; nivel de adhesión; capacidad de carga; resistencia a la corrosión; tolerancia a la fatiga, etc. se pueden adaptar sobre un amplio rango dependiendo de los parámetros de deposición, la tecnología de deposición y la combinación de materiales que constituyen el recubrimiento. Algunas de las variantes comerciales más comunes de los recubrimientos WCC y DLC de HEF son las siguientes:

Propiedades	Recubrimientos					
	CERTESS DT A-C:H:W	CERTESS DTMO A-C:H:W (modificado)	CERTESS DLC A-C:H	CERTESS DCX CrN + a-C:H	CERTESS DDT WC + a-C:H:W + a-C:H	CERTESS DCY Cr + WC + a-C:H:W + a-C:H
Dureza (HV)	1200 - 1400	1700 - 1900	2000 - 2500	2500 - 3200	2500 - 3200	2500 - 3200
E (GPa)	125	140	200 - 210	200 - 210	200 - 210	200 - 210
Coeficiente de fricción (en seco)	0.20 - 0.25	0.20 - 0.25	0.11 - 0.15	0.11 - 0.15	0.11 - 0.15	0.11 - 0.15
Coeficiente de fricción (5W30)	0.10 - 0.15	0.10 - 0.15	0.07 - 0.11	0.07 - 0.11	0.07 - 0.11	0.07 - 0.11
Scratch Lc (N)	60	60	20	25	25 - 30	30
Esesor (µm)	1 - 3	1 - 3	1 - 3	2 - 4	2 - 4	2 - 4
Temp. de deposición °C	150 - 300	150 - 300	150 - 300	150 - 300	150 - 300	150 - 300
Temp. máxima de uso °C	300	300	350	350	350	350

HEF evalúa las condiciones tribológicas específicas experimentadas por el componente para hacer recomendaciones con respecto a las opciones específicas de recubrimientos DLC.

Capa inferior
Varias opciones

Recubrimientos DLC base PVD
CERTESS® DC: a-C:H
CERTESS® DCX: Cr(x)N(y)+ a-C:H
CERTESS® DCN: CrN + a-C:H
CERTESS® DCP: Cr + a-C:H
CERTESS® DDT: WC-C + a-C:H
CERTESS® DCY: Cr + WC-C + a-C:H
Dureza: 1500 - 4500 HV

CAPA SUPERIOR → a-C:H

CAPA INFERIOR → Gama de materiales
– la selección depende de:

- Capacidad de carga requerida
- Modo de desgaste y contacto
- Consideraciones de adhesión
- Otras consideraciones metalúrgicas

Capa superior
base Carbono

Otros recubrimientos DLC se pueden desarrollar y personalizar en función de la combinación única del modo de desgaste, el modo de contacto y el régimen de fricción bajo el cual opera el componente y herramental.

Aplicaciones del recubrimiento DLC

Componentes automotrices

PCU: POWER CELL UNIT

- ◆ *Piston Pin*
- ◆ *Piston Rings*

- Reducción significativa de fricción.
- Pistón pin: mayor sostenibilidad de carga sin atasque

TREN DE VÁLVULAS

- ◆ *Valve tappets*
- ◆ *Rocker arm*
- ◆ *Rocker arm pin*

- Mayor resistencia al desgaste.
- Conversión del contacto deslizante en contacto rodante: reducción significativa de la fricción.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- Mejor resistencia al desgaste por deslizamiento.
- Reducción significativa de la fricción.



Engranajes industriales



- Mayor resistencia al rayado.
- Aumento de la fatiga por contacto rodante (resistencia a las picaduras)
- Capacidad para soportar cargas con alto punto de contacto.

Mecanismos de transferencia y retención de movimiento y componentes

- ◆ *Rieles y Guías*
- ◆ *Piñones*
- ◆ *Ejes*
- ◆ *Boquillas y dispositivos de sujeción*

- Fricción reducida en superficies deslizantes y rodantes.
- Mayor resistencia al desgaste.
- Operaciones sin lubricación posibles.
- Desgaste mínimo en ejes de alta velocidad.



Componentes de compresor

- ◆ *Paletas*
- ◆ *Placas oscilantes*
- ◆ *Perfil alar*
- ◆ *Impulsores*
- ◆ *Pistones y émbolos*

- Bajo coeficiente y fuerzas de fricción: importante para operaciones sin aceite y aplicaciones de gas seco/refrigerante.
- Mejora la resistencia al desgaste de los componentes con tolerancia ajustada.

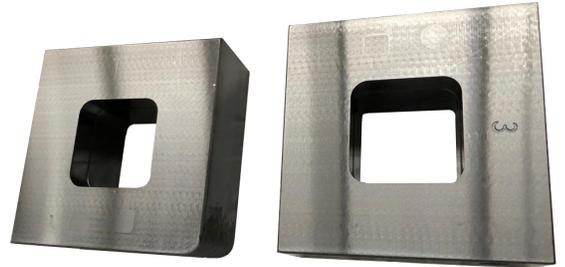


Aplicaciones del recubrimiento DLC

Moldes de inyección de plástico

◆ Eyectores y pasadores ◆ Deslizadores ◆ Insertos ◆ Corazones y cavidades

- Facilita el desmoldeo y reduce la rebaba.
- Aumento de productividad.
- Reduce y facilita el mantenimiento.
- Mayor resistencia al desgaste abrasivo y la corrosión.
- Aplicable en aceros, aluminios y cobre-berilio.
- El espesor del recubrimiento tiene impacto despreciable en la tolerancia del molde.
- Complementa las aplicaciones de inyección de plástico con nuestro extraordinario **CERTESS® N**



Pernos localizadores para soldadura

- Incrementa la resistencia al desgaste adhesivo en todo tipo de pernos localizadores.
- Reducción significativa de la fricción
- Provee aislamiento eléctrico.
- Evita la adherencia de perlas de soldadura



Sellos mecánicos y equipos hidráulicos y neumáticos

- ◆ **Componentes de bombas y válvulas:** Ej. ejes, paletas, lóbulos, engranes, émbolos, sellos, vástagos, bolas, subcomponentes de actuador.
- Coeficiente y fuerzas de fricción que proveen excelente resistencia al desgaste por deslizamiento: mejor sellado para operaciones sin fugas y una mayor vida útil.
- Mayor resistencia a la abrasión al manipular líquidos y lodos erosivos.
- Niveles de fricción reducidos: menor consumo de energía, menor torque, operación eficiente aun en condiciones de baja lubricación.
- Baja temperatura de la cara del sello.
- Ideal en componentes de alta tolerancia.



Instrumentos y dispositivos médicos

- Prótesis: implantes ortopédicos, de columna y dentales.
- Instrumentos y herramientas quirúrgicas.
- Dispositivos cardiovasculares e implantes.



CERTESS[®] Carbon

Diamond-like-Carbon (DLC)

Recubrimientos tribológicos



El Grupo HEF ofrece soluciones innovadoras para reducir el desgaste, la fricción y la corrosión a través de una selección diversa de tratamientos superficiales y recubrimientos duros. Nos asociamos con los fabricantes más grandes y exigentes de la industria para desarrollar procesos de ingeniería de superficie específicos de la aplicación que mejoren sustancialmente el rendimiento y la durabilidad a largo plazo. HEF actualmente está activo en más de 20 países en Europa, Asia y América y tiene más de 70 instalaciones operativas.

Nuestras principales ofertas de servicios de empleo incluyen lo siguiente:

- ◆ Nitruración líquida/nitruración en baño de sal: tratamientos ARCOR[®], MELONITE[®] / QPQ
- ◆ Tecnología PVD de última generación y recubrimientos PVD / DLC



www.hef.mx
info@hef.mx

