



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## APRUEBA CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO

Buenos Aires, 24 de octubre de 2013

VISTO la Resolución N° 275/13 del Consejo Directivo de la Facultad Regional Haedo, referida a la solicitud de aprobación y autorización de implementación del Curso de Actualización de Posgrado "Recubrimientos Superficiales de Alta Tecnología", y

### CONSIDERANDO:

Que el curso propuesto responde a la necesidad de brindar a docentes y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados sobre recubrimientos aplicados a la industria.

Que la Facultad Regional Haedo cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados al propuesto.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

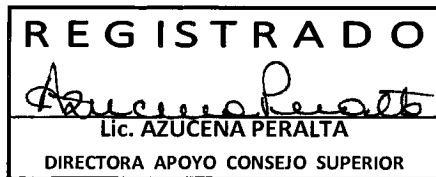
Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículo del Curso de Actualización de Posgrado "Recubrimientos Superficiales de Alta Tecnología" que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Haedo con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

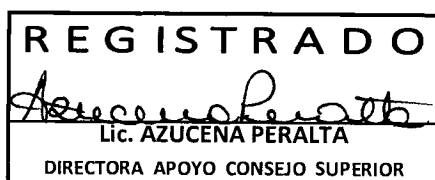
ORDENANZA N° 1407

Ing. HÉCTOR CARLOS BROTTTO  
RECTOR

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA Nº 1407

ANEXO I

## CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO REVESTIMIENTOS SUPERFICIALES DE ALTA TECNOLOGÍA

### 1. FUNDAMENTACIÓN

El avance tecnológico en todas sus áreas, demanda permanentemente nuevos y mejores materiales para aplicaciones específicas, haciendo que los recubrimientos superficiales, se hayan convertido en una herramienta eficaz, y a veces irremplazable, para la obtención de propiedades funcionales en distinto tipo de materiales, sin cambiar las propiedades físicas o mecánicas del material de base. Los recubrimientos superficiales, comprenden procesos físico-químicos que modifican las propiedades superficiales en el orden de micrones, o décimas de milímetro, confiriéndole al elemento así tratado, propiedades específicas de dureza, resistencia a la abrasión, resistencia a la corrosión, propiedades ópticas, electrónicas, adherencia, de biocompatibilidad, etc. sin necesidad que todo el material de la pieza deba tener esas propiedades, con el consiguiente ahorro económico, sobre todo en el caso de piezas de construcción masiva por ej. (autopartes), dado que, sobre una base de material de bajo costo, una superficie de buena calidad, le otorga a la pieza, una capacidad de comportamiento similar a una pieza construida enteramente con un material de alto costo.

Otros tipos de recubrimientos no admiten otra forma de ejecución que no sea por la técnica de plasma, debido al grado de especificidad requerida. Este tipo de recubrimientos se realiza en reactores de plasma herméticos, con procesos a alto vacío, contando con un control minucioso



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



de los reactivos de proceso, que permiten obtener recubrimientos de pureza nuclear y estructura perfecta, dada su absoluta aislación de la contaminación atmosférica, y que constituyen requisitos indispensables en microelectrónica o nanotecnología, así como en otras áreas altamente especializadas.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El presente curso permitirá que el alumno conozca los métodos de fabricación de este tipo de recubrimientos, la teoría y práctica de los mismos, y asista a la producción y caracterización de los recubrimientos citados en las publicaciones científicas internacionales de mayor actualidad. Estos recubrimientos, constituyen el más moderno avance en la tecnología de los nuevos materiales.

El curso brindará a los alumnos conocimientos sobre una tecnología de punta, insertándolos al mercado laboral perfectamente actualizados en ese campo de relevancia en casi todas las ramas de la ingeniería, en particular en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Aeronáutica, e Ingeniería Industrial.

## 3. OBJETIVOS

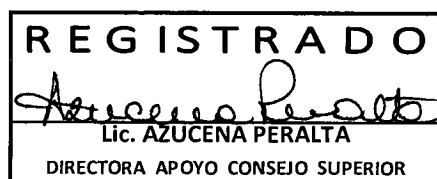
- Desarrollar habilidades en torno a la tecnología en recubrimientos por plasma, para reemplazar, en la medida de lo posible, los insumos importados en ese rubro.
- Adquirir la capacidad de aportar soluciones concretas, a partir de una nueva tecnología, a los problemas de la industria inherentes a la problemática de las superficies.

## 4. CONTENIDOS MÍNIMOS

*Unidad 1. Recubrimientos superficiales.* Revisión histórica. La necesidad de los recubrimientos superficiales. Usos y aplicaciones. Ventajas e inconvenientes. Concepto de plasma físico.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



Efectos del plasma en la modificación superficial de un material. Nitruración. Carburación.  
Efectos del plasma en procesos de deposición.

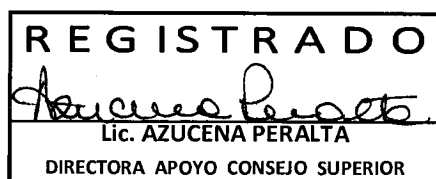
*Unidad 2. Física de plasmas.* Parámetros característicos de los plasmas. Longitud de Debye. Parámetro y frecuencia del plasma. Movimiento de partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos. Teoría cinética y modelo de fluidos. Ecuación de Boltzman. Transporte, plasmad débilmente ionizados magnetizados y no magnetizados. Colisiones inelásticas. Reacciones. Colisión de iones. Descargas. Ruptura (breakdown). Descargas gaseosas a baja presión (glow). Descargas continuas. Región glow negativo .Lámina del ánodo. Descargas de RF. Plasmas magnetizados. Diagnóstico de plasmas.

*Unidad 3. Descargas eléctricas en gases de baja intensidad.* Método de producción de gases ionizados. Procesos colisionares en descargas eléctricas a baja presión. Colisiones elásticas. Distribución del potencial en descargas gaseosas. Láminas de plasma. Diferentes tipos de descargas gaseosas. Espacio oscuro de Astón. Espacio oscuro de Crookes (Hittorf). Luminosidad negativa (negative glow). Espacio oscuro de Faraday. Columna positiva. Región del ánodo. Eficiencia de ionización en una descarga luminosa de corriente continua. Descarga de cátodo hueco. Magnetrones de corriente continua. Descargas de corriente alterna. Conducción de corriente en una descarga con electrodo aislante. Descargas de radio frecuencia (RF). Comportamiento operativo de los sistemas simétricos y asimétricos de RF.

*Unidad 4. Técnicas de procesamiento por plasma.* Plasmas térmicos. Proyección por plasma. Corte y soldadura. Plasmas de baja intensidad. CVD. PVD. Sputtering. Evaporación. Modificación superficial. Ataque químico (etching). Endurecimiento. Nitruración iónica. Nitrocarburación asistida por plasma. Carburación asistida por plasma.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



*Unidad 5. Selección de técnicas y procesos previos. Control de proceso. Limpieza. Interfase. Estructura. Tipos de sustratos y precursores. Características generales y particulares de cada uno. Compatibilidad de uso. Aplicación. Definición de propiedades de los materiales. Selección de materiales. Proceso de fabricación (recubrimientos).*

*Unidad 6. Técnica de deposición: CVD (deposición química en fase vapor asistida por plasma). Técnica. Potenciales. Modelo para reacciones CVD. Sistemas de reactores CVD. Reactores Batch de flujo radial. Reactores tubulares. Otros tipos de reactores y sistemas CVD. Reactores CVD por micro ondas. Propiedades del plasma y cinética de las reacciones. Efectos del plasma en los procesos de deposición CVD. Parámetros de proceso. Reactores de plasma CVD remoto. Control de los procesos de plasma.*

*Unidad 7. Técnica de deposición: PVD (deposición física en fase vapor asistida por plasma). Técnica. Fenómeno de evaporación. Procesos de sputtering. Sputtering en descarga continua. Sputtering por diodo. Bias sputtering. Sputtering asistido por RF. Magnetron sputtering. Sputtering producido por un haz de iones (ion beam sputtering). Plateado iónico (ion plating). Técnica ARC-PVD. Procesos dúplex. Propiedades del plasma y cinética de las reacciones. Efectos del plasma en los procesos de deposición PVD. Parámetros de proceso. Control de los procesos de plasma.*

*Unidad 8. Tendencias y perspectivas del procesamiento por plasma. Capacidad de recubrimiento de sustratos de gran área y formas irregulares. Alta velocidad de deposición con procesamiento continuo. Procesamiento a bajas temperaturas. Técnicas combinadas de proceso (implantación + deposición, procesos duplex). Automatización en el control de procesos. Mantenimientos de equipos. Disminución de costos de proceso. Impacto ambiental.*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



*Unidad 9. Tendencias en los recubrimientos.* Recubrimientos de alta adherencia. Recubrimientos multicomponentes. Recubrimientos multicapas. Recubrimientos multicapas. Búsqueda de nuevas aplicaciones para los recubrimientos. Mejorar el conocimiento de los procesos de crecimiento de los recubrimientos. Modelización de procesos de formación y crecimiento de los recubrimientos. Recubrimientos anticorrosivos, antirraya, resistente al desgaste, antifricción, con propiedades ópticas, biocompatibles, etc.

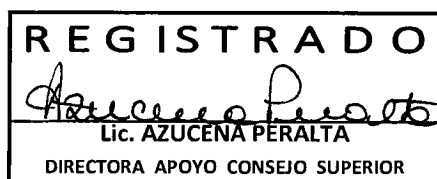
*Unidad 10. Caracterización de los recubrimientos.* Caracterización de dureza, adherencia, espesor, estructura. Especies químicas componentes del recubrimiento. Técnica de espectrometría infrarroja FTIR (Fourier Transformed Infra Red), y espectroscopia de electrones rasantes XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy). Microscopios electrónicos de barrido (SEM), y transmisión (TEM). Estudio de la resistencia a la corrosión. Ensayos químicos en los recubrimientos.

*Unidad 11. Ejecución de recubrimientos sobre sustratos metálicos y de silicio utilizando un reactor de corriente continua.* Recubrimiento de óxido de silicio ( $SxOyCz$ ). Recubrimiento de nitruro de silicio ( $Si_3N_4$ ). Recubrimiento de carburo de silicio ( $SiC$ ). Recubrimiento de oxinitruro de silicio ( $Si_3N_4O_2$ ). Recubrimiento de oxinitruro de titanio ( $Ti_3N_2O_2$ ). Recubrimiento de carburo de titanio ( $TiC$ ). Recubrimiento de óxido de titanio ( $TiO_2$ ).

*Unidad 12. Ejecución de recubrimientos sobre sustratos metálicos y de silicio utilizando un reactor de radio frecuencia.* Recubrimiento de óxido de silicio ( $SxOyCz$ ). Recubrimiento de nitruro de silicio ( $Si_3N_4$ ). Recubrimiento de carburo de silicio ( $SiC$ ). Recubrimiento de oxinitruro de silicio ( $Si_3N_4O_2$ ). Recubrimiento de oxinitruro de titanio ( $Ti_3N_2O_2$ ). Recubrimiento de carburo de titanio ( $TiC$ ). Recubrimiento de óxido de titanio ( $TiO_2$ ).



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



*Unidad 13. Depósitos de carbono y nanoestructuras.* Recubrimiento sobre sustratos metálicos y de silicio de películas de carbono símil diamante DLC (Diamond-like carbon). Producción de nanoestructuras de carbono (nanotubos de carbono, nanoesferas, etc.).

*Unidad 14. Procesos de evaporación de metales puros y compuestos metálicos.* Recubrimientos sobre sustratos metálicos, cerámicos y orgánicos, de recubrimientos metálicos puros, aleaciones, o compuestos metálicos como óxidos, nitruros, carburos, etc., a partir de la técnica de evaporación en alto vacío y elevadas temperaturas del elemento a evaporar, con y sin asistencia de plasma.

## 5. DURACIÓN

El Curso tendrá una carga horaria de OCHENTA (80) horas

## 6. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial. Las clases tendrán una modalidad teórico-práctica, donde se expondrán los conceptos teóricos y se realizará la discusión de problemas de aplicación con el propósito de afianzar los conocimientos.

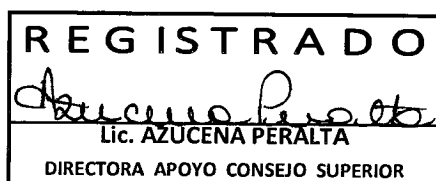
## 7. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además de la asistencia, la ejecución de problemas, trabajos de laboratorio, y la aprobación de un examen final escrito e individual.





Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA Nº 1407

ANEXO II

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
REVESTIMIENTOS SUPERFICIALES DE ALTA TECNOLOGÍA  
FACULTAD REGIONAL HAEDO**

**Docentes**

- LASORSA, Carlos Alberto

Doctor en Ciencia y Tecnologías. Mención Materiales. Universidad Nacional de General San Martín.

Ingeniero Civil. Universidad Tecnológica Nacional.

- VERSACI, Raúl Antonio

Doctor en Física. Universidad Nacional de Buenos Aires.

Licenciado en Física. Universidad Nacional de Buenos Aires.

-----