



Presentación del curso

0185 Metalurgia de aleaciones coladas base
aluminio

Dr. Luis Enrique Jardón Pérez
Departamento de Metalurgia
Facultad de Química, UNAM

Índice

- ¿Qué es la fundición?
 - Definición
 - Beneficios de la fundición
 - Situación de la fundición en México
- Programa de estudio
 - Generalidades
 - Objetivos
 - Unidades temáticas
 - Bibliografía
- Perfil de egreso IQM
- ¿Qué es la ingeniería química metalúrgica?
 - Campo laboral
 - Áreas de especialización



¿Qué es la fundición?

Definición

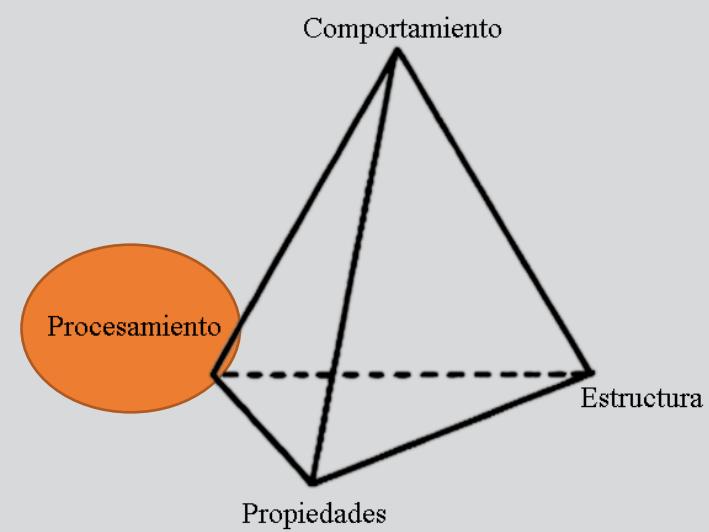
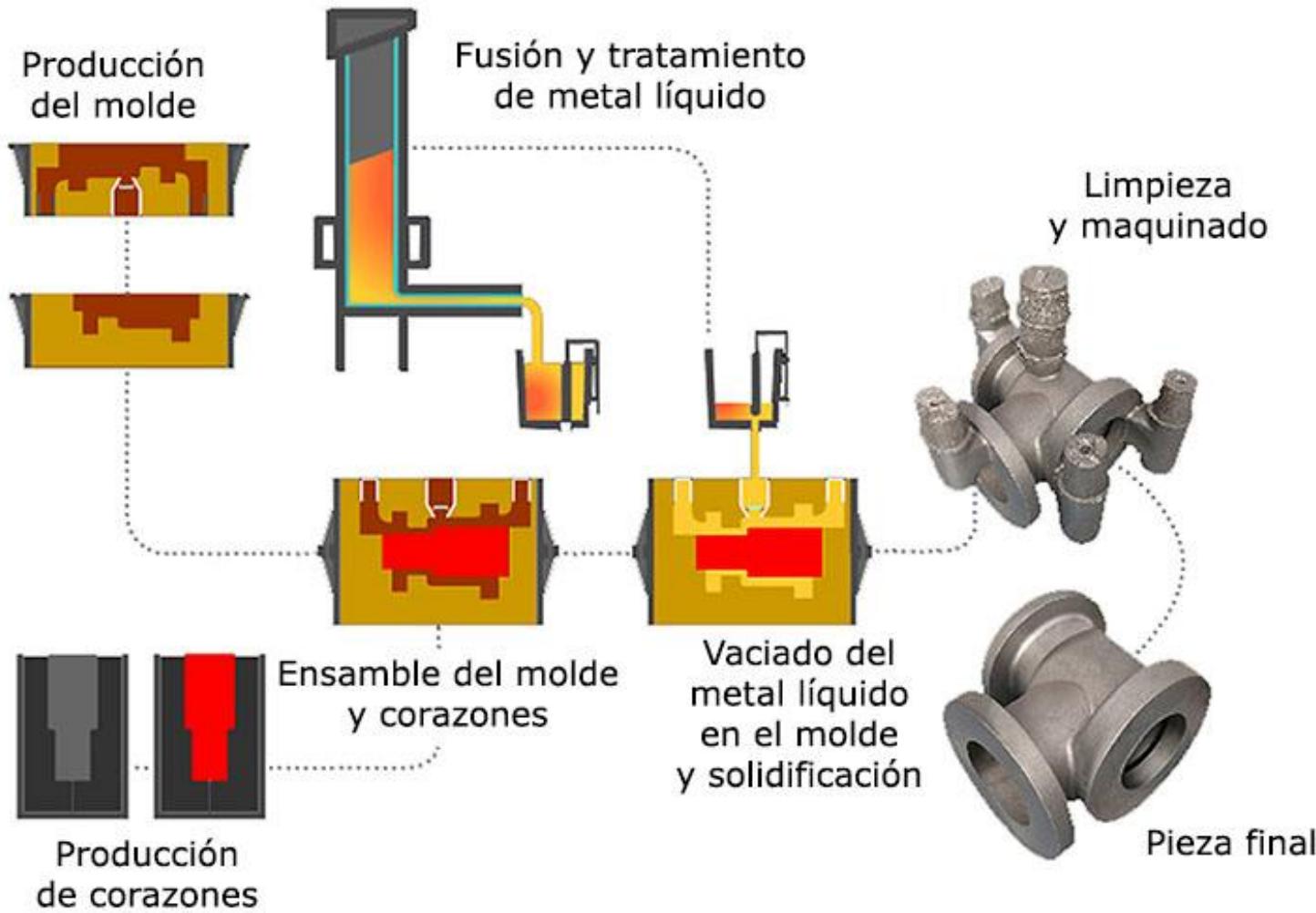
Beneficios de la fundición

Situación de la fundición en México

Fundición:

Proceso de manufactura de piezas (metálicas principalmente), mediante el vaciado de un material líquido en una cavidad con la forma final de la pieza, dicha cavidad se denomina molde.

La pieza obtenida mediante este proceso estará prácticamente lista para su uso, es decir, generalmente es un proceso de manufactura de productos terminados.



Beneficios de la fundición

➤ Versatilidad en el diseño

- Dimensiones

Hay pocas limitaciones con respecto a las dimensiones de las piezas obtenidas por fundición, dependiendo claro esta del equipo que se posea para el proceso.



Beneficios de la fundición

➤ Versatilidad en el diseño

- Forma

Algunos procesos de fundición permite obtener piezas muy intrincadas y con detalles finos, que son complejas de obtener por otros métodos.



Beneficios de la fundición

➤ Versatilidad en el diseño

- Composición de la pieza

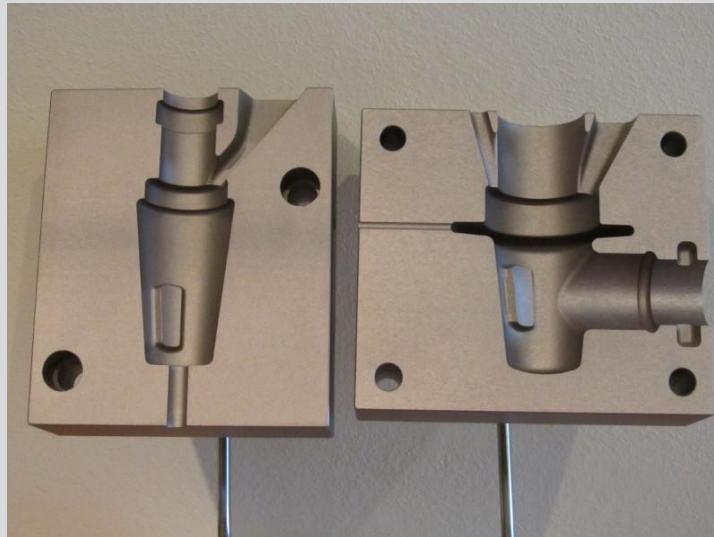
Anteriormente había materiales que era imposible o muy difícil tratar por fundición (sobre todo metales excesivamente reactivos o con muy elevados puntos de fusión), pero actualmente se pueden obtener piezas por fundición de prácticamente cualquier material metálico.



Beneficios de la fundición

➤Costo de producción

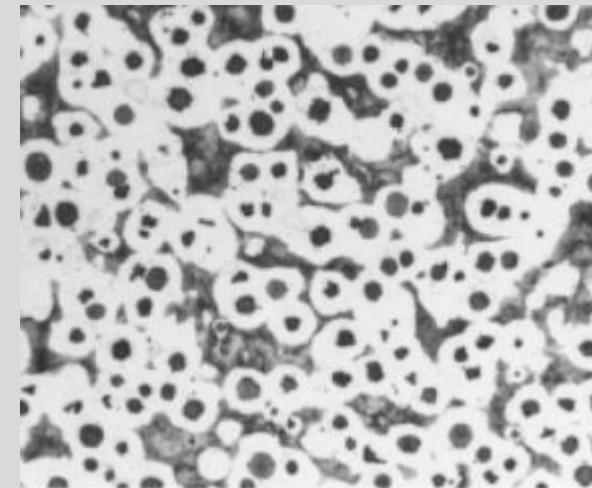
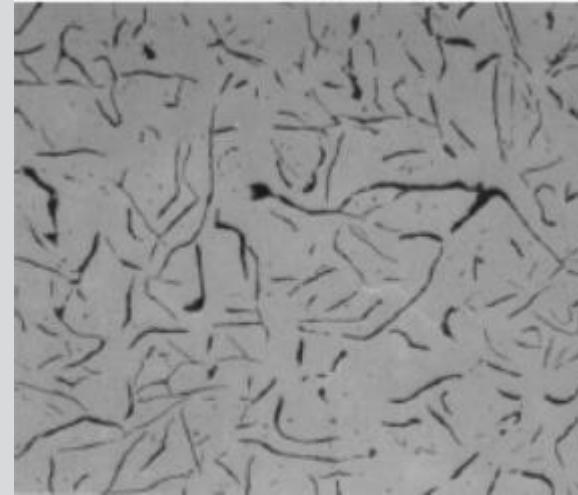
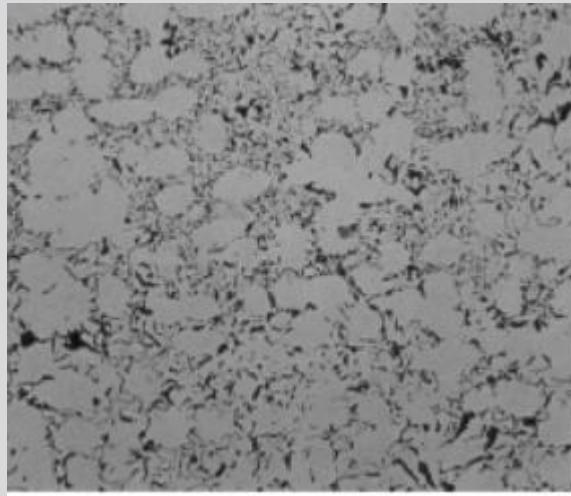
El proceso de fundición de una determinada pieza generalmente es valido tanto para producciones pequeñas y grandes, claro esta que adaptar a producciones elevadas tiene un costo mayor, pero se amortiza con el volumen producido.



Beneficios de la fundición

➤ Propiedades de la pieza

Las propiedades de una pieza fabricada por fundición se pueden controlar directamente durante el proceso, mediante la solidificación y tratamientos de metal líquido, obteniéndose así una microestructura con las propiedades adecuadas sin necesidad de tratamientos térmicos posteriores.



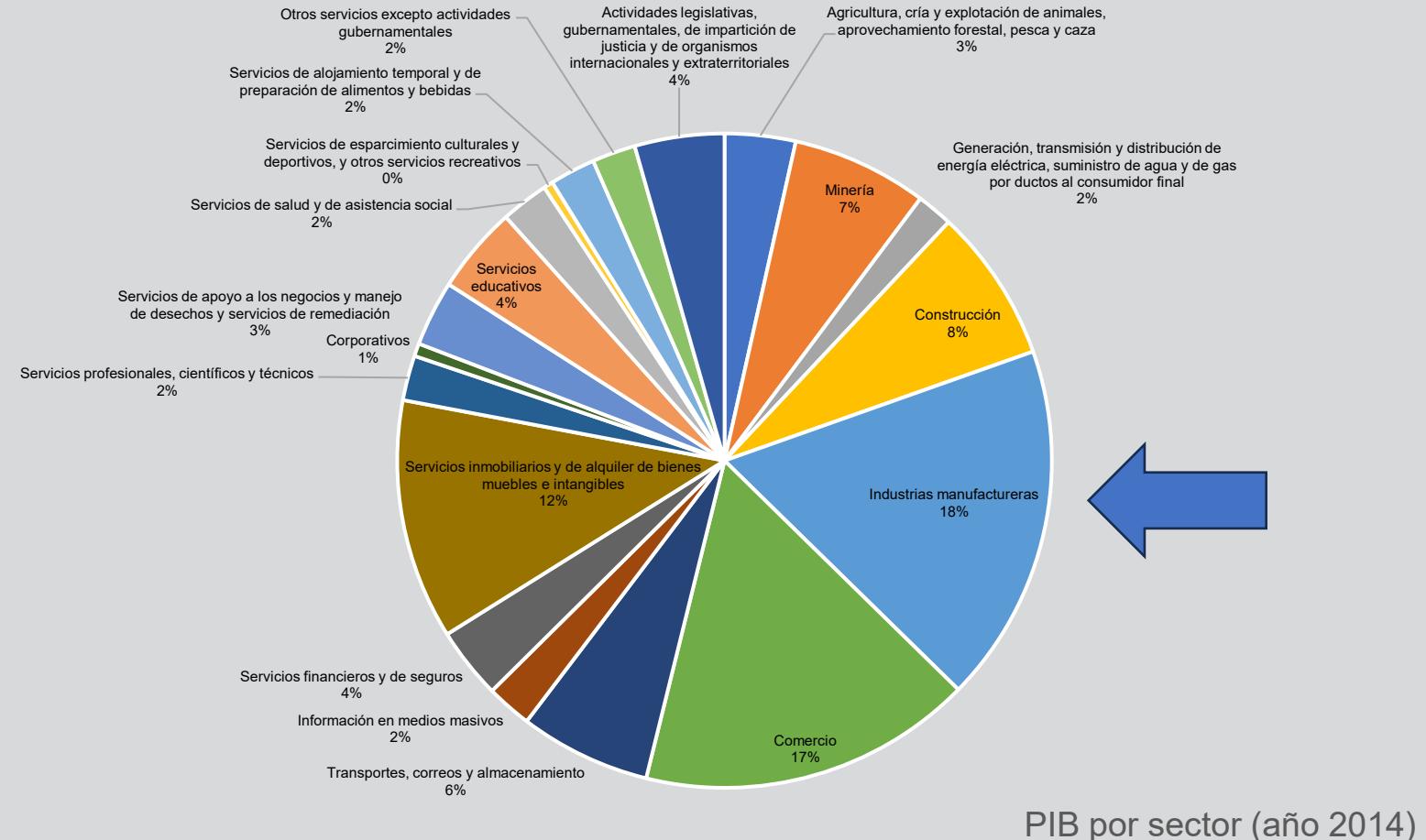
Beneficios de la fundición

➤Flexibilidad del proceso

La fundición tiene presencia en una gran variedad de entornos desde plantas “caseras” con producciones pequeñas, hasta grandes industrias o consorcios con grandes producciones y tecnología de punta.

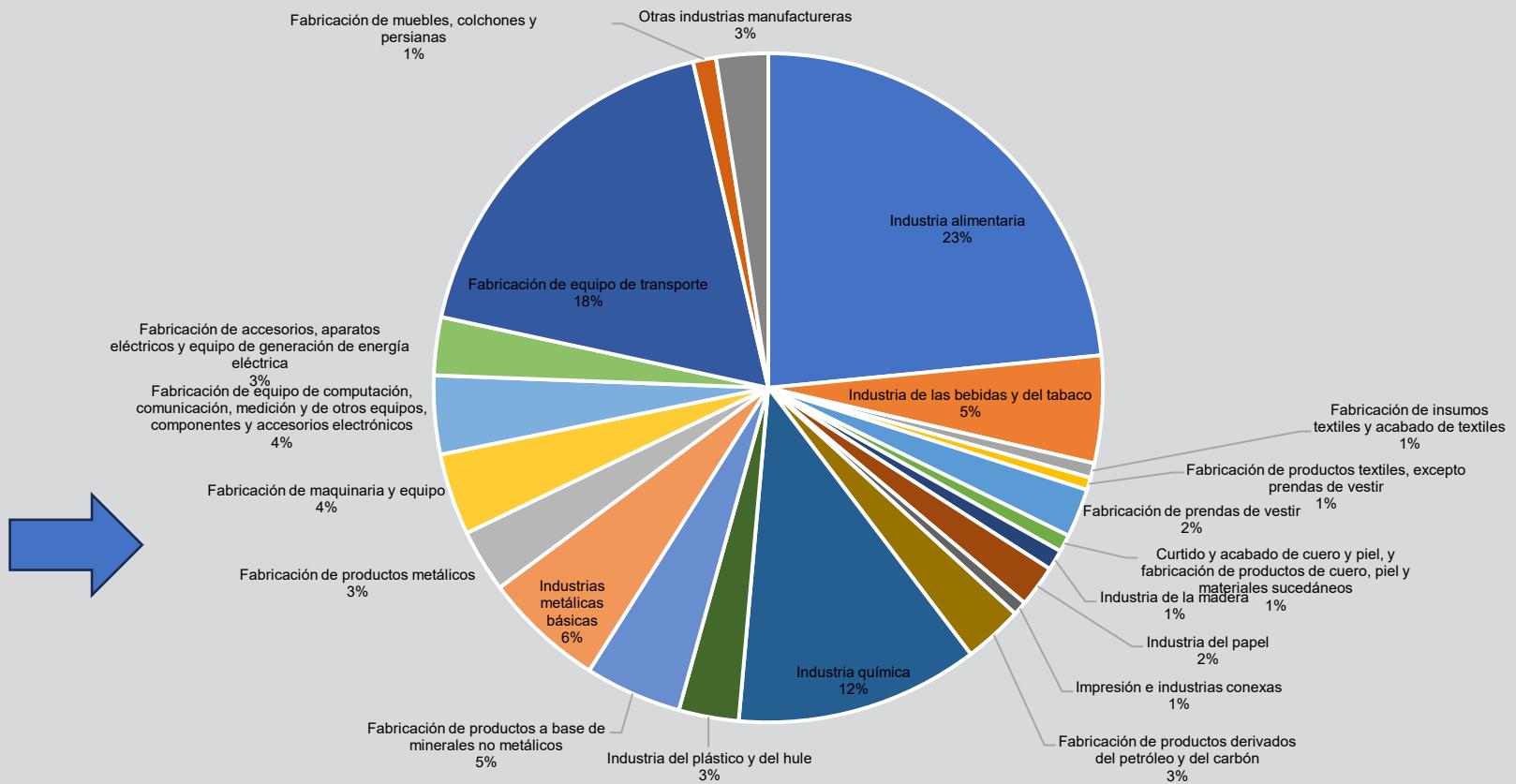


Situación de la fundición en México



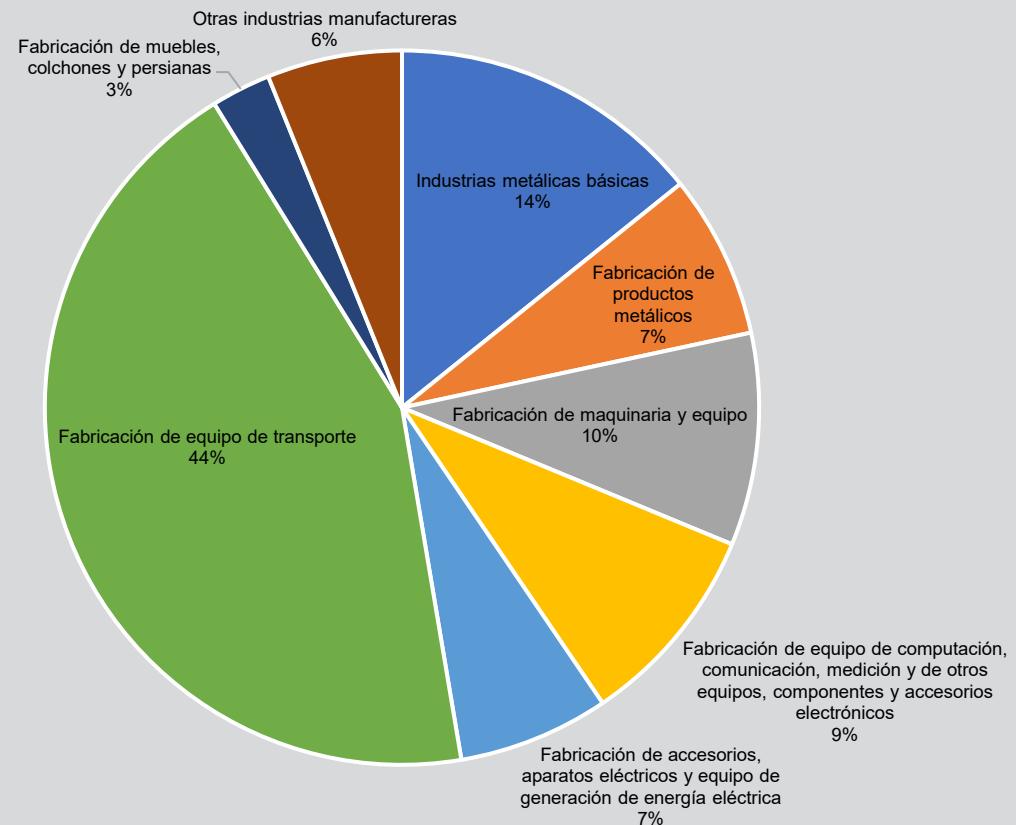
Situación de la fundición en México

PIB de la industria manufacturera por subsector (año 2014)



Situación de la fundición en México

PIB de la industria manufacturera metalmecánica por subsector (año 2014)



Situación de la fundición en México

- En el año 2014 el 17.75% del PIB correspondía a la industria manufacturera, del cual 41.02% son industrias relacionadas con el área metalmecánica, lo que corresponde a un aproximado de 1,177,997 millones de pesos correspondiente al 7.28% del PIB total.

- Las empresas del sector metalmecánico mexicano se enfocan en la fabricación, reparación, ensamble y transformación de metales, así como la inyección de forja, servicio de galvanizado, trabajo de lámina, estampado, ensamblado, mecanizado, troquelado y fundición.

Situación de la fundición en México

- En 2012, de acuerdo a datos de Red de Empresarios Visa, México se encontraba entre los diez países con mayor número de fundidoras funcionando dentro de su territorio, ocupando la sexta posición, mientras que logró colocarse en el onceavo peldaño en materia de fabricación de metales.
- Cerca de 1,500 compañías se desarrollan dentro de este sector, de las cuales alrededor del 90% son pequeñas y medianas empresas, un gran esfuerzo que genera ganancias anuales de más de 50,000 millones de pesos.

Situación de la fundición en México

- Entre los metales que más se trabajan dentro de estas empresas está el cobre, el aluminio, el hierro y el acero entre otros, en conjunto, anualmente se producen alrededor de 1,500 millones de toneladas de estos materiales, de los cuales se utiliza un 70% dentro del país y un 30% fuera del territorio nacional.
- De esta producción, el 78% se destina a la industria automotriz, el 8.3% a la maquinaria agrícola, el 3.9% a la industria en general y el restante se emplea en maquinaria, conexiones y válvulas.

Situación de la fundición en México

- Desgraciadamente, en años más recientes y como consecuencia del poco crecimiento de la economía mexicana, del aumento de precios de los insumos necesarios para la producción (cerca de un 20 %) y de la competencia desleal con países asiáticos, el sector de la fundición ha registrado un crecimiento de apenas 0.3 % y el cierre de plantas en el país; un ejemplo es el estado de Jalisco, en donde veinte micro y pequeñas fundidoras han cerrado debido a la disminución en el consumo nacional.

Situación de la fundición en México

Ejemplos de áreas de crecimiento de la industria fundidora:

- Industria automotriz
- Industria aeronáutica

Situación de la fundición en México

Industria Automotriz

- Según la Secretaría de Economía (SE), en el año 2013 la industria automotriz fabricó 2,933,455 unidades, lo que representa un crecimiento del 1.7 % con respecto al 2012.
- Con la entrada de nuevas armadoras de vehículos se estima que para el 2015 la producción crecerá 41.7 % en comparación con el año 2010. En el año 2020 es posible que México se posicione en el cuarto lugar a nivel mundial como productor de vehículos automotrices. Uno de los objetivos es contar con 16 plantas productoras de vehículos que produzcan 4 millones de automóviles anualmente.

Situación de la fundición en México

Industria Automotriz

- Nissan concluyó a finales de 2013 la primera fase de su tercera planta armadora en el estado de Aguascalientes, la inversión fue de 2000 millones de dólares.
- Audi invertirá 1300 millones de dólares para fabricar camionetas deportivas en México a partir del 2016, en la primera planta en el país que producirá autos de lujo.
- Mazda comenzó a producir a mediados de 2013 autos subcompactos, mientras que Honda Motor hizo lo mismo a partir del 2014.

Situación de la fundición en México

Industria Automotriz

- Hyundai Motor Company construirá una planta de autopartes en Tijuana, principalmente transmisiones automáticas.
- BMW dio a conocer oficialmente la construcción de su nueva planta ubicada en San Luis Potosí.

Situación de la fundición en México

Industria Automotriz



Situación de la fundición en México

Industria Aeroespacial

- Este sector está prosperando sorprendentemente y tiene presencia en 18 estados de la república, de los cuales Baja California, Chihuahua, Querétaro, Nuevo León y Sonora, son los más importantes. Actualmente, el sector ocupa el lugar número 14 a nivel mundial en términos de producción, pero para el año 2020 se planea que México se posicione dentro de los 10 países más importantes a nivel mundial.
- De acuerdo con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (Femia) entre las empresas del sector que han apostado por invertir en México se encuentran General Electric, Labinal, Bombardier, Hawker Beechcraft y Safran.

Situación de la fundición en México

Industria Aeroespacial



Programa de estudio

Generalidades

Objetivos

Unidades temáticas

Bibliografía

Generalidades

- Octavo Semestre
- **Asignatura:** Metalurgia de aleaciones coladas base aluminio
- **Ciclo:** Terminal y de pre – especialización
- **Área:** Ingeniería metalúrgica
- **Departamento:** Ingeniería metalúrgica
- **Carácter:** Optativa
- **Clave:** 0185
- **Horas/Semana:**
 - Teoría: 3h (2 créditos/hora)
 - Práctica: 2h (1 crédito/hora)
- **Créditos:** 10

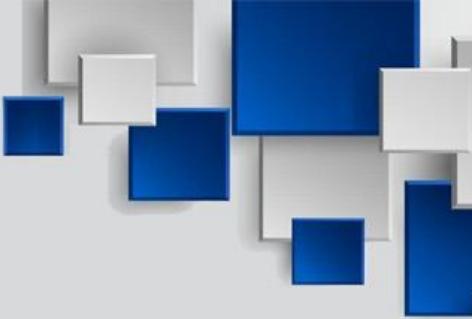
Generalidades

- **Tipo de asignatura:** Teórico – Práctica
- **Modalidad de asignatura:** Curso
- **Asignatura precedente:** Ninguna
- **Asignatura subsecuente:** Ninguna

Fundición
(FUN)
1815

Metallurgia de
Aleaciones Coladas
Base Aluminio
(MACBA)
0185

Objetivos

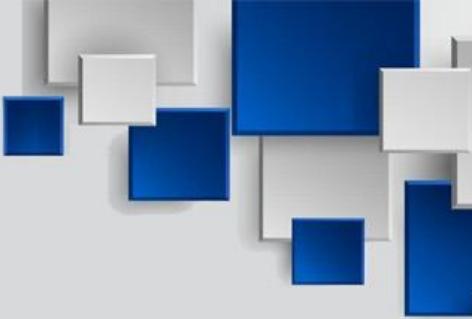


El alumno será capaz de:

- Conocer las **perspectivas de mercado** y aplicaciones del aluminio y sus aleaciones.
- Interpretar con detalle los **sistemas de clasificación y designación** de aleaciones coladas base aluminio utilizadas en los diferentes procesos de fundición.
- Aplicar los **diagramas de fases** para predecir las **microestructuras** para explicar el efecto de los principales elementos aleantes, así como la presencia de impurezas.
- Seleccionar las principales **técnicas de fusión y colada** incluyendo el **tratamiento del metal líquido**, en la etapa de fundición de piezas de aluminio.



Objetivos

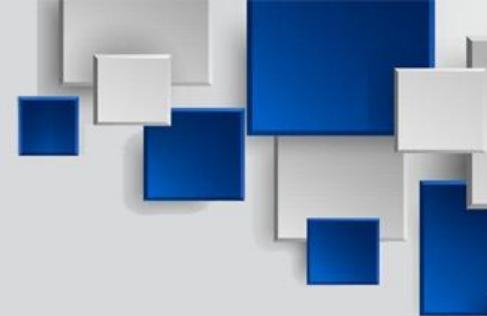


El alumno será capaz de:

- Interpretar el diseño de **modelos** para fundición, así como el control de las **mezclas de moldeo en verde**.
- Identificar y conocer el **efecto de las diferentes variables** en los procesos de fundición de aleaciones de aluminio
- Diseñar y calcular sistemas de colada horizontal para piezas de aluminio coladas en molde de arena en verde.
- Explicar los fenómenos involucrados en los ciclos de **tratamiento térmico** y el objetivo de su aplicación.



Unidades temáticas



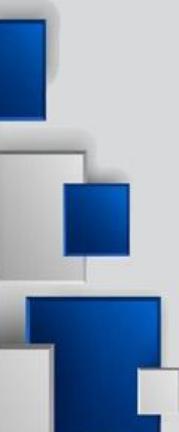
1. Introducción

- 1.1 Importancia y perspectivas del aluminio en el mercado de los metales.
- 1.2 Aplicaciones generales de componentes de aluminio y ventajas.

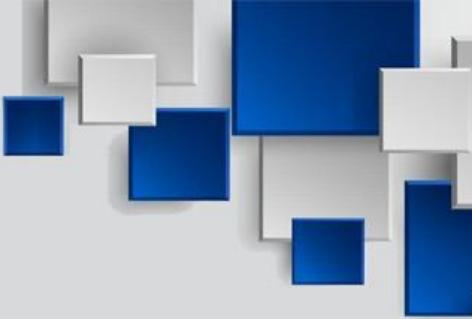
Número de horas por unidad

4T – 2P

6 horas



Unidades temáticas



2. Clasificación de las aleaciones de aluminio

- 2.1 Aleaciones de colada.
- 2.2 Interpretación del sistema de clasificación y características involucradas.
- 2.3 Aleaciones para productos obtenidos por procesos metalmecánico.
- 2.4 Interpretación del sistema.

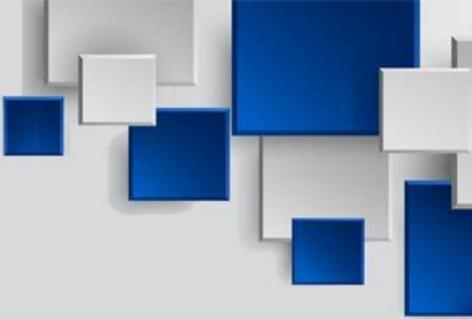
Número de horas por unidad

6T – 4P

10 horas



Unidades temáticas



3. Solidificación de aleaciones de aluminio y diagramas de fase

- 3.1 Estructuras asociadas a los diagramas de fase.
- 3.2 Solidificaciones de aleaciones comerciales.
Series 2xx.x, 3xx.x, 4xx.xx, 5xx.x y 7xx.x.
- 3.3 Efecto de elementos de aleación, refinadores y modificadores.
- 3.4 Análisis térmico: aplicado a refinación de grano, modificación e identificación de fases.

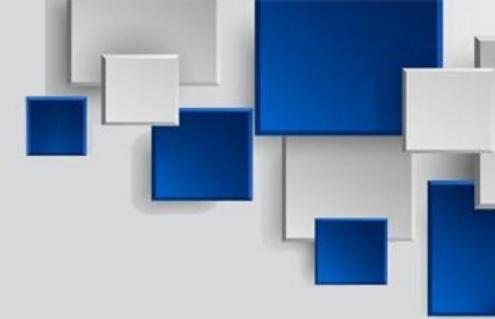
Número de horas por unidad

6T – 4P

10 horas



Unidades temáticas



4. Hornos y técnicas de fusión

- 4.1 Hornos de fusión y relación con la calidad del metal líquido.
- 4.2 Consideraciones para carga de materiales.
- 4.3 Tratamiento del metal líquido: desgasificación, coberturas y escorificantes.
- 4.4 Técnicas y métodos de refinación de grano, modificación de aleaciones Al-Si hipoeutécticas y refinación de aleaciones Al-Si hipereutécticas.

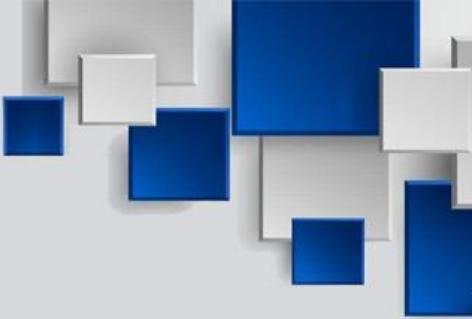
Número de horas por unidad

6T – 4P

10 horas



Unidades temáticas



5. Moldes de arena en verde y otros procesos

- 5.1 Mezclas para moldeo en verde: control y propiedades.
- 5.2 Corazones para procesos de fundición de aluminio.
- 5.3 Proceso de colada por gravedad.
- 5.4 Procesos de colada por inyección a presión.

Número de horas por unidad

3T – 2P

5 horas



Unidades temáticas

6. Cálculo de sistemas de colada y de alimentación para moldeo en verde. Aplicación y práctica.

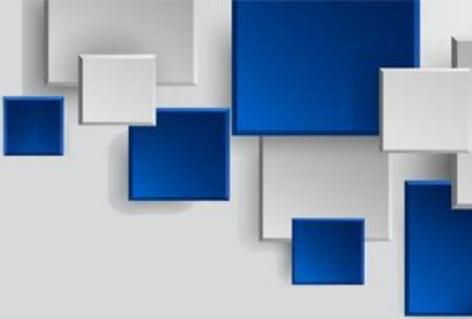
- 6.1 Sistemas de alimentación.
- 6.2 Sistemas de colada.

Número de horas por unidad

12T – 6P

18 horas

Unidades temáticas



7. Tratamientos térmicos

- 7.1 Aleaciones tratables y tratables térmicamente.
- 7.2 Tipos de tratamientos térmicos.
- 7.3 Propiedades de piezas tratadas térmicamente.

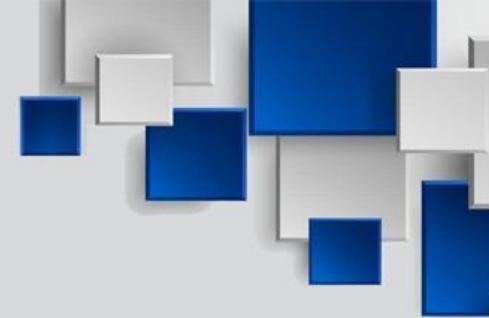
Número de horas por unidad

6T – 4P

10 horas



Unidades temáticas



8. Control de calidad de producto final

- 8.1 Composición química.
- 8.2 Características microestructurales.
- 8.3 Propiedades mecánicas de acuerdo a normas.
- 8.4 Características dimensionales.
- 8.5 Otras propiedades particulares.

Número de horas por unidad

5T – 4P

9 horas

Número de horas totales

48T – 32P

80 horas

Bibliografía básica

- AFS, *Aluminium Casting Technology*, 2nd Edition, USA, AFS 1993.
- Gruzleski, J. E. and Closset, B. M., *The Treatment of Liquid Al-Si Alloys*, USA, AFS 1990.
- Hatch, J. E., *Aluminium-Properties and Physical Metallurgy*, USA, ASM 1984.
- Jorstad J.L., Rasmussen W.M., *Aluminium Casting Technology*, 2nd Ed., AFS 1993.
- Tenekedjiev N., Mulazimoglu H, BClosset B., Gruzleski J., *Microstructure and Thermal Analysis of Sr Treated Al-Si Alloys*, AFS 1995.
- Zoloptorevsky J.S., Belov N.A., Glazoff M. U., *Casting Aluminium Alloys*, Elsevier Pu, 2007.
- Kaufman J.G., Rooy E.L., *Aluminium Alloy Casting: Properties, Processes and Applications*, AFS, 2004.
- Ammen C.W., *Casting Aluminum*, Tab Books, 1985

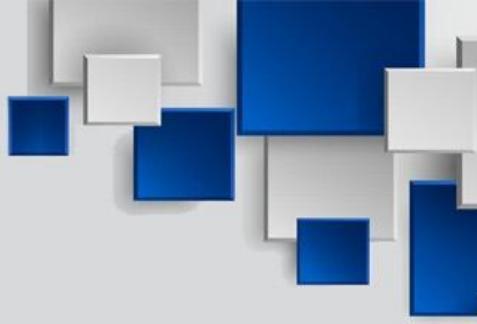
Bibliografía complementaria

- *Metals Handbook*, 9th Ed. V. 15, Metals Park, OH., USA, ASM, 1988.
- Backerud, L., Chai, G. and Tamminen, J., *Solidification Characteristics of Aluminium Alloys*, V.2, Foundry Alloys, USA, AFS/SKANALUMINIUM 1990.
- *Modern Casting, USA*. (revista)
- *L Aluminium, France*. (revista)
- *Moldeo y Fundición*, revista técnica de la Sociedad Mexicana de Fundidores A.C., México. (revista)
- *Foundry Trade Journal*, GB., (revista)

Perfil de egreso

Ingeniería Química Metalúrgica

Perfil de egreso ingeniería química metalúrgica



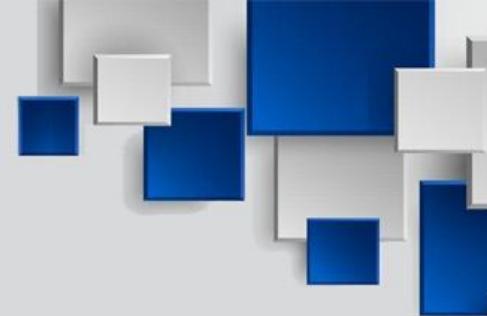
El egresado de la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica estará capacitado para ejercer funciones tales como:

- 1) La extracción de metales
- 2) La fabricación de aleaciones
- 3) La manufactura, protección y prevención de fallas de componentes metálicos
- 4) La manufactura de piezas de cerámicos, de polímeros y materiales compuestos

Para ello analizará, evaluará, controlará, modificará y diseñará componentes metálicos y sus procesos de producción, al tiempo que aplicará la relación **estructura –propiedades – comportamiento - procesamiento** y las bases científicas de química, física, fisicoquímica, matemáticas y fenómenos de transporte, así como las herramientas ingenieriles e incorporará los avances tecnológicos.



Perfil de egreso ingeniería química metalúrgica

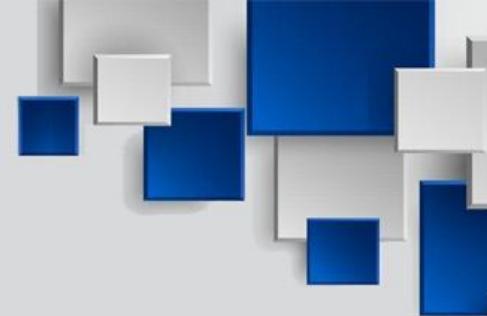


De tal manera, el egresado de la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica contará con una sólida formación, de conocimientos y habilidades que le permitan en forma particular:

- Diseñar, evaluar y seleccionar aleaciones metálicas para un uso específico
- Realizar el análisis, la evaluación y mejoramiento de los procesos metalúrgicos
- Diseñar y poner en operación plantas metalúrgicas en colaboración con ingenieros de otras especialidades
- Elaborar modelos matemáticos que le permitan simular y optimizar cada una de las etapas de transformación de los materiales metálicos, desde el procesamiento de un mineral, hasta la obtención de una pieza terminada
- Seleccionar los procesos adecuados para modificar y mejorar las propiedades de los metales en función del uso de la pieza u objeto procesado
- Desarrollar la sensibilidad que le permita visualizar las consideraciones económicas y sociales y la necesidad de las prácticas actuales y tendencias futuras.



Perfil de egreso ingeniería química metalúrgica

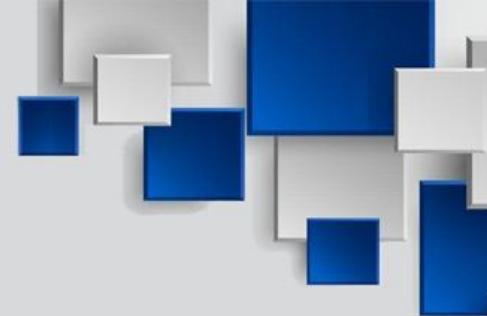


Con base en la formación recibida, el egresado posee los siguientes conocimientos y habilidades:

Conocimientos

- Aplicar la relación **estructura - propiedades - comportamiento - procesamiento** a la resolución de problemas ingenieriles.
- Usar las bases científicas de química, física, matemáticas, fisicoquímica y fenómenos de transporte, así como las herramientas ingenieriles para el análisis, control, operación y/o resolución de problemas ingenieriles y optimización de procesos metalúrgicos.
- Emplear el método científico en estudios experimentales enfocados a la resolución de problemas ingenieriles o a establecer la relación causa-efecto entre variables de proceso y respuestas del sistema bajo estudio. Lo anterior con apoyo de las diferentes técnicas experimentales de caracterización.

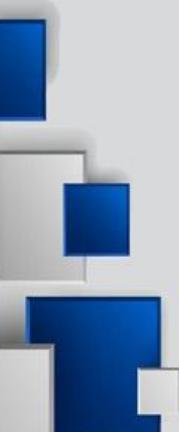
Perfil de egreso ingeniería química metalúrgica



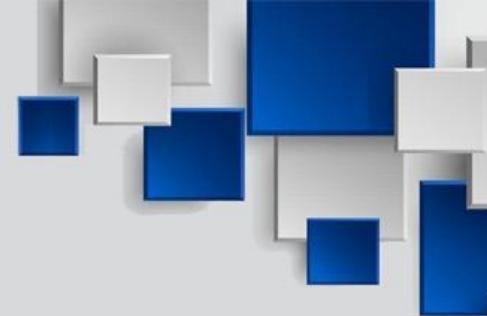
Con base en la formación recibida, el egresado posee los siguientes conocimientos y habilidades:

Habilidades

- Adquirir, analizar, organizar e interpretar información para su aplicación con fines específicos.
- Ser capaz de tomar decisiones apropiadas y de resolver problemas.
- Desarrollar una percepción integral y un razonamiento de lo abstracto.
- Ser capaz de desarrollar actividades que le permitan trabajar en equipo de una manera eficiente y productiva.
- Efectuar observaciones perspicaces y juicios legítimos.



Perfil de egreso ingeniería química metalúrgica

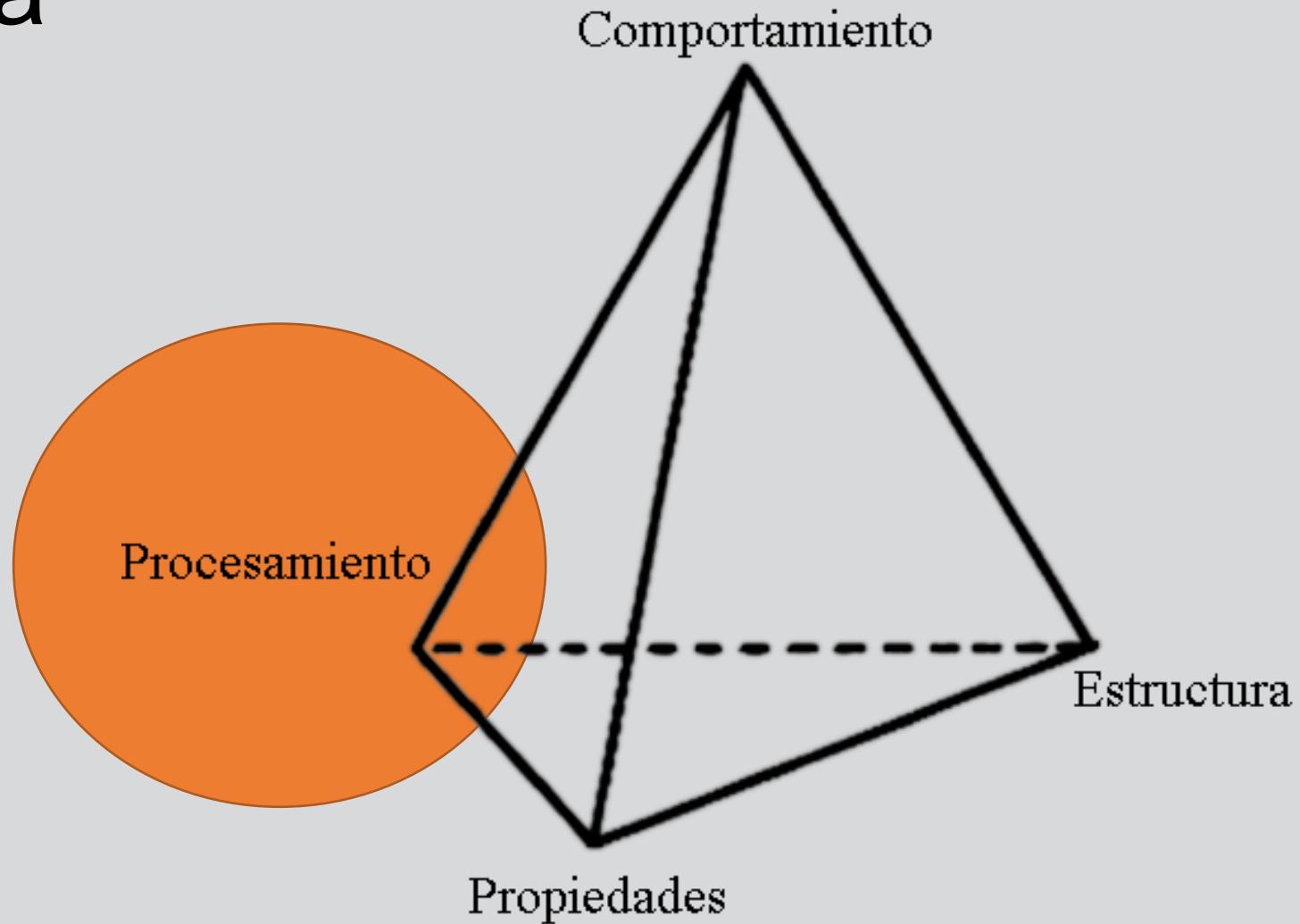


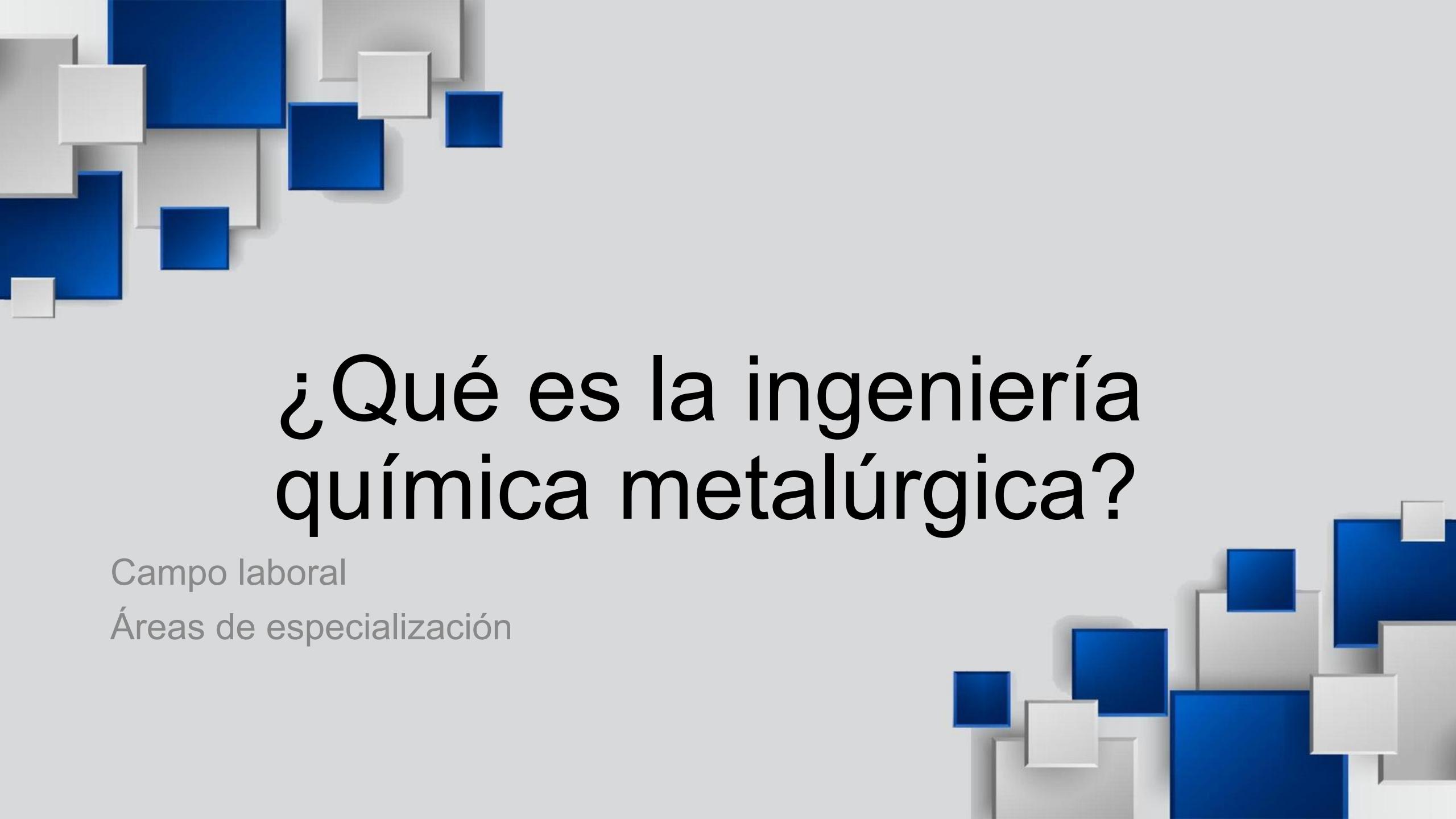
Además de las características académicas descritas, el egresado de la licenciatura de Ingeniería Química Metalúrgica deberá tener cualidades que lo identifiquen como un profesional universitario, que posea seguridad en sus conocimientos y habilidades, firmeza y coherencia al expresarse en forma oral y escrita, así como tener iniciativa por el desarrollo de los demás a través de la capacitación, asesoramiento y supervisión.

El egresado de la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica deberá valorar justamente su función social y desempeñar su actividad profesional con honestidad, ajustándose a los códigos de ética de la comunidad y de la profesión.



Perfil de egreso ingeniería química metalúrgica





¿Qué es la ingeniería química metalúrgica?

Campo laboral

Áreas de especialización

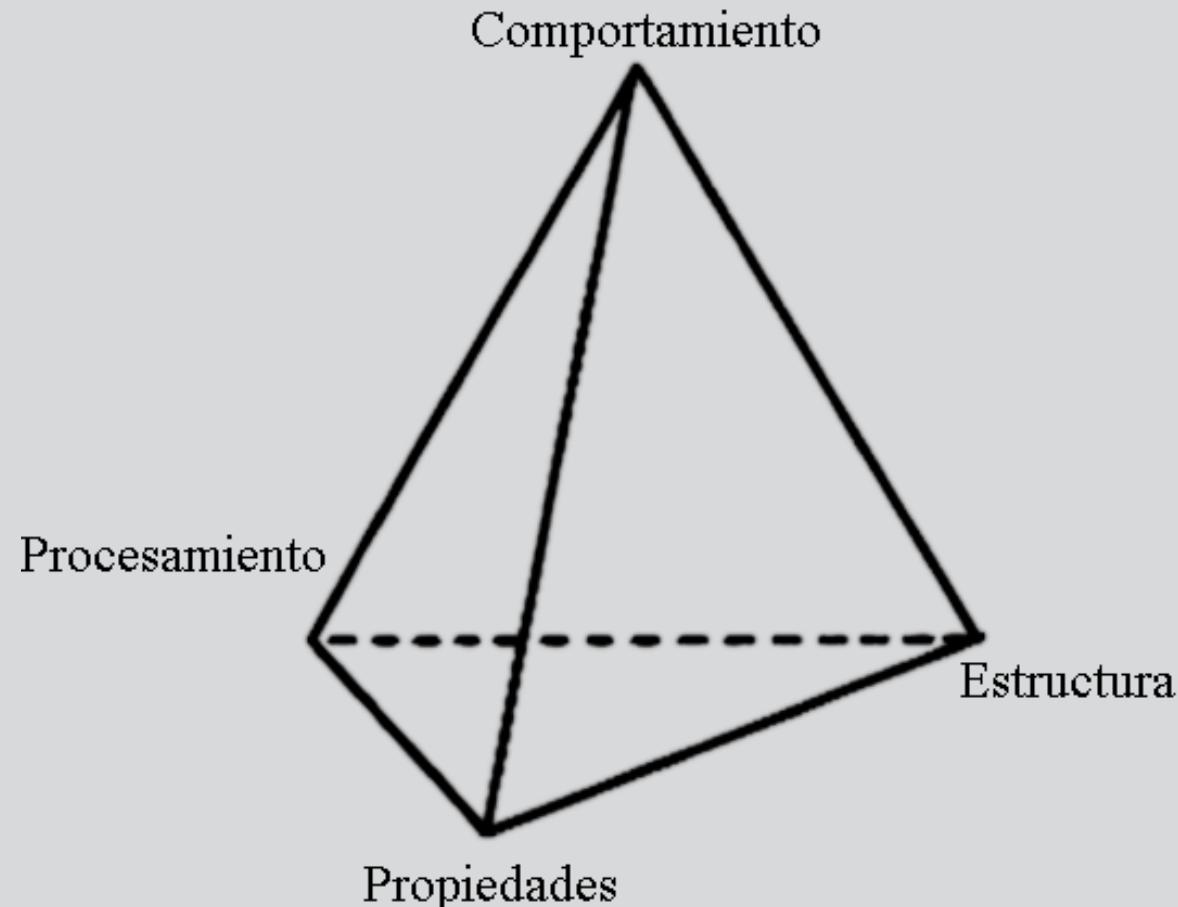
¿Qué es la ingeniería química metalúrgica?

Un ingeniero químico metalúrgico puede ejercer funciones tales como:

- La extracción de metales
- La fabricación de aleaciones
- La manufactura, protección y prevención de fallas de componentes metálicos.
- La manufactura de piezas de cerámicos, de polímeros y de materiales compuestos.



¿Qué es la ingeniería química metalúrgica?



El ingeniero químico metalúrgico presenta conocimientos sólidos en:

- Química
- Física
- Fisicoquímica
- Matemáticas
- Fenómenos de transporte

Campo laboral

Diseñar, evaluar y seleccionar aleaciones metálicas para un uso específico.

Realizar el análisis, la evaluación y mejoramiento de los procesos metalúrgicos.

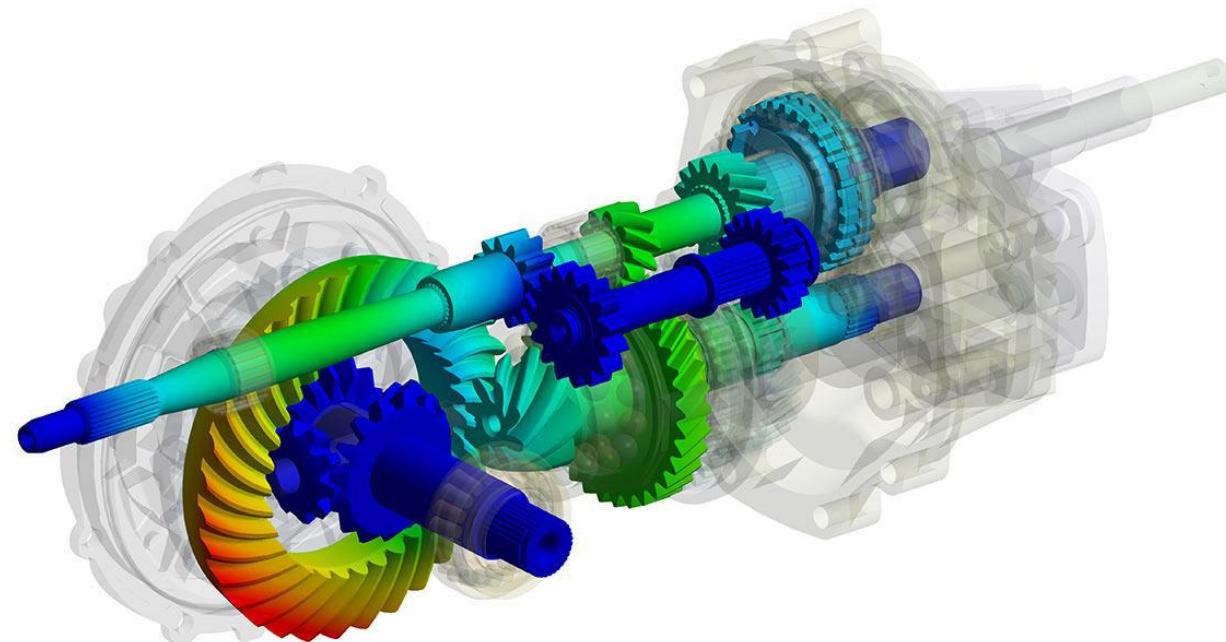
Diseñar y poner en operación plantas metalúrgicas en colaboración con ingenieros de otras especialidades.



Campo laboral

Elaborar modelos matemáticos que le permitan simular y optimizar cada una de las etapas de transformación de los materiales metálicos, desde el procesamiento de un mineral, hasta la obtención de una pieza terminada.

Seleccionar los procesos adecuados para modificar y mejorar las propiedades de los metales en función del uso de la pieza y objeto procesado.



Campo laboral



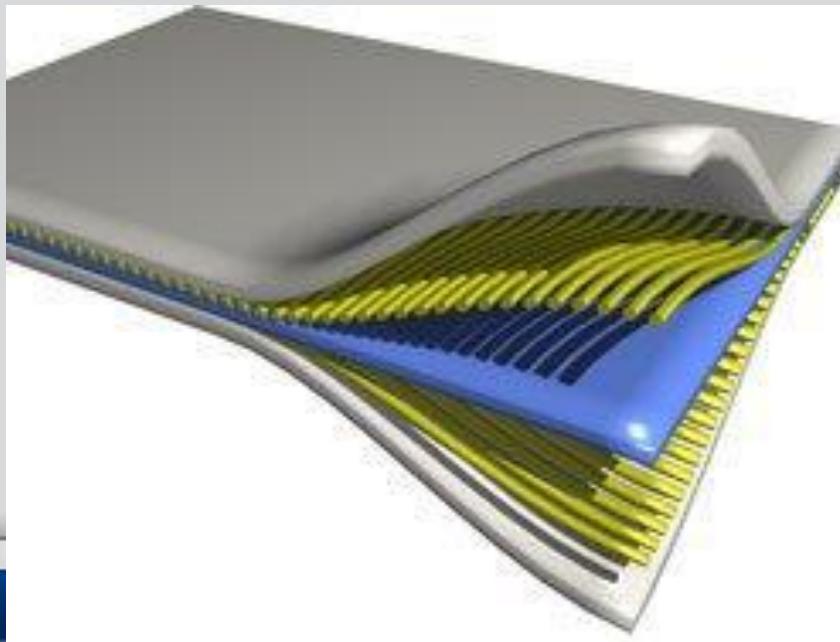
El campo laboral comprende:

- Producción
- Procesos
- Calidad
- Análisis de fallas
- Ventas
- Desarrollo de software
- Investigación

Áreas de especialización



Materiales



Fundición

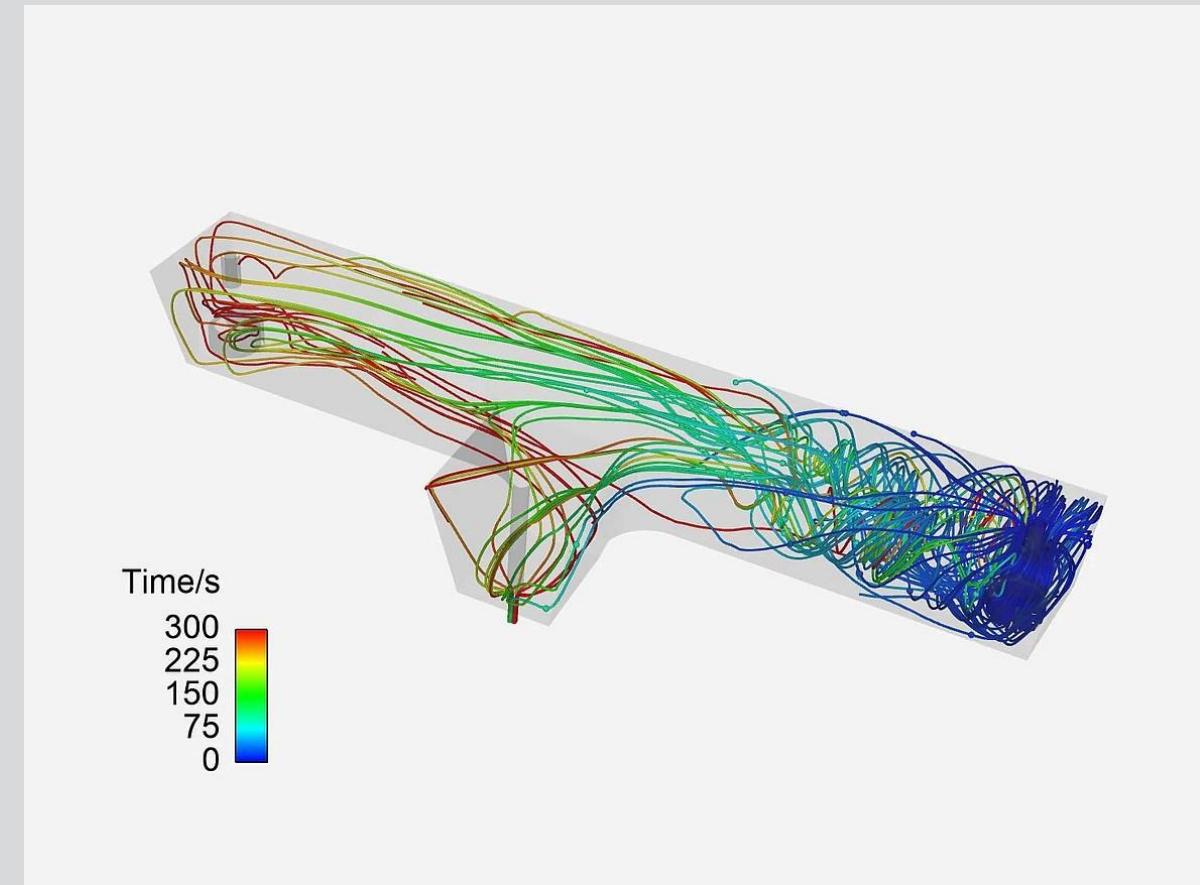


Áreas de especialización

Metalurgia extractiva



Procesos metalúrgicos



Áreas de especialización

Materiales

- Cerámicos
- Materiales Compuestos de Matriz Metálica
- Introducción a la Ciencia de Polímeros

Fundición

- Interpretación Metalográfica
- Metalurgia de Hierros Colados
- Metalurgia de Aleaciones Coladas Base Aluminio
- Metalurgia de Polvos y Soldadura

Metalurgia Extractiva

- Bolixiviación de Minerales
- Flotación

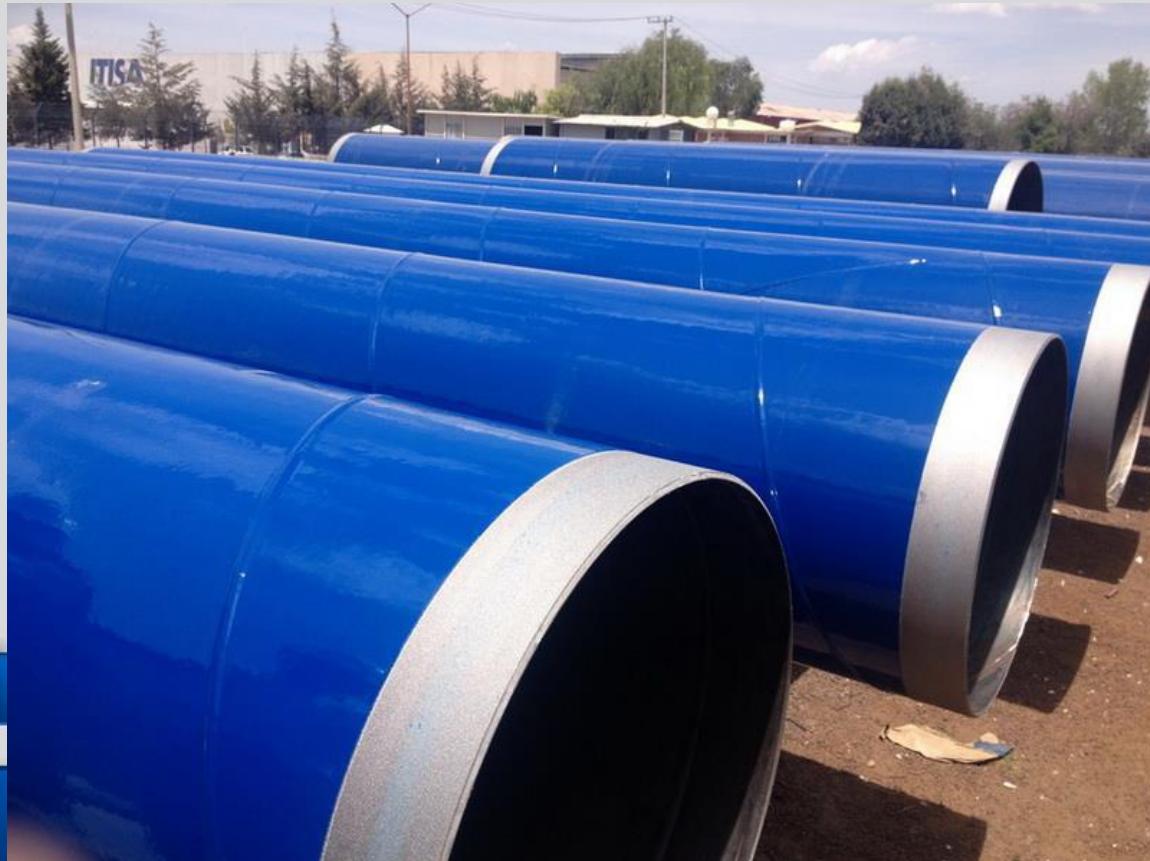
Procesos Metalúrgicos

- Análisis Matemático del Trabajo Experimental en la Ingeniería de Procesos Metalúrgicos y de Materiales
- Modelado Físico de procesos Metalúrgicos y de Materiales
- Técnicas Selectas para el Modelado Matemático en la ingeniería de Procesos Metalúrgicos y de Materiales

Áreas de especialización



Corrosión y protección



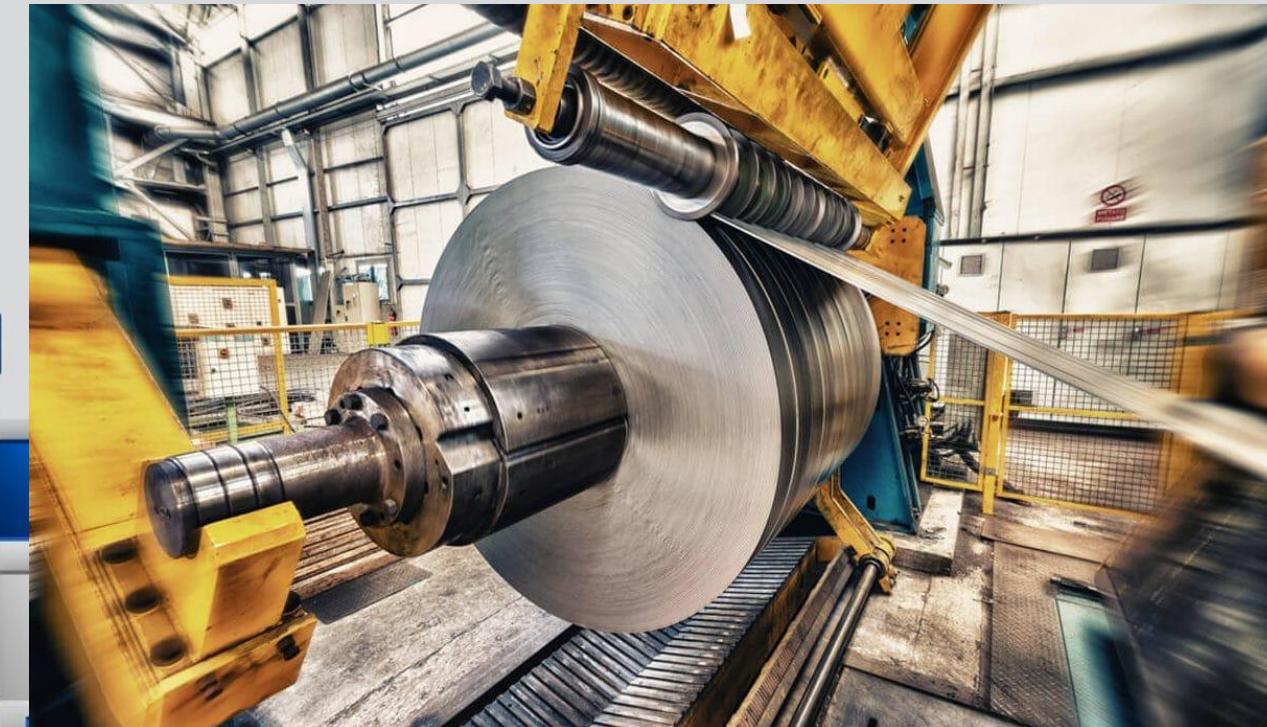
Siderurgia



Áreas de especialización



Conformado mecánico



Análisis químico



Áreas de especialización

Tratamientos térmicos



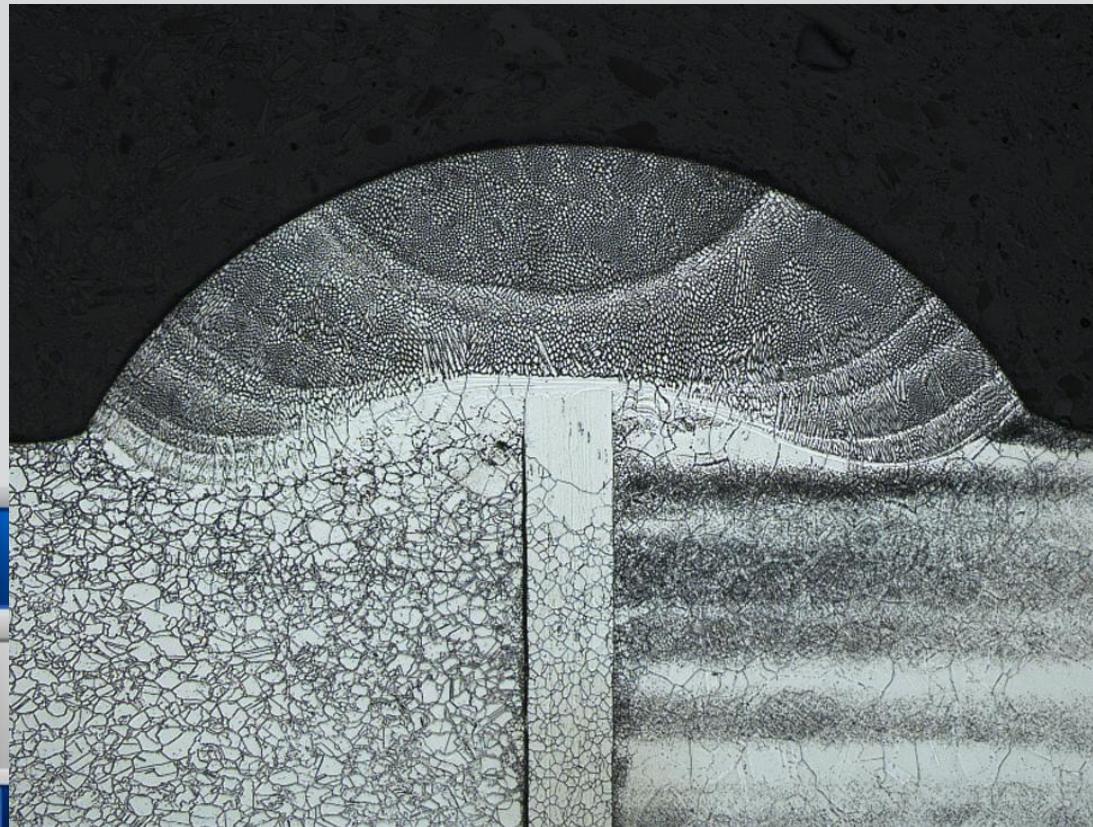
Electrometallurgia



Áreas de especialización



Análisis metalográfico



Calidad

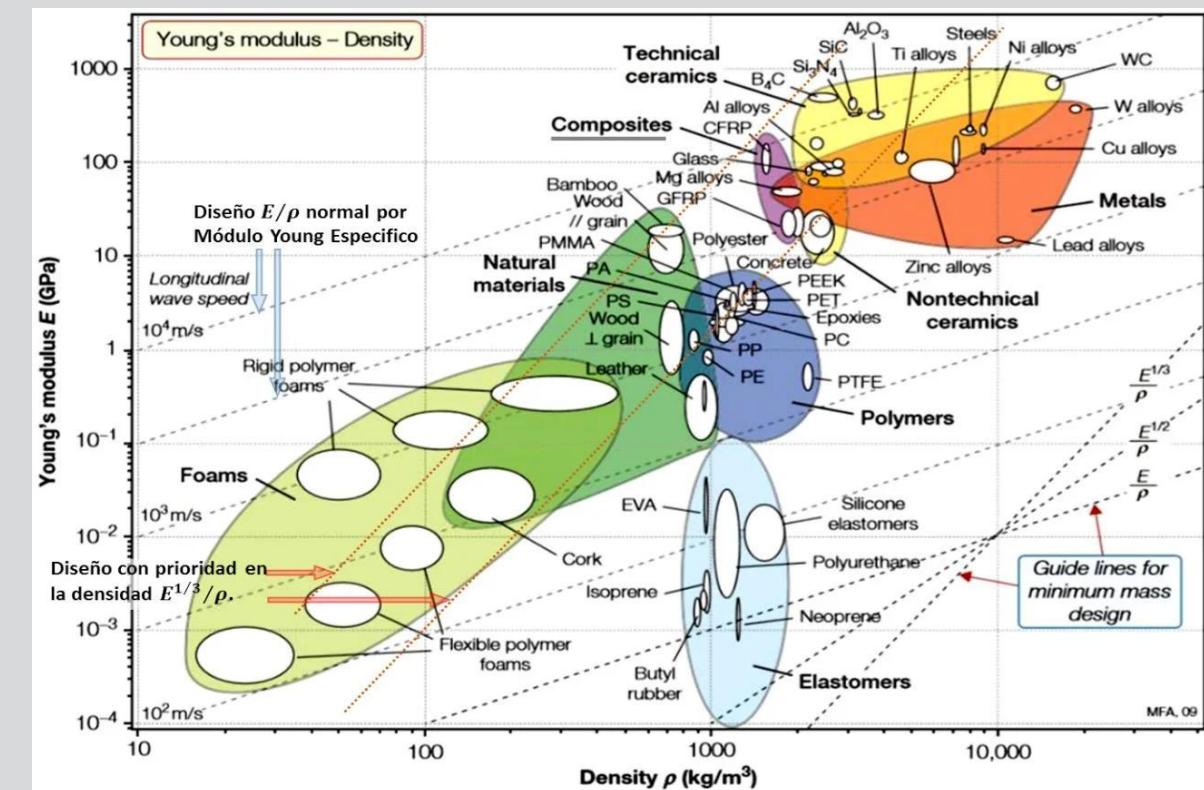


Áreas de especialización



Análisis de fallas

Selección de materiales



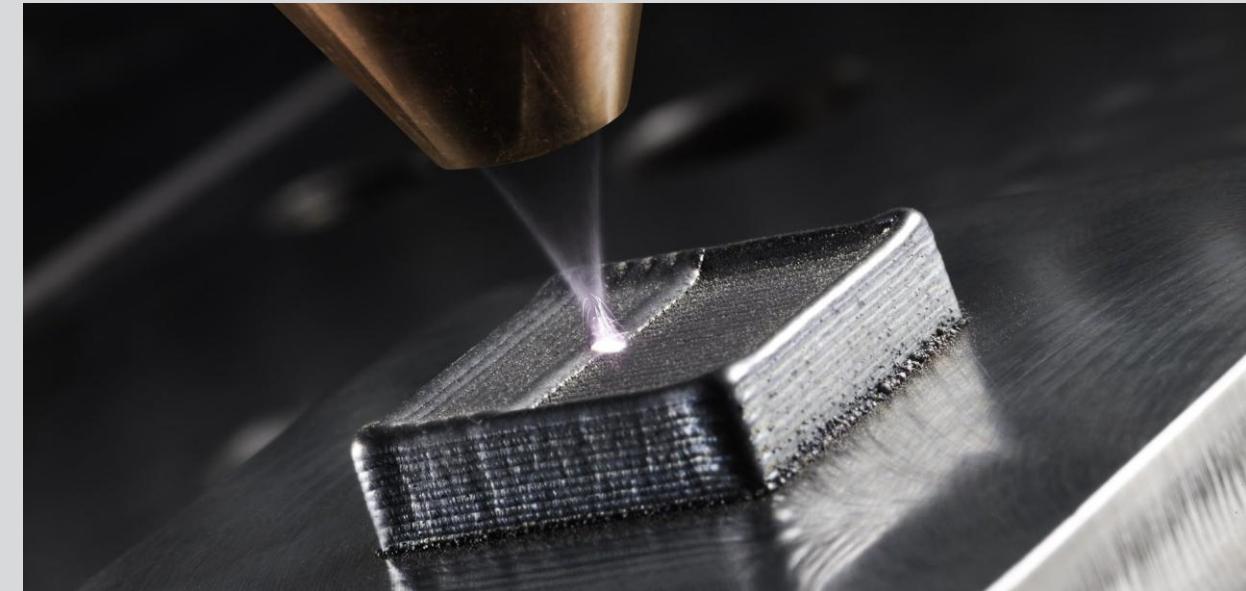
Áreas de especialización



Soldadura



Manufactura aditiva



Áreas de especialización



Recubrimientos



Ventas

