



Universidad
Continental

PROCESOS DE MANUFACTURA 2

Guía de Laboratorio

VISIÓN

Ser la mejor organización de educación superior posible para unir personas e ideas que buscan hacer realidad sueños y aspiraciones de prosperidad en un entorno incierto

MISIÓN

Somos una organización de educación superior que conecta personas e ideas para impulsar la innovación y el bienestar integral a través de una cultura de pensamiento y acción emprendedora.

Universidad Continental

Material publicado con fines de estudio

Código: ASUC01480



Presentación

La guía de laboratorio de Procesos de Manufactura 2 contiene el material para el desarrollo de las prácticas en el laboratorio que permitirá orientar al estudiante la secuencia de actividades durante el semestre.

La primera parte está relacionada con los materiales industriales, especialmente el acero los tratamientos térmicos, termoquímicos y el proceso de fundición; la segunda parte trata de la conformación plástica de los metales como la forja, laminación trefilado, extrusión y embutición, procesos importantes y necesarios de conocer para la fabricación de mecanismos y máquinas industriales; la tercera parte corresponde a la tecnología de la pulvimetalurgia en la manufactura de elementos especiales de gran resistencia y necesarios para mejorar el rendimiento y la producción industrial; la cuarta parte comprende la aplicación de los plásticos como material industrial y los materiales compuestos que cada vez cobran mayor importancia y reemplazan a materiales metálicos por la mejora que se viene logrando en nuevos materiales, finalmente se trata los temas de corrosión y recubrimientos protectores de los metales, vinculados con la conservación y el alargamiento de la vida útil de mecanismos, máquinas e instalaciones industriales.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de utilizar las técnicas de procesos de manufactura con el fin de dirigir y controlar los procesos de fabricación.

Se recomienda complementar los conocimientos impartidos en las aulas y adquiridos por revisión bibliográfica por los estudiantes con las actividades prácticas desarrolladas en los laboratorios, los que permitirán lograr las competencias deseadas por todo profesional.

El autor



Índice

Visión	2
Misión	2
Presentación	3
Índice	4
Primera unidad	6
Semana 1	6
Reconocimiento de las propiedades de los materiales	6
Semana 2	10
Tratamientos térmicos del acero	10
Semana 3	14
Tratamientos termoquímicos del acero	14
Semana 4	17
Proceso de fundición de metales	17
Segunda unidad	21
Semana 5	21
Proceso de conformado plástico de metales	21
Semana 6	25
Proceso de conformado por forja	25
Semana 7	29
Proceso de conformado por trefilado	29
Semana 8	33
Proceso de conformado por laminado	33
Tercera unidad	37
Semana 9 Metalurgia de polvos	37
Semana 10	41
Materiales sinterizados	41
Semana 11	46
Materiales cerámicos	46
Cuarta unidad	50
Semana 13	50
Bondades de los plásticos	50



Semana 14	55
Resistencia de los materiales compuestos	55
Semana 15	60
Ensayos de corrosión de los metales	60
Semana 16	65
Práctica de recubrimientos protectores	65
Referencias	70



Primera unidad

Semana 1

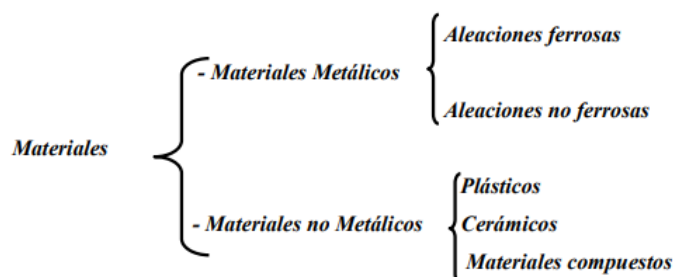
Reconocimiento de las propiedades de los materiales

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 1	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: Revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: El estudiante será capaz de reconocer la importancia de los materiales en industria moderna los clasifica en base a su naturaleza.

II. Fundamento teórico. Los materiales utilizados en la industria se clasifican de acuerdo con la siguiente estructura



Los metales tienen gran aplicación en la construcción de máquinas e instalaciones, por sus propiedades, especialmente el acero por su elevada resistencia mecánica, más aún si son aceros aleados.

Las aleaciones no ferrosas como el Cu, Al, Mg, Ni, Zn, etc. Son de mucha utilidad alguna de sus propiedades como: Buen conductor de la electricidad, bajo peso específico, resistencia a altas temperaturas, inoxidables, etc. que aleados o sin alea cobrar gran importancia industrial.

Los plásticos son utilizados por ser livianos, fácilmente moldeables, se pueden lograr en diferentes colores, son baratos, en algunos casos podemos



lograr resistencias considerables por lo que puede reemplazar a algunos metales.

Los cerámicos tienen una elevada resistencia al desgaste y a altas temperaturas, de forma específica y gracias a la pulvimetalurgia se logran herramientas de corte de una elevada resistencia para el mecanizado de piezas metálicas.

Los materiales compuestos, son la mezcla de dos o más materiales, que, unidos permiten mejorar las propiedades individuales de sus componentes y lograr un producto distinto, con mejores características que los componentes.

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probetas de acero / no ferrosos	ASTM A36, AISI 1020, AISI SAE 1045 / Aluminio, cobre, bronce	Uno de c/u
2	Probetas de plásticos de	HD (plástico de alta densidad) Teflón Baquelita	Uno de c/u
3	Elementos sinterizados	Metal duro (pacas carburadas) Filtros metálicos Metal de biela de vehículos	Uno de c/u
4	alambres de diferente calibre	Aluminio, cobre (AWG #14, #16, #18,..)	10m de c/u

3.2 Materiales

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Equipo de tracción	30 Tn	01
2	Durómetro	Mediciones en Brinell/Rockwell/Vickers	01
3	Multímetro	Digital	01



IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Los estudiantes de forma individual reconocerán las principales características de los materiales industriales:

- Verifican la resistencia a la tracción de las probetas de acero, materiales no ferrosos y polímeros, aplicando fuerzas de tracción alineadas a su eje haciendo el ensayo en el equipo de tracción universal. (utilizando el equipo de tracción).
- Hacen mediciones de la dureza de las probetas de acero y materiales no ferrosos, realizando ensayos de dureza Brinell, Rockwell y Vickers, utilizando el durómetro.
- Hacen pruebas de torneado y fresado utilizando placas carburadas como herramientas de corte.
- Mediciones de la resistencia eléctrica de los alambres de cobre y aluminio.

VI. Resultados

Los estudiantes en base a los datos obtenidos de la lectura de los equipos e instrumentos elaboran diagramas de esfuerzo-deformación, elaboran tablas comparativas de la dureza de los metales ensayados.

Los estudiantes construyen tablas comparativas de la resistencia eléctrica de los metales en base a la medición de la resistencia eléctrica de los alambres de los distintos materiales.



Con las mediciones de la resistencia eléctrica del Cobre y Aluminio de diferente calibre, construir una tabla comparativa en Excel.

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo un resumen de la práctica e incluyendo las gráficas y tablas construidas.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes intercambian información de sus ensayos realizados.



Primera unidad

Semana 2

Tratamientos termicos del acero

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 1	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de sentar los fundamentos de los tratamientos térmicos mediante la práctica del templeado, revenido y recocido.

II. Fundamento teórico. El Temple:

Consiste en calentar el acero por encima de su punto de transformación para lograr una estructura cristalina austenítica, seguido de un enfriamiento brusco, depende de la composición del acero, para lograr una estructura martensítica.

Para enfriar rápidamente se introduce el acero en agua fría, aceite, sales o bien al aire a presión. La velocidad de enfriamiento y la cantidad de carbono del acero condicionan la dureza.

El Revenido

A continuación del temple se realiza el revenido. Al templarse los aceros alcanzan gran dureza, pero a la vez son muy frágiles por la acumulación de



tensiones internas, en consecuencia, debe ser revenido a una temperatura entre 50 °C y 600 °C, dependiendo de la curva de revenido del acero.

El Recocido

El recocido consiste el ablandamiento del material que se consigue al poner en equilibrio la estructura cristalina del acero, calentándolo a su temperatura de austenización y luego enfriándolo en el horno de TT o en un aislante térmico como la cal, logrando un enfriamiento muy lento.

III. Equipos / Materiales

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Horno de Tratamiento Térmico	Eléctrico 2000°C (regulable)	01
2	Durómetro	Rockwell	01
3			

3.1 Equipos

3.3 Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probetas de acero	ASTM A36, AISI 1020, AISI SAE 1045 (diámetro 60 mm/espesor 10 mm)	Uno de c/u
2	Medio de enfriamiento	Agua / Agua con soluciones salinas/aceite/ Aire	3 de c/u

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.



V. Procedimientos

Los estudiantes de forma individual reconocerán el funcionamiento del horno de tratamientos térmicos.

Temple:

- Las probetas preparadas (mecanizadas, rectificadas y pulidas) se introducen en el horno de tratamientos térmicos
- Se selecciona la temperatura de calentamiento y permanencia de las probetas al interior del horno (de acuerdo con el manual del acero).
- Se prepara el medio de enfriamiento (agua, agua con soluciones salinas, aceite mineral, aire corriente).
- Una vez cumplido el tiempo de permanencia se sumergen las probetas en el medio de enfriamiento y se agitan para conseguir un rápido enfriamiento.

Revenido: La probeta templada es introducida en el horno de revenido previamente graduado a la temperatura según el acero (curva de revenido) y la dureza que se quiere alcanzar.

- Cumplido el tiempo de revenido, se retira la probeta y se deja enfriar al ambiente.

Recocido: Se regula el horno a la temperatura de austenización del acero a recocer y el tiempo de permanencia según las características de la probeta.

- Una vez cumplido el tiempo de austenización, se apaga el horno y se deja enfriar en el interior la probeta hasta la temperatura ambiente.

Medición de la dureza:

- Hacer uso del durómetro y en la escala Rockwell hacer las mediciones y comparar la dureza antes del tratamiento térmico y después del tratamiento térmico.

VI. Resultados



Los estudiantes en base a los datos obtenidos de la lectura de los equipos e instrumentos elaboran tablas comparativas de la dureza de los metales ensayados.

Los estudiantes elaboran conclusiones con los resultados obtenidos.

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo un resumen de la práctica e incluyendo tablas construidas.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes intercambian información de sus ensayos realizados.



Primera unidad

Semana 3

Tratamientos termoquímicos del acero

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 1	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de sentar los fundamentos de los tratamientos termoquímicos mediante la práctica de la cementación del acero.

II. Fundamento teórico. La cementación:

Es el proceso por el cual se incorpora carbono en la capa superficial del acero. Con ello se logra una superficie de alta dureza que le proporciona resistencia al desgaste, se realiza en aceros con bajo contenido de carbono, no más de 0.35 % de C, el núcleo conserva su tenacidad.

La profundidad de cementación depende del tiempo de exposición en el medio carburante. Por lo tanto, si deseamos mayor espesor de capa de carbono incrementaremos el tiempo de cementación. (de 0.1 a 4 mm)

La cementación se realiza a temperaturas entre 900 y 950° C, de modo que el carbono difunde en la red cristalina del hierro; cuando se alcanza el límite de saturación de la austenita, en la superficie se puede formar una capa dura por inclusión del carbono.



III. Equipos / Materiales

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Horno de Tratamiento Térmico	Eléctrico 2000°C (regulable)	01
2	Durómetro	Rockwell	01
3			

III.1 Equipos

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probetas de acero	ASTM A36, AISI 1020, AISI SAE 1045 (diámetro 60mm/espesor 10mm)	Uno de c/u
2	Carbón triturado	vegetal o de huesos	1 kg.
3	Caja de cementación	Material refractario	01

3.4 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

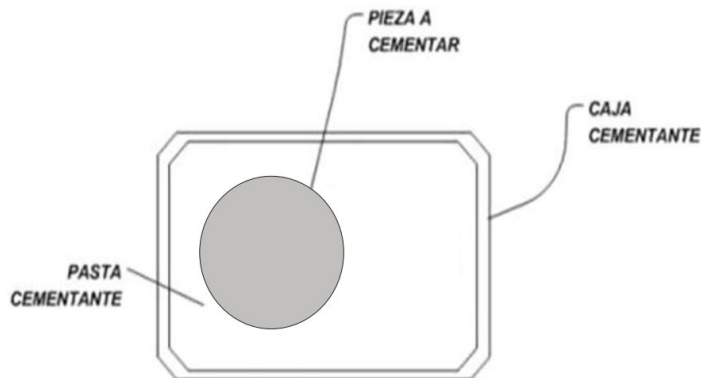
V. Procedimientos

Cementación:

- Los estudiantes preparan sus probetas de acero AISI SAE 1020 para la cementación y ponen en funcionamiento del horno de tratamientos térmicos.
- Las probetas preparadas (mecanizadas, rectificadas y pulidas) se recubren de una materia rica en carbono, llamada cementante, dentro de un recipiente refractario hermético.



- Se somete durante varias horas a altas temperatura dentro del horno a temperaturas entre 900 a 950 °C. A esta temperatura, irá penetrando el carbono en la superficie que recubre a razón de 0,1 a 0,2 milímetros por hora.
- El espesor de la capa cementada depende de la temperatura y del tiempo que dure la operación.



- Terminado el proceso de cementación se deja enfriar los elementos tratados a temperatura ambiente.
- Finalmente se hace mediciones de la dureza.

VI. Resultados

Los estudiantes en base a los datos obtenidos de la lectura de los equipos e instrumentos elaboran tablas comparativas de la dureza de los elementos cementados en comparación con los elementos antes de la cementación.

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo un resumen de la práctica e incluyendo tablas construidas.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes intercambian información de sus ensayos realizados.



Primera unidad

Semana 4

Proceso de fundición de metales

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 1	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : Semana 1	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: Revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de conocer los principios de fundición de metales.

II. Fundamento teórico. Fundición es el proceso de derretir metales, es decir calentar el metal hasta llegar al punto de fusión, luego verter el metal líquido en moldes para obtener una forma predeterminada.

El proceso de fundición suele consistir en la fabricación de piezas a partir de derretir un metal y llenar un vacío llamado molde que previamente se realiza en la arena de moldeo dentro de unas cajas, estos moldes son llenados con el metal fundido, que cuando se solidifica adquiere la forma del molde.

Una vez enfriado el molde se destruye el molde de arena quedando la pieza fundida.

III. Equipos / Materiales

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Horno de fundición	De mufla	01
2	Crisol	Par 10 kg	01
3	Herramientas de moldeo	De formas y tamaños variados	01



3.1 Equipos

3.5 Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Aluminio / bronce	Bloque de aluminio o bronce seleccionado (materia prima)	10 kg
2	Cajas de moldeo	De distinto tamaño, dependiendo del tamaño de la pieza a fundir.	Dos partes
3	Arena de moldeo	Compuesto de sílice, feldespatos, caolín, etc.	1 m ³
4			

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Moldeo en arena:

- Un modelo en madera, plástico o yeso con la forma del elemento que se quiere obtener se ubica dentro de una caja de moldeo y sobre una superficie plana de un tablero, sobre esta se compacta la arena rodeando el modelo en su caja.
- Se volta la caja de moldeo y sobre esta se ubica la otra caja, si el modelo es de dos o más partes se ubican las otras partes del modelo dentro de la caja, se espolvorea con carbón en polvo para que se puedan separar las dos partes de las cajas y se vuelve a hacer el proceso de compactado con arena.
- Se separan las dos partes de las cajas, se practican los bebederos y canales, se retiran los modelos y se dejan a secar los moldes de arena



Fundición:

- El metal a fundir Aluminio, Bronce etc, previamente seleccionado se calienta dentro de un crisol en el horno de fundición, hasta llegar al punto de fusión.
- Se vierte el material fundido (colada) en el molde haciendo uso de una copa o bebedero de colada y diversos canales de alimentación, los cuales se deben eliminar cuando la pieza se haya solidificado. Los vapores y gases que se generan a lo largo del proceso se eliminan mediante pequeño orificio o ductos.
- Se enfría y se solidifica el metal fundido dentro de los moldes de arena, el tiempo de colada debe ser breve, para evitar el enfriamiento de la fundición y con ello la falta de llenado de los moldes. Si se enfría rápidamente los moldes se puede generar tensiones mecánicas o que aparezcan grietas en su superficie.
- Se destruye molde y se extrae la pieza, la arena de moldeo se puede utilizar muchas veces.



- Fig. la colada Cortesía: RADVER

VI. Resultados

Los estudiantes toman nota de toda la secuencia del proceso de fundición.

Los estudiantes comparan el proceso de conformado por fundición con otros procesos y analizan las ventajas y desventajas.

Los estudiantes, una vez realizadas las prácticas desarrollan un informe con el proceso de fundición ejecutado, incluyendo esquemas de la secuencia de fundición.

VII. Conclusiones



Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo un resumen de la práctica de fundición e incluyendo el proceso de fundición.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes intercambian información de sus ensayos realizados.



Segunda unidad

Semana 5

Proceso de conformado plástico de metales

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 1	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de reconocer la importancia del conformado plástico en la fabricación industrial.

II. Fundamento teórico. Gran parte de la manufactura se especializa en el proceso de conformación del metal laminado o chapa metálica en operaciones de trabajo es frío como troquelado, estampado y embutido. Muchos artículos del hogar como utensilios, platos cucharas, cazuelas, componentes del vehículo como el parachoques, la puerta, etc., son fabricados a partir de la chapa metálica.

Para la conformación de la chapa se requiere de una prensa y unos moldes metálicos o matrices los que permiten por medio de la presión troquelar, embutir, doblar o estirar el material.

Cuando la chapa a trabajar es delgada y dúctil requiere menos esfuerzo, si la chapa es de mayor espesor y gran resistencia a fluir, el trabajo se hace en caliente, siempre se prefiere una chapa recocida para la conformación plástica.



III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Prensa hidráulica	30 Tn	01
2	Matriz de embutido	Punzón y matriz	01
3	Laminadora hidráulica	50 Tn.	01

3.6 Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Aluminio / bronce	Bloque de aluminio o bronce seleccionado (materia prima)	10 kg
2	Cajas de moldeo	De distinto tamaño, dependiendo del tamaño de la pieza a fundir.	Dos partes
3	Chapa de acero	ASTM A36 (1/20" de espesor) recocido	1m ²
4	Aceite mineral	SAE 1330	

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

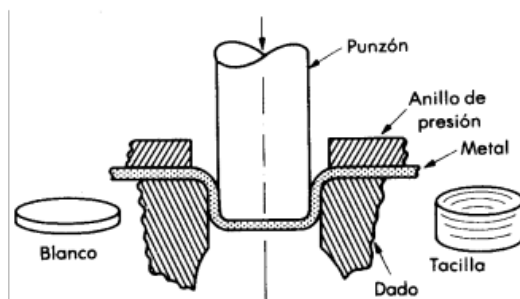
Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

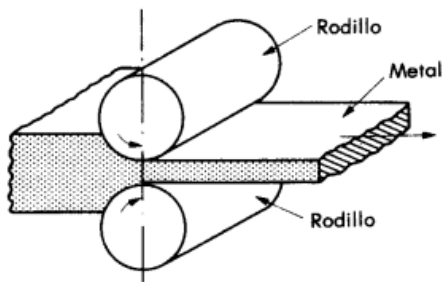
Embutido:

- Para embutir la chapa se requiere de una prensa para generar la fuerza necesaria para dar forma al material. La fuerza es transmitida a un punzón, que empuja al material a través de una matriz o sufridera optando la forma de la matriz, es importante mencionar que el proceso de embutido, sobre todo embutido profundo se hace en frío. Si el material es calentado se corre el riesgo de que este se arranque.



Laminado:

- Es el proceso en el que las planchas de metal son obligados a pasar por entre dos rodillos disminuyendo su espesor.
- Las laminadoras por los usual son equipos hidráulicos los que generan gran fuerza de compresión permitiendo el adelgazamiento del material.
- El laminado puede ejecutarse en frío o en caliente haciendo pasar varias veces por la laminadora el material, teniendo como resultado las planchas LAF cuando son laminadas en frío y las planchas LAC cuando son laminadas en caliente.



- Para aliviar las tensiones internas generadas en el material por el sometimiento a grandes fuerzas se recurre a hacer pasar la chapa por una serie de rodillos de ablandamiento del material.

VI. Resultados

Los estudiantes toman nota de toda la secuencia de los procesos de embutido y laminación: las fuerzas que se aplican al material, de qué material están hechas las matrices o rodillos; cuales son las características de las máquinas utilizadas para el embutido o la laminación.

Los estudiantes comparan el proceso de conformado por embutición o laminación con otros procesos y analizan las ventajas y desventajas.

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo una descripción de los procesos de embutido y laminado.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes intercambian información de sus ensayos realizados.



Segunda unidad

Semana 6

Proceso de conformado por forja

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 2	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: Revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: El estudiante será capaz de identificar las aplicaciones y características del laminado de metales.

II. Fundamento teórico: La forja:

El metal es comprimido entre martillo y un yunque y la forma final se obtiene girando y moviendo la pieza de trabajo entre golpe y golpe. Para producción en masa y el formado de secciones grandes, el martillo es sustituido por un martinete o dado deslizante en un bastidor e impulsado por una potencia mecánica, hidráulica o vapor.

En los sistemas mecánicos de forja, los dados que han sustituido al martillo y al yunque pueden variar desde un par de herramientas de cara plana, hasta ejemplares que tiene cavidades apareadas capaces de ser usadas para producir las domas más complejas:

Si bien, el forjado puede realizarse ya sea con el metal caliente o frío, el elevado gasto de potencia y desgaste en los dados, así como la relativamente pequeña amplitud de deformación posible, limita las aplicaciones del forjado en frío. Un ejemplo es el acuñado, donde los metales superficiales son impartidos a una pieza de metal por forjado en frío. El forjado en caliente se



está utilizando cada vez más como un medio para eliminar uniones y por las estructuras particularmente apropiadas u propiedades que puede ser conferidas al producto final. Es el método de formado de metal más antiguo y hay muchos ejemplos que se remontan hasta 1000 años A. C.

Los metales forjados tienen una resistencia elevada gracias que al golpear o comprimir el material los átomos se van compactando, lográndose una estructura granular más compacta.

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Yunque o martinete	De acero / 200kg	01
2	Combas o martillos	4 lb/8lb	01

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Barra de acero	Acero SAE AISI 1045	10 kg

3.7 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Proceso de forja libre:

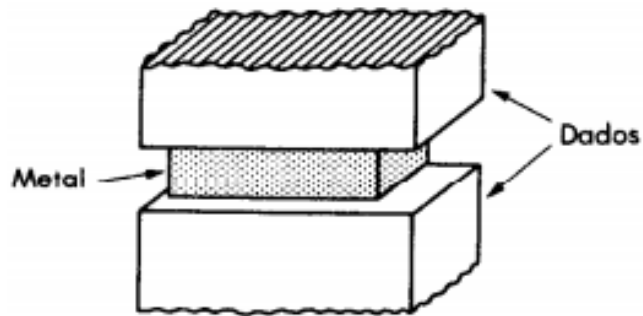


- Es el tipo de forja industrial más antiguo, este se caracteriza por que la deformación del metal no está limitada (es libre) por su forma o masa. Se utiliza para fabricar piezas únicas o pequeños lotes de piezas, donde normalmente éstas son de gran tamaño. Además, este tipo de forja sirve como preparación de las preformas a utilizar en forjas por estampa.



Forja con estampa:

- Este tipo de forja consiste en colocar la pieza entre dos matrices que al cerrarse conforman una cavidad con la forma y dimensiones que se desean obtener para la pieza. A medida que avanza el proceso, ya sea empleando martillos o prensas, el material se va deformando y adaptando a las matrices hasta que adquiere la geometría deseada. Este proceso debe realizarse con un cordón de rebaba que sirve para aportar la presión necesaria al llenar las zonas finales de la pieza, especialmente si los radios de acuerdo de las piezas son de pequeño tamaño y puede estar sin rebaba, dependiendo de si las matrices llevan incorporada una zona de desahogo para alojar el material sobrante (rebaba) o no. Se utiliza para fabricar grandes series de piezas cuyas dimensiones y geometrías pueden variar ampliamente.



- Algunos elementos logrados por forja son: los cigüeñales de vehículos. Herramientas como martillos o combas, llaves de boca y corona, etc.

VI. Resultados

Los estudiantes toman nota de toda la secuencia del proceso de forja:

- Las herramientas de forja
- Características de la fragua de calentamiento
- Combustible utilizado para calentar
- Máquinas de forjado (prensa y martinets)
-

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo una descripción del proceso de forjado.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes investigan sobre la importancia de la forja en la industria metalmeccánica.



Segunda unidad

Semana 7

Proceso de conformado por trefilado

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 2	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

- I. **Propósito:** el estudiante será capaz de reconocer la importancia del conformado plástico por trefilado y extrusión.
- II. **Fundamento teórico.** Una varilla de metal se aguja en uno de sus extremos y luego estirada a través del orificio cónico de un dado. La varilla que entra al dado tiene un diámetro mayor y sale con un diámetro menor. En los primeros ejemplos de este proceso, fueron estiradas longitudes cortas manualmente a través de una serie de agujeros de tamaño decreciente en una "placa de estirado" de hierro colado o de acero forjado. En las instalaciones modernas, grandes longitudes son estiradas continuamente a través de una serie de dados usando un número de poleas mecánicamente guiadas, que pueden producir muy grandes cantidades de alambre, de grandes longitudes a alta velocidad, usando muy poca fuerza humana. Usando la forma de orificio apropiada, es posible estirar una variedad de formas tales como óvalos, cuadrados, hexágonos, etc., mediante este proceso.

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos



Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Trefiladora hidráulica	60 Tn.	01
2			
3			

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Barra de Cobre	Cobre blando de 1/4"	10 kg
2			

3.8 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

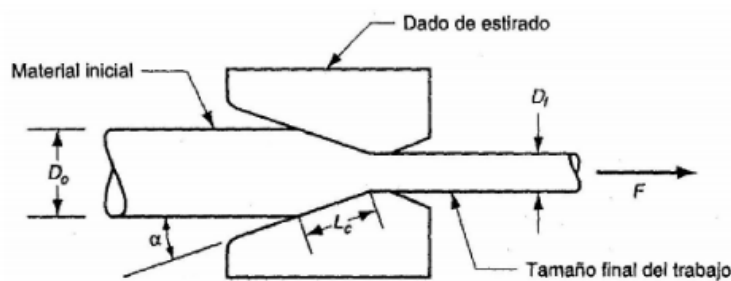
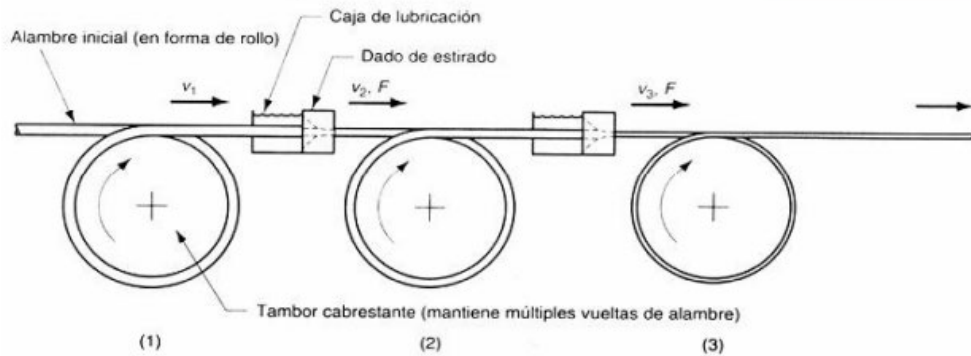
Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Procesos de laminación:

- Afilado: Permite introducir el extremo de la barra en el orificio de la hilera y poder sujetarlo con la mordaza para el trefilado.
- Soldado: Permite el proceso en continuo sin tener que realizar el afilado repetidas veces.
- Decapado: Se eliminan los óxidos por medios mecánicos o químicos, evitándolos óxidos en operaciones de conformado plástico en frío, ya que el óxido es muy duro, pero poco plástico.
- Recocido: para eliminar la acritud del material



- Para aliviar las tensiones internas generadas en el material por el sometimiento a grandes fuerzas se recurre al recocido del alambre

VI. Resultados

Los estudiantes toman nota de toda la secuencia del proceso de trefilado: las fuerzas que se aplican al material, cual es el material del que están hechas las matriciados; cuales son las características de las máquinas utilizadas para el laminado.

Los estudiantes comparan el proceso de conformado por laminación con otros procesos y analizan las ventajas y desventajas.

VII. Conclusiones



Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo una descripción del proceso de laminado.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes investigan sobre la importancia de la ltrerefilado en la industria metalmecánica.



Segunda unidad

Semana 8

Proceso de conformado por laminado

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 2	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de identificar las aplicaciones y características del laminado de metales.

II. Fundamento teórico. El laminado es el proceso industrial de conformación de metal en el que un material metálico se introduce entre uno o más pares de rodillos para reducir su espesor y hacerlo más uniforme.

El acero laminado en frío pasa por un proceso de conformación a temperatura ambiente, el laminado en frío aumenta la resistencia y dureza del acero y disminuye su ductilidad (es decir, su capacidad de deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse), y por eso es necesario someterlo a un proceso llamado recocido.

El acero laminado en caliente ha pasado por el proceso de conformación a una temperatura superior a los 900 °C para evitar que se recristalice. Al acero que está por encima de la temperatura de recristalización puede dársele forma mucho más fácilmente que al acero más frío. También es más barato de fabricar que el acero laminado en frío ya que requiere menos fuerza para la transformación.



El laminado se utiliza en los procesos de fabricación de los aceros, aluminio, cobre, magnesio, plomo, estaño, zinc, y sus aleaciones. Casi todos los metales utilizados en la industria han sufrido una laminación en alguna etapa de su conformación.

III. Equipos / Materiales

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Laminadora hidráulica	50 Tn.	01
2			

3.1 Equipos

3.9 Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Barra de Aluminio / Acero dúctil y recocido	Bloque de aluminio o Acero en estado recocido	10 kg
2	Aceite lubricante	SAE 1330	¼ de gl

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

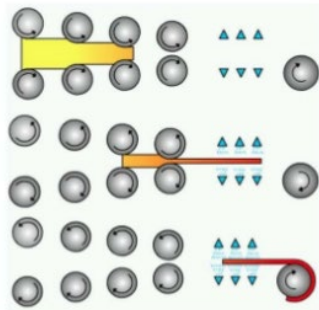
V. Procedimientos

Procesos de laminación:

- Esencialmente la laminación consiste en hacer pasar un metal entre dos rodillos separados por un hueco algo menor que el grueso del metal entrante, y que rotan en sentido contrario.



- Por lo general la fabricación se realiza en 5 pasos
 - 1.- El decapado, realizado en marcha "continua" en una línea que comprende un proceso de "limpieza" y baños con ácido sulfúrico diluido.
 - 2.- El laminado también realizado en forma continua utilizando un rollo, llamado bobina con varias toneladas de peso, con un ancho que varía generalmente entre 680 mm y 1000 y un espesor menor que 3 mm.
 - 3.- El desengrasado de la banda o cinta metálica ya reducida al espesor definitivo por laminación, utilizando silicato de soda activado por electrolisis.
 - 4.- El recocido, provocado en hornos continuos calentados a gas o fuel-oil en una atmósfera neutra para evitar una oxidación provocada por la llama directa.
 - 5.- El endurecimiento, temple superficial que le confiere una serie de propiedades del orden mecánico que se aprecia por un ensayo de dureza superficial.

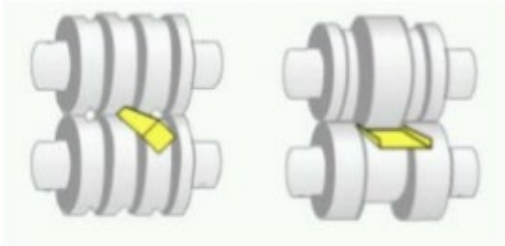


- Un laminador para laminar en frío comprende:
 - Una rampa para ubicar en lugar a la bobina.
 - Dispositivos de apoyo en la bobina, la cual debe girar sobre sí misma durante la primera pasada.
 - Dispositivo de arrastre formada por tres rodillos de pequeño diámetro paralelos.



Laminado de perfiles:

-



- Para aliviar las tensiones internas generadas en el material por el sometimiento a grandes fuerzas se recurre a hacer pasar la chapa por una serie de rodillos de ablandamiento del material.

VI. Resultados

Los estudiantes toman nota de toda la secuencia del proceso de laminado: las fuerzas que se aplican al material, cual es el material están hechas las matrices o rodillos; cuales son las características de las máquinas utilizadas para el laminado.

Los estudiantes comparan el proceso de conformado por laminación con otros procesos y analizan las ventajas y desventajas.

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo una descripción del proceso de laminado.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes investigan sobre la importancia de la laminación en la industria metalmeccánica.



Tercera unidad

Semana 9

Metalurgia de polvos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: Revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de interiorizar los principios de la pulvimetalurgia y aplicarlo en la selección de materiales con las características especiales y aplicarlo en la industria.

II. Fundamento teórico. La Pulvimetalurgia es una forma especial en el proceso de manufactura. La pulvimetalurgia nos permite fabricar piezas de formas complejas con excelentes tolerancias y de alta calidad. En resumen, la Pulvimetalurgia toma polvos metálicos con ciertas características como tamaño, forma y empaquetamiento para luego crear una figura de alta dureza y precisión. Los pasos claves incluye la compactación del polvo y la subsiguiente unión termal de las partículas por medio de la sinterización. El proceso utiliza operaciones automatizadas con un consumo relativamente bajo de energía, alto uso de materiales y bajos costos capitales. La Pulvimetalurgia abarata costos de fabricación y aumenta la productividad, optimiza el consumo de energía y materia primas. Consecuentemente, el área está creciendo y reemplazando métodos tradicionales de formar metales. Además, PM es un proceso de manufactura flexible capaz de entregar un rango amplio de nuevos materiales, micro estructuras y propiedades. Todo



esto crea un nicho único de aplicaciones para la PM, como por ejemplo compuestos resistentes al desgaste.

Algunos productos obtenidos mediante la Pulvimetalurgia: filamentos de tungsteno para bombillas eléctricas, rodamientos auto-lubricantes, engranes de transmisión de automóviles, contactos eléctricos, implantes ortopédicos, filtros de alta temperatura, y componentes para aeronaves.

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1			

3.2 Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1			
2			

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos



La pulvimetalurgia comienza con la fabricación de los polvos metálicos; y aunque todos los metales pueden producirse en forma de polvo, no todos cumplen con las características necesarias para poder conformar una pieza.

Una vez obtenidos los polvos metálicos, el proceso para conformar una pieza por pulvimetalurgia se puede resumir en tres etapas:

- **A) Dosificación y Mezcla:** Los polvos metálicos se deben mezclar con sus respectivas adiciones (dependiendo de las propiedades deseadas para la pieza terminada), para crear una mezcla homogénea de ingredientes. Generalmente, para obtener las características requeridas es necesario mezclar polvos de tamaños y composiciones diferentes; igualmente, se pueden añadir aditivos que actúen como lubricantes durante el compactado o aglutinantes (estearato de zinc) que incrementen la resistencia del compactado crudo. El tiempo de mezclado puede variar desde unos pocos minutos hasta varios días, dependiendo del material y de los resultados deseados.

- **B) Compactado:** Esta es la operación más importante dentro de la metalurgia de polvos, en ella se introduce la mezcla en un molde de acero o carburo rígido y se compacta bajo presión hasta obtener una pieza con la forma y el tamaño deseado. La mayor parte del compactado se hace en frío, aunque hay algunas aplicaciones para las cuales la mezcla se presiona en caliente; la compresión en caliente produce mayor exactitud de la pieza. El objetivo de la presión es unir las partículas, generar enlaces entre los átomos e incrementar la densidad de la mezcla. En teoría, si un polvo se comprime lo suficiente, alcanzará el 100 por ciento de la densidad y la resistencia del metal original al ser sinterizado.

- **C) Sinterizado:** En esta etapa la mezcla comprimida adquiere la resistencia y fuerza definitiva. Las piezas se introducen en un horno con temperatura controlada que no excede el punto de fundición del metal base (entre el 60 y



90 por ciento antes de la fusión), con esto se logra la difusión atómica del material y la unión entre los diferentes polvos, lograda durante el proceso de compactación, y se fortalecen los enlaces metalúrgicos para formar una pieza uniforme con propiedades especiales. En la mayoría de los casos se usan hornos eléctricos, pero si se necesitan temperaturas superiores, se utilizan múltiples tipos de hornos, todo depende de los polvos que se empleen, por lo que existen tantas temperaturas de sinterización como materiales utilizados

VI. Resultados

Los estudiantes toman nota de toda la secuencia de los procesos pulvimetalúrgicos: Obtención de polvos metálicos, Dosificación y mezcla de los componentes y Sinterizado

Identifican las características de los materiales sinterizados.

Le dan una aplicación a cada elemento obtenido por pulvimetalurgia.

Describen las máquinas y equipos utilizados para el proceso.

Los estudiantes comparan los materiales sinterizados con otros materiales industriales desarrollan una tabla comparativa de sus características y analizan las ventajas y desventajas.

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo una descripción del proceso de la pulvimetalurgia.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes harán una revisión bibliográfica del proceso metalúrgico de la pulvimetalurgia.



Tercera unidad

Semana 10

Materiales sinterizados

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: Revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: El estudiante será capaz de interiorizar los principios de la pulvimetalurgia y aplicarlo en la selección de materiales con las características especiales y aplicarlo en la industria.

II. Fundamento teórico. El sinterizado:

La sinterización es proceso térmico consistente en calentar la pieza compactada durante un tiempo determinado a una temperatura inferior al punto de fusión del metal base. La elevada temperatura provoca la soldadura de las partículas de polvo entre sí, y la difusión de los elementos conformantes, mediante un mecanismo de difusión en estado sólido.

La sinterización se realiza en hornos a velocidad controlada, y en atmósfera con composición química controlada. Normalmente se opera a temperaturas entre 750 y 1300 °C en función del material y de las características a conseguir.



El resultado de estas operaciones básicas es una pieza metálica con una cierta microporosidad, de elevada precisión dimensional, y perfectamente funcional si las características obtenidas se adecúan a las especificaciones del componente.

III. Equipos / Materiales

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Horno de sinterización	Con atmósfera controlada	01
2	Durómetro	Rockwell	01

3.1 Equipos

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Elementos sinterizados	Filtros metálicos / Metales de biela / bocinas sinterizadas / Plaquitas de corte	01

3.2 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Sinterizado:

Proceso que genera puentes de unión mediante difusión de átomos entre partículas de polvo.



- Como cualquier proceso de difusión, la unión entre partículas se acelera si se incrementa la temperatura y el contacto entre las mismas.
- La temperatura habitual en sinterizado es del orden del 70%-80% de la T^a de fusión.
- Para evitar la oxidación de las piezas, el proceso de sinterizado se realiza SIEMPRE en atmósfera controlada. Habitualmente reductora: Hidrógeno, monóxido de carbono o amoníaco.
- Durante el proceso de difusión en estado sólido se produce una contracción en la pieza que se suele tener en cuenta para su compensación.
- El proceso de sinterizado convencional se realiza en hornos alimentados por cinta, en la cual se cargan las piezas en verde.
- Los hornos de sinterizado se dividen en varias cámaras:
 - Zona de carga: Donde se depositan las piezas en verde.
 - Cámara de limpieza (opcional): se incluye solamente si hay que eliminar aglutinante y/o lubricante.
 - Cámara de alta temperatura: Donde se da el sinterizado. Las temperaturas pueden ser entre 65 a 90% de la temperatura de fusión (Habitualmente entre 70-80%).
 - Cámara de enfriamiento: Donde se enfrían las piezas hasta temperatura ambiente.
 - Cámara de oxidación controlada (opcional): Se incrementa gradualmente la cantidad de oxígeno para evitar la oxidación descontrolada.



Herramientas de metal duro (FMD)



Piezas metálicas sinterizadas (Stadler)

Elementos sinterizados. Fuente: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Bilbao

Los estudiantes someten a pruebas de resistencia mecánica, dureza, resistencia a altas temperaturas a los materiales sinterizados.

VI. Resultados

Los estudiantes toman nota de toda la secuencia del proceso de sinterizado: Transformación de los materiales en el horno de sinterizado



Identifican las características de los materiales sinterizados.

Le dan una aplicación a cada elemento obtenido por sinterización.

Describen los hornos de sinterizado.

Los estudiantes comparan los materiales sinterizados con otros materiales industriales desarrollan una tabla comparativa de sus características y analizan las ventajas y desventajas.

VII. Conclusiones

Los estudiantes presentarán de manera individual un informe haciendo una descripción del proceso de Sinterizado.

Al final del informe sacan conclusiones sobre los materiales sinterizados.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes harán una revisión bibliográfica del proceso metalúrgico de la sinterización.



Tercera unidad

Semana 11

Materiales cerámicos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : Semana 1	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de reconocer, seleccionar y dar una utilidad práctica a los materiales cerámicos en la industria en función a bondades.

Darle la importancia como material de corte en la industria metalmeccánica.

II. Fundamento teórico. Las cerámicas son materiales muy duros, pero que mantienen cierta tenacidad. Se suelen utilizar para mecanizado de alta producción en condiciones de corte muy estables.

Las cerámicas son generalmente deseables en aplicaciones de alta velocidad, el único inconveniente es su alta fragilidad. Las cerámicas se consideran impredecibles en condiciones desfavorables. Los materiales cerámicos más comunes se basan en alúmina (óxido de aluminio), nitruro de silicio y carburo de silicio.

Algunas de sus principales características son: Estable. Moderadamente barato. Químicamente inerte, muy resistente al calor y se fijan convenientemente en soportes adecuados. Las cerámicas son generalmente deseables en aplicaciones de alta velocidad, el único inconveniente es su alta



fragilidad. Las cerámicas se consideran impredecibles en condiciones desfavorables. Los materiales cerámicos más comunes se basan en alúmina (óxido de aluminio), nitruro de silicio y carburo de silicio. Se utiliza casi exclusivamente en plaquetas de corte. Con dureza de hasta aproximadamente 93 HRC. Se deben evitar los bordes afilados de corte y ángulos de desprendimiento positivo.

Tabla: Características de algunas herramientas cerámicas

	Al ₂ O ₃	Si ₃ N ₄	PCBN	PCD	Metal duro
Densidad (g/cm ³)	4.0	3.2	3.4	3.5	14.9
Dureza (Hv)	1,900	1,700	3,700	7,000	1,400
Tenacidad de fractura (MPa·m ^{1/2})	3	6	5	5	12
Conductividad térmica (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	30	40	100	120	100
Temperatura de oxidación (°C)	>2,000	1,300	1,200	650	500

-En esta tabla se demuestra que las calidades de nitruro de silicio (AS10 y AS500) tienen mayor resistencia a la fractura, mientras que las calidades a base de óxido de aluminio tienen una mayor dureza. En la tabla 3 se demuestra la comparación entre el nitruro de silicio y las herramientas de óxido de aluminio a base de cerámica. El nitruro de silicio es más tenaz que el óxido de aluminio debido a su microestructura alargada, mientras que el óxido de aluminio es más duro debido a sus pequeños granos duros.

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Torno paralelo universal	1m entre centros	01



Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Barras de metal de distinto tipo	Acero/ fundición / No ferrosos (día= 2", L=200mm)	01
2	Cuchillas con insertos cerámicos	CC6190	01

3.2 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

- Elección del proceso de mecanizado (torneado o fresado)
- Selección del material a mecanizar dimensiones y composición (Acero bonificado: VCL o VCL). Si no se tiene un acero bonificado, puede hacerse la práctica con un acero templado.
- Verificar que el equipo es té operativo (hacer pruebas de encendido) .
- Instalar la pieza a mecanizar en la máquina herramienta.
- Instalar la herramienta de corte cerámico en el portaherramientas
- Seleccionar el número de revoluciones de la máquina y la velocidad de avance si fuera el caso.
- Poner en marcha la máquina herramienta
- Aproximar suavemente la punta de la herramienta hasta tocar el material
- Dar la profundidad de pasada y comenzar a mecanizar
- Verificar que la herramienta de corte arranca material sin dificultad.



- Probar con distintas profundidades de pasada, para constatar la dureza de la herramienta de corte.
- Hacer la práctica de mecanizado para distintos materiales.

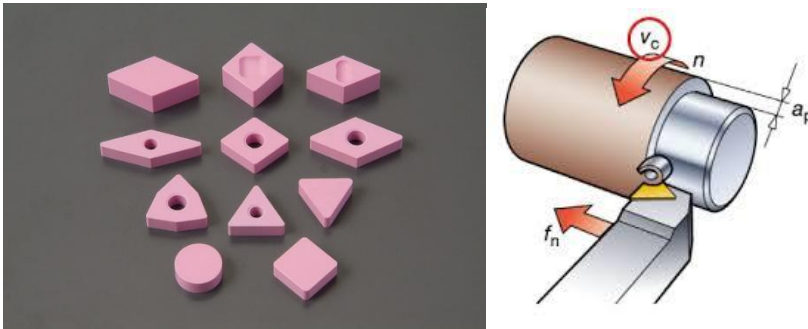


Fig. plaquitas cerámica de corte. Fuente CeramTec.

VI. Resultados

Los estudiantes van teniendo en cuenta la secuencia de la práctica y van comparando diferentes parámetros y van verificando las bondades de la herramienta de corte cerámico, como: Dureza, Tenacidad, comportamiento a altas temperaturas, etc.

Los estudiantes comparan los materiales las herramientas de corte cerámicas con otras herramientas de corte como con las herramientas de acero rápido o plaquitas carburadas.

VII. Conclusiones

Cada estudiante presentará un informe haciendo una descripción del proceso de la utilización de placas cerámicas de corte.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes harán una investigación bibliográfica acerca de las herramientas de corte para metal de cerámicos.



Cuarta unidad

Semana 13

Bondades de los plásticos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de reconocer, seleccionar y dar una utilidad práctica a los materiales cerámicos en la industria en función a bondades.

Darle la importancia como material de corte en la industria metalmecánica.

II. Fundamento teórico. Los plásticos:

Los plásticos son materiales sintéticos y derivados del petróleo, obtenidos mediante procesos de polimerización, es decir, procesos de síntesis de largas cadenas de átomos de carbono, que dan origen a una sustancia orgánica maleable en caliente y resistente al frío. También existen plásticos que no son derivados del petróleo, como los plásticos derivados del almidón, la celulosa.

Los plásticos son livianos, agradables al tacto, resistentes a los ácidos y a la degradación biológica como a la ambiental, excepto por la exposición prolongada a rayos UV.

Estas propiedades hacen del plástico un material útil. El principal problema es que es la principal fuente de contaminación sólida del planeta. Por suerte,



el plástico es reciclable, aunque su producción es mucho más barata y sencilla que su reutilización.

Al ser sometidos al calor directo, la mayoría de los plásticos desprenden gases ricos en dioxinas y furanos, hidrocarburos cancerígenos y compuestos capaces de sofocar a los seres vivos, además de ocasionar un daño atmosférico tremendo.

Los siete tipos de plásticos son:

PET (Tereftalato de polietileno)

HDPE (Polietileno de alta densidad)

LDPE (Polietileno de baja densidad)

PVC (Policloruro de vinilo)

PP (Polipropileno)

PS (Poliestireno)

Otros (Plástico mezcla)

Fuente: <https://concepto.de/plastico/#ixzz6oqnPKkwj>

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Equipo de ensayo de tracción	10 Tn	01
2	Durómetro	Escala Brinell	01
3	Torno paralelo universal	1m entre centros	01



Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probetas de plásticos de	Plástico de alta densidad Plástico mecanizable	01
2	Herramientas de corte para el torneado	HSS	01

3.2 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Plásticos mecanizables

- El Politetrafluoretileno.- o comúnmente conocido por la marca comercial Teflón, es un plástico técnico apto para el mecanizado y con aplicaciones relacionadas con elementos sujetos a desgaste.

- PPE (Éter de polifenileno).- Sus principales características son:

Ligero, Baja absorción de humedad, Buena resistencia a los impactos, Buen aislamiento eléctrico. Resistencia a ataques químicos.

Sus principales aplicaciones son:

Piezas de automoción.

Piezas para componentes eléctricos.



PET (Tereftalato de polietileno).- El PET se puede encontrar con estructura amorfa o semicristalina. Ofrece mejores propiedades mecánicas. Éste último es muy usado en mecanizado ya que su estabilidad dimensional lo hace idóneo para la fabricación de piezas mecanizadas de gran precisión.

Las características más destacables de este polímero son:

Gran resistencia, rigidez y dureza, baja absorción de humedad, baja fricción y desgaste por deslizamiento, sensible a los alcoholes, buena resistencia química a los ácidos, buena adherencia y soldabilidad.

Este polímero se emplea frecuentemente en:

Componentes para sistemas de dosificación de medicamentos,
Engranajes y elementos deslizantes, elementos aislantes y cuerpos de bobinas y transformadores, componentes tanto del interior como del exterior del vehículo.

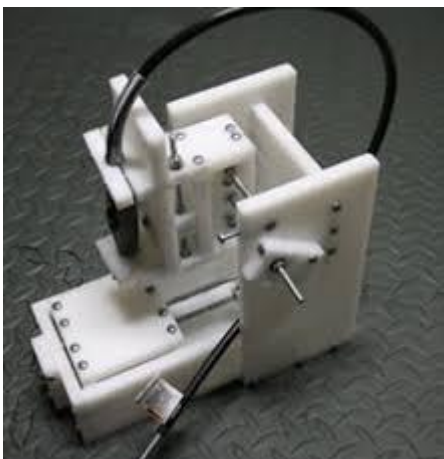




Fig: Elementos mecánicos de plástico, Fuente: plastics technology

- Los estudiantes hacen prácticas de medición de la resistencia mecánica de distintos tipos de plásticos.
- Los estudiantes verifican las propiedades de los plásticos y le buscan una aplicación en base a sus características.

VI. Resultados

Los estudiantes hacen comparaciones entre las características de los plásticos y otros materiales industriales.

Los estudiantes ejecutan cuadros con los resultados de las mediciones.

VII. Conclusiones

Cada estudiante presentará un informe explicando la importancia de los plásticos en la tecnología actual, sus bondades y problemas, hará un ensayo planteando una alternativa de solución a la contaminación por el uso indiscriminado de los plásticos.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes harán una revisión bibliográfica acerca de la importancia de los plásticos en la industria moderna.



Cuarta unidad

Semana 14

Resistencia de los materiales compuestos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: Revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: El estudiante será capaz de proponer materiales compuestos en para la construcción de máquinas e instalaciones mecánicas.

Reconocer la importancia del conocimiento de los materiales compuestos, la mejora de la resistencia e identificar los principales materiales compuestos.

II. Fundamento teórico. Los materiales compuestos:

Los materiales compuestos se realizan combinando dos o más materiales para que se mejoren mutuamente, pero manteniendo identidades distintas y separadas en el producto final.

Así que un material compuesto no es un material donde los átomos o las moléculas se unen químicamente para hacer algo muy diferente, ni una mezcla donde un material se mezcla con otro.

La fibra de vidrio es un material compuesto, donde pequeños fragmentos de vidrio están pegados dentro de resinas sintéticas.

En este caso, en la fibra de vidrio, los ingredientes originales siguen siendo fáciles de detectar en el material final, no desaparecen ni se disuelven.



Un material compuesto debe ser mejor que los materiales con los que está hecho; de lo contrario, no tiene sentido.

Por ejemplo, es posible que necesitemos una pieza de avión con mejor resistencia a la fatiga que la que obtendríamos de un metal, para que no se rompa cuando se somete a esfuerzos y tensiones repetidos durante el vuelo. O podríamos necesitar una pieza del motor que pueda sobrevivir a temperaturas más altas que una pieza de cerámica ordinaria.

Tal vez necesitemos un plástico que sea rígido y fuerte pero ligero, o uno que pueda transportar el calor y la electricidad mejor que el plástico ordinario (algo con una conductividad térmica y eléctrica mejorada, en otras palabras).

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Equipo de ensayo de tracción	10 Tn	01
2	Durómetro	Escala Brinell	01
3	Torno paralelo universal	1m entre centros	01

3.2 Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probetas de plásticos de	Plástico de alta densidad Plastico mecanizable	01
2	Herramientas de corte para el torneado	HSS	01

IV. Indicaciones e instrucciones



El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Materiales compuestos de matriz metálica

- Estos materiales compuestos tienen una matriz hecha de un metal ligero como una aleación de aluminio o magnesio, reforzada con fibras de cerámica o de carbono.
- Algunos ejemplos son el aluminio reforzado con carburo de silicio y una aleación de cobre y níquel reforzada con grafeno (un tipo de carbono), que hace que los metales sean cientos de veces más fuertes de lo que serían por sí solos.
- Los materiales compuestos de matriz metálica son fuertes, rígidos, resistentes, resistentes a la corrosión y relativamente ligeros.

Materiales compuestos de matriz cerámica

- Como su nombre indica, estos materiales compuestos utilizan un material cerámico (como el vidrio) como matriz, con fibras de carbono o cerámicas (como el carburo de silicio) que añaden refuerzo y ayudan a superar la debilidad clave de la cerámica ordinaria (su fragilidad baja).
- Los materiales compuestos de matriz cerámica también han encontrado usos en cosas como los frenos y embragues de coches, los cojinetes, los intercambiadores de calor y los reactores nucleares.
- Dado que este tipo de materiales tiende a utilizarse para aplicaciones de alta temperatura, las fibras de polímero y las fibras de vidrio convencionales de baja fusión no se utilizan generalmente como refuerzos.

Materiales compuestos de matriz polimérica



- Los compuestos de matriz polimérica vuelven a ser diferentes. En este caso, las fibras de cerámica o de carbono añaden fuerza y rigidez al plástico de fondo.
- Como acabamos de ver, la ligereza, la rigidez, la resistencia y la resistencia a la corrosión hacen que los materiales compuestos de matriz polimérica, como la fibra de vidrio sean materiales excelentes para piezas de coches, barcos y aviones. También son ampliamente utilizados en artículos deportivos, como raquetas de tenis, palos de golf, tablas de snowboard y esquí.

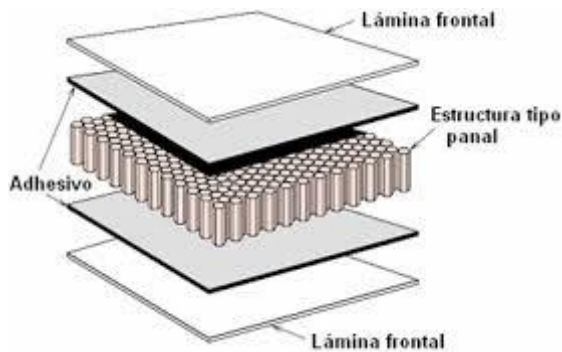


Fig: Materiales compuestos laminados, Fuente: plastics technology

- Los estudiantes hacen prácticas de medición de la resistencia mecánica de distintos tipos de materiales compuestos (materiales compuestos propuestos por los estudiantes).
- Los estudiantes verifican las propiedades de los materiales compuestos y le buscan una aplicación en base a sus características.

VI. Resultados

Los estudiantes hacen comparaciones entre las características de los materiales compuestos y otros materiales industriales como los polímeros o los metales.

Los estudiantes ejecutan cuadros con los resultados de las mediciones.



VII. Conclusiones

Cada estudiante presentará un informe explicando la importancia de los materiales compuestos en la tecnología actual, sus bondades y problemas, hará un ensayo planteando aplicaciones en la construcción de máquinas los materiales compuestos.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes harán una revisión bibliográfica acerca de la importancia de los materiales compuestos en la industria moderna.



Cuarta unidad

Semana 15

Ensayos de corrosión de los metales

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : <i>Semana 1</i>	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: Revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: El estudiante será capaz de utilizar los fundamentos y de la oxidación y corrosión para proteger y evitar las consecuencias que estas provocan.

II. Fundamento teórico. La oxidación y corrosión:

Los metales en contacto con el oxígeno y con la humedad generan la oxidación y corrosión. La presencia de agua en el ambiente provoca corrosión, mientras que la reacción de los metales con el aire es la causa de la oxidación. En los materiales metálicos la corrosión más común es la que se genera por una reacción química por la que se transfieren electrones de un material a otro. La oxidación es el ataque del oxígeno del aire o del agua y la corrosión es el deterioro que provoca.

Pero, además de la humedad, hay otros agentes corrosivos: es el caso de las altas temperaturas, de la salinidad ambiental propia de la cercanía al mar y de la contaminación industrial con dióxido de azufre concentrado.

Según el tipo de metal y las condiciones ambientales, variará la forma y velocidad en la que se presenta la corrosión. Casi todos los metales pueden



sufrirla, los ferrosos son los más conocidos al ser la más frecuente y rápida en producirse.

Factores para la generación de la corrosión:

La acidez de la solución: las más ácidas son las más corrosivas, por encima de las neutras y las alcalinas.

Las sales disueltas: la presencia de sales ácidas acelera el proceso de corrosión. Por su parte, las alcalinas pueden inhibir el proceso.

La concentración de oxígeno: según el material, la cantidad de oxígeno presente puede afectar al proceso corrosivo.

La temperatura: la velocidad del deterioro suele aumentar a mayor temperatura, siendo el factor que más influye en la corrosión por oxidación.

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1			
2			
3			

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probetas de acero	Cavos o varillas de acero ASTM A36	01
2	Probetas de Aluminio y cobre	Cavos o varillas de cobre y aluminio	01
3	Abrasivos	Lija para metal grado 120 /600	01
4	Ácido nítrico	HNO ₃	500 ml



5	Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	500 ml
6	Ácido fórmico	CH ₂ O ₂	500 ml
7	Tubo de ensayo	comercial	10

3.2 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

Sustancias corrosivas

- En el tubo 1, dejar un clavo expuesto al aire.
- El clavo del tubo 2, semicubierto con agua del grifo.
- Dirección Académica
- El clavo en el tubo 3, completamente cubierto con agua del grifo.
- Llenar el tubo 4, con agua del grifo hirviendo, ponerle el tapón y sellarlo para que no entre aire. (También podemos hacer el tapón añadiendo unos 2 cm de aceite).
- Cubrir completamente el clavo del tubo 5 con la disolución al 5% de HNO₃
- En el tubo 6, cubrir completamente el clavo con la disolución de H₂SO₄ al 10%
- Rellenar el tubo 7 con HNO₃ concentrado y observar en el momento.
- Cubrir completamente el clavo del tubo 5 con la disolución al 5% de CH₂O₂



- Dejar toda la semana y observar los efectos de los diferentes ambientes sobre los clavos



Ensayos de corrosión, Fuente: ENFIS

- Los estudiantes hacen prácticas de ensayos de corrosión de distintos tipos de metales
- Los estudiantes verifican los diferentes resultados y sacan conclusiones.

VI. Resultados

Los estudiantes hacen comparaciones entre los resultados de los ensayos de corrosión de los metales.

Los estudiantes ejecutan cuadros con los resultados de los ensayos.

VII. Conclusiones

Cada estudiante presentará un informe explicando la importancia de evitar la corrosión de los metales, hará un ensayo analizando las causas de la



corrosión sus efectos y los costos que estos implican para las empresas e instituciones que no prevén los efectos de la corrosión.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes harán una revisión bibliográfica sobre los efectos de la corrosión en máquinas y equipos industriales.



Cuarta unidad

Semana 16

Práctica de recubrimientos protectores

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 180 min
Semana : Semana 1	Tipo de práctica: Individual () Equipo (x)

Instrucciones: revisar el material de clase y debatir con sus compañeros de prácticas acerca de la importancia de complementar los conocimientos con las prácticas de laboratorio, luego desarrollar la guía de práctica.

I. Propósito: el estudiante será capaz de utilizar los medios de protección contra la corrosión de los metales.

II. Fundamento teórico. Recubrimientos anticorrosivos:

Son conocidos los enormes deterioros que provocan los procesos corrosivos en los materiales, especialmente hierros y aceros. Las causas de la corrosión son múltiples, pero sus consecuencias siempre derivan en pérdidas económicas, llegando a comprometer, en los casos más graves, la seguridad de procesos industriales, estructuras y edificaciones.

Sin duda, la mejor opción para evitar la corrosión es invertir en un diseño de calidad y en una buena elección de los materiales según la aplicación. Para ello es necesario tener en cuenta varios factores, como la capacidad penetrante de la corrosión en los metales empleados y el análisis de los esfuerzos mecánicos que sufrirán. Minimizar el contacto eléctrico, interponiendo materiales no metálicos. Asimismo, para evitar la corrosión por grietas es mejor optar por soldadura frente a remache. Evitar que se concentren tensiones en zonas que tienden a la corrosión, con especial



atención a inoxidable, latones y materiales con tendencia a corroerse es también una buena medida. Del mismo modo, especialmente en tanques y tuberías resulta vital prevenir la corrosión por erosión y la acumulación de sustancias que generen corrosión.

Algo tan simple como crear una película protectora sobre el metal, que lo aísla del entorno, resulta muy eficaz. Pueden ser recubrimientos no metálicos, como pinturas, barnices, plásticos, esmaltes y cerámicos.

Recubrimientos metálicos:

Se pueden aplicar de distintas maneras:

Por inmersión: se sumerge el metal a proteger en un baño de metal fundido, que al enfriarse conforma una capa sólida protectora. Se suele utilizar el estaño, cinc (galvanizado), aluminio y plomo.

Por electrodeposición: se transmite electricidad entre dos metales distintos, inmersos en un líquido conductor que hace las veces de electrolito. El metal que queremos proteger actuará de cátodo, el otro de ánodo. Sobre el primero se creará la película protectora. Un ejemplo de este sistema es el cromado níquelado.

Por capa química: se logra provocando la reacción del metal con un agente químico.

III. Equipos / Materiales

3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Compresos de aire	1.5 HP	01
2	Equipo de electrólisis	Capacidad 1 l	01
3			



Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Pintura epóxica	¼ de gl	01
2	Pintura anticorrosiva	¼ de gl	01
3	Probetas de acero	Cavos o varillas de acero ASTM A36	01
4	Probetas de Aluminio y cobre	Cavos o varillas de cobre y aluminio	01
5	Abrasivos	Lija para metal grado 120 /600	01
6	Ácido nítrico	HNO ₃	500 ml
7	Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	500 ml
8	Ácido fórmico	CH ₂ O ₂	500 ml
9	Tubo de ensayo	comercial	10

3.2 Materiales

IV. Indicaciones e instrucciones

El estudiante debe contar con su equipo de protección personal básico (mameluco, zapatos de seguridad dieléctricos, lente de protección, guante).

Hacer las prácticas guiados por el Jefe de Prácticas.

Hacer uso de las instrucciones de la máquina o equipo.

V. Procedimientos

- Preparar las superficies de las probetas limpiándolos con un abrasivo



- Utilizar los EPP como respirador, lentes de protección y guantes
- Disolver una pequeña porción de pintura epóxica (30 ml) con su respectivo catalizador
- Sumergir la primera probeta en la solución preparada, retirar la probeta y dejarlo secar al aire
- Disolver una pequeña porción de pintura anticorrosiva (30 ml) con su respectivo solvente (thinner acrílico)
- Sumergir la primera probeta en la solución preparada, retirar la probeta y dejarlo secar al aire
- Una vez secas las probetas someterlos a los ensayos de corrosión al aire, en agua, en HNO₃, con H₂SO₄ y con CH₂O₂.



Práctica de recubrimiento de superficies, Fuente: ENFIS

- Los estudiantes hacen prácticas de recubrimiento de superficies contra la corrosión de distintos tipos de metales
- Los estudiantes verifican los diferentes resultados y sacan conclusiones

VI. Resultados



Los estudiantes hacen comparaciones entre los resultados de los ensayos de recubrimiento contra la corrosión de los metales.

Los estudiantes ejecutan cuadros con los resultados de la práctica.

VII. Conclusiones

Cada estudiante presentará un informe explicando la importancia de la protección anticorrosiva en la tecnología actual, sus bondades y problemas, hará un ensayo haciendo un análisis de costos a causa de la corrosión y comparará con una buena elección de los materiales y el tratamiento anticorrosivo.

VIII. Sugerencias / Recomendaciones

Los estudiantes harán una revisión bibliográfica sobre el costo por efectos de la corrosión en instalaciones equipos y maquinaria.



Referencias

- Black, J. y Kohser, R. (2012). *Materials and Processes in Manufacturing*. (11.ª ed.). John Wiley & Sons.
- Faura, F. y Martínez, J. (2020). *Problemas básicos de procesos de conformado por deformación plástica*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Fundiciones Bou (s. f.). *Fundición de metales*.
www.fundicionesbou.com/productos-fundicion-de-metales.html
- González, J. (2003). *Metalurgia mecánica*.
<https://books.google.com.pe/books?isbn=9681857828>
- Goñi, J. (2011). *Máquinas, instrumentos y procesos de manufactura* (2.ª ed.). Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas* (3.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Kucher, A. (s. f.). *Tecnología de los metales*.
<https://www.freelibros.me/ingenieria-de-materiales/tecnologia-de-metales-a-kucher>
- Leyensetter, A. (2006). *Tecnología de los oficios metalúrgicos*. Editorial Reverté.
<https://books.google.com.pe/books?isbn=8429160663>
- Materias FC y TUMSS. (s. f.). *Procesos de fundición de metales*.
materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-22.pdf
- Silva, D. (2015). *Deformación plástica de los metales*.
<https://prezi.com/fk2tkwex9oxg/deformacion-plastica-de-los-metales/>