



Centro de Enseñanza Técnica Industrial

Organismo Público Descentralizado Federal

Manual De Practicas de Análisis Metalográfico

Tecnólogo Mecánico en Máquinas Herramienta.

Academia de procesos físicos



Elaborado por:

Mtro. Guillermo Reyna Olivares

Introducción

El propósito principal de desarrollar este manual es la de reforzar la enseñanza de la identificación y operación de los materiales de una manera sencilla e ilustrativa. En la clase teórica-práctica se explican las composiciones de manera sencilla de los metales y sus usos, para que el alumno pueda identificar el material que trabaja de una forma segura en la realización de sus prácticas de análisis.

Posteriormente en la realización de las prácticas el alumno debe demostrar que identifica y aplica las reglas de seguridad en la operación de los ácidos para realizar el ataque para los diferentes tipos de metales. Es raro encontrar este tipo de información en algún manual o bibliografía, ya que normalmente solo se mencionan las especificaciones técnicas del metal, pero nunca como se ven microscópicamente, eso solo se aprende en la práctica. El programa se encuentra subdividido en los diferentes tipos de materiales a observar que se pueden realizar en el laboratorio.

El manual pretende ver la importancia de aprender cada una de las diferentes estructuras, así como también relacionar la importancia de las demás asignaturas de la carrera en la operación del conocimiento de materiales, ya que partimos de teoría para el conocimiento de que están hechas las piezas y el alumno no solo tenga conocimiento teórico sino que también lo observe; también tiene que aplicar sus conocimientos para razonar los pasos o secuencias de operación a seguir para la realización de las piezas.

La competencia profesional que se pretende desarrollar con este manual es: el conocimiento de un material y como puede ser usado en un taller, para fabricar o modificar piezas con tolerancias generales, utilizando la interpretación de durezas y resistencia aplicando las normas de seguridad, así como conocer su estructura metalográfica para identificar el tipo de material.

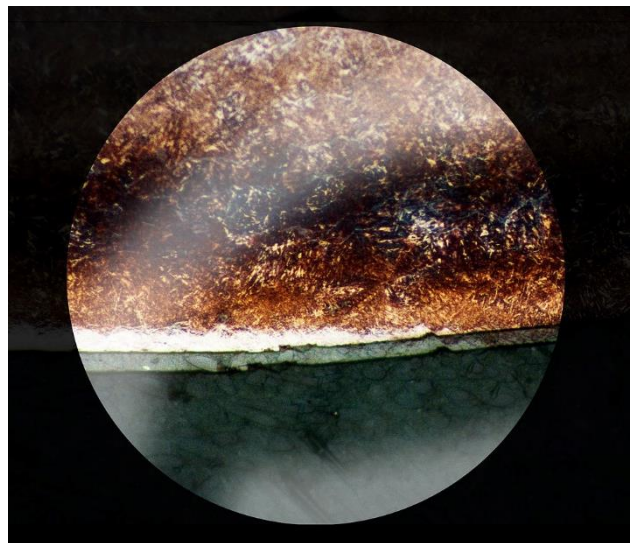
Marco Teórico

Las propiedades mecánicas de una aleación no dependen solamente de su composición química, o sea del porcentaje en peso de cada elemento, sino también de la manera de presentarse estos. Así, por ejemplo, los elementos químicos que forman una aleación pueden encontrarse en forma de una solución sólida homogénea, en forma de una mezcla eutéctica, en forma de un compuesto Inter metálico de composición química definida, dispersa en el seno de una solución sólida, etc.

Cada uno de estos componentes se llama un constituyente metalográfico y de su proporción, forma y extensión dependen en gran parte las propiedades de las aleaciones. Estos constituyentes metalográficos son detectados al microscopio y su reconocimiento constituye el análisis micrográfico de la aleación.

El análisis micrográfico de un metal se hace sobre una probeta pulida del material que se ataca con un reactivo. Cada constituyente metalográfico tiene una determinada velocidad de reacción con el reactivo de ataque. Los constituyentes menos atacables quedaron con más brillo y reflejaron mayor cantidad de luz en el microscopio, apareciendo más claros a la observación. Esta diferencia permite detectar los distintos constituyentes y determinar su proporción, distribución, tamaño, etc.

Cada constituyente metalográfico está compuesto por un gran número de cristales, que agrupados constituyen el grano metalúrgico. Los bordes del grano son atacados con mayor intensidad y se denominan límite de grano. En el microscopio metalográfico se



detectamos los distintos constituyentes metalográficos y los granos que lo forman.

El cristalino que forman los tomos dentro de cada grano no es visible al microscopio. Su estudio requiere la aplicación de otras técnicas, como rayos x, etc.

La correcta preparación de la probeta para la observación microscópica es de fundamental importancia. Para ello se tienen en cuenta los resultados de la observación microscópica y luego se procede:

- ❖ Selección del lugar y extracción de la muestra.
- ❖ Montaje de la probeta
- ❖ Desbaste.
- ❖ Pulimento.
- ❖ Ataque.
- ❖ Observación microscópica.

1 Selección del lugar y extracción de la muestra

De la correcta elección del lugar de extracción de la muestra, depende gran parte del éxito del estudio a realizar. No existe una regla fija que determine el lugar a elegir; el criterio a seguir varía en cada caso particular. Como orientación se darán algunos ejemplos:

Si se estudian barras o perfiles laminados, deben extraerse probetas de sus extremos y parte media, efectuando cortes transversales. Se estudiarán secciones transversales y al mismo tiempo longitudinales de los trozos extraídos. En el caso de extraerse de perfiles de grandes dimensiones, de las secciones a estudiar se obtendrán probetas de los bordes y del centro (alma). En el caso de las piezas moldeadas (hierro fundido o acero colado), se elegirán normales al plano de colada, que permitan observar la variación de estructura desde el borde hasta el centro.

Tratándose de piezas rotas estando en servicio, deben obtenerse muestras de la zona de la fractura, sin deteriorar en el pulido posterior la superficie de la rotura. Cuando las piezas rotas han sido laminadas o forjadas, deben hacerse coincidir los planos de corte con secciones transversales o longitudinales a las fibras del

material. También deberán elegirse muestras ubicadas lejos de la rotura, con el objetivo de investigar posibles heterogeneidades químicas o estructurales.

La toma de muestras es el paso más importante para la preparación de la probeta para el análisis microscópico. De aquí que es necesario no alterar la microestructura siendo el trabajo en frío o caliente las causas más probables de cambio en la microestructura.

El corte por sierra produce severas condiciones de trabajo en frío y no es ventajoso. El corte abrasivo es la mejor solución para evitar estos inconvenientes, siendo la superficie resultante suave dado que el corte se realiza rápidamente.

Los discos de corte abrasivos de delgado espesor están formados por granos abrasivos, tales como Óxido de aluminio, carburo de silicio, aglutinados con goma u otros materiales. Los discos con aglutinantes de goma son los más usados para cortes en húmedo, los de resina son para cortes en seco.

Al cortarse un trozo de metal, los granos abrasivos se desafilan, por consiguiente, el aglutinante debe desgastarse en el grado correcto, de manera tal que los nuevos granos estén siempre en el borde y permanezcan firmemente adheridos por el material aglutinante. El grado de desmenuzamiento del aglutinante depende de varios factores a saber:

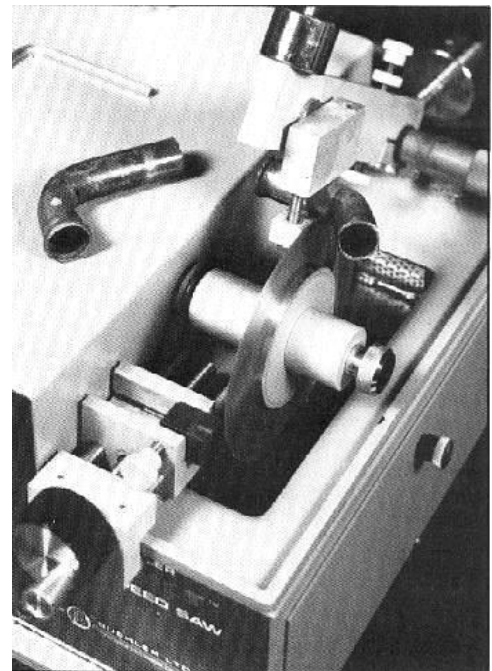
- ❖ La dureza del aglutinante.
- ❖ La dureza y características de trabajo de la muestra de metal.
- ❖ El tamaño y velocidad del disco.
- ❖ La potencia del motor de accionamiento.
- ❖ El tipo, cantidad y método de aplicación del refrigerante.
- ❖ La presión con la que se presiona el disco contra la muestra.
- ❖ La magnitud de las vibraciones existentes en la cortadora.



Las características de composición y fabricación determinan la tenacidad del aglutinante. Una buena regla empírica específica que, para mayor duración, se deben de emplear discos con aglutinante duro para cortar materiales blandos y discos con aglutinantes blandos para cortar materiales duros. Los discos de Óxido de aluminio se usan para cortar aceros al carbono, aceros inoxidable, tungsteno, níquel, aluminio. Para cortar titanio, circonio, uranio y sus aleaciones, y también las de cobre, es mejor usar discos de carburo de silicio.



La mayoría de las cortadoras de laboratorio sobre el principio de avance de corte, como la indicada en la figura en la cual la pieza a cortar se mueva hasta tocar el disco fijo. El disco debe de presionarse moderadamente de manera que los granos abrasivos muerdan y extraigan el material en forma de finas partículas. El operador encargado de la operación puede determinar por la sensación que recibe al accionar la palanca de mando, si la disco esta cortando normalmente o simplemente resbalando con trabajosa acción de corte.



La rotura del disco puede ser producida por las suficientes causas:

- ❖ Colocación incorrecta del disco.
- ❖ Sujeción incorrecta del disco.
- ❖ Sujeción incorrecta de la pieza de trabajo.
- ❖ Maltrato en el manejo.
- ❖ Distribución insuficiente o despereja del refrigerante

- ❖ Avance excesivo del disco.

El refrigerante ideal para el corte que evita una corrosión excesiva de la máquina son los compuestos de aceite soluble para corte abrasivo.

2. Montaje de las probetas

El montaje garantiza que la muestra se mantenga apoyada firmemente, en forma adecuada y segura durante el pulimento tanto manual como automático. Además, contribuye a que los bordes de la muestra no corran el riesgo de ser destruidos por la acción de los materiales abrasivos. Con un montaje cuidadoso se contribuye a evitar que queden bordes redondeados.

El montaje se realiza mediante el empleo de bakelita o materiales plásticos termoendurecibles, como lucirte, que son moldeados con la pieza en su interior mediante una pequeña prensa con calefactor.

3. Desbaste

El desbaste puede dividirse en: desbaste grueso y desbaste fino:

Desbaste grueso

La superficie de la probeta elegida para la observación debe aplanarse primero mediante un desbaste grueso. Dicho desbaste se realiza con desbastadores de cintas de esmeril de acuerdo con las disponibilidades y dureza del material, evitando presiones excesivas que calienten o distorsionen la superficie a observar. Tratándose de material con tratamientos térmicos superficiales (cementados nitrurados, cianurados) o piezas rotas en servicio, deben de mantener intactos los bordes. Finalizado el desbaste grueso, debe lavarse la probeta con agua y jabón, lo mismo que las manos del operador, para eliminar partículas gruesas de abrasivo que contaminarían los papeles de esmeril con que seguirán el desbaste.

Desbaste fino

Luego la probeta se someter a un desbaste fino mediante el empleo de papeles de esmeril de muy buena calidad. Los papeles de esmeril usados en metalografía se clasifican de acuerdo al tamaño de sus partículas, entre otras formas con los números 120-140-160-180-220-240-280-320-400-500-600-0-00-000-0000-00000 (los ceros también se denominan 0 ñ 2/0 ñ 3/0 ñ 4/0 etc.) Ordenado en el sentido de finuras crecientes.

El desbaste puede hacerse a mano, pasando la probeta sobre el papel de esmeril colocado sobre una superficie plana, o mecánicamente con el papel pegado a un disco metálico que gira a velocidades de 100 a 600 r.p.m. Debe tenerse la precaución de girar la probeta 90° al pasar de un esmeril al siguiente, con el objeto de producir rayas perpendiculares y así tener un Índice de cuando el ultimo haya eliminado la totalidad de las rayas del anterior. Al igual que al final del desbaste grosero, entre cada esmeril deben lavarse la probeta y manos del operador, por las mismas razones antedichas. El desbaste fino se efectúa también con excelentes resultados con el empleo de papeles de lija al agua, de buena calidad y grado similares a los esmeriles. En este caso el desbaste se hace a mano, fijando la lija sobre un plato giratorio y haciendo verter un chorro de agua que lave continuamente el papel durante toda la operación. Tiene la ventaja de que por efecto del lavado la superficie del papel no se empasta acelerando la operación de desbaste; además; no hay posibilidades de calentamiento de la muestra por efecto mecánico.

El desbaste se da por terminado cuando se obtiene una cara completamente plana, con rayas muy finas en toda la superficie, producidas en un solo sentido por el papel esmeril de mayor



finura. La finura del papel esmeril utilizado en ultimo término depende de la dureza del metal a desbastar; es mayor cuando más blanda es la probeta. Terminado el desbaste fino, debe procederse a un prolijo lavado de la muestra y de las manos del operador, para evitar contaminar el paso durante la operación del pulido.

4. Pulido

Se hace con el objetivo de eliminar todas las rayas finas producidas durante el desbaste, tendiendo a obtener una superficie especular. El pulido puede hacer por medios mecánicos, electrolíticos o químicos.

Pulido mecánico

El pulido mecánico se efectúa sobre pasos, sujetos en forma adecuada sobre los discos de pulidoras mecánicas, utilizando abrasivos en suspensión líquida. Los pasos utilizados son: pasos de billar, pana, terciopelo de algodón, seda o pasos preparados especialmente que se encuentran en el comercio con diferentes nombres, según sea su origen. Los abrasivos usados más frecuentemente son Óxido de magnesio, alúmina (Óxido de aluminio), Óxido de cromo, Óxido de hierro, etc., en forma de polvos muy finos (500 a 600 mallas), suspendidos en líquido (generalmente agua destilada) que dependen del material a pulir. Para su preparación se mezcla una pequeña cantidad de abrasivo en un litro de agua, se agita con una varilla de vidrio hasta obtener una mezcla homogénea y se deja decantar un tiempo variable, generalmente no menor a 30 minutos. Luego se mezcla el líquido con el Óxido en suspensión, evitando arrastrar el material decantado, más grueso, obteniéndose así un Óxido en condiciones de uso.

Esta suspensión se vierte por goteo sobre el paso bien estirado y sujeto sobre el disco de la pulidora que gira a velocidades variables entre 400 y 1000 r.p.m. La probeta desbastada se



mantiene firmemente sobre el disco que gira, imprimiéndoles un movimiento de rotación en sentido contrario al del disco, o bien haciéndola avanzar y retroceder según un radio del disco. El paso debe mantenerse siempre húmedo, agregando intermitentemente el abrasivo en suspensión. En esta operación deben desaparecer todas las rayas producidas por el último esmeril y aun las más finas, producidas por este pulido. El pulido no debe extenderse más allá de lo necesario para evitar la distorsión superficial del metal. En los metales muy blandos suele formarse una capa distorsionada que se elimina atacando la probeta pulida con reactivo que disuelve dicha capa y volviendo a pulir nuevamente. Esa operación puede repetirse varias veces.

Una vez pulida la probeta se lava con agua y se enjuaga con alcohol o Éter. Se acelera su secado colocándola frente a una corriente de aire caliente. Hecho esto, la muestra esta en condiciones de ser observada en el microscopio. La probeta pulida debe manejarse con precaución, evitando tocar su superficie con los dedos u otro objeto que pueda mancharla, rayarla o producir un ataque posterior desparejo.

El pulido mecánico produce, entre otros defectos, distorsión de las capas superficiales, en especial en metales blandos y sus aleaciones y en aquellos que endurecen por deformación, como los aceros austeníticos.

Pulido electrolítico

Se basa fundamentalmente en igualar la superficie de los metales por efecto de una corrosión electrolítica selectiva de las partes salientes de la probeta. Durante este proceso, la probeta de metal acta como nodo en una celda o cubeta electrolítica. El material se extrae por acción electrolítica en forma tal que se eliminan las irregularidades de superficie y el acabado resulta liso y brillante.

Los requerimientos generales en un bajo electrolítico para pulimento:

- ❖ Debe de ser conductivo.

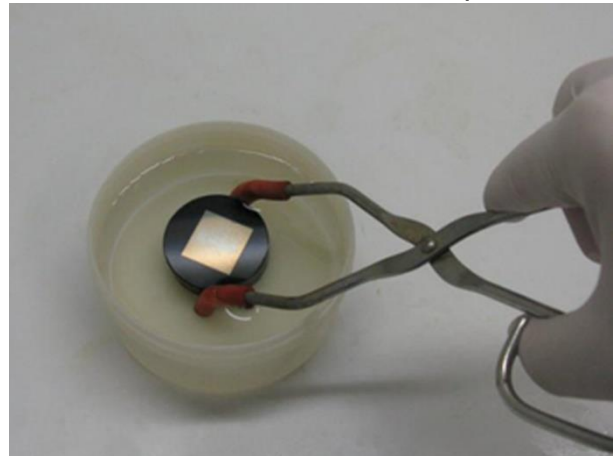
- ❖ La reacción con el ánodo debe dar como resultado un compuesto soluble, puesto que los iones metálicos deben de poder pasar del ánodo al cátodo.
- ❖ No debe de cambiar la superficie químicamente activa del ánodo a un estado menos reactivo.
- ❖ El ataque corrosivo no debe ser excesivo, de lo contrario, puede producirse un ataque químico en conjunto con el pulimento electrolítico.

5. Ataque

Terminado el pulido de la muestra, se la observa en el microscopio con el objeto de verificar el grado de pulimento, defectos superficiales e inclusiones no metálicas, grafito, etc.

A continuación, se procede al ataque de la muestra para poner en evidencia la fractura del metal o la aleación. Existen diversos métodos de ataque, el más utilizado es el ataque químico.

El ataque químico puede hacerse sumergiendo la muestra con la cara pulida hacia arriba en un reactivo adecuado. O pasar sobre la cara pulida un algodón embebido en dicho reactivo o goteando el mismo sobre ella durante un tiempo del orden de los segundos. Es conveniente durante el ataque por inmersión y goteo mover la probeta continuamente para que el reactivo se renueve sobre la superficie, dando un ataque más homogéneo. Luego se lava la probeta con agua, se enjuaga con alcohol o Éter y se seca en corriente de aire caliente. El fundamento del ataque químico



consiste en la distinta velocidad de disolución de los diferentes constituyentes metalográficos de la muestra en el reactivo usado. El de mayor velocidad de reacción, se ataca rápidamente y se verá más oscuro al microscopio, mientras que el menos atacable permanecerá más brillante, reflejará más luz y, por consiguiente, se verá más claro en el microscopio.

Las probetas no conviene sobre atacarlas, pues se mancharían y se tapanía la estructura o podrían producirse figuras de corrosión. Es preferible pecar por defecto de ataque, en cuyo caso se vuelve atacar, en cambio, las probetas sobre atacadas hay que volver a pulirlas.

Existen reactivos generales para detectar la estructura de cada grupo de aleaciones:

Aleaciones ferrosas (fundiciones y aceros), se atacan con ni tal cuya composición química es la siguiente:

Ácido nítrico1-5 c.c.

Alcohol etílico o metílico (95% o absoluto) ... 100 c.c.

Tiempo de ataque desde poco segundos hasta 1 minuto, para todos los aceros al carbono y de baja aleación. Oscurece la perlita y manifiesta los bordes de la ferrita (ferrita y cementita blancos y perlita más oscuro, láminas claras y oscuras).

Picral:

Ácido pícrico4 g

Alcohol etílico o metílico (95% o absoluto) ... 100 c.c.

Tiempo de ataque no mayor de 2-3 segundos, tiene el mismo uso que el reactivo anterior.

Reactivos para aceros especiales

Nital concentrado

Ácido nítrico5-10 c.c.

Alcohol etílico o metílico (95% o absoluto)100 c.c.

Se utiliza para revelar la estructura general de los aceros rápidos.

Cloruro férrico y ácido clorhídrico



Cloruro férrico5 g.
Ácido clorhídrico.....50 c.c.
Agua destilada..... 100 c.c.

Para revelar la estructura de los aceros al níquel austeníticos y aceros inoxidable.



6. Observación microscópica

Sin la ayuda de un microscopio adecuado, la muestra metalográfica más cuidadosamente preparada posee escaso valor.

Un microscopio apropiado y sus correspondientes accesorios puede utilizarse para observar la microestructura, medir la profundidad de las superficies endurecidas y componer registros fotográficos de los tratamientos térmicos. El microscopio destinado a estos laboratorios debe poseer:

- ❖ Aumentos de 50x a 1000x para revelar tantos casos groseros como sutiles de microestructuras de transformación.
- ❖ Lentes objetivas con calidad suficiente para resolver capas superficiales delgadas para efectuar una medición precisa.
- ❖ Fuente de iluminación intensa para revelar microestructuras de transformación de coloración oscura tratadas con ácido.
- ❖ Funciones mecánicas adecuadas que permitan un ajuste estable de los campos visuales.
- ❖ Ocular graduado capaz de medir las distintas capas que se desea evaluar.
- ❖ Cámara para registrar microestructuras.

El microscopio usado en metalografía se caracteriza por poseer un sistema de iluminación por reflexión. Su platina es móvil y en algunos casos la probeta se coloca con la cara pulida hacia abajo. Consta de cuatro partes:

- ❖ El sistema de iluminación: una lámpara y un colimador que concentra los rayos en el sistema objetivo.

- ❖ Sistema objetivo: consta de varios lentes, un diafragma de entrada de luz o diafragma de apertura y un diafragma de campo de vista, un elemento reflejante que hace entrar los rayos de luz en el lente objetivo propiamente dicho (vidrio de caras paralelas, espejo o prisma, según los casos).
- ❖ Sistema ocular: con un prisma de reflexión y unas lentes dentro del tubo ocular.
- ❖ Sistema fotográfico: con varios lentes y un espejo de reflexión: tiene un vidrio despulido para proyectar la imagen antes de sacar la fotografía. Luego de enfocar la imagen se sustituye el vidrio despulido por un chasis cargado con una placa fotográfica y se saca la fotografía.

RECONOCIMIENTO PRACTICO DEL TIPO DE ACERO

Por medio de la chispa producida al acercar un trozo de acero a la piedra esmeril podremos determinar en forma aproximada el porcentaje de carbono que posee el mismo.

Aceros de muy bajo % de carbono (desde SAE 1005 a 1015)

Se seleccionan en piezas cuyo requisito primario es el conformado en frío. Los aceros no calmados se utilizan para embutidos profundos por sus buenas cualidades de deformación y terminación superficial. Los calmados son más utilizados cuando se necesita forjarlos o llevan tratamientos térmicos.

Son adecuados para soldadura y para brazing. Su maquinabilidad se mejora mediante el estirado en frío. Son susceptibles al crecimiento del grano, y a fragilidad y rugosidad superficial si después del formado en frío se los calienta por encima de 600°C.

Aceros de bajo % de carbono (desde SAE 1016 a 1030)

Este grupo tiene mayor resistencia y dureza, disminuyendo su deformabilidad. Son los comúnmente llamados aceros de cementación. Los calmados se utilizan para forjas. Su respuesta al temple depende del % de C y Mn; los de mayor contenido

tienen mayor respuesta de núcleo. Los de más alto % de Mn, se endurecen más convenientemente en el núcleo y en la capa.

Son aptos para soldadura y brazing. La maquinabilidad de estos aceros mejora con el forjado o normalizado, y disminuye con el recocido.

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA: 1. Ataque y análisis a una pieza de varilla para construcción.
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 1.	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Se seleccionó el segmento de la pieza que se desea analizar, en este caso se eligió acero de bajo carbono; este se encontraba en forma de cuadrado.
2. Se cortó una parte del segmento de tal manera que este cupiera dentro de una tapa de refresco (puede ser cualquier recipiente pequeño de plástico).
3. Al tener la pieza cortada, se limpió la tapa y se le aplicó vaselina en la cavidad (la vaselina ayuda a desmoldar el encapsulado). Asimismo, se debe limpiar la pieza antes de hacer el encapsulado.
4. Para hacer el encapsulado, se coloca la pieza al fondo de la cavidad de la tapa con vaselina. En un recipiente aparte, se vierte la cantidad necesaria de resina y de catalizador según el tamaño de este y se mezclan durante varios segundos hasta que la mezcla este completa (Ilustración 1).



Ilustración 1. Encapsulado

5. Cuando se tenga lista la resina con su catalizador, se vierte en el recipiente donde se encuentra la pieza (Ilustración 2).



Ilustración 2. Mezcla

6. Después de 3 horas, el encapsulado está listo, es decir, se solidifica la resina y se crea un solo sólido entre la pieza y la resina. Este encapsulado sirve para los siguientes procesos, mejorando la sujeción de la pieza (Ilustración 3).



Ilustración 3. Solidificación del encapsulado

7. Se debe desmontar el encapsulado del recipiente; puede suceder que salga fácilmente sin necesidad de romperlo, pero habrá ocasiones que si se tendrá que romper.
8. Al tener el encapsulado, se debe lijar la superficie más cercana a la pieza. Se empieza con lijas de grano grueso. A continuación, se citan algunos de los números de las lijas que se utilizaron: 80, 120, 220, 360, 600, 1000, 1200 y 2000. Cabe destacar que cuando se llega a la lija número mil o superior, se debe lijar solo hacia un lado para tratar de eliminar todas las rayaduras de la superficie de la pieza. Para saber cuándo está lista la pieza, se debe observar un acabado espejo.
9. Después de tener el acabado espejo en la pieza, se prosigue a realizar el pulido de esta. Se vierte 1 cucharada de alúmina dentro de una botella con agua, se bate y comienza el proceso de pulido.
10. Para pulir, se verifica que la franela de pulido esté bien sujeta y se enciende la máquina. Se hace presión de la pieza contra la franela girando, al mismo tiempo se debe agregar la solución que se hizo anteriormente.
11. Gradualmente deben ir desapareciendo los rayones y poder reflejar la luz. Después de unos minutos, se sube la velocidad de pulido de la máquina (gira más rápido), logrando eliminar los rayones más profundos en un menos tiempo. Cuando se pone la máxima velocidad, se debe mantener constante el flujo de la

solución para evitar que se rompa la franela por la fracción que se genera (Ilustración 4).



Ilustración 4. Pulido

12. Al terminar el pulido, es momento de hacer el ataque. El ataque consiste en colocar en un recipiente de vidrio 5 gotas de Ácido Nítrico y después 40 gotas de Alcohol. Cuando se tiene lista la solución de la mezcla, se sobrepone un pequeño pedazo de algodón para que esté absorba la solución (Ilustración 5).



Ilustración 5. Preparación de la solución.

13. Al tener el algodón impregnado de la solución, se finaliza el ataque. Se toma el algodón y se ejerce presión sobre la mitad de la pieza metálica y se espera durante 3 segundos, después de esto, se retira de la pieza y debe enjuagarse con agua (Ilustración 6). Al terminar, debe desecharse el algodón utilizado para el ataque.



Ilustración 6. Ataque químico

14. Después del ataque, se podrá observar una pequeña mancha oscura en el metal, esta mancha es el ataque químico.
15. Finalmente, es necesario analizar los resultados del ataque químico, por lo que es necesario el uso de un microscopio.
16. Se enciende el microscopio y se coloca la pieza en el lente. Se va ajustando el zoom hasta poder enfocar la superficie del metal.
17. Se compara la pieza entre el lugar donde se realizó el ataque y donde no se hizo.
18. Por último, se tomaron fotografías de los resultados obtenidos.
19. Describir que es lo que se ve en las imágenes.

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 2: Ataque y análisis acero bajo carbón.
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 1.	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 3: Ataque y análisis acero medio carbón.
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 1.	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 4. Ataque y análisis acero alto carbón
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 1.	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 5: Ataque y análisis de fundición
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 2	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 6: Ataque y análisis de una fundición
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 2	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 7: Ataque y análisis de una fundición.
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 2	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 8: Ataque y análisis de bronce
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 3	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 9: Ataque y análisis de latón
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 3	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la practica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

IDENTIFICACIÓN DE LA PRACTICA	
CARRERA: Tecnólogo Mecánico en Maquinas Herramienta	PRACTICA 10: Ataque y análisis de cobre
MATERIA: Análisis metalográfico	ALUMNO:
CLAVE:	REGISTRO:
Unidad: 3	PROFESOR:
TEMA:	FECHA:

Competencias a desarrollar: Comprender la estructura y la dureza del material aprendiendo a utilizar el microscopio especial para el análisis.

Desarrollo de la practica

Es el estudio microscópico de las características estructurales de los materiales. Es posible determinar el tamaño y estructura de grano, determinación de espesor de recubrimiento, la calidad de tratamiento térmico, calidad de la soldadura y revestimiento, conteo de fases, etc.

La metalografía es un elemento clave en muchas investigaciones y a menudo proporciona la evidencia crítica necesaria para hacer una determinación definitiva de la causa de la falla.

Material Utilizado

- ❖ Pieza que se analizará
- ❖ Resina
- ❖ Catalizador
- ❖ Lijas de diferentes números de grano
- ❖ Recipiente para la pieza
- ❖ Microscopio
- ❖ Gotero
- ❖ Algodón
- ❖ Alúmina
- ❖ Pulidora
- ❖ Ácido nítrico
- ❖ Agua
- ❖ Etiquetas
- ❖ Vaselina

Procedimiento

1. Para el procedimiento de la siguiente practica hay que revisar la practica anterior ya que se realizara el mismo procedimiento que la práctica uno, lo único que cambia es el tiempo de ataque, **(PREGUNTARLE AL PROFESOR)**

Resultados Obtenidos:

Antes del ataque

Después del ataque

Estructura observada:

Bibliografía

- ❖ <http://www.inspt.utn.edu.ar/academica/carreras/67/TPracticos/Tecnologial/Trabajos.Practicos/ENSAYOS.LABORATORIO/1EnsayosMetalografia/2TeoriaMetalografia.pdf>.
- ❖ <https://www.struers.com/es-ES/Knowledge/Etching#etching-how-to>.
- ❖ <http://blog.metalinspec.com.mx/post/que-es-para-que-sirve-el-analisis-metalografico>.
- ❖ <https://usuarios.fceia.unr.edu.ar/~adruker/Clasificaci%F3n%20de%20aceros%20Mat%20y%20Pro.pdf>.
- ❖ <http://web.fi.uba.ar/~jmoya/Metalografia.pdf>.