

ESTUDIO METALOGRAFICO

INTRODUCCIÓN:

Para estudiar el material de un componente industrial se requiere la aplicación de un conjunto de estudios o análisis. Estos estudios en general, tienen carácter complementario, es decir, permiten lograr datos que correlacionados, nos llevan a conclusiones o diagnósticos sobre el material estudiado.

En el caso de un metal, ese conjunto de estudios puede abarcar por ejemplo, un análisis químico, ensayos de propiedades mecánicas y un análisis metalográfico, entre otros.

El análisis metalográfico es un estudio fundamental para caracterizar un metal o aleación y consiste en obtener información de la microestructura para relacionarla después con las propiedades del material.

Si hablamos de microestructura, estamos hablando de componentes microscópicos, por lo cual es necesario amplificar la imagen de la superficie de la muestra metálica que se estudia mediante instrumentos ópticos (microscopios).

La información que se obtiene de este tipo de análisis es muy valiosa. Se puede inferir la “historia” del material. En el caso de un acero, por ejemplo, si ha sido sometido a un tratamiento térmico, esfuerzos mecánicos, temperaturas excesivas, tamaño de grano, nivel de inclusiones no metálicas, etc. Permite estudiar tanto el caso del material de un componente industrial que va a ser puesto en servicio, como el de un componente que ha fallado en su performance.

PASOS PARA EL ESTUDIO METALOGRAFICO

En general, el estudio metalográfico está constituido por cuatro etapas:

- Selección de la muestra
- Preparación de la probeta
- Observación de la probeta
- Análisis de la información

○

Estas etapas se pueden llevar a cabo de diferentes formas, fundamentalmente en base al equipamiento disponible. Las que se describen a continuación reflejan el trabajo que se realiza en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNJU.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La selección de la muestra es fundamental para que el estudio metalográfico sea adecuado. En primer lugar, la muestra debe ser representativa, por lo cual la ubicación de la cual se extrae la muestra es muy importante. Por ejemplo, en una barra, es conveniente estudiar tanto la sección transversal como longitudinal, ya que pueden variar mucho en su aspecto. Si se trata de una pieza fallada, se extraerán muestras cerca de la falla y lejos de ella, para comparar sus estados.



Figura 1.-Fotografía de un caño fallado de trampa de scraper de un poliducto (Autores: Perreti, Grenada y Cardacce)

Por ejemplo, en la figura se muestra un caño que no superó una prueba hidráulica y explotó, produciéndose una grieta. En este caso, las muestras para estudio deben extraerse cerca de la grieta y de otro sector del caño alejada de esta falla.

Así, en cada situación, el técnico competente debe analizar cuál es la zona más adecuada para extraer la probeta, de manera que el estudio sea valedero.

En lo que respecta al tamaño, la muestra puede variar desde unos pocos milímetros, con algo tan pequeño como la cabeza de un alfiler, hasta valores de 20 o 25 cm. No hay nada establecido con respecto a cuánto debe medir la probeta, pero se debe tener en cuenta que al tener que ser “colocada” en un microscopio hay límites en cuanto al tamaño con el que se puede trabajar.

Para extraer la muestra, ésta se debe cortar con medios mecánicos. El corte se realiza utilizando sierras, como se muestra en la Figura 2, o utilizando cortadoras, Figura 3. En la cortadora que se muestra, el disco es de material abrasivo y gira estático, mientras que la pieza a cortar se mueve para alcanzar el disco y avanza hasta concretar el corte. En ambos casos se debe refrigerar con agua, ya que el corte produce fricción y se genera calor, lo que puede distorsionar la superficie de estudio y conducir a conclusiones erróneas.



Figura 2.- Pieza sujeta por una mordaza. Corte efectuado con una sierra común.

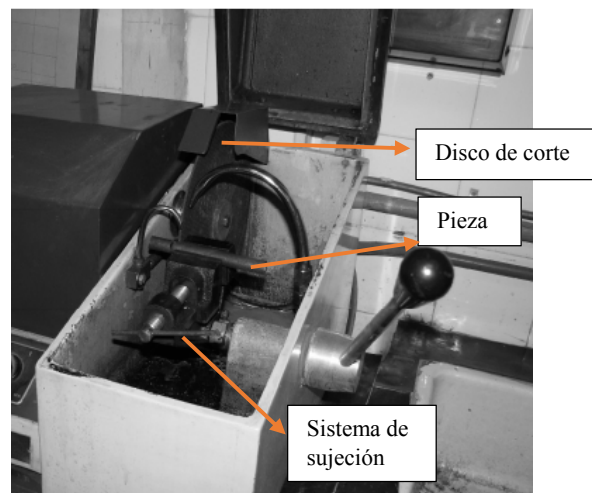


Figura 3.- Cortadora de disco

Para poder observar al microscopio, la muestra debe ser cuidadosamente preparada. Lo que se busca es que la muestra quede lo más plana posible, puliendo paulatinamente hasta lograr una superficie especular.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Embutido de la muestra:

Un primer tema es el tamaño de la pieza. Si es muy pequeña, no podrá manipularse con comodidad y entonces conviene, “embutila”. Esto no es otra cosa, que lograr un soporte que ayude a su manejo. Una manera sencilla de hacer este soporte, es tomar un trozo de caño de PVC, de un altura de 2 cm aproximadamente, y apoyarlo en una superficie lisa (puede ser vidrio), colocar dentro del caño la muestra con la cara de estudio hacia abajo. El espacio que queda vacío en el caño se llena con un compuesto líquido que luego solidifica y sostiene la muestra. Este compuesto se forma por un polvo y un líquido (monómero) que mezclados toman la consistencia de un gel y por autocatalización, solidifican (se polimeriza).

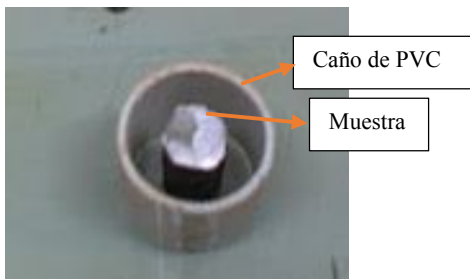


Figura 4. Muestra preparada para su montaje



Figura 5.- Muestra con compuesto que al solidificar servirá de soporte

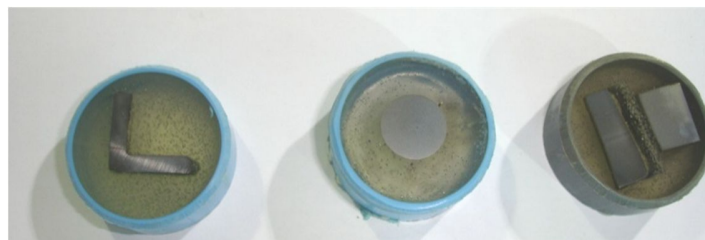


Figura 6.- Se puede observar el compuesto solidificado y las muestras con la superficie de estudio

En caso de que las muestras tuvieran un tamaño que permite su manejo sin inconvenientes, no es necesario el proceso de embutido. La muestra se prepara directamente como se obtuvo del corte. Es el caso de la muestra de la Figura 7, extraída de una barra de acero de una pulgada de diámetro y cortada con una altura de 2 a 3 cm.



Figura 7.- Muestra de una barra de acero

Desbaste y pulido de la probeta

Como se mencionó anteriormente, la muestra debe ser llevada a una superficie especular. Recordemos que la muestra puede partir de un componente industrial que ha estado en uso, por lo cual puede presentar óxidos, polvos adheridos, etc. en su superficie. Por otra parte, ha sufrido cortes mecánicos que pueden haber alterado su condición superficial. Por ello se debe quitar toda esta capa distorsionada y para ello, si el estado de la muestra es grosero, se recurre a un primer paso, que es pasar la muestra por una amoladora.

Una vez realizado esto, la pieza se desbasta, es decir se va aplanando y quitando las capas superficiales, empleando papeles esmeril (lo que se conoce como lijas) de distinta granulometría, yendo desde las mas gruesas a las mas finas. Esto debe ser un mínimo de cuatro pasos. Las granulometrías de las lijas utilizadas pueden ser 120, 220, 320 y 600, por ejemplo (Tener en cuenta que a mayor número, más fina es la granulometría de la lija).

Para facilitar este trabajo, se utilizan pulidoras de disco. En los discos van colocadas las lijas, que previamente se cortan al tamaño de los mismos. Las cortadoras tienen un sistema mediante el cual, se pone el disco con la lija en contacto con agua, mientras se desbasta la probeta. El agua cumple la misma función que en el caso del corte, refrigerar para evitar calentamientos y a la vez lubrica el contacto entre metal y lija, para lograr un mejor acabado. En la Figura 8 se pueden ver dos modelos de pulidoras.



Figura 8.- Pulidoras de disco

En el desbaste en las pulidoras, la pieza se mantiene quieta y el disco es el que gira. Esto ocasiona que la probeta se raye en un solo sentido. En el próximo paso, donde se pasa a un papel esmeril de menor granulometría, la pieza se gira en 90°. El objeto de esto es que las nuevas líneas sean perpendiculares a las anteriores para controlar que estas últimas puedan desaparecer por completo, una vez que no se observan las líneas del paso anterior se puede pasar al próximo paso. Entre cada paso de lija, la probeta debe lavarse muy bien, para evitar que algún gránulo de la lija mas gruesa se transporte al nuevo paso. En la Figura 9, puede verse como quedan marcadas las rayas que producen los papeles esmeril y como van disminuyendo de grosor a medida que se utiliza uno de menor granulometría

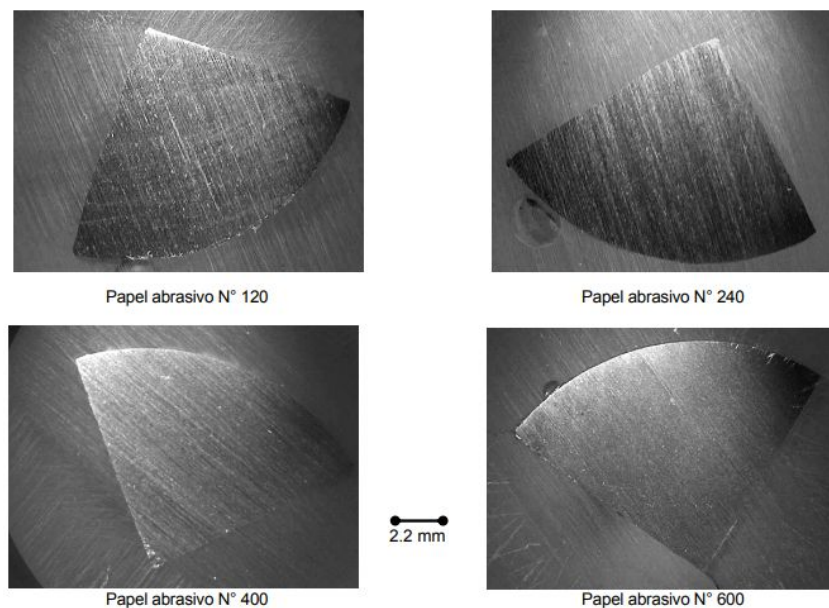


Figura 9.- Probeta desbastada con esmeriles de distintas granulometrías.
(Autores: Melo y Aragón)

Finalmente, deben borrarse estas mínimas líneas que quedan en la superficie. Para eso se utilizan nuevamente las pulidoras, solo que en este caso en lugar de papel esmeril, los discos se forran con paños suaves de tipo terciopelo o pana, y se utilizan pastas de pulir de granulometría muy fina (por ejemplo, 2, 4 o 7 μ) que puede ser una pasta de diamante industrial o de alúmina, entre otras.

En este caso, la probeta se mueve en todas las direcciones sobre el disco, hasta lograr la superficie especular que se tenía como objetivo al empezar a preparar la muestra.



Figura 10.- Acabado especular en la probeta pulida

ATAQUE QUÍMICO

Si colocamos la muestra pulida a espejo, directamente en el microscopio no podremos observar la microestructura, ya que el efecto es como el de colocar un espejo delante de un foco, debido a que los microscopios metalográficos trabajan a reflexión. Entonces? Se debe aplicar un procedimiento que “revele” la microestructura y para eso se realiza un ataque químico.

Este ataque químico consiste simplemente en poner la probeta en contacto con reactivo adecuado. En el caso de los aceros, este reactivo se denomina **Nital** (ya que consiste en una solución de ácido nítrico en alcohol), en una disolución que puede ser del 4 o 5 % (Nital 4, Nital 5). La forma de ataque puede hacerse colocando el reactivo en una pizeta y humedecer la muestra con un chorro desde este elemento o colocando el reactivo en una cajas de Petri e introducir la probeta en la misma, como se muestra en la Figura 11.-

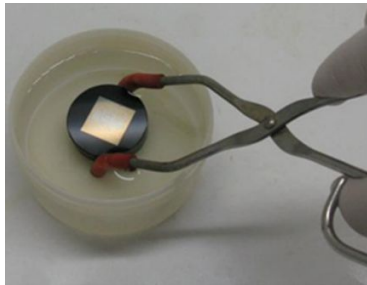


Figura 11.- Ataque Químico de la Probeta

El efecto visual del ataque es un oscurecimiento de la probeta. Conforme más oscura se pone la muestra, mayor es el ataque. El ataque dura unos segundos.

El fundamento técnico del ataque químico es que los distintos constituyentes microestructurales se atacarán a distintas velocidades. Así el que se ataca más rápido, adquirirá una mayor profundidad y se verá más oscuro, mientras que el de menor reactividad, se atacará menos y se verá más brillante. Esta diferencia de niveles a escala microscópica, es lo que permite hacer visible las distintas microestructuras en un material.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El resultado de todo el trabajo anterior será poder observar al microscopio una muestra metálica y ver diferentes “dibujos”. Es decir, que cada microestructura, tiene un aspecto definido. Existen para un material, por ejemplo un acero, infinidad de microestructuras, que responderán a diferentes composiciones químicas, tratamientos térmicos, velocidades de enfriamiento, procesos de producción, etc.

La información que se obtiene (fases presentes, tamaño de grano, distribución de fases, presencia de microfisuras, presencia de precipitados, etc) es muy amplia y muy útil para caracterizar el material, diagnosticar causas de falla, inferir el comportamiento que tendrá en servicio, realizar una selección adecuada entre materiales alternativos, controlar especificaciones técnicas, entre varias otras aplicaciones en las que un estudio metalográfico resulta fundamental.

En las figuras siguientes, se muestra como ejemplo, algunas microestructuras y un breve detalle de la información que se tiene con ellas. Se puede observar la diferencia de aspectos entre las distintas microestructuras.

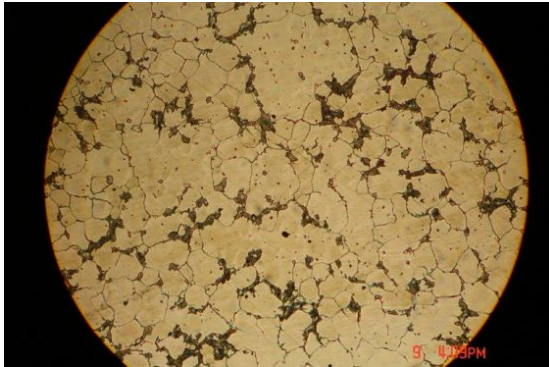


Figura 12. Acero de bajo porcentaje de carbono.

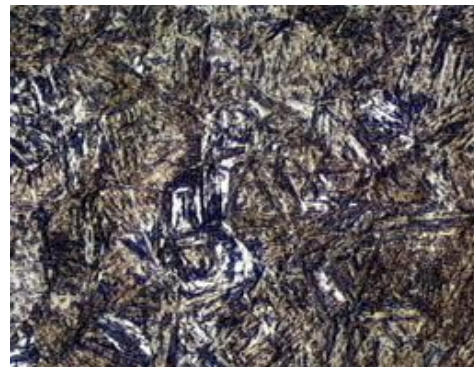


Figura 13. Acero con alta velocidad de enfriamiento.

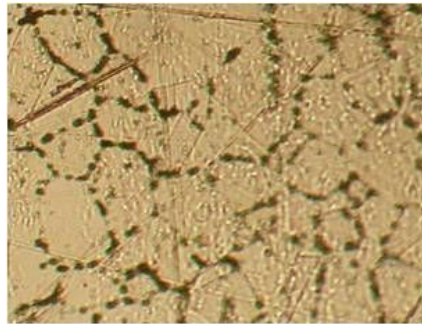


Figura 14. Acero inoxidable con pérdida de resistencia a la corrosión .