



Estudio de factibilidad en técnicas no destructivas para realizar metalografía en campo de componentes estructurales: Réplicas Metalográficas y Microscopio Portátil

William Salazar Rodríguez⁽¹⁾, Julián Peña Estrella⁽²⁾

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Perimetral K 30.5 vía Perimetral, Apartado: 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

wsalazar@espol.edu.ec⁽¹⁾, jpena@espol.edu.ec⁽²⁾

Resumen

La presente tesis de grado trata sobre el Estudio de Factibilidad acerca de dos técnicas para obtener la metalografía de un componente en campo, análisis que difiere en gran manera del que se realiza en un laboratorio. Se aprovechó la parada de operaciones de un componente estructural, un Horno Catalítico, para llevar a cabo el estudio de estas dos técnicas: Las Réplicas Metalográficas y el uso del Microscopio Portátil.

En el primer capítulo, se mencionan las consideraciones generales, junto con los aspectos teóricos en lo que a Metalografía No destructiva se refiere. En el segundo capítulo, se detalla el Plan de Trabajo que se utiliza para la inspección de un componente en campo. Se trata sobre la experiencia que se adquirió al inspeccionar dicho componente, las dificultades que se presentaron dependiendo de su configuración, y las áreas a analizar, momento en el cual se crea el dilema sobre que técnica no destructiva es más conveniente utilizar. En el tercer capítulo, se analiza la factibilidad de cada método, luego de ponerlos a prueba en el análisis de un componente estructural. En el cuarto capítulo se dan las conclusiones y recomendaciones con respecto a la utilización de cada método.

Palabras Claves: Horno Catalítico, Metalografía, Réplicas Metalográficas, Microscopio Metalográfico.

Abstract

This thesis deals with the feasibility study on two techniques for the metallography of a component in field, this analysis differs greatly from that done in a laboratory. It took the shutdown of operations of a structural component, a Catalytic Oven, to carry out the study of these two techniques: The Metallographic Replicas and use of a portable microscope.

In the first chapter, general considerations are mentioned, along with the theoretical aspects as far as regards non-destructive Metallography. The second chapter details the work plan is used for the inspection of a component in the field. It is on the experience gained by inspecting the component, the difficulties presented depending on your configuration, and the areas to be analyzed, at which point it creates the dilemma of non-destructive technique that is more convenient to use. In the third chapter, we analyze the feasibility of each method, then test them in the analysis of a structural component. In the fourth chapter provides the conclusions and recommendations regarding the use of each method.

Keywords: Catalytic Oven, Metallography, Metallographic Replicas, Metallographic Microscope.

1. Introducción

El mantenimiento y análisis de la vida remanente de todo componente estructural es de vital importancia para toda industria. Con ello se minimizan pérdidas económicas y en mayor importancia, pérdidas humanas.

En industrias donde trabajen componentes a altas temperaturas y presiones es importante su continua revisión mediante chequeos periódicos. Estos chequeos que son parte del mantenimiento preventivo, incluyen ensayos no destructivos, de cualquier tipo dependiendo de las exigencias de la estructura, pero muchas veces no es suficiente con realizar medición de espesores o tintas penetrantes por ejemplo, entonces es cuando hay que analizar la Micro estructura del material para ver como se está comportando a nivel micro estructural.

Es cuando se hace uso de la Metalografía, para realizar este tipo de análisis. Pero en ese momento surge el dilema sobre que técnica extractiva es más conveniente utilizar. Nos referimos a Las Réplicas Metalográficas y al uso del Microscopio Metalografico Portátil.

El desarrollo de la presente Tesis, aportará en gran manera como una guía para futuros proyectos similares, gracias a la experiencia que se adquirió al analizar un componente estructural en campo. Se trata de un Horno Catalítico, el cual se aprovechó su parada de operación para su revisión. Se tomaron 41 puntos de análisis en toda la integridad del Horno, muchas veces en lugares de difícil acceso, ventilación e iluminación.

Es en ese momento, gracias a la experiencia, es que se puede decidir sobre uno u otro método para la extracción de las Micro estructuras, cada una con sus ventajas y desventajas. Se explicará el procedimiento de inspección con cada método, y quedará a criterio del lector, cuál de ellos es el más factible para usar.

2. La metalografía de campo como metodología en programas de inspección no destructiva.

Las relaciones existentes entre microestructura-tratamiento térmico, microestructura-propiedades mecánicas, microestructura-resistencia a la corrosión hacen que el estudio de la microestructura de los metales y las aleaciones constituya una herramienta valiosa ya sea en la investigación científico-tecnológica como en el control de los materiales.

La técnica de metalografía no destructiva (Réplica metalográfica) aplicada a problemas de este tipo puede ser de una gran ayuda, pero siempre hay que tener en cuenta que **NO EXISTE** una sola técnica para la evaluación de un problema. Las técnicas de ensayos no destructivos, son complementarias y cada una tiene alcances y limitaciones.

Con el nombre genérico de **réplica** se denomina a toda película, tanto delgada como masiva, constituida generalmente por un material amorfo, que contiene los rasgos topográficos de una superficie dada. El contraste de la imagen, obtenida en un microscopio electrónico de transmisión o en un microscopio de reflexión, está por lo tanto directamente relacionado con la topografía de la muestra original.

El esquema de replicación más común (2 etapas) se detalla a continuación. (Ver figura 1)

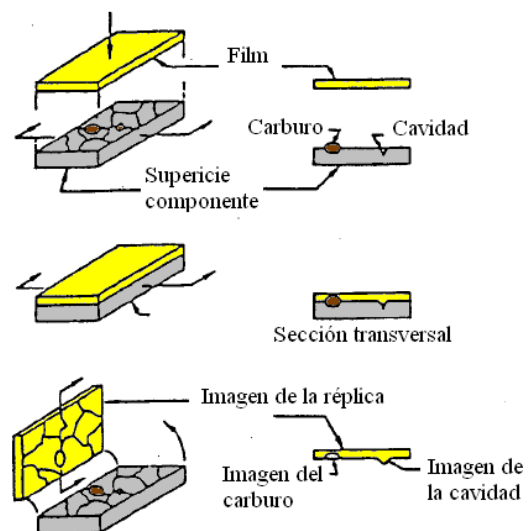


Figura 1. Esquema de un proceso típico de replicación de dos etapas

En el mercado se tienen diferentes materiales para las réplicas, el uso de cada uno dependerá del uso que se le dé y del tipo de fidelidad que se quiera obtener.

Entre las más usadas están: El acetato de celulosa, el acetato con respaldo metálico (fabricado por Struers), el barniz, la goma siliconada.

Los pasos a seguir, para obtener la metalografía de un componente estructural en campo, difiere enormemente de la manera de cómo se lo haría en el

laboratorio. Se toma como referencia la norma ASTM E-1351- 2002 donde se recomiendan los pasos a seguir para la obtención de una superficie del metal a estudiar libre de deformaciones (rayado, deformación plástica, etc), o cualquier tipo de alteración de la superficie a estudiar que pueda perjudicar el examen de la microestructura a observar, e interpretar erróneamente alteraciones o cambios microestructurales no existentes.

3. Plan de trabajo para inspección de dos componentes mediante técnicas no destructivas

Se aprovecha la parada de operación de un Horno Catalítico, cuyo año de fabricación fue en 1996 a cargo de la Compañía Técnicas Reunidas.

Una vez que se tienen todos los aspectos de seguridad controlados, empieza el plan de inspección para el análisis íntegro de dicho horno. (Ver figura 2)



Figura 2. Horno catalítico a evaluar, primero a la izquierda

Al momento de ingresar al Horno, se siguen los siguientes pasos para la obtención de metalografías: Inspección visual, preparación de las superficies, la cual consiste en el desbastado (Ver figura 3) y el pulido mecánico, para al final realizar el pulido electroquímico (Ver figura 4).



Figura 3. Desbaste grueso



Figura 4. Pulido electroquímico

Una vez que se tiene lista la superficie a examinar, se procede al ataque con los respectivos reactivos (revelado microestructural). Este se lo realiza de la misma manera que el electropulido.

Para la extracción de la microestructura, se utilizan 2 técnicas: Réplicas Metalográficas y el Microscopio Portátil.

El método con la réplica (acetato de celulosa), consiste en humedecer la superficie a evaluar para luego, por tensión superficial, adherirla. Se esperan 5 minutos y se procede a retirar. (Ver figura 5)

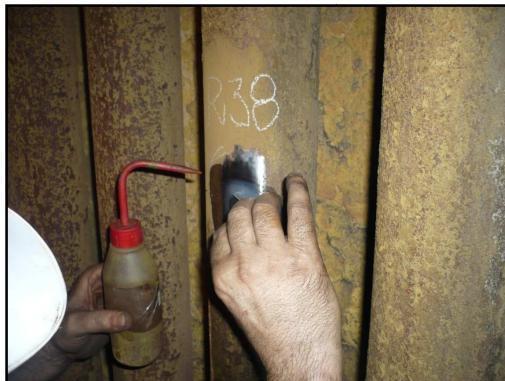


Figura 5. Adhesión de la réplica de acetato de celulosa

El método utilizando el microscopio metalográfico portátil, consiste en utilizar una interfase microscopio-computadora, la cual permite observar y almacenar la metalografía en tiempo real a través del monitor de una computadora. Para esto se utiliza una cámara para microscopio con terminal USB y una computadora portátil. (Ver figura 6)

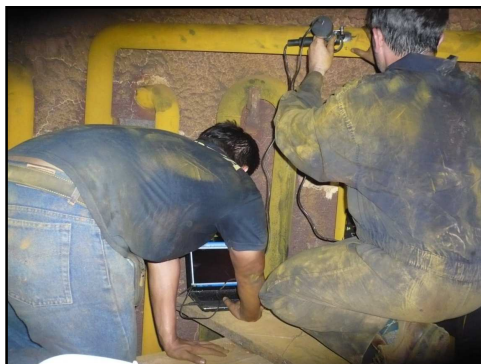


Figura 6. Digitalización de la microestructura haciendo uso del microscopio portátil

4. Análisis de Resultados

Ahora que se han obtenido las Microestructuras de las dos maneras a analizar, se comparan unas con otras para observar que método es capaz de entregar microestructuras con mayor resolución a la hora de inspeccionar metalográficamente componentes en campo.

La especificación de la ubicación de cada punto a analizar para su comparación, está en función de la distribución que se les dio en el plano respectivo.

Réplica 1.- Unión soldada Codo-Tubo Paso 1- Tubo 2-Cota 6 mts: La microestructura del cordón de soldadura como la Zona afectada por el Calor (ZAC) no presenta anomalías microestructurales. En cuanto a la Degradación Microestructural del material base del Tubo 2 no se observa precipitación de Carburos en los límites de grano, encontrándose operativo.

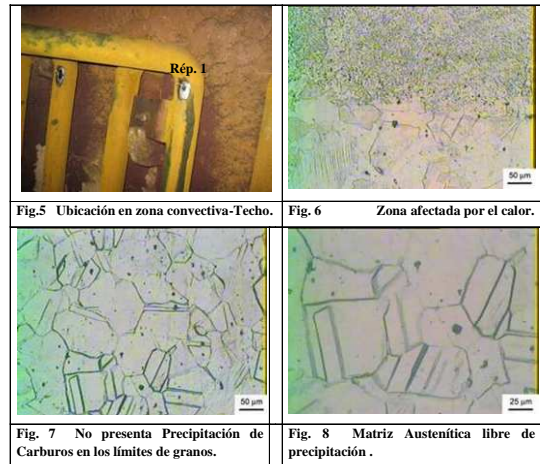


Figura 7. Análisis punto 1 por medio de réplicas metalográficas

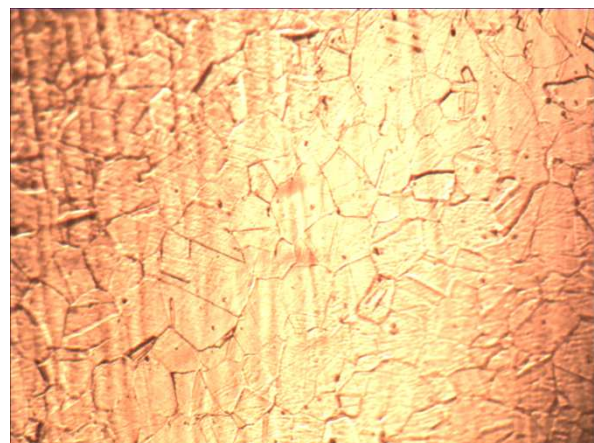


Figura 8. Análisis punto 1 por medio del microscopio portátil

Réplica 18.- Tubo 9- Paso 2 -Cota 5 mts: La Degradación Microestructural del Tubo de unión se encuentra en un Estado medio donde se observa precipitación de Carburos en los límites de grano, encontrándose aún operativo, pero se recomienda su cambio en la próxima parada general.

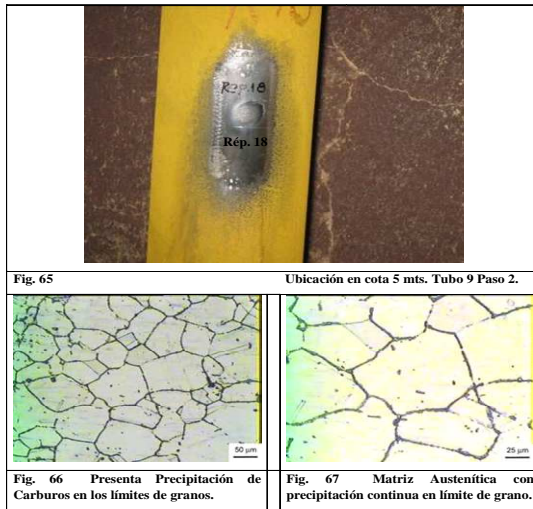


Figura 9. Análisis punto 18 por medio de réplicas metalográficas

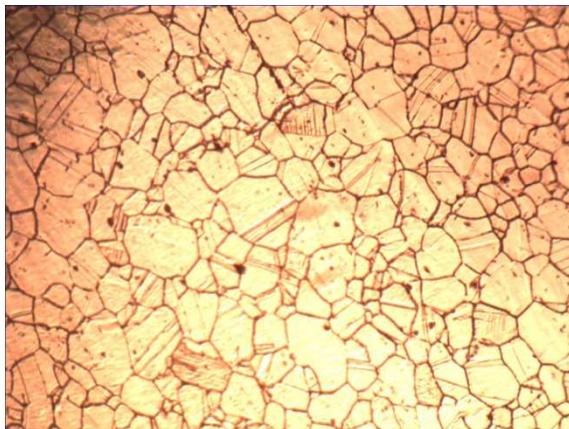


Figura 10. Análisis punto 18 por medio del microscopio portátil

Al tener la topografía de la micro estructura copiada en la réplica, ésta puede ser analizada con mayor profundidad ya que en el laboratorio se dispone del microscopio de banco con el cual se pueden hacer mayores magnificaciones de la micro estructura, lo que no es muy factible con el Microscopio Portátil.

Al querer realizar un análisis cuantitativo de una micro estructura, resulta más conveniente utilizar las Réplicas Metalográficas, ya que como se puede observar en las Metalografías obtenidas, dan un mayor area de topografía para realizar el conteo de los granos.

Al trabajar en espacios tales como: incómodos, confinados de gran altura, el uso de las Réplicas es

más factible, ya que puede ser realizado por una sola persona, con relativa facilidad a pesar de un medio con dificultades, a diferencia del Microscopio, ya que para este se necesita más de un operador para extraer las metalografías, además de que si el espacio es incomodo o de altura, se debe tener mucho cuidado de no golpear el microscopio, dejar caerlo, o perder sus piezas.

5. Conclusiones

Las Réplicas Metalográficas tienen cierta ventaja sobre el Microscopio Portátil en cuando a fidelidad de la micro estructura obtenida se refiere.

Si no se dispone de un Microscopio Portátil con buenas características, la toma de imágenes será más compleja comprometiendo la calidad de las mismas.

Al hacer uso del Acetato de Celulosa sin soporte, se logra un ahorro económico considerable frente al uso del Acetato de celulosa con soporte de aluminio fabricado por Struers, consiguiendo los mismos resultados.

Al usar Réplicas Metalográficas, el trabajo se torna más fácil en condiciones de difícil acceso que usando el Microscopio Portátil.

Si se quiere realizar un análisis cuantitativo de la micro estructura, la Réplica Metalográfica resulta más factible por tener la capacidad de copiar una topografía amplia para realizar el conteo requerido de granos.

No se requiere demasiada experiencia al hacer uso del Microscopio Portátil para el copiado de la Micro estructura, a diferencia de las Réplicas, donde el Metalógrafo debe poseer basta experiencia y práctica para colocar, extraer y manipular la Réplica de manera correcta.

En cuanto a infraestructura, el Microscopio Portátil requiere un número mayor de medios técnicos y humanos.

Económicamente a largo plazo, el uso del Microscopio Portátil resulta más factible que las Réplicas.

Si se requiere de un Informe inmediato al finalizar algún proyecto que involucre estas dos técnicas, el uso del Microscopio Portátil es más factible.



6. Recomendaciones

Construir un transformador rectificador para realizar ataque y pulido electrolítico y contar con una infraestructura básica en el Laboratorio de Materiales de la Espol, para poder realizar análisis de componentes estructurales “in situ” dentro del campus, a manera de prácticas para los estudiantes.

En caso de querer contar con la técnica de Replicas Metalográficas dentro de la infraestructura para el laboratorio, adquirir una Campana de Sublimado en Vacío.

Realizar cursos para analizar con más profundidad el uso y las ventajas de las Replicas Metalográficas para estudiar componentes en campo.

Realizar una investigación para la compra de Acetato de Celulosa de 50 μm de espesor para el Laboratorio de Materiales de la Espol. El uso de este tipo de material genera un ahorro monetario considerable frente a otro tipo de réplicas que se pueden encontrar en el mercado.

7. Agradecimientos

Agradezco a Dios por cada día, a mis padres, mi familia, amistades y al Ing. Julián Peña, por su apoyo incondicional en la realización de esta Tesis.

8. Referencias

- [1] Calvo F. A., Metalografía Práctica, 1972.
- [2] Combustion Engineering Inc, Remaining Life Estimation of Boiler Pressure Parts.
- [3] L. H. Van Vlack, Materiales para Ingeniería, 1973.
- [4] Metals Handbook, Volume 9, Metallography, 2004.
- [5] Montero Ricardo, Curso Réplicas Metalográficas.
- [6] Ovejero García José, Réplica sus Aplicaciones, Universidad Nacional de General San Martín (Argentina), Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales, 1998.
- [7] Sturla – Castellano, Metalografía Microscópica, 1951.

Ing. Julián Peña Estrella
DIRECTOR DE TESIS
DE GRADO