

# **ANALISIS DE FALLA DE PIEZA AUTOMOTRIZ FABRICADA CON ALEACION DE ALUMINIO A380 CON FUGA DE ACEITE.**

**M.A. Neri Flores <sup>(1)</sup>, C. Carreño Gallardo <sup>(1)</sup> y A. Martínez-Villafañe <sup>(1)</sup>**

(1) Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.,  
Miguel de Cervantes # 120, Complejo Industrial Chihuahua, C.P. 31109, Chihuahua, México.

E-mail: [miguel.neri@cimav.edu.mx](mailto:miguel.neri@cimav.edu.mx)

## **RESUMEN**

Una pieza de motor automotriz presento una fuga de aceite cuando se encontraba en funcionamiento. Esta parte fue fabricada con una aleación de aluminio A 380 mediante fundición a presión, y un posterior proceso de maquinado y tratamiento térmico. La fuga se localizó por medio de la técnica de líquidos penetrantes, en una sección de pared delgada formando un ángulo agudo con otras secciones de pared delgada. Una vez localizada la fuga se secciono la pieza en la zona de la fuga, para observar defectos internos que contribuyeran a la fuga de aceite, utilizando las técnicas de microscopia óptica, y microscopia electrónica de barrido, para observar la microestructura de la aleación A380. Se observó la presencia de poros en el interior de la pieza al realizar cortes transversales cercanos a la fuga. Se determinó que la fuga de aceite fue causada por la presencia de micro porosidades localizadas entre los brazos de las dendritas, y por la presencia de macro porosidades en el interior de la pieza, conectadas entre sí, permitiendo que el aceite atravesara por todo el espesor de la pieza, hasta llegar a la superficie externa de la misma.

## **Introducción**

Las aleaciones eutécticas y cercanas al eutéctico de Al-Si son utilizadas extensivamente en la industria de la fundición debido a su alta relación de peso-resistencia, excelente resistencia a la abrasión y corrosión, y bajo coeficiente de expansión térmica (1-4). Estas propiedades contribuyen a la aplicación de las aleaciones Al-Si en la industria automotriz, especialmente para bloques de cilindros, cabezas de cilindros, pistones y válvulas (5).

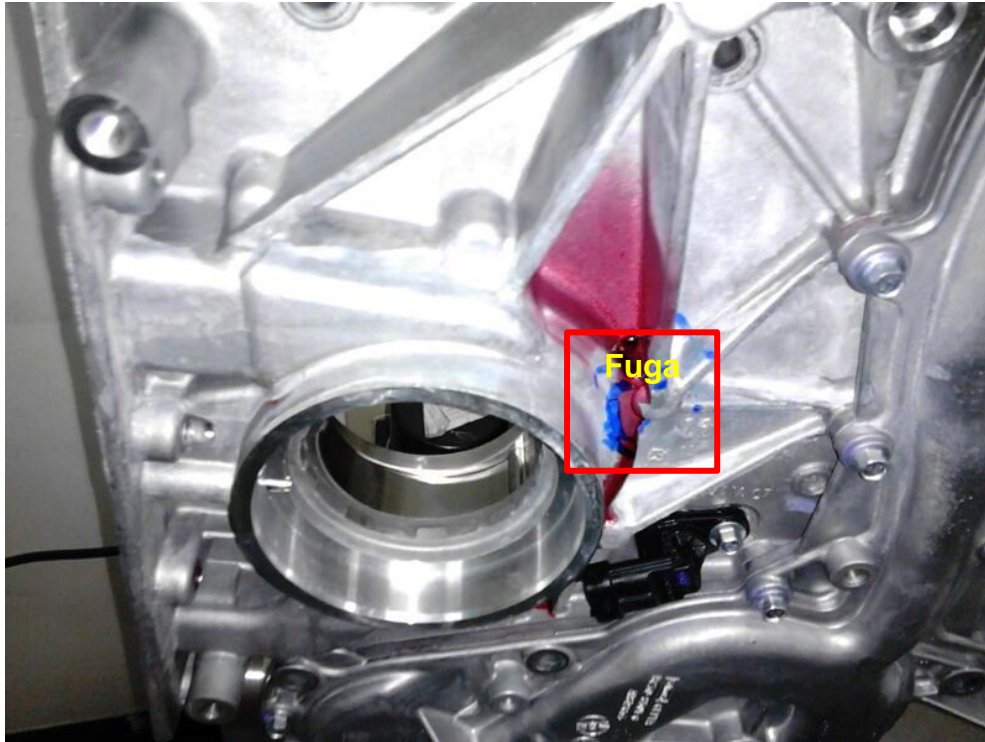
Las aleaciones en base Al-Si son usualmente utilizadas en diferentes procesos de fundición. Entre todas las tecnologías de fusión, la fundición a alta presión, HPDC por sus siglas en Ingles, es la más ampliamente utilizada en los procesos de producción de componentes automotrices. Es la aleación con el proceso más efectivo en cuanto a costos que produce partes con geometría compleja y dimensiones exactas, así como un buen acabado superficial (6-7). Sin embargo las piezas fabricadas por el proceso HPDC, generalmente sufren de porosidades que resultan del atrapamiento de gases, y del encogimiento por solidificación, el cual junto con los defectos causados por el contenido de inclusiones en la aleación fundida (8-10), han limitado tradicionalmente el scope para la reducción de pesos en estas aleaciones fundidas. Por lo anterior se están haciendo considerables esfuerzos para minimizar estos problemas, introduciendo rutas más avanzadas de formado como el reo-formado y el tixotrópico-formado (11-13).

En el presente trabajo se realizó el análisis de falla de una pieza automotriz fabricada con la aleación de aluminio A380, para determinar las causas de la fuga de aceite en la pieza.

## **Desarrollo experimental**

Se identificó la zona de la pieza automotriz, en donde se detectó la fuga de aceite por medio de líquidos penetrantes. En la Fotografía # 1 se muestra la zona donde se localizó la fuga de aceite por medio de la técnica de líquidos penetrantes de color rojo.

Posteriormente se secciono la pieza para obtener las probetas, (Fotografía # 2) y se prepararon metalográficamente para analizarlas por medio de estereoscopia, y microscopia óptica.



**Figura # 1.- Pieza automotriz mostrando la zona de la fuga de aceite, detectada por medio de la técnica de líquidos penetrantes.**



**Figura # 2.- Pieza automotriz seccionada mostrando la zona de la fuga de aceite, detectada por medio de la técnica de líquidos penetrantes.**

### **Análisis por estereoscopia**

En estereoscopia se observaron los poros de mayor tamaño, y se midieron sus dimensiones a diferentes aumentos, a bajos aumentos se determinó la ubicación de los poros en las muestras registrando evidencia fotográfica de los mismos.

A mayores aumentos se observaron los poros individuales, para medir su tamaño con mayor exactitud.

### **Análisis por microscopía óptica**

Las muestras se prepararon metalográficamente realizando el corte en la zona de la fuga, se desbaste con lijas de grados 100, 220, 320, 400, 600 y 1000, posteriormente se pulió con una solución de alúmina de 1 micra para el pulido grueso, y para el pulido final se utilizó una suspensión de sílica-coloidal de 0.04 micras.

Se atacó químicamente con el reactivo de Keller para revelar la microestructura, y poder observar el tamaño de las dendritas secundarias (DAS por sus siglas en Inglés) en la zona de la fuga. También se analizaron los micro-poros de la microestructura por medio de microscopía óptica, localizándolos en las zonas interdendriticas.

Se analizaron las fases presentes en la microestructura y la distribución de ellas, así como la ubicación de los poros dentro de la misma.

### **Resultados y discusión**

La zona de la fuga de aceite se determinó que estaba localizada en la sección de pared delgada, observada en la Fotografía # 1, justo en la intersección con otras dos secciones de pared delgada dentro de la pieza.

### **Análisis por estereoscopia**

En la Figura # 3 se muestra la sección transversal de la pieza de aleación de Aluminio A380, mostrando un poro interno dentro del recuadro rojo, después del primer desbaste grueso. La segunda Fotografía muestra el mismo poro visto a mayores aumentos.

En la Figura # 4 se muestra la misma sección transversal de la Figura # 3, pero ahora desbastada a una mayor profundidad en la pieza, observándose otros poros de menor tamaño, comparados con el poro de la Figura # 3, los cuales van desde 0.49 mm hasta 0.92 mm de longitud.

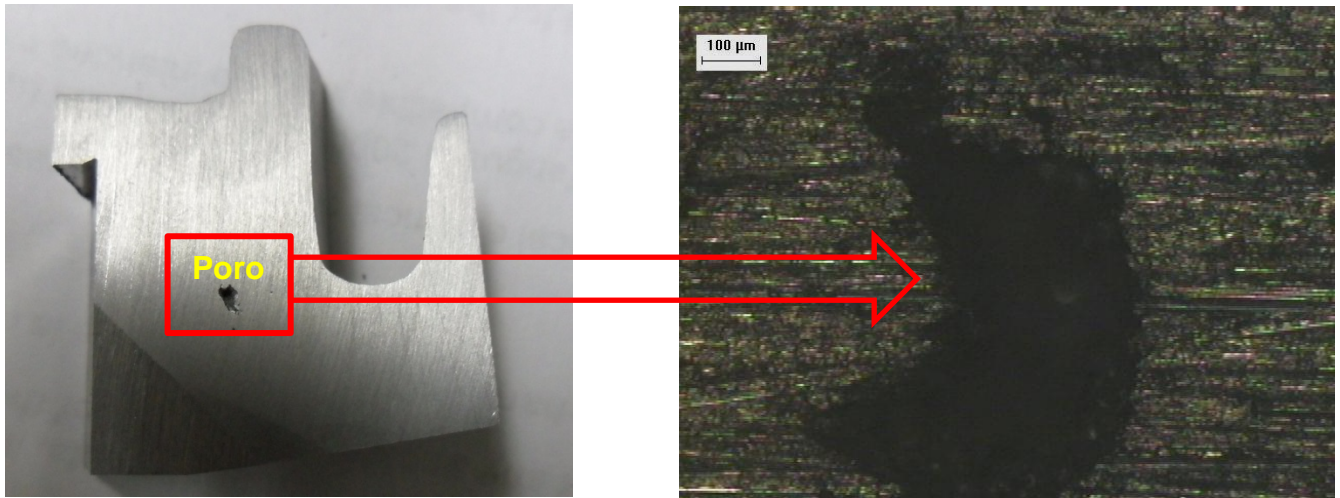


Figura # 3.- Seccion de la pieza de aleacion de Aluminio A380, mostrando un poro interno dentro del recuadro rojo, despues del primer desbaste grueso. La segunda Fotografia muestra el mismo poro, visto a mayores aumentos, (50X).

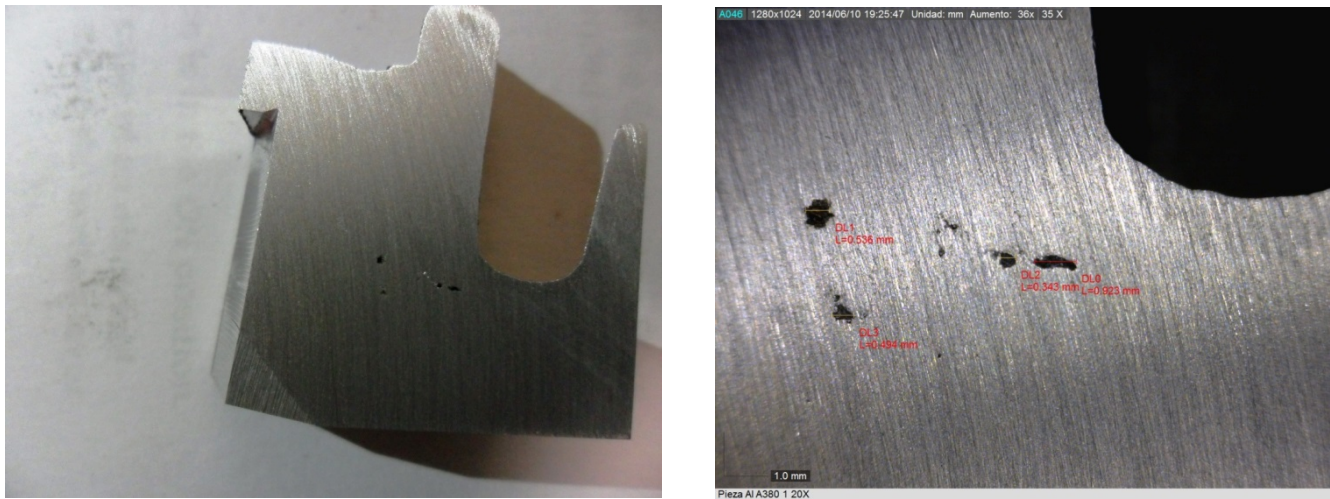
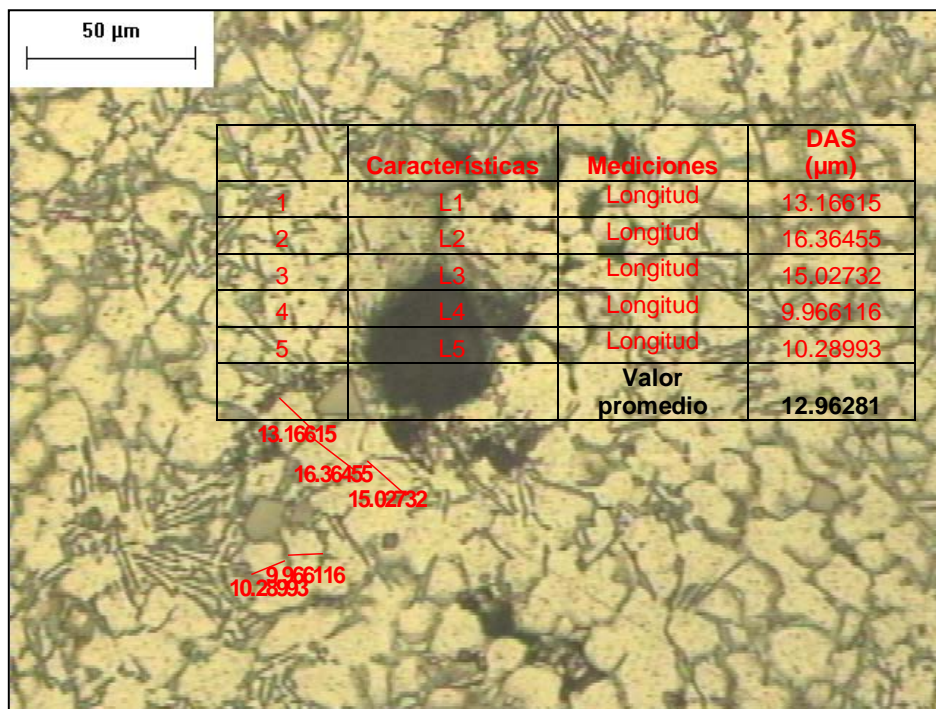
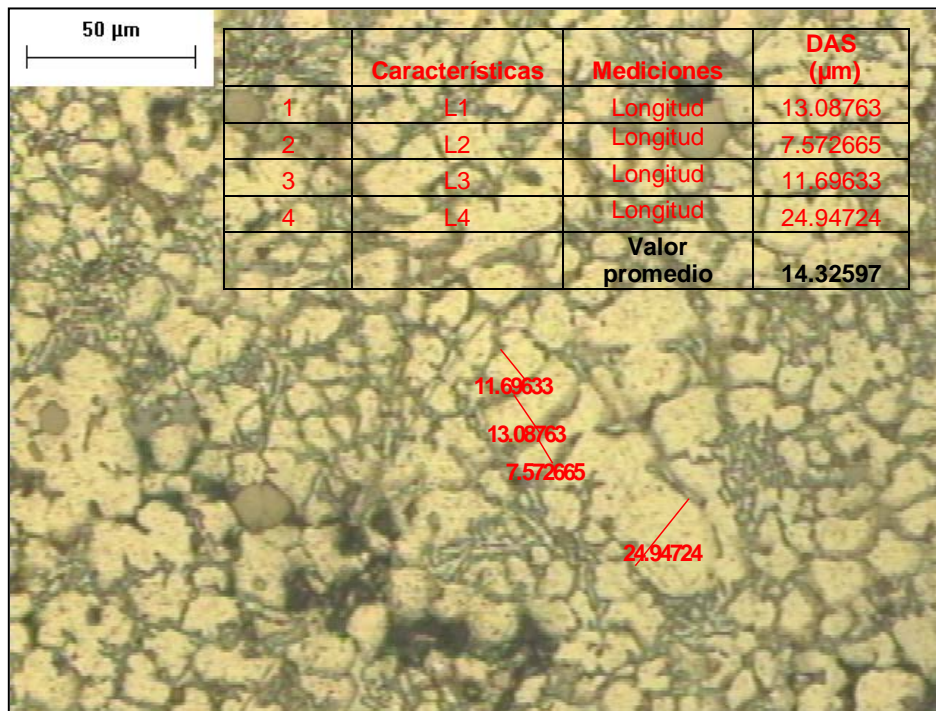


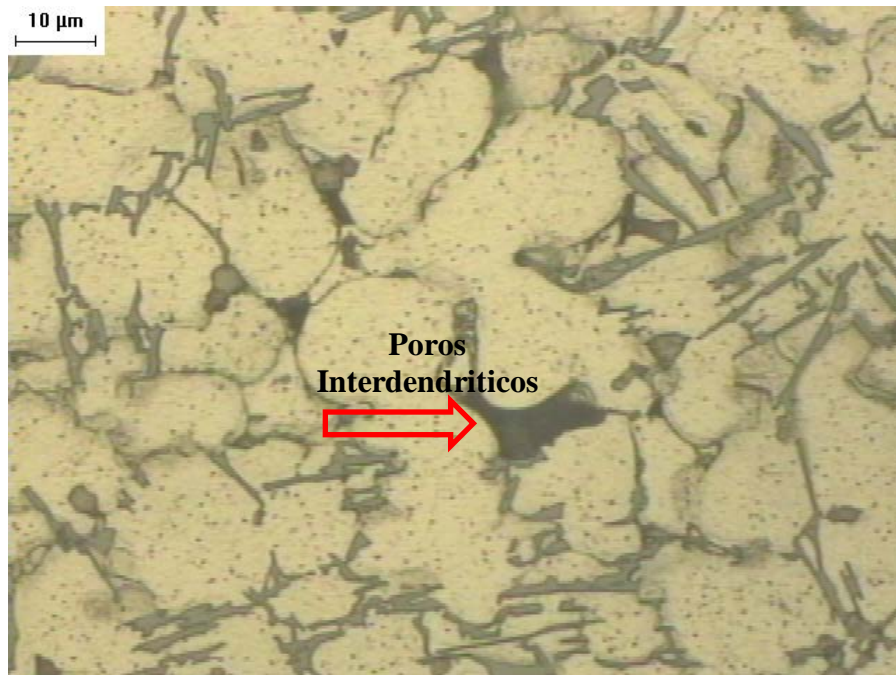
Figura # 4.- Seccion de la pieza de aleacion de Aluminio A380, mostrando varios poros de menor tamaño, despues del segundo desbaste grueso. La segunda Fotografia muestra los mismos poros, vistos a mayores aumentos, (20X).

**Análisis por microscopía óptica, medición del (DAS)**

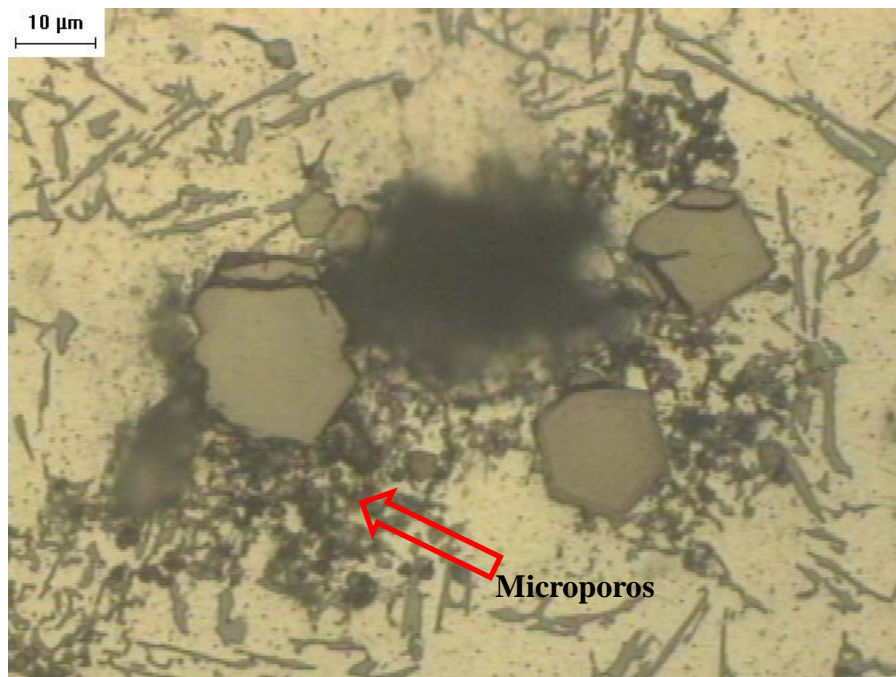


**Figura # 5.- Espaciado de las dendritas secundarias (DAS) en la microestructura de la pieza automotriz fundida a presión, en dos zonas diferentes, los valores promedio del DAS medidos fueron de 14.32 y 12.96 (μm) respectivamente (200X).**

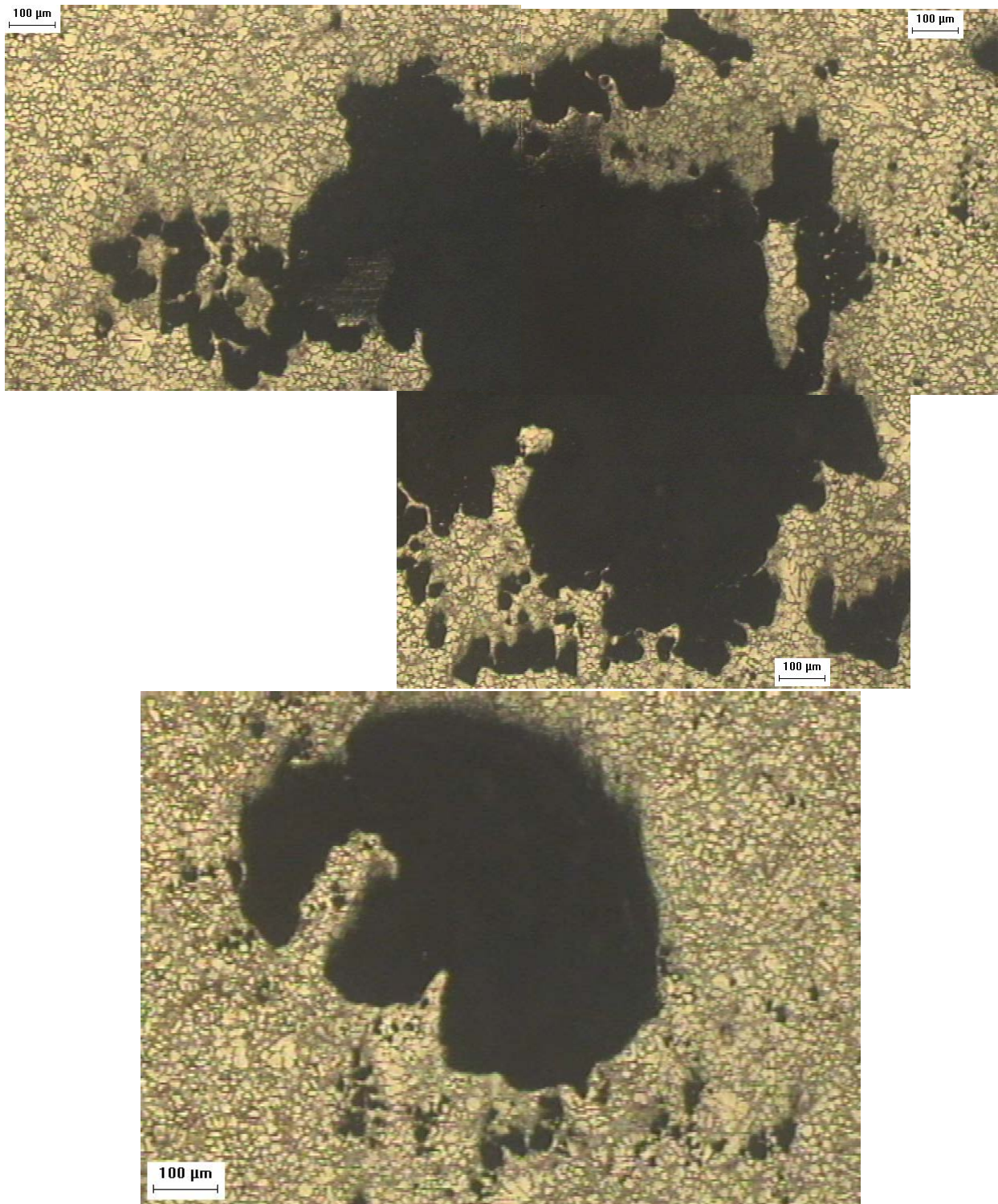
**Análisis por microscopía óptica, porosidad y microestructura**



**Figura # 6.- Microestructura de la aleacion de aluminio A380 mostrando una matriz de fase  $\alpha$ , con poros interdendriticos, (500X).**



**Figura # 7.- Microestructura de la aleacion de aluminio A380 mostrando una matriz de fase  $\alpha$ , con microporos alrededor de un poro central de mayor tamaño, (500X).**



**Figura # 8.- Microestructura de la pieza automotriz mostrando poros de diferentes formas y tamaños, conectados entre si.**



En el interior de la pieza fundida se encontraron poros de diferentes formas y tamaños, los cuales estaban interconectados entre sí, en la Figura # 6 se muestra que hay poros pequeños localizados en la zona interdendrítica de la microestructura, los cuales se forman entre los brazos de las dendritas que van solidificando. En la Figura # 7 se muestran micro-poros agrupados alrededor de un poro central de mayor tamaño, localizado entre la fase frágil de aluminio-silicio. En la Figura # 8 se muestran poros de mayor tamaño comparados con los poros de las Figuras # 6 y 7, ocasionados por los gases atrapados en el interior de la matriz, los cuales están rodeados por poros de menor tamaño.

## **Conclusiones**

- La fuga de aceite en la pieza fue causada por la porosidad localizada en el interior de la aleación, como se muestra en la Figuras # 3 a 8. Los poros de diferentes tamaños y formas estaban interconectados entre sí, en el interior del material, como lo muestra la Figura # 8.
- El tamaño de los poros está dentro del rango de 10 hasta 923 micras de longitud, así como de microporos cuyo tamaño es menor a las 10 micras, como se muestra en la Figura # 7.
- Las mediciones del espaciado de los brazos secundarios de las dendritas (DAS) están en el rango de 12 a 15 micras, como se muestra en la Figura # 5, estos valores están de acuerdo con los medidos por H. Murat Lus en piezas fundidas y coladas por gravedad, para una aleación de aluminio A380.

## **Agradecimientos**

Se agradece al CIMAV por el apoyo recibido para la presentación de este trabajo.

## Referencias

1. H. Murat Lus, Effect of casting parameters on the microstructure and mechanical properties of squeeze cast A380 aluminum die cast alloy, *Kovove Mater.* 2012, 50, 243–250.
2. Zeren, M. Effect of copper and silicon content on mechanical properties in Al-Cu-Si-Mg alloys. *J. Mater. Process Technol.* **2005**, 169, 292–298.
3. Lasa, L.; Rodrigues-Ibade, J.M. Wear behavior of eutectic and hypereutectic Al-Si-Cu-Mg casting alloys tested against a composite brake pad. *Mater. Sci. Eng. A* **2003**, 363, 193–202.
4. Mohamed, A.M.A.; Samuel, A.M.; Samuel, F.H.; Doty, H.W. Influence of additives on the microstructure and tensile properties of near-eutectic Al-10.8%Si cast alloy. *Mater. Des.* **2009**, 30, 3943–3957.
5. Ejiofor, J.U.; Reddy, R.G. Developments in the processing and properties of particulate Al-Si composites. *JOM J. Miner. Met. Mater. Soc.* **1997**, 49, 31–37.
6. Heinz, A.; Haszler, A.; Keidel, C.; Moldenhauer, S.; Benedictus, R.; Miller, W.S. Recent development in aluminium alloys for aerospace applications. *Mater. Sci. Eng. A* **2000**, 280, 102–107.
7. Miller, W.S.; Zhuang, L.; Bottema, J.; Wittebrood, A.J.; De Smet, P.; Haszler, A. Recent development in aluminum alloys for the automotive industry. *Mater. Sci. Eng. A* **2000**, 280, 37–49.
8. Verran, G.O.; Mendes, R.P.K.; Rossi, M.A. Influence of injection parameters on defects formation in die casting Al<sub>12</sub>Si<sub>1,3</sub>Cu alloy: Experimental results and numeric simulation. *J. Mater. Proces. Technol.* **2006**, 179, 190–195.
9. Otarawanna, S.; Gourlay, C.M.; Laukli, H.I.; Dahle, A.K. The thickness of defect bands in high-pressure die castings. *Mater. Character.* **2009**, 60, 1432–1441.
10. Avalle, M.; Belingardi, G.; Cavatorta, M.P.; Doglione, R. Casting defects and fatigue strength of a die cast aluminium alloy: A comparison between standard specimens and production components. *Int. J. Fatigue* **2002**, 24, 1–9.
11. Flemings, M.C. Behavior of metal alloys in the semi-solid state. *Metall. Trans. A.* **1991**, 22, 957–981.
12. Ghomashchi, R.; Vikhrov, A. Squeeze casting: An overview. *J. Mater. Proc. Technol.* **2000**, 101, 1–9.
13. Parshifard, E.; Shabestar, S.G. An investigation on the microstructural evolution and mechanical properties of A380 aluminum alloy during SIMA process. *J. Alloys Compd.* **2011**, 509, 9654–9658.