

## CAPÍTULO 6

### EFFECTOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES FÍSICAS DEL MATERIAL RECICLADO EN LA PIEZA TERMINADA

#### 6.1 Posibles Efectos en el Material.

La composición química y las propiedades físicas del aluminio que se obtiene utilizando la viruta reciclada, pueden verse afectadas debido al hecho de que se utiliza un material reciclado, el cual sufrió otros procesos y varias fusiones anteriores. Incluso cuando se obtiene una pieza a partir de lingotes, la composición química difiere un poco entre la de la materia prima y el producto final. Las altas temperaturas necesarias para fundir el aluminio (alrededor de 700 °C) pueden hacer que algunos de los componentes se volatilicen.

Esta pérdida de componentes dentro de la aleación es normal y, debido a los márgenes que se manejan dentro de la especificación de la aleación A319 no afecta de manera considerable al material, por lo cual resulta muy difícil que por sólo fundirlo se salga de la especificación marcada. El problema es que al utilizar la viruta reciclada puede llegar a afectarse de manera más directa la composición química en la pieza. Esto debido a los otros procesos que sufre la viruta antes de ser fundida nuevamente.

Cuando se obtiene la viruta del proceso de maquinado, aun cuando se usa fluido de corte que es un refrigerante, la temperatura puede subir considerablemente en la punta de la herramienta con el aluminio. Esto, aunque no es mucho, puede llegar a cambiar las

propiedades físicas del material. Si se considera también el hecho de que no todo el fluido de corte se separa de la viruta en el proceso de limpieza y con la compactación de ésta en una briqueta, que contendrá restos de refrigerante, se puede llegar a tener una variación significativa en los parámetros de la aleación.

Para poder determinar qué tanto afecta el hecho de utilizar viruta reciclada en la composición química del aluminio, es necesario hacer un profundo análisis de éste. Si se considera que las propiedades físicas dependen directamente de la composición química de la aleación, se puede deducir que si no cambian éstas, tampoco lo harán las propiedades físicas.

Es necesario también encontrar la proporción ideal que se debe añadir del material compactado para obtener el mayor rendimiento, sin afectar los otros parámetros de la aleación. Para este caso se cuenta con un punto de partida muy preciso el cual es la cantidad de viruta producida por el área de maquinado respecto a la cantidad de aluminio utilizado en la fundición, que es de un 12.5%.

En caso de que llegara a haber algún cambio en la composición química de la aleación utilizando material reciclado, se puede jugar con el porcentaje para determinar la cantidad óptima, aunque lo ideal sería poder añadirle un 12.5% de briquetas a cada carga del horno. Ya que de no ser posible y tener que agregarle una cantidad menor, se empezaría a almacenar material que no se podría utilizar. Para que esta práctica sea lo más rentable posible, toda la viruta producida debe ser reciclada; si se empieza a tener excedentes de material sin reciclar, éstos afectarían el inventario y por lo tanto al Estado de Resultados.

Esto quiere decir que hay que comprobar que al agregar 22.5 kg. de briquetas a la carga del horno y reduciendo este peso a la cantidad de lingote, las propiedades químicas del aluminio en la pieza salida de fundición no se vean afectadas a modo de que se salgan de los parámetros marcados para el tipo de aleación.

## 6.2 Comprobación de la Composición Química del Material.

Para realizar esta prueba, se logró conseguir que el proveedor de aluminio, el cual cuenta con una máquina compactadora, hiciera briquetas de la viruta producida por Aluminio Fundido S.A. de C.V. Se transformaron 150 kg. de viruta en briquetas. Estas briquetas difieren en tamaño con la obtenida en el laboratorio, sin embargo al ser del mismo material no debe afectar el resultado.



Fig. 6.1 Distintas formas de briquetas.

En la figura 6.1 se pueden observar tres distintos tamaños de briquetas, la primera de izquierda a derecha fue la obtenida en el laboratorio de la Universidad, la segunda fue una de las que realizó el proveedor de aluminio y la tercera fue hecha por *Custom Briquetting Systems*, una compañía norteamericana que ofrece máquinas compactadoras de residuos metálicos.



Fig. 6.2 Cascos de aluminio con material reciclado.

Para la prueba se hicieron 5 medias cargas en el horno (90 kg. aprox.) utilizando 12.5% de briquetas 40% de mazarotas y avisos y 47.5% de lingote. El aluminio fue utilizado para vaciar uno de los modelos de casco de bomba de agua, que menos problemas da en cuanto a piezas defectuosas, para evitar en lo posible que las piezas salieran mal. Después de

que las piezas solidificaron y se desmoldaron se observó que a simple vista el material no presentaba ningún cambio ni ningún defecto poco usual en la superficie de la pieza.

Se tomaron 5 piezas de cada carga dando un total de 25 piezas debidamente identificadas, que se mandaron a analizar con el proveedor de aluminio, el cual cuenta con un espectrómetro, para hacer el análisis con lo que se obtiene con gran precisión la composición química del material. El espectrómetro quema una pequeña superficie de la pieza de la cual se desea conocer la composición química y luego analiza los gases despididos para darnos el resultado que se busca.

Teniendo estos resultados se compararon con los certificados de calidad que el proveedor entrega junto con los lingotes de aluminio para poder observar alguna posible variación. El lote utilizado para la prueba fue el 05-01-3-8165 el cual, como lo muestra el certificado en la figura 6.3, tiene una composición química mostrada en la tabla 6.1

CLIENTE:		CERTIFICADO DE CALIDAD									
Aluminio fundido S.A. de C.V.											
DIRECCION:											
DESCRIPCION DEL MATERIAL:		Aluminio en Lingote									
No. DE REMISION:		5355									
ESPECIFICACION:		Segun ECAPT-08									
		FICHA: 2601/200									
		No: 1581									

  

No. de Cotiza	Debe ser:	Al	Si	Mn	Mg	Cu	Ti	Ni	Zn	Fe								
		80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%							
05-01-3-8159	495	6.50	0.35	0.10	3.40	0.10	0.07	0.77	0.96									
05-01-3-8165	488	6.10	0.29	0.10	3.20	0.07	0.06	0.67	0.67									
05-01-3-8168	487	6.50	0.31	0.10	3.30	0.08	0.07	0.96	0.70									
05-01-3-8179	491	5.80	0.30	0.10	3.10	0.07	0.06	0.81	0.98									
05-01-3-8180	491	6.40	0.32	0.10	3.20	0.08	0.03	0.90	0.63									
05-01-3-8189	499	5.90	0.31	0.10	3.10	0.08	0.05	0.77	0.96									
05-01-3-8190	499	6.50	0.33	0.10	4.00	0.08	0.04	0.87	0.92									
.....																		
.....																		
.....																		
.....																		
.....																		
.....																		
.....																		
.....																		
.....																		

  

Nota: N/A: No Aplica

ATENTAMENTE

COORDINADOR DE CALIDAD E INGENIERIA

Por seguridad, para evitar reacciones violentas, se recomienda almacenar el producto bajo techo, para evitar que se moje.

Fig. 6.3 Certificado de calidad del aluminio entregado el 26 de enero de 2005

Tabla 6.1 Valores del lote 05-01-3-8165

Si	Mn	Mg	Cu	Ti	Ni	Zn	Fe
6.1	0.29	0.1	3.2	0.07	0.06	0.67	0.67

El contenido de aluminio para efectos prácticos se considera el porcentaje restante (88.84%), aún cuando pudiera contener otros elementos en menores cantidades y por lo tanto de menor importancia ya que no afectan a la aleación. Al comparar estos valores con la especificación para el aluminio A319 que se presenta en la tabla 2.1 se puede estar seguro de que los lingotes están dentro de la norma.



Fig. 6.4 Resultados de la espectrografía realizada al material con viruta reciclada.

En la figura 6.4 se puede observar los resultados de la espectrografía realizada a las piezas de muestra. Como se puede observar en ambos casos la composición química de todas las muestras no cambió de manera significativa y mucho menos se salió de los parámetros indicados en la Tabla 2.1 que muestra la especificación para la aleación A319.

Esto comprueba que la proporción utilizada puede ser del 12.5% sin que se tenga algún efecto contraproducente dentro de los componentes de la aleación. Al no tener una

variación significativa en la composición química del material, podría decirse que las propiedades físicas tampoco cambiarán.

### 6.3 Comprobación Física del Material.

Para concluir el análisis, el resto de los cascos obtenidos en las prueba de fusión se maquinó con el mismo procedimiento utilizado para todas las piezas. Las superficies maquinadas no presentaron ningún cambio de color o de textura y no se presentó el tan temido, por todos en la fábrica, defecto de la porosidad. Este defecto se puede presentar en la superficie de la pieza de fundición, pero es más común que aparezca en el maquinado de la misma.

Tabla 6.2 Resultados de la prueba de dureza realizada al material con viruta reciclada.

Dureza de las piezas vaciadas sin material reciclado. (HRB)	Dureza de las piezas vaciadas con un 12.5% de material reciclado. (HRB)
50	48
42	35
45	54
49	41
52	48
47	52
Promedio = 47.5	Promedio = 46.3

Como último punto de comprobación se realizó una prueba de dureza al material para poder asegurarse de que nada dentro del material haya afectado sus propiedades físicas. En la tabla. 6.2 se pueden observar los resultados de esta prueba. Los resultados son muy parecidos por lo que no debe de existir una diferencia entre un material y otro. Si se

considera que la dureza Brinell marcada para esta aleación es de 55-85 utilizando 500kg, el resultado está dentro de este rango ya que  $47 \text{ HRB} = 80 \text{ Brinell}$  y  $46 = 79 \text{ Brinell}$ .

Una vez habiendo comprobado que un 12.5% de briqueta en la carga del horno no afecta la composición química, se puede agregar esto al proceso de reciclado. Esta será la cantidad que debe utilizarse para poder hacer el proceso lo más rentable posible. No se realizaron más pruebas con mayores porcentajes ya que, al no contar con más material que reciclar, no tiene caso agregarle más del que se produce. Tampoco es viable el hecho de agregar menos, ya que esto causaría que el material que no es utilizado se fuera almacenando sin darle uso, y ya transformado lo cual significa que ya se gastó en ese material si poder utilizarlo.

Ahora bien si en un futuro se contara con una cantidad mayor de viruta para reciclar, ya sea por que se produce más o por que se tiene la posibilidad de comprarla, siempre y cuando se cuente con los permisos necesarios, se deberá hacer un análisis parecido para determinar si la composición química y las propiedades físicas no se ven afectadas.

Para la realización de este proyecto únicamente se permitió realizar 25 espectrografías al material, debido al alto costo de estas, si se desea incrementar la cantidad de material reciclado dentro de las piezas, es recomendable realizar una un análisis mas complejo debido a la posibilidad de que se vea afectad la composición química del mismo.