

# FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA MAESTRÍA DE DISEÑO MECÁNICO

**Análisis del sistema de producción y caracterización microestructural para evaluar el comportamiento mecánico de chasis de vehículo fabricado por extrusión.**

*Autores:*

**Juan Carlos Rocha Hoyos MSc.**

**Javier Martínez Gomez PhD.**

**Ing. Luis Chica Castro.**

**UISEK**



**25 AÑOS**

**Quito, Marzo 2019**

# INTRODUCCIÓN

## **Problemática:**

Las estructuras o chasis que conforman los autos son importados lo cual generan un problema de productividad y por ende un crecimiento del país



# INTRODUCCIÓN

## Justificación

Cremades & Bianchi (2016) plantean que la venta de repuestos está relacionada con la venta de vehículos en el país por lo tanto se estima un crecimiento de la venta de repuestos ya que la venta de vehículos ha mermado en los últimos años ocasionando entonces que existan más automóviles con más de 10 años de antigüedad circulando en el país. La edad promedio de los automóviles ecuatorianos es de aproximadamente 13,7 años. Esta venta de repuestos alarga aún más la vida útil de estos vehículos.

Carrillo (2009) refleja que, para la primera década del siglo XXI, el PIB del país está en crecimiento debido al aporte del sector automotriz a la economía nacional, que involucra a más actividades productivas como son: comercialización de vehículos y autopartes, mecánicas y talleres de servicio, producción de combustibles y lubricantes y las de servicios financieros y de seguros. La comercialización de autopartes representa un 14,1% de la producción lo cual lo deja como segundo sector de ingresos por ventas en el área automotriz, esto implica un desarrollo, sostenible y sustentable, en la economía del país

Castella (2015) menciona que durante los últimos 40 años ha crecido la demanda de aluminio en la industria automotriz para la fabricación de autopartes debido a la necesidad de disminuir el peso del vehículo

**Objetivo general:** Analizar la producción de aluminio por extrusión y caracterizar microestructuralmente las aleaciones 6061 y 6063 utilizadas en la fabricación de autopartes.

Se toma en consideración las aleaciones de aluminio por su bajo peso y resistencia a la corrosión y al desgaste. Las aleaciones de la serie 6000 son las mejores para el proceso de conformado por extrusión por lo cual se toman las aleaciones 6061 y 6063, debido a su gran uso en la industria y por su fácil accesibilidad en el mercado, con el fin de evaluar y obtener la más adecuada para estos procesos de manufactura.

*Probetas para cada tipo de ensayo*

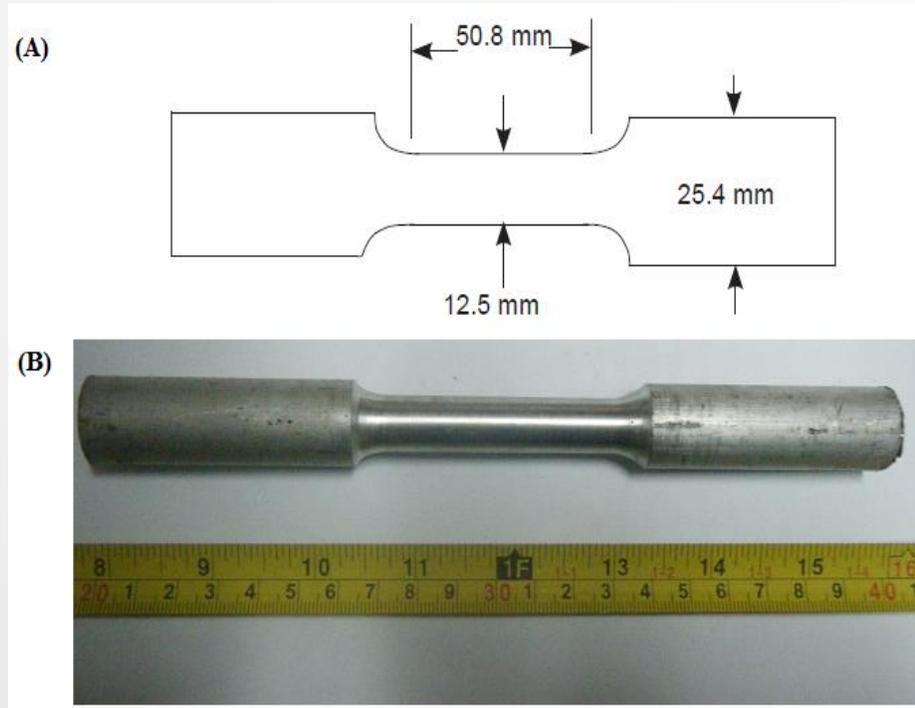
Tipo de Aleación	Muestra Patrón	Ensayo de Tracción	Ensayo de Dureza	Ensayo de Compresión
Aleación 1	1	4	3	4
Aleación 2	1	4	3	4
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>



**METODOLOGÍA**

# Ensayo de tracción.

Basado en la norma ASTM E8M-16a



*Dimensiones de las probetas siguiendo la norma establecida para el ensayo de tracción. (A) Diseño según norma y (B) Probeta fabricada de aluminio.*

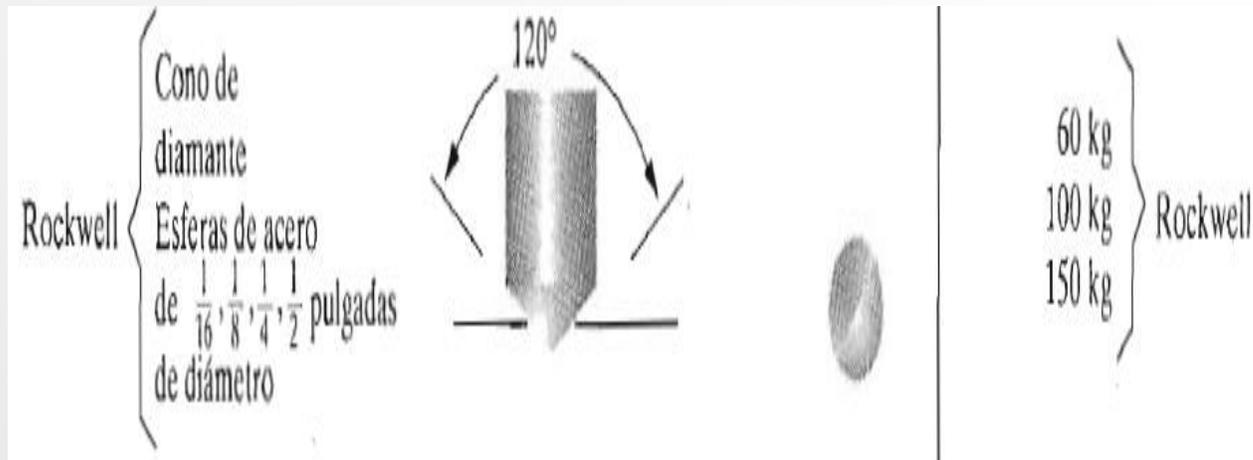


*Máquina de ensayo universal marca Riehle.*

En este ensayo el material se deforma hasta la rotura mediante la aplicación de una fuerza uniaxial a lo largo del eje principal (Guerrero, Davila y Pontón, 2011).

# Ensayo de Dureza

Basado en la norma ASTM E18-03

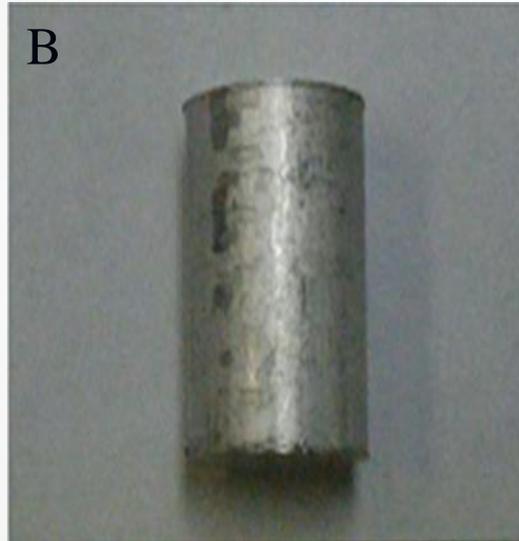
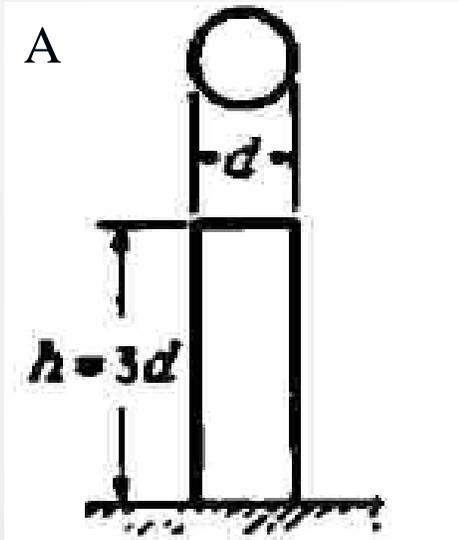


*Durómetro Rockwell marca Wolpert*

La dureza es una medida de resistencia del material a la deformación plástica localizada. La dureza rockwell puede utilizar diferentes escalas provenientes de las combinaciones entre penetradores y cargas, lo cual permite ensayar cualquier metal o aleación desde el más duro al más blando (Callister, 2014)

# Ensayo de Compresión

Basado en la norma ASTM E-9



*Dimensiones de las probetas siguiendo la norma establecida para el ensayo de compresión. (A) Diseño según norma y (B) Probeta fabricada de aluminio.*

**Después del ensayo**

6061



6063



*Las probetas de la aleación 6061 y 6063 después del ensayo de compresión.*

El esfuerzo y deformación en un ensayo de compresión se definen con respecto a la longitud y área originales del espécimen (Nañez, 1998).

# Caracterización Microestructural

Basado en la norma ASTM E-3.



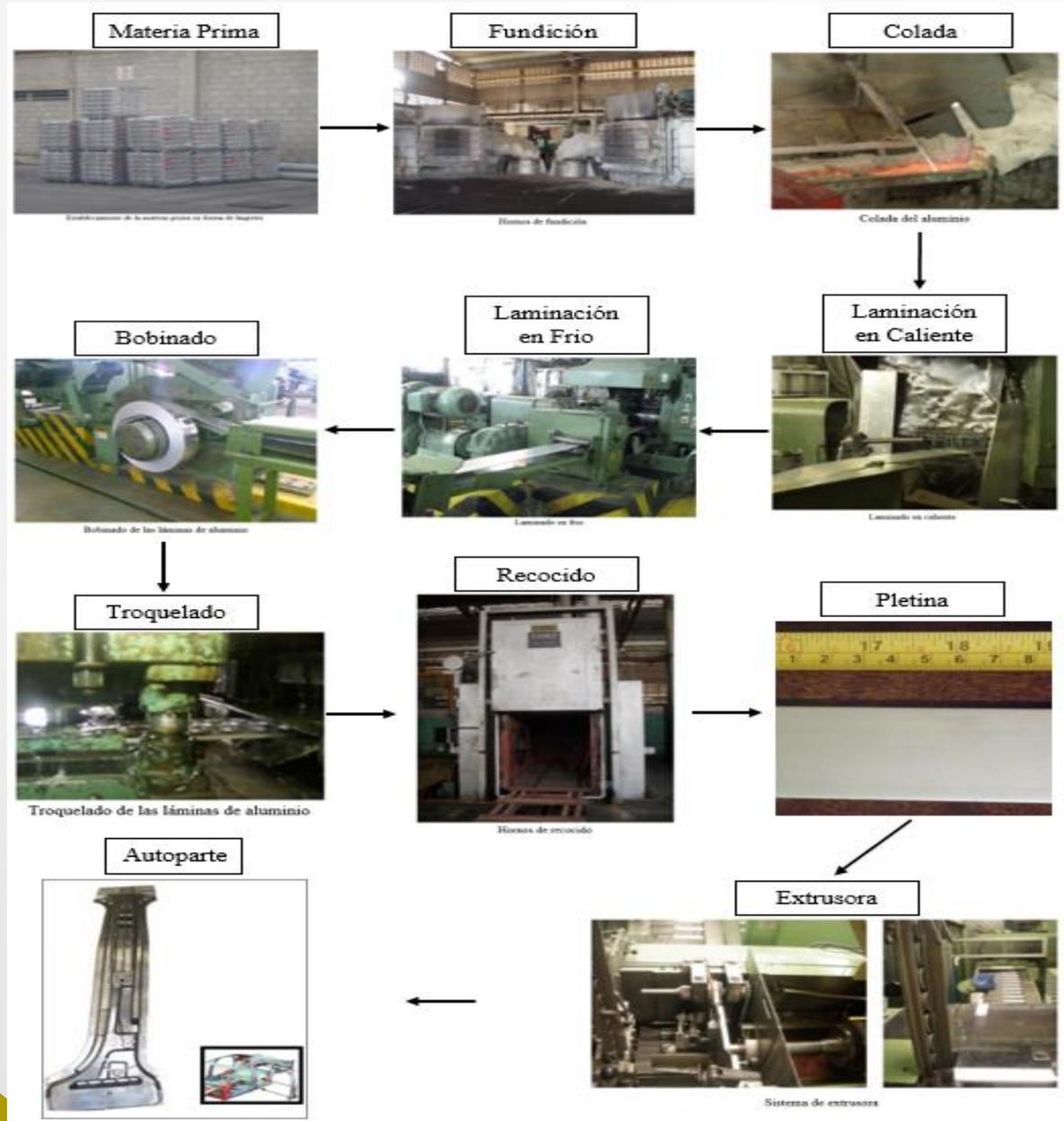
*Microscopio óptico*

Se realiza para identificar: fases, morfología, tamaño, proporción y microdefectos provenientes de la deformación.



# RESULTADOS

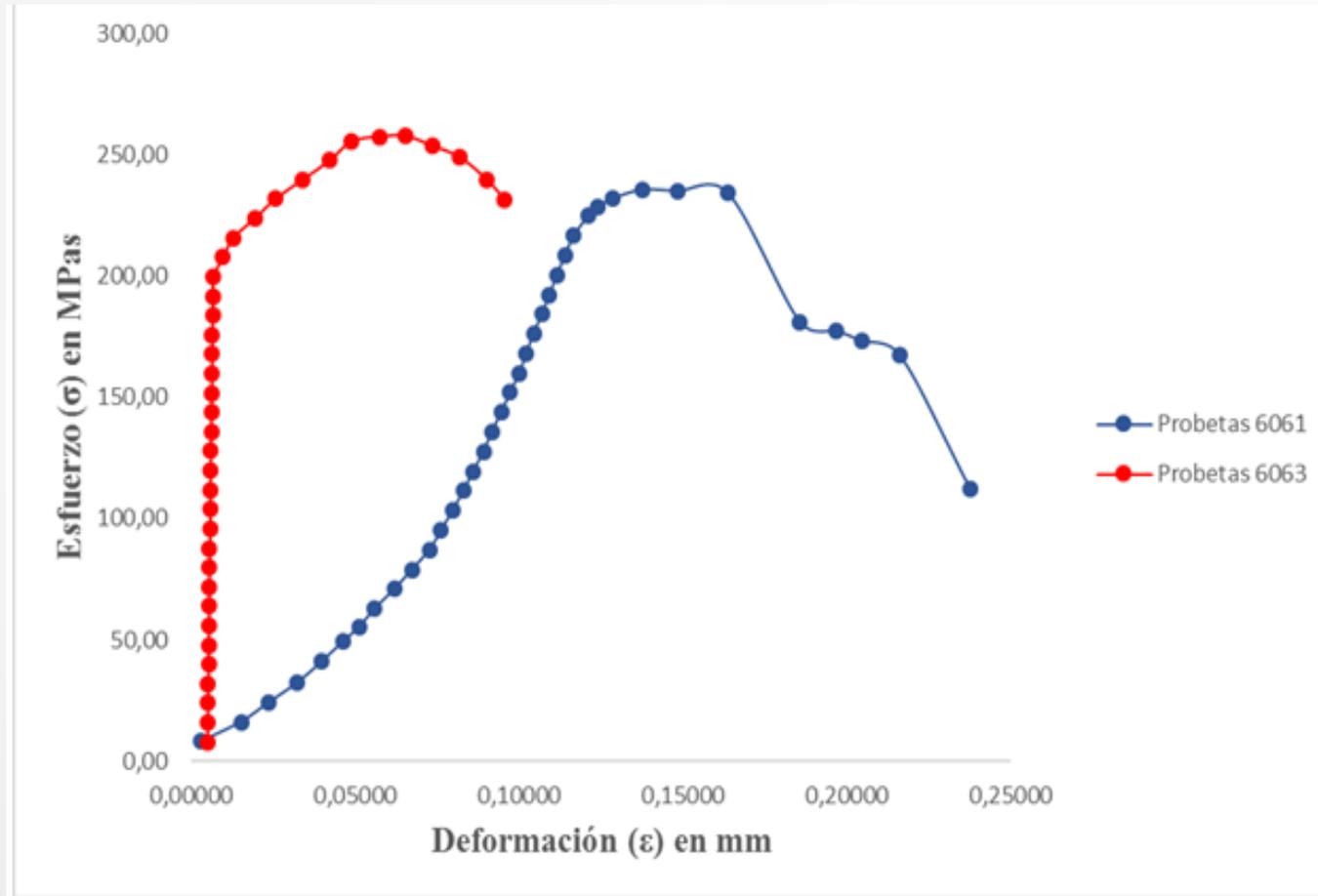
# Análisis de los sistemas y líneas de producción para la fabricación de autopartes.



## Estudio relacionado:

Suárez, Y. C. (2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial.

# Ensayo de Tracción



Gráfica esfuerzo-deformación promedio del ensayo de tracción de las probetas de aleación 6061 y 6063.

## Estudio relacionado:

Núñez, C., Roca, A., & Jorba, J. (2013). *Comportamiento mecánico de los materiales*.

# Ensayo de dureza

Aleación	DUREZA ROCKWELL B		
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
6061	50	48	49
6063	63	63	64

*Dureza rockwell B promedio de las probetas de aleación 6061 y 6063.*

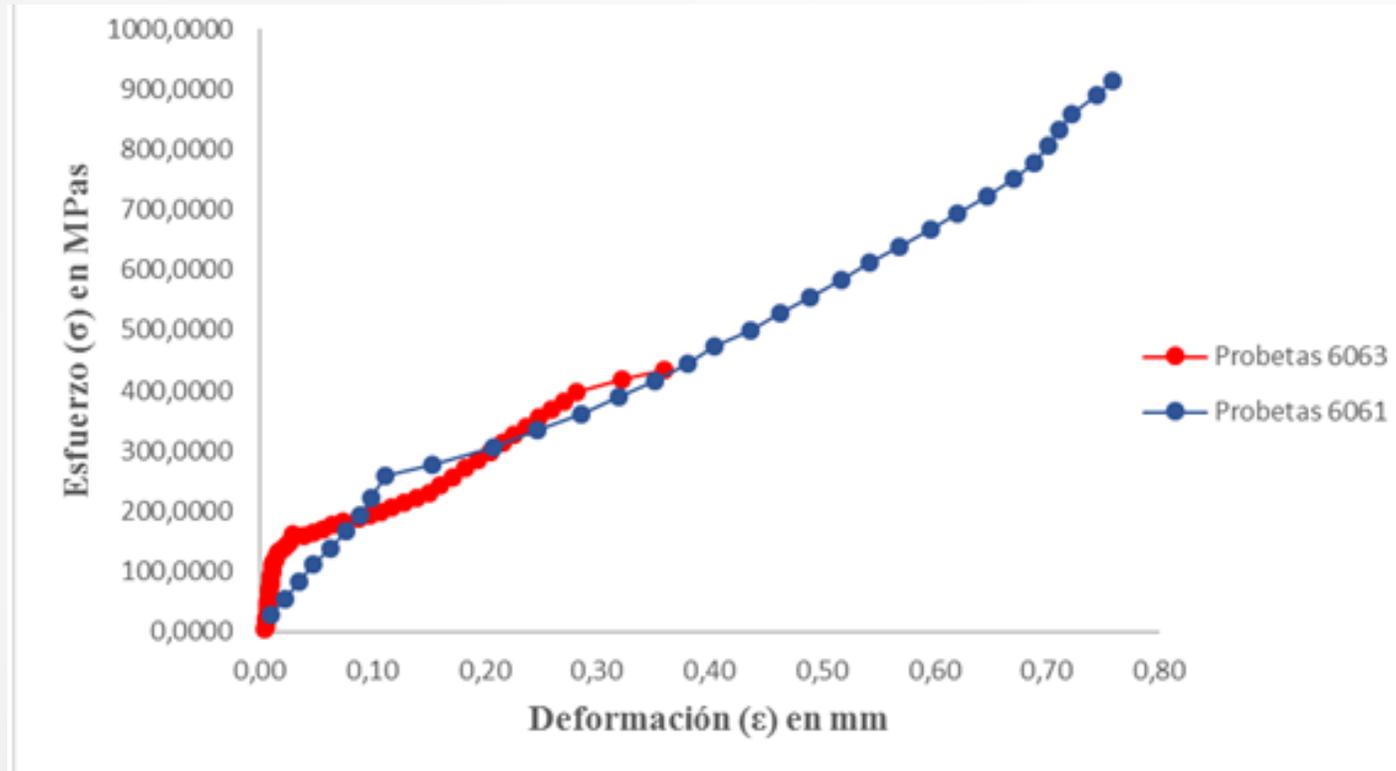
## Estudio relacionado:

Santos, E., Yenque, J., Rojas, O., & Rosales, V. (2001). Notas Científicas acerca del ensayo de dureza.



*Ensayo de dureza rockwell B. (A) medición a través del penetrador de bola y (B) huellas dejada por la presión del penetrador.*

# Ensayo de Compresión



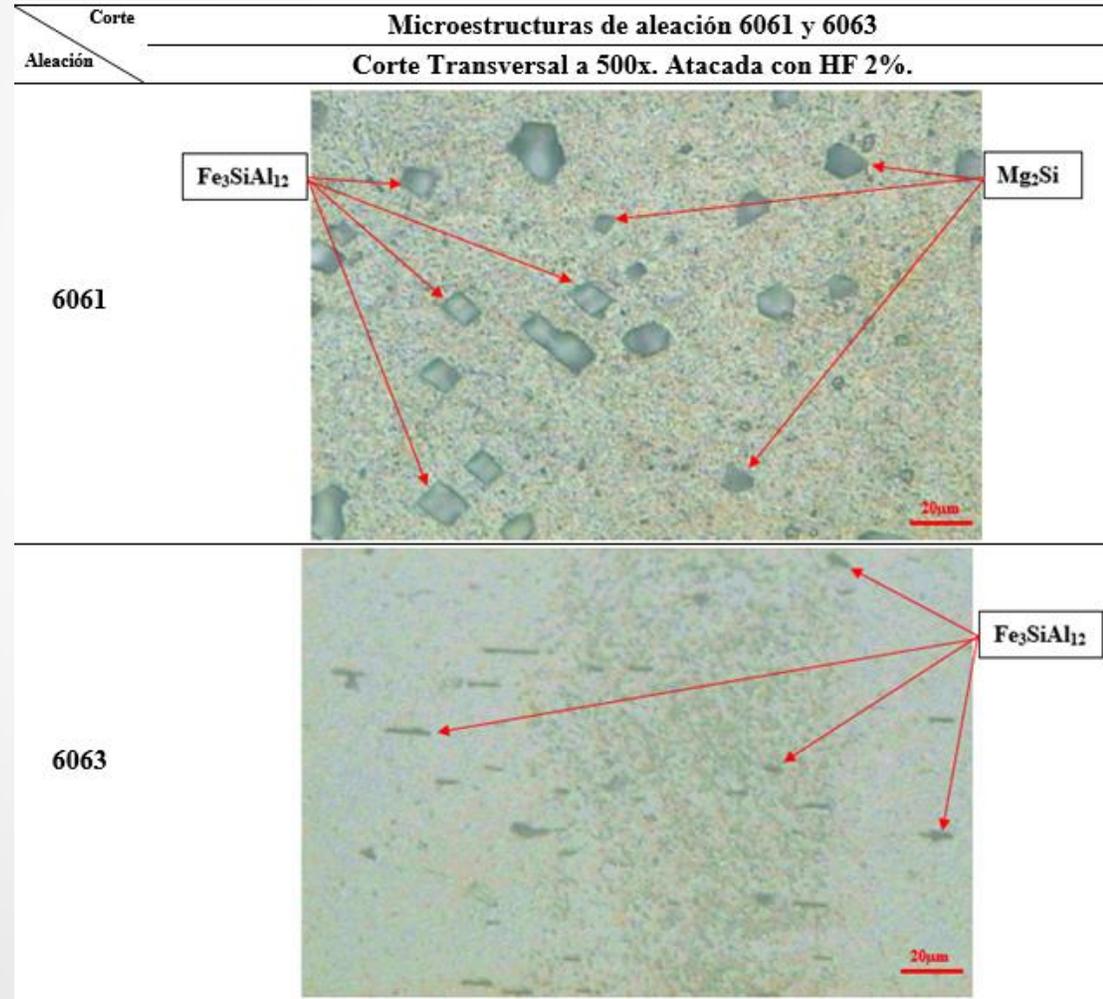
*Gráfica esfuerzo-deformación promedio del ensayo de compresión de las probetas de aleación 6061 y 6063.*

## **Estudio relacionado:**

Chanchí J.C. y Suarez L.A. (2006), Obtención de Resistencia a Compresión y Módulo de Rotura.

# Caracterización microestructural.

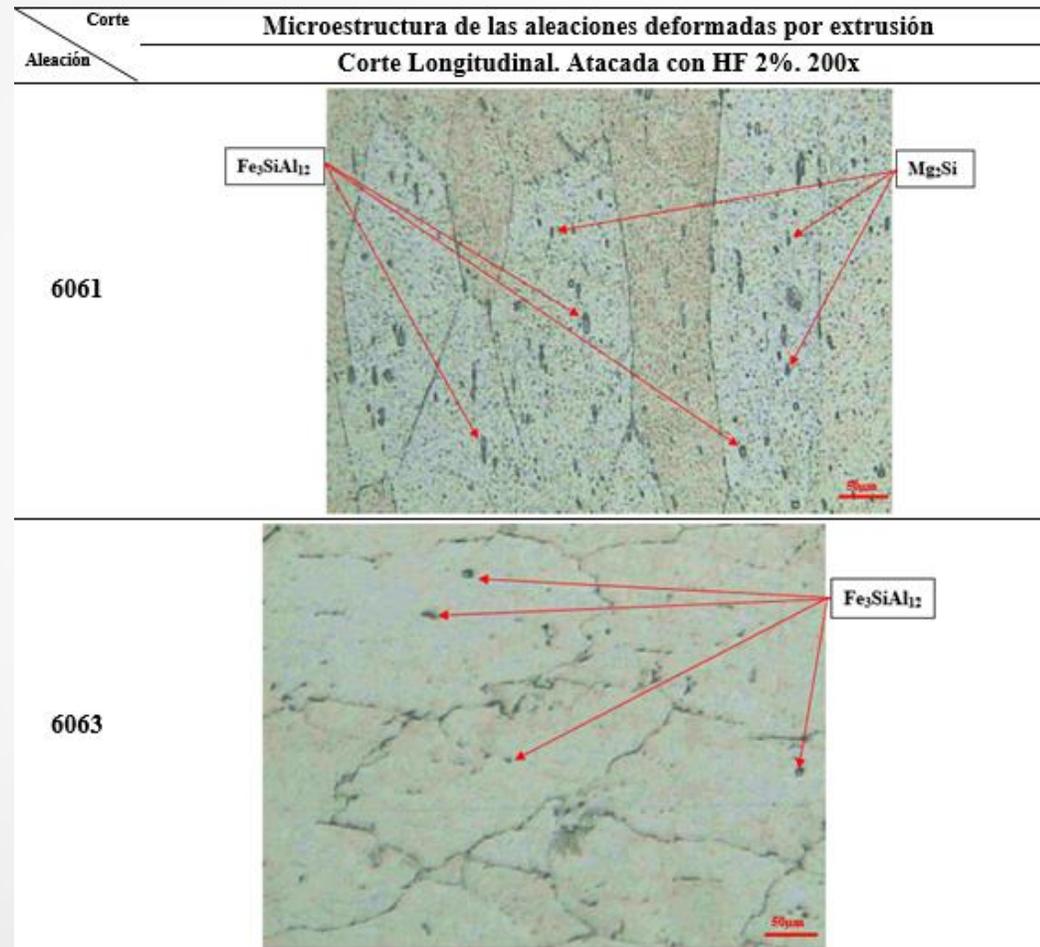
*Microestructuras de la sección transversal de las aleaciones 6061 y 6063 con aumento de 500x, atacadas con HF 2% y tomadas por medio de microscopio óptico.*



## Estudio relacionado:

Martín Fuentes, E. (2007). Efecto de la microestructura en las propiedades de materiales compuestos base aluminio.

*Microestructuras de la sección longitudinal de las aleaciones, 6061 y 6063 respectivamente, deformadas por el proceso de extrusión con aumento del 200x, atacadas con HF 2% y tomadas por medio de microscopio óptico.*



### **Estudio relacionado:**

Martín Fuentes, E. (2007). Efecto de la microestructura en las propiedades de materiales compuestos base aluminio.

# CONCLUSIONES

- Los resultados del ensayo de tracción, compresión y dureza determinaron que la aleación con menos deformación plástica es la 6063 debido a que hay que producir mayores esfuerzos. Esto es consecuencia de la gran cantidad de elementos aleantes que produce un material más resistente.
- Las microestructuras arrojaron la presencia de compuestos intermetálicos dentro de la matriz y de las aleaciones. Estos compuestos  $Mg_2Si$  y  $Fe_3SiAl_{12}$  producen un aumento de la resistencia de la aleación, pero la consecuencia más importante es la forma de este precipitado dando como resultado que el  $Fe_3SiAl_{12}$  con forma widmanstatten, presente en la aleación 6063, influye directamente en la resistencia en el material, por lo cual esta aleación tenga mayor endurecimiento que la aleación 6061 ya que este mismo compuesto presenta forma poliédrica haciéndola más dúctil.
- Para solventar la problemática del tiempo de producción se plantea la creación de una línea de producción automatizada después del proceso de troquelado. Estas líneas de producción involucran un gran capital de inversión ya que se deben contar con sistemas de control como PLC, sensores, pantallas LCD, pulsadores, cinta transportadora, brazos robóticos, entre otros.

# RECOMENDACIONES

- Por lo tanto, se recomienda escoger la aleación 6063 como posible material utilizado para el proceso de fabricación de autopartes ya que se aplican menores esfuerzos de compresión, evitando que se pierda la resistencia a la corrosión, sin importar la deformación plástica ya que el diseño de las piezas es moderado. Además, se produce mayor resistencia después del proceso de conformado debido a las formas del  $\text{Fe}_3\text{SiAl}_{12}$  después de la deformación incrementando así la vida útil de la autoparte.
- Se recomienda el ensayo de impacto con el fin de conocer las propiedades de las aleaciones 6061 y 6063 cuando ocurren choques bruscos de esfuerzos, pero sobre todo comparar con los parámetros del proceso de extrusión por impacto.
- Se recomienda el uso de los tratamientos térmicos para mejorar las propiedades finales de las piezas. Se analizaría las aleaciones 6061-T6 y 6063-T6. Estos envejecidos pueden producir precipitados que ayudaran a la resistencia del material.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bardellini, J. (2005). Análisis del sector automotor ecuatoriano. *Apunte de Economía*, 1-52.

Callister, W. (2014). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.

Cuatrecasas, L. (2011). *Gestión económica de la producción*. Madrid, España: Díaz de Santos.

Iplacex. (29 de Mayo de 2018). *Biblioteca Iplacex*. Obtenido de <http://biblioteca.iplacex.cl/RCA/Tipos%20sistemas%20de%20producción.pdf>

James, B. (29 de 05 de 2018). *Automotive manufacturing solutions*. Obtenido de <http://www.automotivemanufacturingsolutions.com/es/proceso-materiales/el-aluminio-en-la-industria-del-automovil>

Metal Handbook Volumen 2, A. (1989). *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*. Estados Unidos: ASM HANDBOOK.

Metal Handbook Volumen 9, A. (1985). *Metallography and Microstructures*. Estados Unidos: ASM Metal Hand Books.

Nañez, M. (1998). *Comportamiento de una aleación de aluminio tratada termicamente bajo carga de compresión*. Nuevo León, México: Universidad Autonoma de Nuevo León.

Navas, H., Vaca, W., Nuñez, D., Paredes, J., & Morales, F. (2017). Análisis cuantitativo de los elementos aleantes principales precipitados en billets de aluminio de aleación 6063 en equipo de fundición de colada continua horizontal para el proceso de extrusión. *Ingenius*, 42-50.

Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A.

TALAT 1302, H. (1994). *Aluminium Extrusion: Alloys, Shapes and Properties*. Birmingham, Inglaterra: Aluminium Federation.



**GRACIAS UISEK**