

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**COMPORTAMIENTO DE UNA ALEACION DE
ALUMINIO TRATADA TERMICAMENTE
BAJO CARGA DE COMPRESION**

T E S I S

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES**

PRESENTA
ING. MA. DE JESUS NAÑEZ RODRIGUEZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

JUNIO DE 1998

2006
17
15

COMPONENTO DE UNIFORME ALUMINIO
17
15

MAJ. M. B.
MAY. M. B.



1080080855

17122

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



COMPORTAMIENTO DE UNA ALEACION DE
ALUMINIO TRATADA TERMICAMENTE
BAJO CARGA DE COMPRESION

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES

PRESENTA
ING. MA. DE JESUS NAÑEZ RODRIGUEZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

JUNIO DE 1980

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



COMPORTAMIENTO DE UNA ALEACION DE
ALUMINIO TRATADA TERMICAMENTE
BAJO CARGA DE COMPRESION

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES

PRESENTA
ING. MA. DE JESUS NAÑEZ RODRIGUEZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. JUNIO DE 1993



DEDICATORIAS

A la memoria de mi MADRE

A mi querido PADRE

A mi perfecto compañero en la vida ANTONIO la mitad de mi existencia

A la otra mitad de mi existencia ADRIÁN, MARA, CLAUDIA Y SOFÍA

Con mucho cariño a mis HERMANOS

Leticia y Fernando

Raúl y Nora

Laura y Jesús

Nancy y Manuel

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS nuestro señor el haberme otorgado con la gracia de vida y el don del pensamiento

A la acertada guía del asesor DR. JOSÉ LUIS CAVAZOS GARCÍA, a su paciencia y dedicación se dirige mi más profundo agradecimiento.

A los coasesores M.C. PAULINO FLORES SAAVEDRA Y M.C. BUENAVENTURA FLORES RODRÍGUEZ por sus valiosas observaciones.

A todos los que forman el DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE MATERIALES de la F.I.M.E.

A todos los MAESTROS por la transmisión generosa de su saber.

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me brindaron su ayuda y apoyo en especial a:

**Ing. Lorenzo Vela Peña
Ing. José Antonio González Treviño
Ing. Cástulo E. Vela Villarreal
Dra. Martha Patricia Guerrero Mata
M.C. Daniel Ramirez Villarreal
Dr. Moisés Hinojosa Rivera
M.C. Gregorio López Lom
Lic. Joaquin Luna Salinas
Oscar Flores Balderas**

INDICE

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	1
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO 2. ALUMINIO Y SUS ALEACIONES	4
2.1 Introducción	4
2.2 Propiedades del aluminio	5
2.3 Aleaciones de aluminio	7
2.4 Clasificación de las aleaciones de aluminio	8
2.4.1. Aleaciones trabajadas	9
2.4.2. Aleaciones vaciadas	10
2.5 Designación de los tratamientos para el aluminio y sus aleaciones	11
CAPITULO 3. TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN ALEACIONES DE ALUMINIO	12
3.1 Introducción	12
3.2 Tratamientos térmicos en aleaciones de aluminio	12
3.2.1. Tratamiento térmico de solubilización	15
3.2.2. Enfriamiento rápido	16
3.2.3. Tratamiento por precipitación o envejecido	17
3.3 Mecanismos de endurecimiento	

3.3.1. Endurecimiento en aleaciones no-tratables térmicamente	21
3.3.2. Aleaciones tratables térmicamente	22
3.4 Secuencia de precipitación en aleaciones de aluminio de la serie 6000	22
3.5 Aleaciones Al-Mg-Si serie 6000	23
3.6 Propiedades de la aleación 6063 (0.7 Mg-0.4 Si)	25

CAPITULO 4. ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL 26

4.1 Introducción	26
4.2 Requisito para ser un elemento a compresión	27
4.3 Forma de las probetas	28
4.3.1. Probetas de forma cilíndrica	28
4.3.2. Probetas rectangulares	29
4.4 Precauciones al hacer el ensayo	29
4.5 Gráfica esfuerzo-deformación	30
4.5.1. Gráfica ingenieril	30
4.5.2. Gráfica real	31
4.6 Limitaciones al hacer el ensayo	33
4.7 Propiedades que se obtienen	33
4.8 Reducción de la fricción	34
4.9 Fractura en compresión	35
4.10 Coeficiente de ovalidad	36
4.11 Coeficiente de altura	37

CAPITULO 5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL 38

5.1 Introducción	38
5.2 Caracterización de la aleación	38
5.2.1. Composición química	39
5.2.2. Microestructura	39
5.3 Preparación de la muestra	41
5.4 Tratamiento térmico	41
5.4.1. Tratamiento de solubilización	42
5.4.2. Enfriamiento rápido	43
5.4.3. Tratamiento de envejecido	43
5.4.4. Tratamiento de sobre-envejecido	44
5.5 Microdureza	45
5.6 Ensayos de compresión	45

CAPITULO 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
6.1 Introducción	46
6.2 Microdureza	46
6.3 Ensayos de compresión	48
6.3.1. Gráficas esfuerzo deformación ingenieriles	49
6.3.2. Gráficas esfuerzo-deformacion reales	50
6.3.3. Comparación entre las gráficas esfuerzo-deformación reales e ingenieriles.	50
6.4 Análisis de gráficas	54
6.5 Coeficiente de altura (H)	56
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	60
APÉNDICE A GRÁFICAS ESFUERZO-DEFORMACIÓN	62
APÉNDICE B GLOSARIO	69
LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS	73
REFERENCIAS	76
RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	79

RESUMEN

A partir de una barra extruida de aluminio 6063-T6, se maquinaron muestras cilíndricas, una parte se sometió a tratamiento térmico de solubilización y enfriamiento rápido, envejecido y sobreenvejecido, logrando así muestras en condiciones de sobresaturado, máxima dureza y sobreenvejecido. Se procedió a realizar ensayos de dureza y compresión. En los ensayos de dureza, el valor más alto correspondió a la condición de máxima dureza, valores intermedios para las condiciones de extruida y sobreenvejecido y el mínimo a la condición de sobresaturado. Con los valores de carga y deformación registrados en los ensayos de compresión se obtuvieron las gráficas de esfuerzo-deformación reales e ingenieriles, en ellas se determinó por el método offset la resistencia a la cedencia de cada una de las condiciones, la condición de máxima dureza tiene la resistencia más alta y la más baja corresponde a la condición de sobresaturado. En las condiciones de máxima dureza, extruida y sobreenvejecido el esfuerzo de flujo plástico es casi constante y en la sobresaturada se incrementa continuamente, esto se debe a que los precipitados en las primeras condiciones son incoherentes y en la sobresaturada no existen.