

Índice general

Resumen.	9
Abstract.	13
Introducción	17
1. Introducción	17
1.1. El Aluminio	18
1.2. Las propiedades mecánicas: la dureza	19
1.3. Consideraciones generales del endurecimiento	21
1.4. Métodos de endurecimiento.	22
1.4.1. Endurecimiento por dislocaciones	23
1.4.2. Endurecimiento por precipitación.	23
1.5. Tratamientos térmicos.	24
1.6. Curva de dureza.	26
1.6.1. Nucleación	28
1.7. El Sistema Al-Cu	30
1.8. Adición de Microaleantes	36
1.8.1. Efecto del Sn, Cd e In en la precipitación del Al-Cu	36

1.8.2. Efecto de la adición de Si y Ge sobre la precipitación en Al y en Al-Cu	37
1.9. Efecto de la deformación plástica sobre la precipitación en aleaciones de base Al-Cu	39
1.10. Sistemas Al-Cu-Mg y Al-Mg-Si	41
1.11. El Sistema Al-Cu-Mg	41
1.12. El Sistema Al-Mg-Si	45
1.13. Motivación	47
Desarrollo	51
2. Desarrollo experimental.	51
2.1. Fabricación de las aleaciones	52
2.2. Mediciones de Composición	56
2.3. Tratamientos Térmicos	59
2.4. Ensayos Mecánicos	61
2.5. Mediciones de Dureza	64
2.6. Microscopía Electrónica de Transmisión. Caracterización Microestructural.	66
2.6.1. Preparación de la muestra para TEM	69
2.6.2. Modos de Operación: Imagen-Difracción	71
2.6.3. Difracción. Ley de Bragg. Eje de Zona y condición de 2 Haces. Patrones de difracción.	73
2.6.4. Técnica de Campo Oscuro (o "Dark Field")	84
2.6.5. Simulaciones de los Patrones de Difracción.	86

2.6.6. Técnica de Campo Oscuro aplicada a la identificación de los precipitados θ' y Si-Ge en aleaciones de base Al-Cu. 90

2.6.7. Haz Paralelo y Haz Convergente 98

2.6.8. Métodos de Determinación del Espesor 101

2.6.9. Microanálisis 109

2.6.10. Alta resolución (HRTEM). 111

Resultados 119

3. Al-Si, Al-Ge, Al-Si-Ge. 119

3.1. Adición de microaleantes en Al. 120

3.2. Deformación Previa en Al-Ge y Al-Si-Ge. Grados de Deformación 121

3.3. Microestructura del Al-Ge 122

3.4. Microestructura del Al-Si-Ge 124

3.5. Síntesis de Resultados. 127

3.6. Discusión 128

3.6.1. Adición de Microaleantes: 128

3.6.2. Deformación Plástica: 129

3.6.3. Grados de Deformación: 130

4. El Sistema Al-Cu. 131

4.1. Adición de microaleantes al sistema Al-Cu. 133

4.2. Deformación Previa en Al-Cu y Al-Cu-Si-Ge 133

4.3. Grados de Deformación Previa en Al-Cu y en Al-Cu-Si-Ge . 137

4.4.	Evolución de la microestructura en Al-Cu a 160°C con deformación por compresión previa al envejecimiento artificial y sin deformación.	139
4.5.	Evolución de la microestructura en Al-Cu-Si-Ge a 160°C con y sin deformación por compresión previa al envejecimiento artificial.	147
4.6.	Presencia de Si-Ge ante la deformación.	152
4.7.	Microestructura en Al-Cu-Si-Ge con grados mayores de deformación por compresión.	157
4.8.	Síntesis de Resultados en Al-Cu y Al-Cu-Si-Ge Comprimido.	164
4.9.	Efecto de la deformación plástica en Al-Cu-Si-Ge con envejecimientos a 190°C.	167
4.10.	Microestructura de Al-Cu-Si-Ge Traccionado con TT a 190°C.	168
4.11.	Precipitación Heterogénea de θ' sobre los precipitados de Si-Ge.	175
4.12.	Discusión	181
4.12.1.	Adición de Microaleantes	181
4.12.2.	Deformación Plástica Previa en Al-Cu y Al-Cu-Si-Ge	184
4.12.3.	Grados de Deformación en Al-Cu-Si-Ge	186
4.12.4.	Caracterización Microestructural en Al-Cu	186
4.12.5.	Caracterización Microestructural en Al-Cu-Si-Ge	188
4.12.6.	Mecanismo de nucleación heterogénea.	191
5.	El Sistema Al-Cu-Mg.	193
5.1.	Dureza en Al-Cu-Mg-Si-Ge	194
5.2.	Caracterización del Al-Cu-Mg-Si-Ge	195
5.3.	Discusión	201

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	7
Conclusiones	205
6. Conclusiones	205
Agradecimientos.	213
Bibliografía.	217
Lista de Publicaciones.	227