

ÍNDICE

<i>I – INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>1</i>
<i>1.1 Definición de los aceros inoxidable.....</i>	<i>2</i>
<i>1.2 Resumen histórico</i>	<i>2</i>
<i>1.3 Tipos y clasificación de los aceros inoxidable.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4 Efecto del cromo y el níquel sobre los aceros inoxidable.....</i>	<i>5</i>
<i>1.5 Principales diferencias entre los distintas familias de los aceros inoxidable.....</i>	<i>6</i>
<i>1.6 Los aceros inoxidable austeníticos AISI 304.....</i>	<i>7</i>
<i>1.7 Corrosión intergranular en los aceros inoxidable.....</i>	<i>9</i>
<i>1.8 Propiedades mecánicas de los aceros inoxidable austeníticos.....</i>	<i>11</i>
<i>II - LA DEFORMACIÓN EN CALIENTE.....</i>	<i>15</i>
<i>2.1 Introducción.....</i>	<i>16</i>
<i>2.2 Etapa de endurecimiento y de restauración dinámica.....</i>	<i>18</i>
<i>2.3 Etapa de transición.....</i>	<i>20</i>
<i>2.3.1 El comportamiento mecánico durante la recristalización dinámica.....</i>	<i>20</i>
<i>2.3.2 Evolución de la microestructura durante la recristalización dinámica.....</i>	<i>21</i>
<i>2.3.2.1 Los procesos de nucleación.....</i>	<i>21</i>
<i>2.3.2.2 El proceso de crecimiento.....</i>	<i>23</i>
<i>2.3.2.3 El inicio de la recristalización dinámica.....</i>	<i>24</i>
<i>2.4 El estado estable o de saturación.</i>	<i>26</i>
<i>2.5 La relación entre el tamaño de grano recristalizado y la tensión de estado estable.....</i>	<i>26</i>
<i>2.6 La transición entre la recristalización dinámica de pico simple y múltiple.....</i>	<i>27</i>
<i>2.7 Modelo de Luton y Sellars.....</i>	<i>28</i>
<i>2.8 Relación entre tamaño de grano inicial y recristalizado.....</i>	<i>29</i>
<i>2.9 Efecto de la composición química sobre el conformado en caliente.....</i>	<i>32</i>
<i>2.9.1 Efecto de los elementos intersticiales.</i>	<i>32</i>
<i>2.9.2 Efecto de otros elementos.....</i>	<i>35</i>

III – MODELOS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO EN CALIENTE.....37

3.1	Introducción	38
3.2	Modelización de la etapa de endurecimiento y restauración dinámica....	38
3.2.1	Modelo de Kocks.....	39
3.2.2	Modelo de Estrin, Mecking y Bregström.....	39
3.2.3	Modelo de Montheillet.....	40
3.2.4	Modelo general de Nes.....	40
3.3	Modelización de la recristalización dinámica.....	43
3.3.1	Modelo basado en la cinética de la recristalización dinámica.....	44
3.3.2	Modelo de apilamiento de grano.....	45
3.3.2.1	Migración de los bordes de granos.....	45
3.3.2.2	Nucleación de nuevos granos.....	45
3.4	Modelización de la etapa de estado estable.....	46
3.4.1	Modelización basada en el comportamiento mecánico.....	46
3.4.2	Modelo analítico de estado estable.....	47

IV - MATERIAL ESTUDIADO Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .49

4.1	Introducción.....	50
4.2	Definición de los aceros estudiados.....	50
4.2.1	Los aceros comerciales AISI 304H y AISI 304L	50
4.2.2	Los aceros modelos de alta y ultra alta pureza HP y UHP.....	50
4.3	Propiedades intrínsecas de los aceros estudiados.....	51
4.3.1	Energía de falla de apilamiento para los aceros inoxidables austeníticos.....	51
4.3.2	Efecto de temperatura sobre el módulo de cizalladura y el coeficiente de difusión.....	52
4.4	Técnicas experimentales.....	54
4.4.1	Ensayos mecánicos.....	55
4.4.2	Preparación de las probetas.....	56
4.5	Montajes experimentales para los ensayos de compresión en caliente.....	57
4.5.1	Descripción de los montajes experimentales.....	57
4.5.2	Ensayos de compresión uniaxial realizados.....	61
4.6	Caracterización microestructural convencional.....	64
4.7	Caracterización microestructural mediante MEB- EBSD.....	65
4.7.1	Introducción.....	65
4.7.2	Aproximación teórica del principio de EBSD.....	67
4.7.3	Dispositivo experimental del EBSD.....	68
4.7.4	Mapas de distribución de orientación mediante el EBSD.....	69
4.7.5	Ubicación de la probeta.....	71

<i>V – RESULTADOS Y MODELIZACIÓN DE LAS CURVAS DE FLUENCIA.....</i>	<i>73</i>
5.1 <i>Introducción.....</i>	<i>74</i>
5.2 <i>Curvas de fluencia de la conformación en caliente.....</i>	<i>74</i>
5.3 <i>Caracterización del inicio de la recristalización dinámica.....</i>	<i>89</i>
5.3.1 <i>Efecto del grado de pureza.....</i>	<i>89</i>
5.3.2 <i>Efecto del tamaño de grano de inicial.....</i>	<i>92</i>
5.4 <i>La cinética de la recristalización dinámica.....</i>	<i>94</i>
5.4.1 <i>Variación del exponente de Avrami con las condiciones de deformación.....</i>	<i>94</i>
5.4.2 <i>Variación del exponente de Avrami en función del grado de pureza.....</i>	<i>96</i>
5.4.3 <i>Variación del exponente de Avrami con el tamaño de grano inicial.....</i>	<i>96</i>
5.5 <i>Determinación de la ecuación cinética para σ_p y σ_{ss}.....</i>	<i>98</i>
5.5.1 <i>Efecto del grado de pureza sobre σ_p y σ_{ss}.....</i>	<i>99</i>
5.5.2 <i>Efecto del tamaño de grano inicial sobre σ_p y σ_{ss} en los aceros HP y UHP.....</i>	<i>102</i>
5.6 <i>Determinación del tiempo para la recristalización de 50% de fracción de volumen, $t_{50\%}$.....</i>	<i>104</i>
5.7 <i>Caracterización de la etapa de endurecimiento y restauración dinámica.....</i>	<i>105</i>
5.7.1 <i>La determinación del termino asociado al endurecimiento U.....</i>	<i>105</i>
5.7.1.2 <i>Efecto del grado de pureza sobre U.....</i>	<i>106</i>
5.7.1.3 <i>Efecto del tamaño de grano inicial sobre U.....</i>	<i>107</i>
5.7.2 <i>La determinación del término asociado a la restauración dinámica Ω.....</i>	<i>108</i>
5.7.2.1 <i>Efecto del grado de pureza sobre Ω.....</i>	<i>109</i>
5.7.2.2 <i>Efecto del tamaño de grano inicial sobre Ω.....</i>	<i>111</i>
5.8 <i>Modelización definitiva de las curvas de fluencias.....</i>	<i>111</i>
<i>VI - ESTUDIO DE LA MICROESTRUCTURA.....</i>	<i>125</i>
6.1 <i>Evolución de la microestructura en función de la temperatura y la velocidad de deformación.....</i>	<i>126</i>
6.1.1 <i>Interacción pureza y condiciones de deformación.....</i>	<i>126</i>
6.1.1.1 <i>Altos valores de Z.....</i>	<i>126</i>
6.1.1.2 <i>Valores de Z intermedias.....</i>	<i>129</i>
6.1.1.3 <i>Bajos valores de Z.....</i>	<i>132</i>
6.1.2 <i>Efecto de las condiciones de deformación sobre los cuatro aceros.....</i>	<i>136</i>
6.1.2.1 <i>Aceros comerciales AISI 304H y AISI 304L.....</i>	<i>136</i>
6.1.2.2 <i>Aceros de alta y ultra alta pureza HP y UHP.....</i>	<i>145</i>
6.1.3 <i>Efecto del tamaño de grano inicial.....</i>	<i>157</i>
6.1.3.1 <i>Para el acero de alta pureza HP.....</i>	<i>157</i>
6.1.3.2 <i>Para el acero de ultra alta pureza UHP.....</i>	<i>159</i>
6.2 <i>Evolución de la microestructura a diferentes etapas de deformación en el caso de afinamiento de grano.....</i>	<i>163</i>
6.2.1 <i>Evolución de la microestructura en función de la deformación.....</i>	<i>163</i>
6.2.1.1 <i>Etapas de endurecimiento y de restauración dinámica.....</i>	<i>163</i>
6.2.1.2 <i>Etapas de transición.....</i>	<i>164</i>

6.2.1.3 Etapa de estado estable.....	166
6.2.2 Parámetros microestructurales.	166
6.3 Evolución de la microestructura a diferentes etapas de deformación en el caso de crecimiento de grano.....	171
6.3.1 La evolución de la microestructura en función de la deformación.....	171
6.3.1.1 Etapa de endurecimiento y de restauración dinámica.....	171
6.3.1.2 Etapa de transición.....	172
6.3.1.3 Etapa de estado estable.....	172
6.3.2 Parámetros microestructurales.....	175
6.4 Mecanismos de nucleación.....	179
6.4.1 La influencia de la temperatura.....	179
6.4.2 Las subestructuras y la serración de los bordes de granos.....	182
6.4.3 Los bordes de maclas.....	183
6.4.4 Los nuevos granos recristalizados.....	186
6.5 Estudio del tamaño de grano recristalizados.....	186
6.5.1 el tamaño de grano recristalizado y las condiciones de deformación.....	187
6.5.2 Relación de Derby.....	188
6.5.3 Efecto de la microestructura de partida sobre el tamaño de grano recristalizado.	190
VII – CONCLUSIONES.....	193
VIII – BIBLIOGRAFÍA.....	197