

# CAPITULO 6

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de este trabajo permiten concluir lo siguiente:

- Las camisas tradicionales de fundición de hierro gris presentan deslizamiento relativo al cuerpo del monoblock a cargas de 2.68 MPa.
- Todas las camisas de aluminio con partículas de silicio, presentan resistencia al deslizamiento mayor que las camisas de hierro gris.
- Los diferentes acabados superficiales afectan el valor de resistencia al deslizamiento de las camisas de aluminio.
- Dependiendo del tratamiento superficial mecánico superficial por granallado. La rugosidad de las camisas de aluminio varía de 6  $\mu\text{m}$  a 14  $\mu\text{m}$ .
- La mejor resistencia al deslizamiento se logró con un tratamiento de granallado ligero sin ahumar. Las camisas de aluminio soportan esfuerzos de hasta 80 MPa sin presentar deslizamiento permanente.
- El recubrimiento de ahumado es necesario para proteger las camisas de posible punto de fusión, sin embargo, el uso de este recubrimiento reduce la resistencia al deslizamiento. No obstante, la resistencia que se logró en camisas con recubrimiento sobrepasa la resistencia de la camisa de hierro que se ensayó como referencia.

- La combinación de granallado y recubrimiento de grafito (ahumado) mejora la resistencia al deslizamiento de las camisas sin granallar y con ahumado.
- La mejor condición tecnológica se logra con un tratamiento mecánico de granallado severo y con recubrimiento de carbón (ahumado), con esto se logra la protección de la camisa (evitar porosidad superficial de la camisa) y se alcanzan valores de resistencia al deslizamiento de hasta 10 MPa, así con esto se logran tener resistencias mayores al de la referencia y sin provocar porosidad en las camisas.
- Es necesario que en trabajos futuros, las pruebas de “push out” se realicen en una máquina con la suficiente capacidad de carga (>10 000Kg) para tener curvas carga vs desplazamiento completas y no verse limitados por la carga de la máquina.

Se recomienda que esta línea de investigación continúe con los siguientes temas:

- Influencia de la composición química en la adhesión entre camisa y aleación de Al.
- Influencia del crecimiento de partículas de silicio en la adhesión entre la camisa y la aleación de Al.
- Influencia que presentaría el recubrimiento de carbón en la transferencia de calor entre la camisa y la aleación de Al.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 John E. Gruzleski, Bernanrd M. Closset, "The Treatment of Liquid Aluminium-Silicon Alloys", AFS, Inc 1990. pp(12-33)
- 2 Dietrich G. Altenpohl "Aluminium: Technology, Applications, and Environmet A Profile of a Modern Metal. TMS, Alemania ,1998, pp(95-96, 279, 357-362)
- 3 World Aluminium (Aluminium and the automotive)  
<http://www.world-aluminium.org/applications/transport/automotive.html>
- 4 World-Aluminium (Applications)  
<http://www.world-aluminium.org/applicatrions/index.html>
- 5 World-Aluminium (Aluminium at sea)  
<http://www.world-aluminium.org/applications/transport/marine.html>
- 6 World-Aluminium (Aluminium´s Life Cycle)  
<http://www.world-aluminium.org/iai/publications/lifecycle.html>
- 7 Aluminium Federation  
<http://www.alfed.org.uk/transport.html>
- 8 Peak Werkstoff , "High Performance Aluminium" MTZ, Alemania, 1997 Vol.9
- 9 World-Aluminium (Aluminium recycling)  
<http://www.world-aluminium.org/environmet/recycling/index.html>
- 10 ASM Handbook, Vol 2, 10ª Edition, ASM International. E.U 1992, pp(3-5, 21-30, 59, 74-75, 123, 135)
- 11 Donna L. Zalensas, "Aluminium Casting Technology", AFS, E.U 1993, pp(56-84, 89-91, 94-99, 101-104,147,167-168,170, 177,186, 280)
- 12 L. Mondolfo "Aluminium Alloys: Structure and Properties", Butterworth, Londres (1986)
- 13 Cesar Dimas "Efecto de la Temperatura de solubilización sobre las propiedades mecánicas en una aleación Al-Si tipo A319.0", Tesis Maestría, U.A.N.L, México, 1999, pp(48-49, 51, 53-55).

- 14 Frank King "El Aluminio y sus Aleaciones" México, 1992, pp (81-94, 105-106, 111, 131, 133, 190-191)
- 15 Van Lancker, M., "Metallurgy of Aluminium Alloys", Chapman & Hall, Londres, 1967.
- 16 "Enciclopedia of Science and Technology ", Mc Graw Hill, E.U, 1971, Vol. 1, pp(326-334)
- 17 I. J. Polmear "Light Alloys Metallurgy of the Light Metals", Reino Unido, 1992. pp (102, 125).
- 18 "Enciclopedia práctica del automovil, El Motor", México, 1994 Volumen 1 pp(57-60)
- 19 John. E. Hatch "Aluminium: Properties and Physical Metallurgy", Londres, 1992. pp(351-352, 355-356).
- 20 Equilibrium Diagrams of Aluminium Alloy Systems, The Aluminium Development Association Phillips, H.W.L, Institute of Metals, E.U, 1995, pp(25).
- 21 "For example, Guiner-Preston zones, JIM, Aug. 1959, pp (87,430)
- 22 Raynor, G.V."Annotated Equilibrium Diagrams", Institute of Metals, 1945
- 23 J.W. Bray, Aluminium Mill and Engineered Wrought products, Volumen 2, ASM Handbook, ASM International, E.U, 1990 pp(61)
- 24 John E. Hatch "Properties of Commercial Wrought Alloys" ASM, E.U, 1984 pp(351-378).
- 25 Grimes, R., Cornish, A.J., Miller, W.S and Reynolds, M.A. "Metals and Materials" E.U, Junio 1985, pp357.
- 26 Nowak, S.K., "The American Institute Mininning and Metals and Engineering", E.U 1956, pp(206,553)

- 27 <http://www.vwvortex.com/news>.
- 28 "Aluminium, The Production of casting" pp(4)
- 29 C. Peytor-Chansac, K. Hummert, "High Performance Aluminium for Applications in Internal Combustion Engines. Simposium organizado por la sociedad de ingenieros del automóvil de París, Francia, Nov. 1993.
- 30 P. Stocker, F. Rückert, K. Hummert, "The new Aluminium Silicon Technology for Die Cast Aluminium Cranckcases" MTZ, Motortechnische Zeitschrift, Alemania 1997 pp(58, 502-508).
- 31 R. Pürling, D. Zebrowski "Spray Deposition Plant for Al-Alloys Technical Aspects" Proceedings of 1992 Powder Metallurgy.
- 32 H.W. Dietert, "Processing Molding Sand", AFS, E.U 1994.
- 33 Sidney H. Avner, "Introduction to Physical Metallurgy", John Wiley & Sons, Inc. E.U, 1987.
- 34 John D. Verhoeven, "Fundamentals of Physical Metallurgy", John Wiley & Sons, Inc. E.U. 1987.
- 35 Neivi A. Gonzales, " " Tesis Maestría , ITS, Saltillo Coahuila 2001.
- 36 D.P Parton & M.A. Hedges "A Guide to Melt Treatment in the Aluminium Foundry" London & Scandinavian Metallurgical, Londres, 1996.
- 37 Dr. J. Talamantes. Comunicación privada Noviembre 2001. Nemak-UANL. México

# Índice de Figuras

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
2.3.1	Cabeza de pistón de aluminio	13
2.3.2	Cabeza automotriz vaciada en aleación 356.0	13
2.4.1	Diagrama Al-Fe	16
2.4.2	Diagrama Al-Cu	17
2.4.3	Diagrama Al-Mn	18
2.4.4	Diagrama Al-Si	19
2.4.5	Diagrama Al-Mg	20
2.4.6	Diagrama Al-Mg-Si: Solidus	21
2.4.7	Diagrama Al-Zn	22
2.4.8	Diagrama Al-Li	23
2.5.1	Puerta con barras para impactos de aluminio	24
2.5.2	Componente de suspensión de aluminio hidroformado	25
2.5.3	Eje trasero ensamblado	25
2.5.4	Eje completamente ensamblado, incluyendo eje trasero de aluminio	25
2.5.5	Carrocería fabricada de perfiles de aluminio.	25
2.6.1	Sección de un motor	27
2.6.2	Monoblock de aluminio con camisas de aluminio.	28
2.6.3	Esfuerzos debidos a la fricción de los anillos y la camisa	28
2.7.1	Método "Ospray"	31
2.7.2	Microestructura aleación SAE 390, vaciada por gravedad	32
2.7.3	Microestructura con distribución homogénea de partículas de silicio, vaciada por el método "Ospray"	32
2.7.4	Formación de lingotes	33
2.7.5	Equipo de ondas ultrasónicas para medir liga metálica.	34
2.7.6	Representación de liga metálica por colores	34

2.7.7	Topografía de la camisa vista con microscopio electrónico de barrido	34
3.2.1	Molde de arena	37
3.2.2	Esquema de vaciado en molde de arena	37
3.3.1	Componentes de una unidad de baja presión	38
3.3.2	Tren de aterrizaje en aleación A356 vaciada en baja presión en arena	39
3.5.1	Sección esquemática del vaciado en molde metálico a presión	42
3.8.1	Representación de una estructura cristalina	44
3.9.1	Representación del acomodo y desarreglo de átomos	45
3.9.2	Estructura cristalina del aluminio	45
3.9.3	Representación de la solidificación del aluminio	46
3.10.1	Diagrama de fases para aluminio-silicio	47
3.10.2	Formación de dendrita	48
3.10.3	Gráfica de solidificación del análisis térmico	48
3.11.1	Curva típica de enfriamiento	49
4.2.1	Diagrama del molde empleado	51
4.2.2	Piezas de madera para realizar molde de arena	52
4.2.3	Esquemáticamente se muestra posicionado el alimentador, entradas y cavidad	52
4.2.4	Preparación de cama de arena en el molde de arena	53
4.2.5	Colocación de sistema de alimentación y cavidad	53
4.2.6	La cavidad y el sistema de alimentación rodeados de arena	54
4.2.7	Sección de molde de arena.	54
4.3.1	Camisa trazada	54
4.3.2	Trazos en camisa	55
4.3.3	Trazos en camisa	55
4.3.4	Barrido de camisa	56
4.4.1	Párculas de SiC	56
4.4.2	Introducción de camisas a máquina de granallado ligero	57
4.4.3	Introducción de camisas a máquina de granallado severo	57

4.5.1	Ahumado de camisa	59
4.6.1	Olla desgasificadora	58
4.6.2	Vaciado continuo de molde	59
4.6.3	Llenado completo del molde	59
4.6.4	Pieza solidificada	59
4.7.1	Pieza maquinada ya trazada	60
4.7.2	Pieza cortada y pulida	60
4.8.1	Acople de punzón y dado a máquina de tensión	62
4.8.2	Posicionamiento del punzón con la pieza	62
4.8.3	Resaques del punzón	63
4.8.4	Punzón tratando de desplazar la camisa	63
4.8.5	Prueba finalizada	63
4.8.6	Equipo usado para la prueba de desplazamiento de camisa	63
4.8.7	Corazón de arena con termopares	64
4.8.8	Corazón de arena con camisa y termopares	64
4.8.9	Equipo de adquisición de datos	65
5.2.1	Perfil de rugosidad en el punto de la camisa	67
5.2.2	Distribución de los 9 trazos alrededor de la camisa	67
5.2.3	Variación de valores de Ra promedio, condición normal	71
5.2.4	Variación de valores de Ra promedio, condición granallado normal	71
5.2.5	Variación de valores de Ra promedio, condición granallado severo	72
5.2.6	Comportamiento de rugosidad original después de aplicar un acabado de granallado ligero y severo	74
5.3.1	Perfil de solidificación, prueba a 680°C	76
5.3.2	Perfil de solidificación, prueba a 720°C	76
5.3.3	Perfil de solidificación, prueba a 740°C	74
5.3.4	Temperaturas alcanzadas a diferentes alturas de la camisa	77
5.4.1	Porcentaje de adhesión metálica a 680°C	79
5.4.2	Porcentaje de adhesión metálica a 720°C	79
5.4.3	Porcentaje de adhesión metálica a 740°C	79

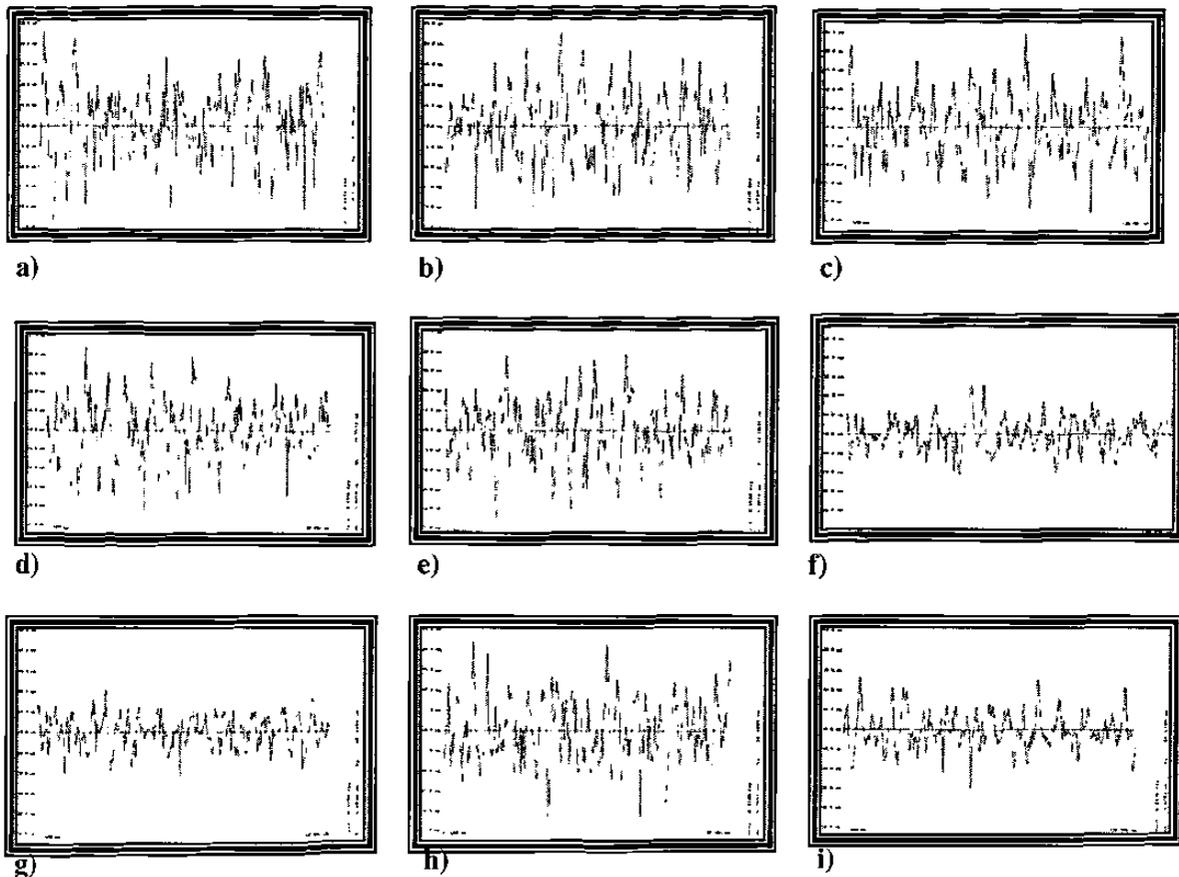
5.5.1	Curvas carga contra desplazamiento observadas al ensayar las piezas seccionadas	81
5.6.1	Microestructura en la condición con recubrimiento con grafito	83
5.6.2	Rasgadura producida por fricción.	83
5.6.3	Curva carga contra desplazamiento para la condición granallado Ligero	84
5.6.4	Microestructuras típicas de la condición granallado ligero	84
5.7.1	Poros superficiales en camisa	87
5.7.2	Proceso de vaciado de camisas	88
5.7.3	Intermetálicos de cobre I	88
5.7.4	Intermetálicos de cobre II	89
5.8.1	Sección de camisa de hierro gris insertada en monoblock de Al	90
5.8.2	Curva carga vs desplazamiento promedio de camisa de hierro gris	90
5.9.1	Esfuerzo de ruptura en condición normal sin recubrimiento de grafito	92
5.9.2	Esfuerzo de ruptura en condición granallado ligero sin recubrimiento de grafito	92
5.9.3	Esfuerzo de ruptura en condición granallado severo sin recubrimiento de grafito	93
5.9.4	Esfuerzo de ruptura en condición normal con recubrimiento de grafito	93
5.9.5	Esfuerzo de ruptura en condición granallado ligero sin recubrimiento de grafito	94
5.9.6	Esfuerzo de ruptura en condición granallado severo sin recubrimiento de grafito	94
5.9.7	Curvas carga vs desplazamiento de las pruebas sin recubrimiento	96
5.9.8	Curvas carga vs desplazamiento de las pruebas con recubrimiento	96

# Indice de Tablas

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1.1	Relación del porcentaje utilizado de aluminio en diferentes aplicaciones automotrices.	4
4.7.1	Identificación de muestras, condición sin ahumar	61
4.7.2	Identificación de muestras, condición ahumado	61
4.7.3	Temperaturas de vaciado	62
5.2.1	Valores de rugosidad promedio, correspondiente a la condición normal sin ahumado	68
5.2.2	Valores de rugosidad promedio, correspondiente a la condición granallado normal sin ahumado	69
5.2.3	Valores de rugosidad promedio, correspondiente a la condición granallado severo sin ahumado	69
5.2.4	Valores de rugosidad promedio, correspondiente a la condición normal ahumado	69
5.2.5	Valores de rugosidad promedio, correspondiente a la condición granallado normal ahumado	70
5.2.6	Valores de rugosidad promedio, correspondiente a la condición granallado severo ahumado	70
5.2.7	Valores de Ra promedio para cada condición	70
5.2.8	Cambio en la rugosidad de tres camisas después de ser sometidas al granallado ligero	73
5.2.9	Cambio en la rugosidad de tres camisas después de ser sometidas al granallado severo	73
5.3.1	Temperatura de vaciado a diferentes alturas	75
5.4.1	Porcentaje de adhesión entre la camisa de aluminio y la aleación A319	78

# **ANEXO 1**

**Figura A1.1** Perfiles de rugosidad condición normal sin ahumar para probeta 1-1-1 (Escala mayor +50 $\mu\text{m}$ , Escala menor -50 $\mu\text{m}$ )

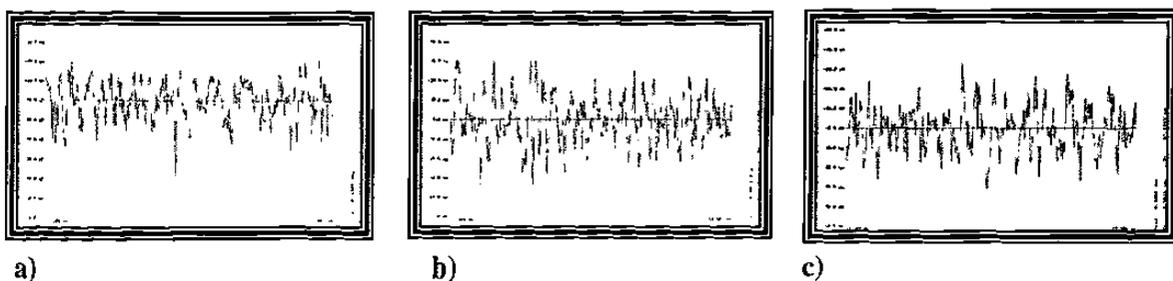


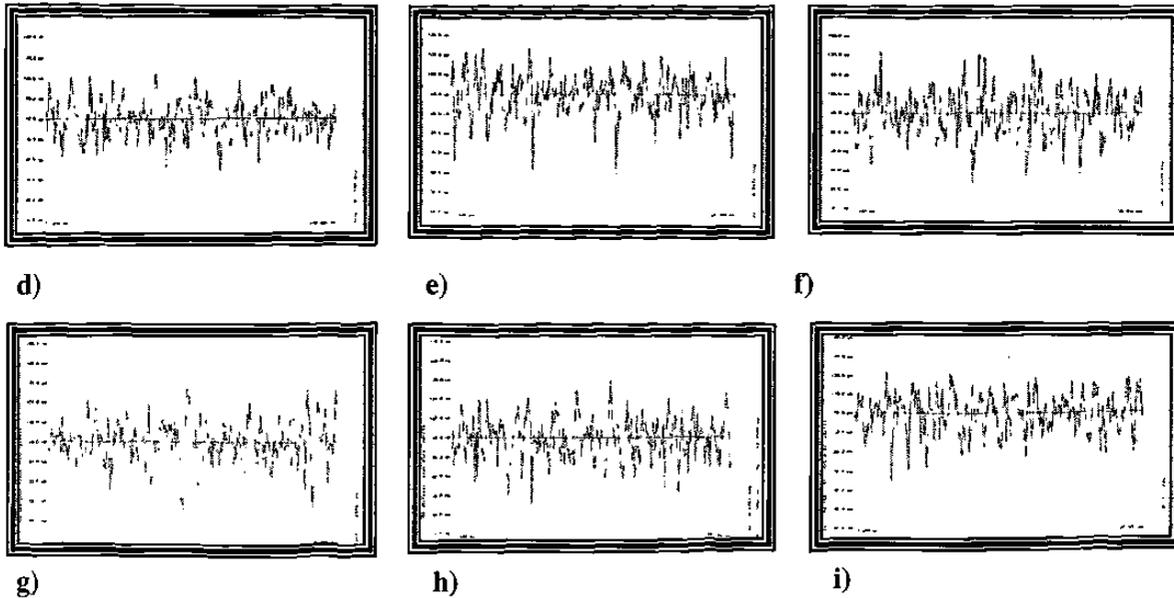
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	6.8516
b)	II	A	6.0704
c)	III	A	6.6613

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	5.8258
e)	II	B	5.8014
f)	III	B	6.2029

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	5.8652
h)	II	C	5.7554
i)	III	C	6.6703

**Figura A1.2** Perfiles de rugosidad condición normal sin ahumar para probeta 1-1-2 (Escala mayor +50 $\mu\text{m}$ , Escala menor -50 $\mu\text{m}$ )



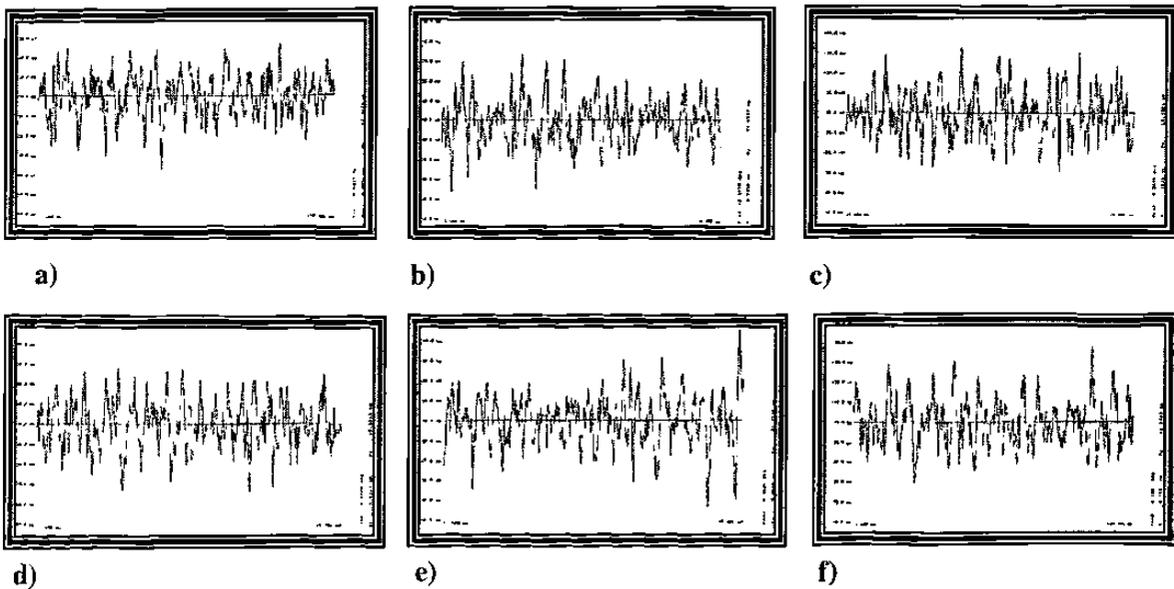


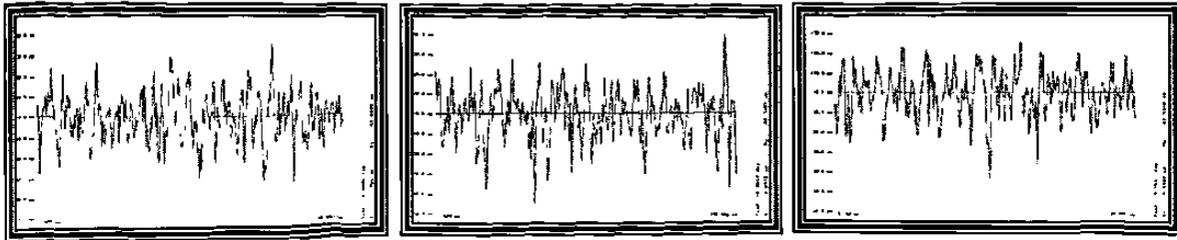
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	7.2841
b)	II	A	9.4229
c)	III	A	8.5626

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	6.8767
e)	II	B	7.6660
f)	III	B	9.0015

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	7.8167
h)	II	C	7.9856
i)	III	C	7.8063

**Figura A1.3** Perfiles de rugosidad condición normal sin ahumar para probeta 1-1-3 (Escala mayor + 25  $\mu\text{m}$  Escala menor - 25  $\mu\text{m}$ ).





g)

h)

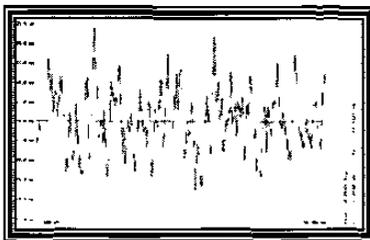
i)

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	8.4896
b)	II	A	8.9256
c)	III	A	9.1636

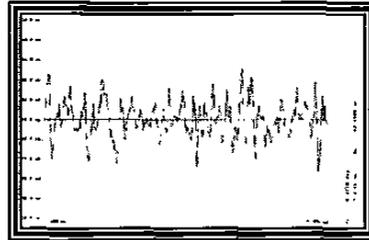
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	9.4329
e)	II	B	9.4068
f)	III	B	8.9580

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	8.7766
h)	II	C	9.8935
i)	III	C	8.8454

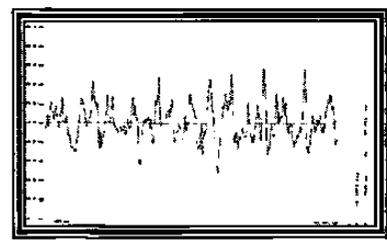
**Figura A1.4** Perfiles de rugosidad condición granallado normal sin ahumar para probeta 1-2-1 (Escala mayor  $50\mu\text{m}$ , Escala menor  $50\mu\text{m}$ )



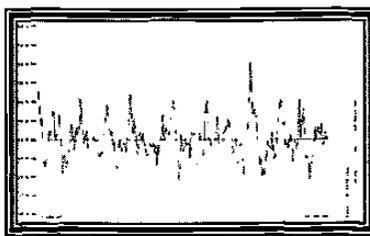
a)



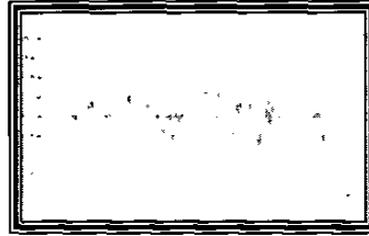
b)



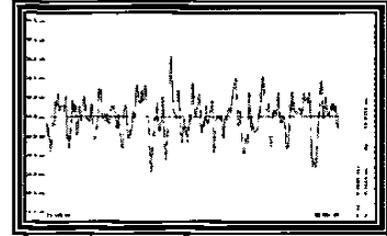
c)



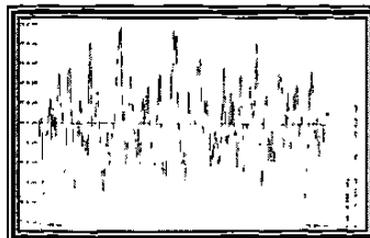
d)



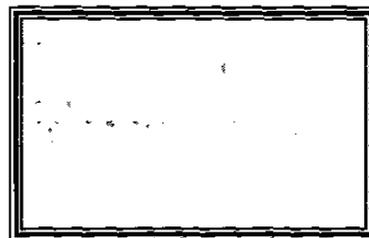
e)



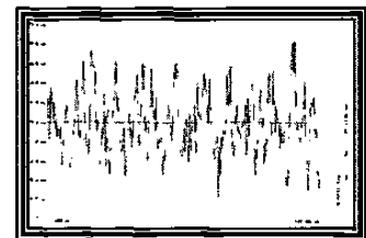
f)



g)



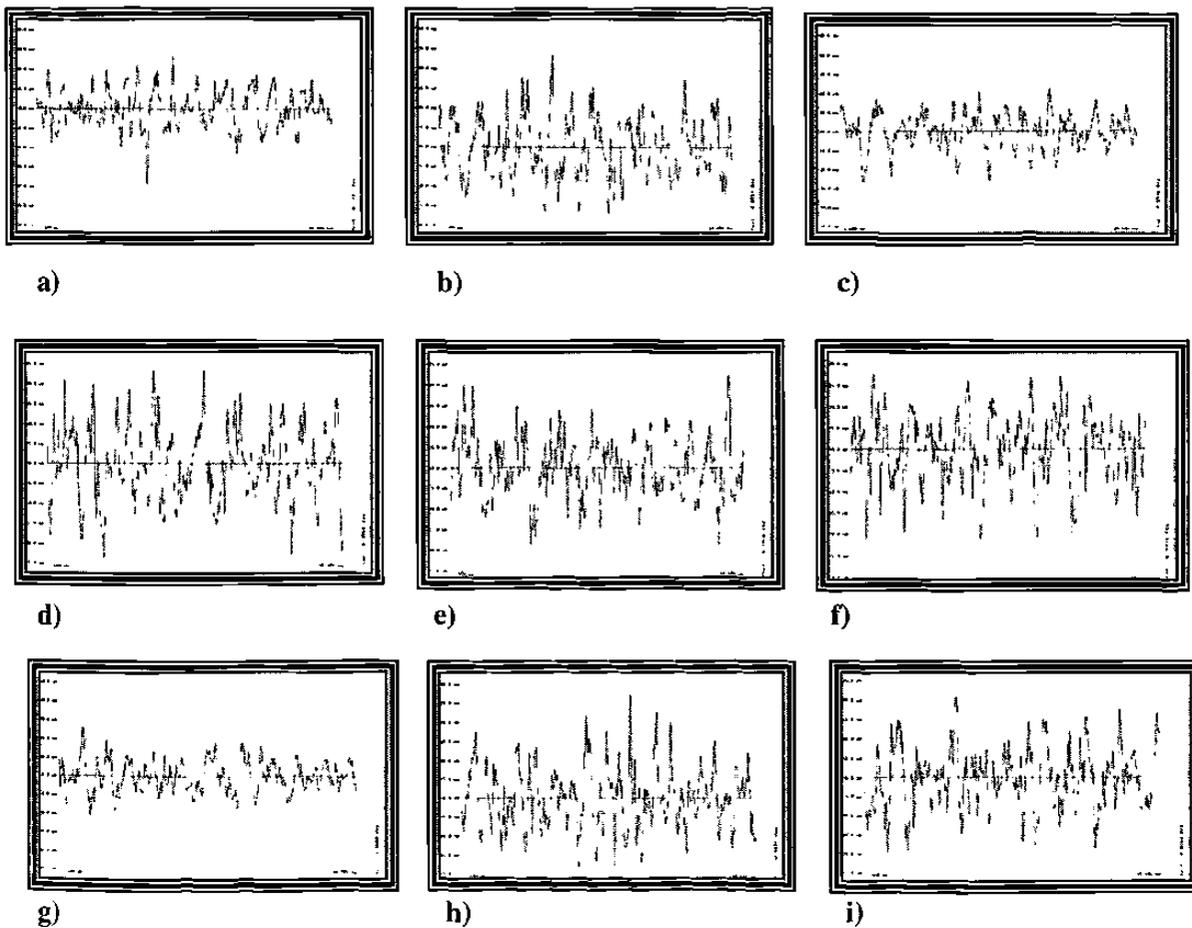
h)



i)

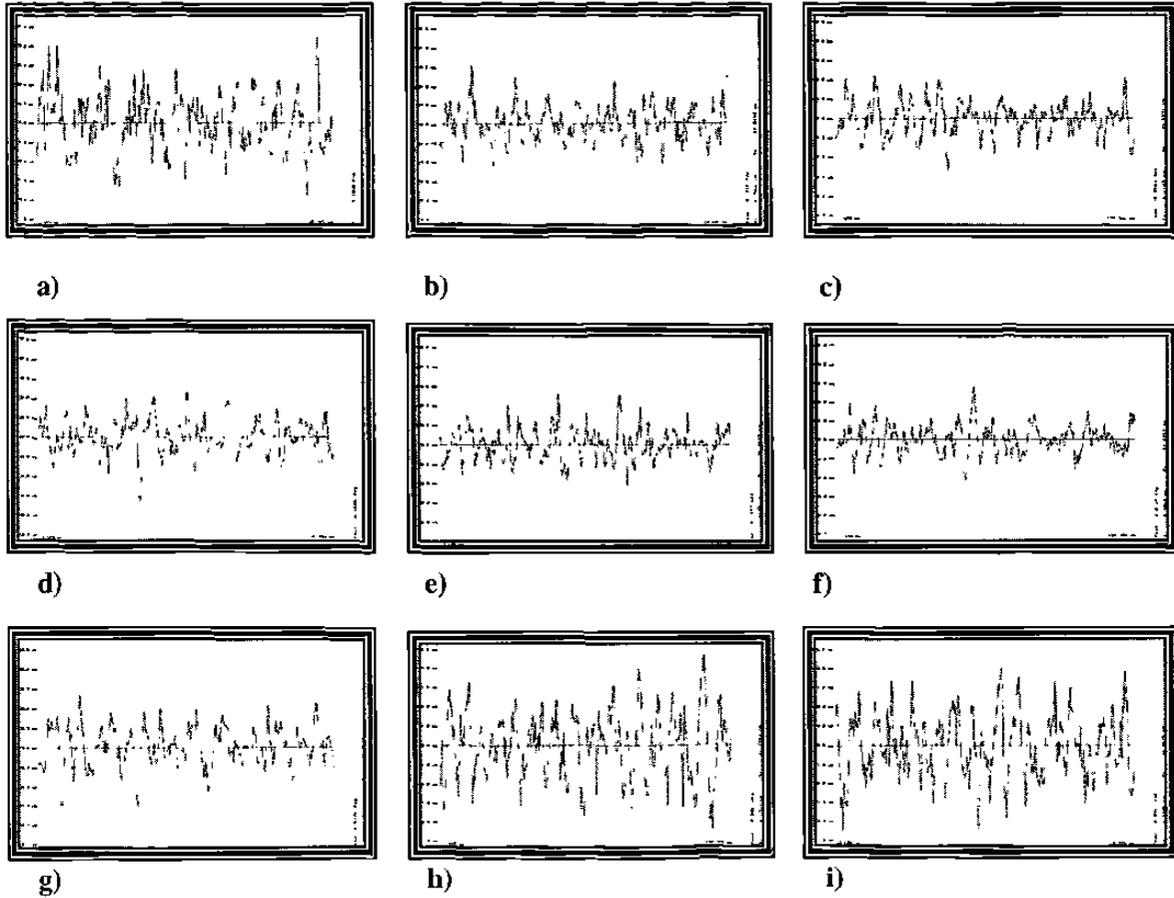
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	6.2880	d)	I	B	7.1538	g)	I	C	6.6876
b)	II	A	7.0755	e)	II	B	6.7123	h)	II	C	8.1768
c)	III	A	7.3426	f)	III	B	7.1683	i)	III	C	5.7869

**Figura A1.5** Perfiles de rugosidad condición granallado normal sin ahumar para probeta 1-2-2 (Escala mayor +50 $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )



ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	7.5009	d)	I	B	7.2152	g)	I	C	6.4176
b)	II	A	6.1275	e)	II	B	5.5933	h)	II	C	6.0198
c)	III	A	6.8147	f)	III	B	6.2862	i)	III	C	6.0074

**Figura A1.6** Perfiles de rugosidad condición granallado normal sin ahumar para probeta 1-2-3 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )

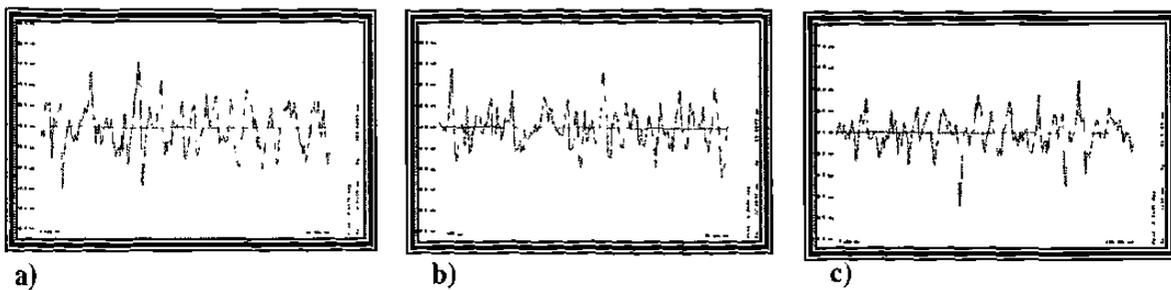


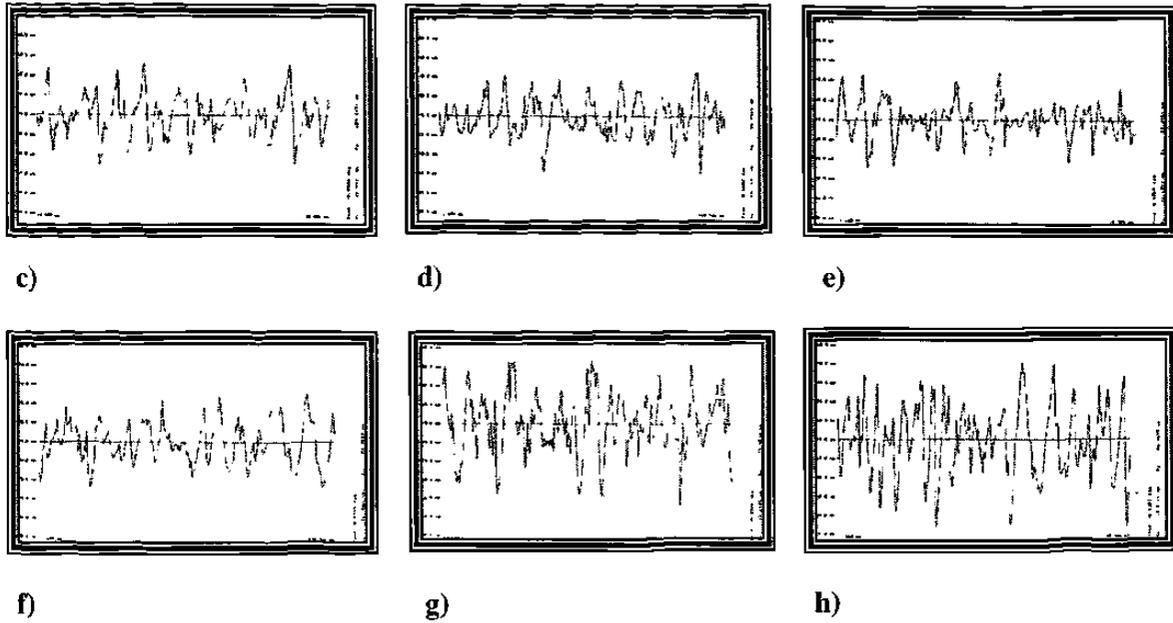
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	7.5009
b)	II	A	6.1275
c)	III	A	6.8147

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	7.2152
e)	II	B	5.5933
f)	III	B	6.2862

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	6.4176
h)	II	C	6.0198
i)	III	C	6.0074

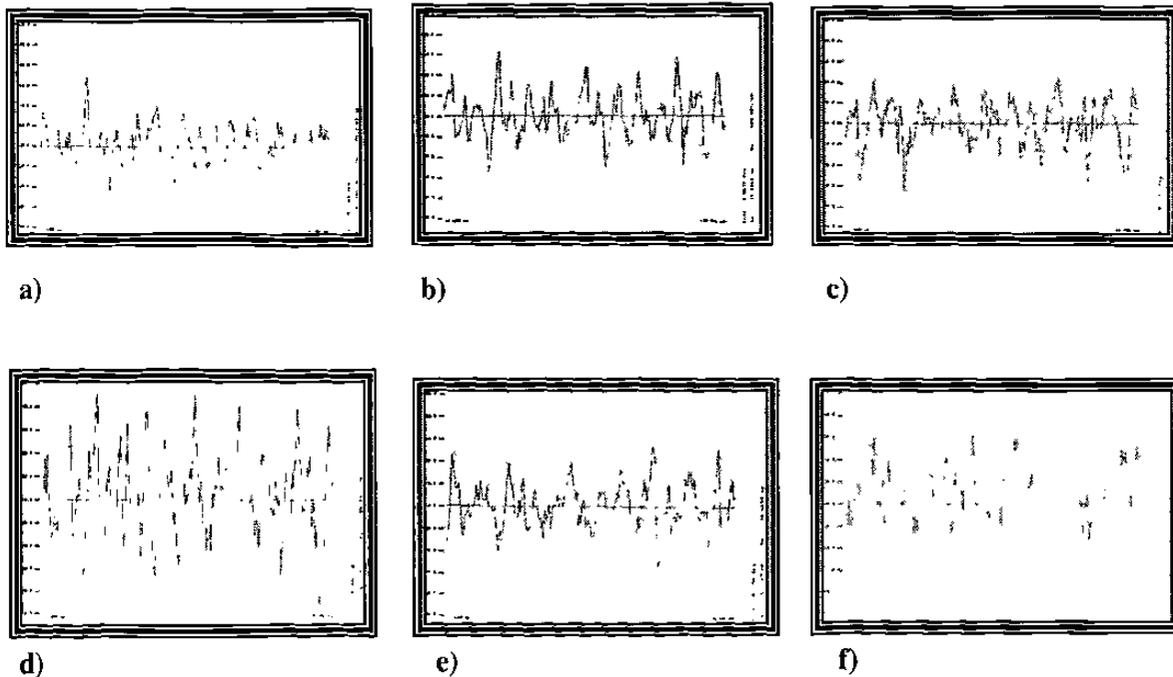
**Figura A1.7** Perfiles de rugosidad condición granallado normal sin ahumar para probeta 1-3-1 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )

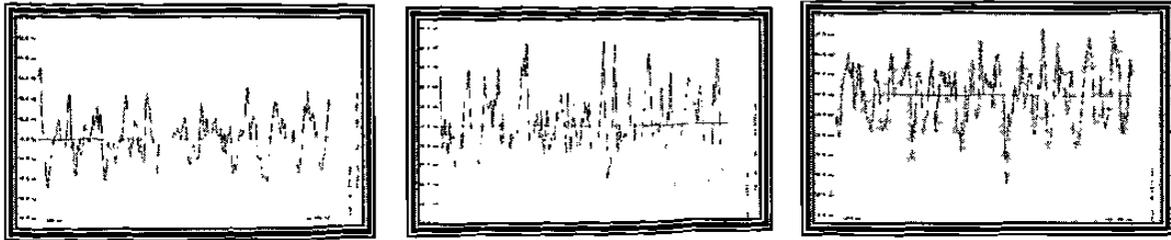




<i>ID</i>	<i>Punto</i>	<i>Parte</i>	<i>Ra (μm)</i>	<i>ID</i>	<i>Punto</i>	<i>Parte</i>	<i>Ra (μm)</i>	<i>ID</i>	<i>Punto</i>	<i>Parte</i>	<i>Ra (μm)</i>
<i>a)</i>	<i>I</i>	<i>A</i>	<i>16.0324</i>	<i>d)</i>	<i>I</i>	<i>B</i>	<i>15.5931</i>	<i>g)</i>	<i>I</i>	<i>C</i>	<i>15.7441</i>
<i>b)</i>	<i>II</i>	<i>A</i>	<i>12.6837</i>	<i>e)</i>	<i>II</i>	<i>B</i>	<i>16.9065</i>	<i>h)</i>	<i>II</i>	<i>C</i>	<i>12.2125</i>
<i>c)</i>	<i>III</i>	<i>A</i>	<i>11.1234</i>	<i>f)</i>	<i>III</i>	<i>B</i>	<i>12.1037</i>	<i>i)</i>	<i>III</i>	<i>C</i>	<i>14.3114</i>

**Figura A1.8** Perfiles de rugosidad condición granallado normal sin ahumar para probeta 1-3-2 (Escala mayor +50 μm, Escala menor 50 μm)





g)

h)

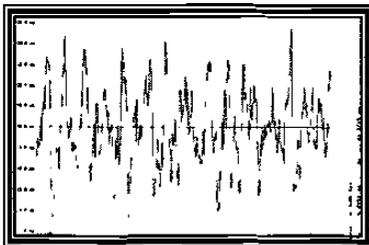
h)

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	14.4406
b)	II	A	17.1158
c)	III	A	16.8591

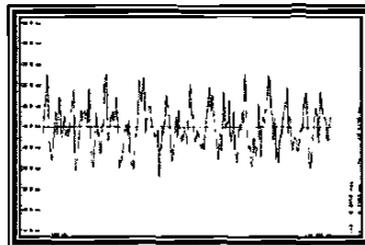
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	14.0178
e)	II	B	17.0589
f)	III	B	11.0005

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	15.3269
h)	II	C	12.9587
i)	III	C	11.1746

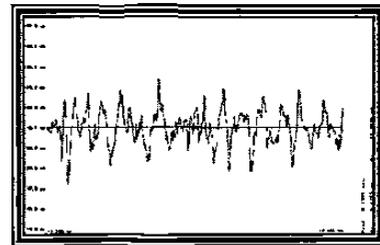
**Figura A1.9 Perfiles de rugosidad condición normal ahumado para probeta 2-1-1 (Escala mayor + 50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )**



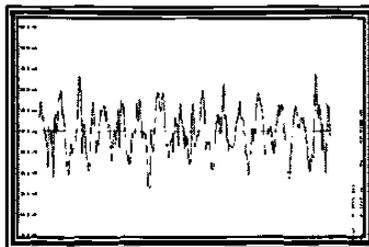
a)



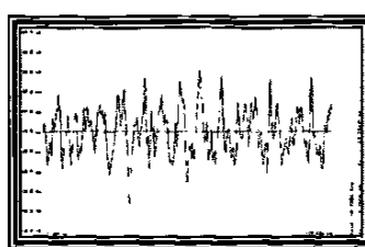
b)



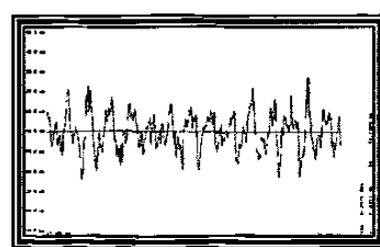
c)



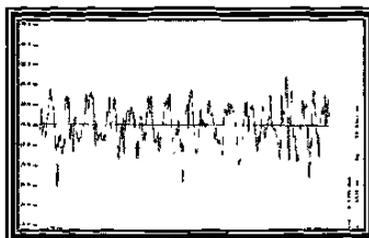
d)



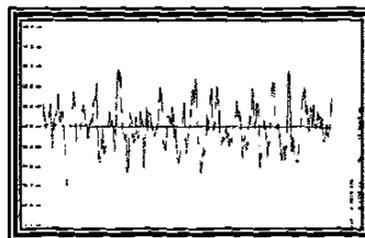
e)



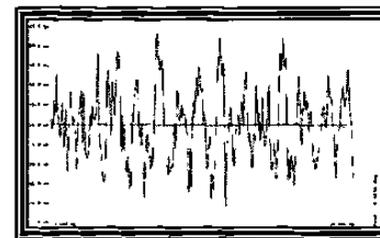
f)



g)



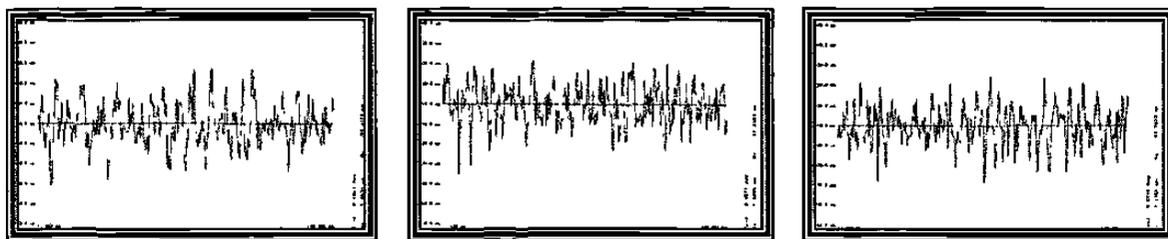
h)



i)

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	6.8202	d)	I	B	8.3712	g)	I	C	7.6538
b)	II	A	8.1384	e)	II	B	9.1556	h)	II	C	8.1390
c)	III	A	6.4252	f)	III	B	7.1452	i)	III	C	7.1100

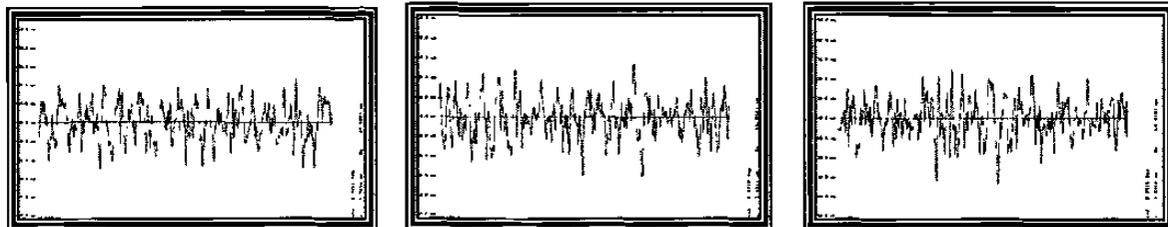
**Figura A1.10** Perfiles de rugosidad condición normal ahumado para probeta 2-1-2 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )



a)

b)

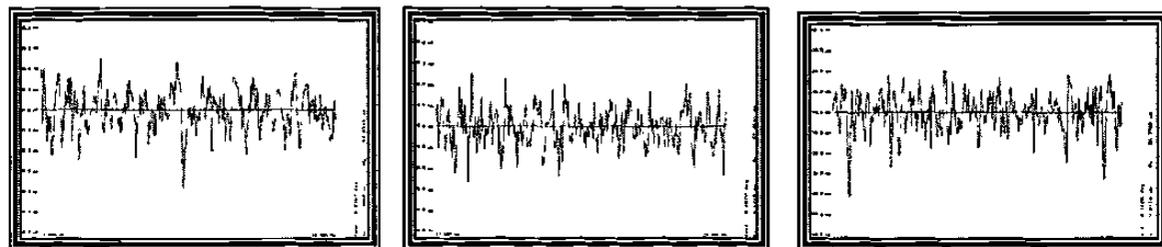
c)



d)

e)

f)



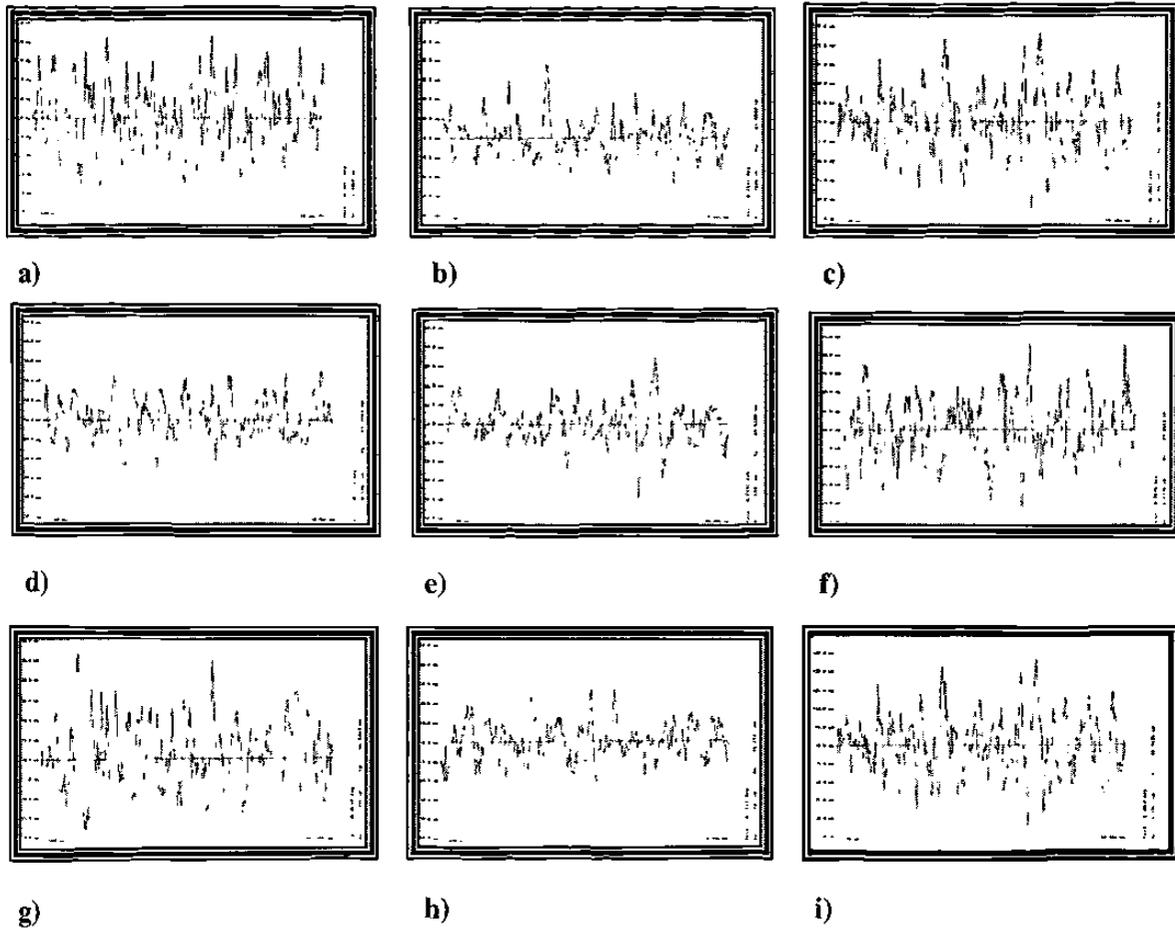
g)

h)

i)

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	7.9031	d)	I	B	7.7254	g)	I	C	7.3860
b)	II	A	7.4255	e)	II	B	7.4681	h)	II	C	6.6248
c)	III	A	7.1356	f)	III	B	7.3314	i)	III	C	7.0114

**Figura A1.11** Perfiles de rugosidad condición normal ahumado para probeta 2-2-1 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )

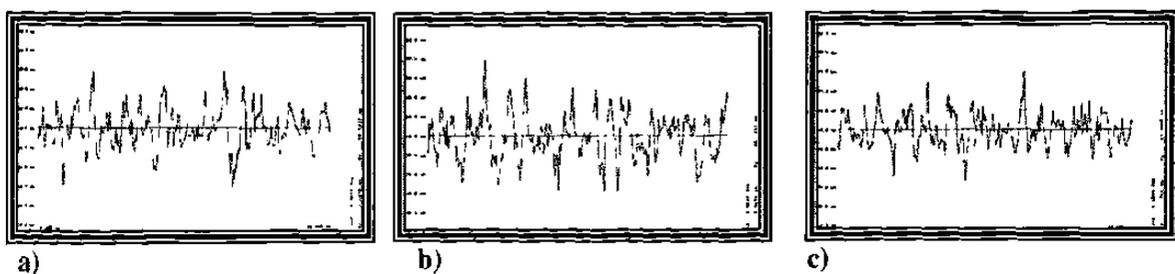


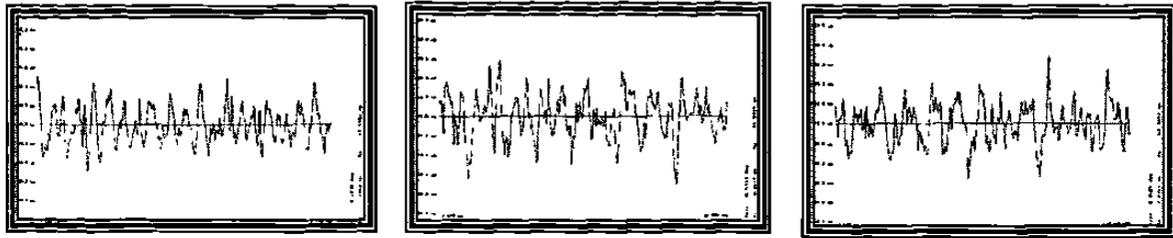
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	6.9060
b)	II	A	7.3808
c)	III	A	6.1062

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	8.5065
e)	II	B	7.6987
f)	III	B	6.4396

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	8.7478
h)	II	C	7.2394
i)	III	C	7.1781

**Figura A1.12** Perfiles de rugosidad condición normal ahumado para probeta 2-2-2 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )

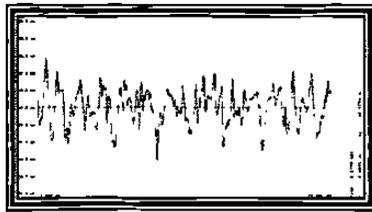




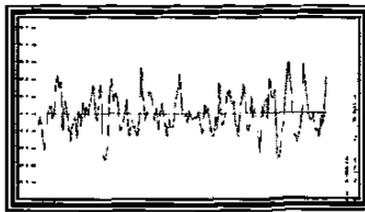
d)

e)

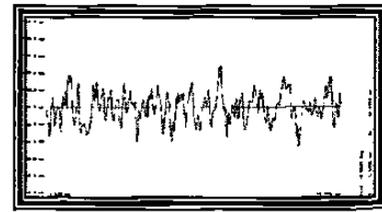
f)



g)



h)



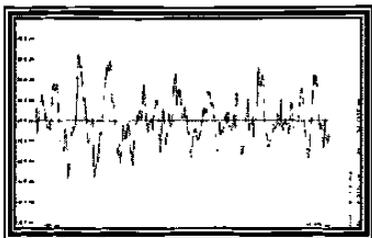
i)

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	7.6090
b)	II	A	9.0694
c)	III	A	6.4766

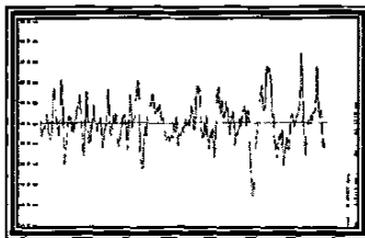
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	7.4862
e)	II	B	8.6619
f)	III	B	7.8107

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	8.1835
h)	II	C	8.4175
i)	III	C	6.6996

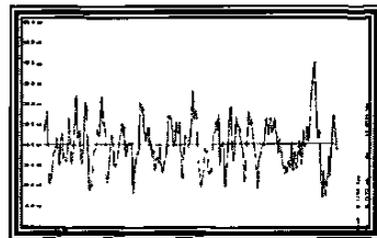
**Figura A1.13** Perfiles de rugosidad condición normal ahumado para probeta 2-2-3 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )



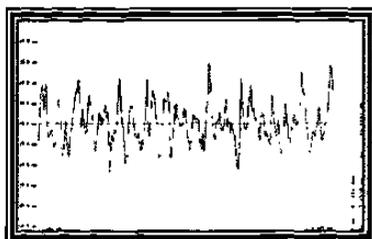
a)



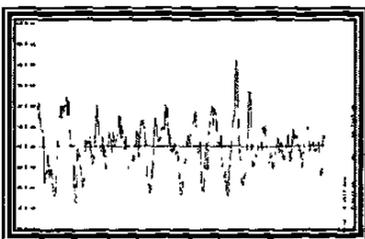
b)



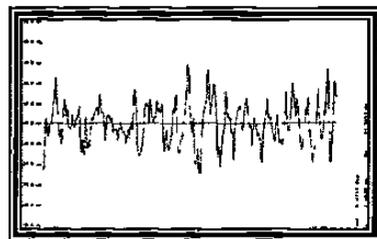
c)



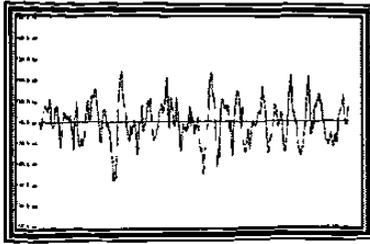
d)



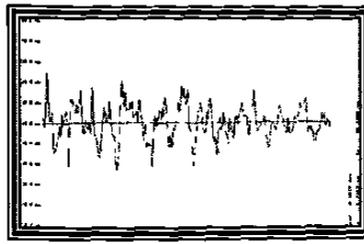
e)



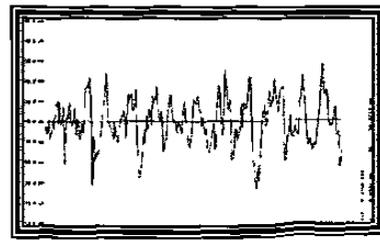
f)



g)



h)



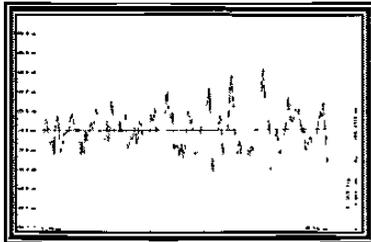
i)

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	8.5132
b)	II	A	7.7211
c)	III	A	8.7691

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	7.7530
e)	II	B	8.6629
f)	III	B	7.6585

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	7.4533
h)	II	C	6.2452
i)	III	C	8.8982

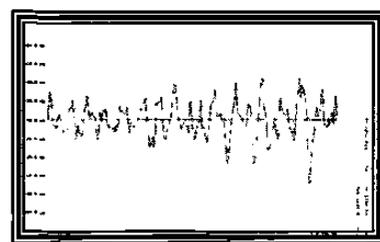
**Perfil A1.15 Perfiles de rugosidad condición normal ahumado para probeta 2-2-3 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )**



a)



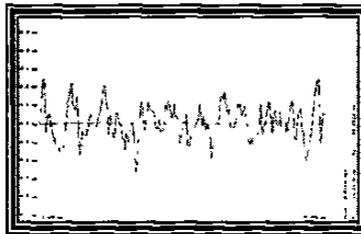
b)



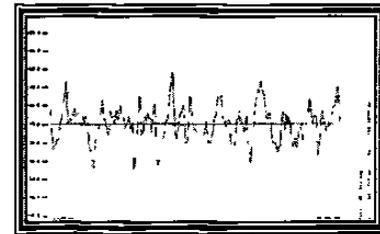
c)



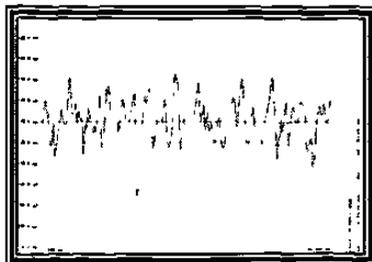
d)



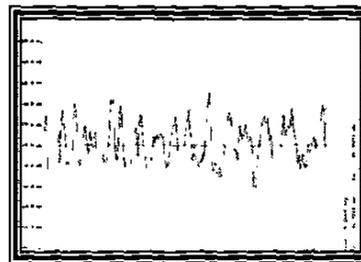
e)



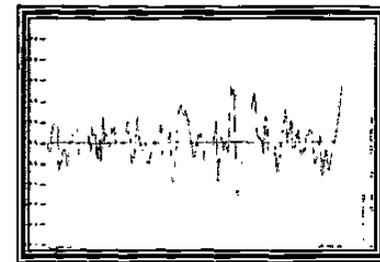
f)



g)



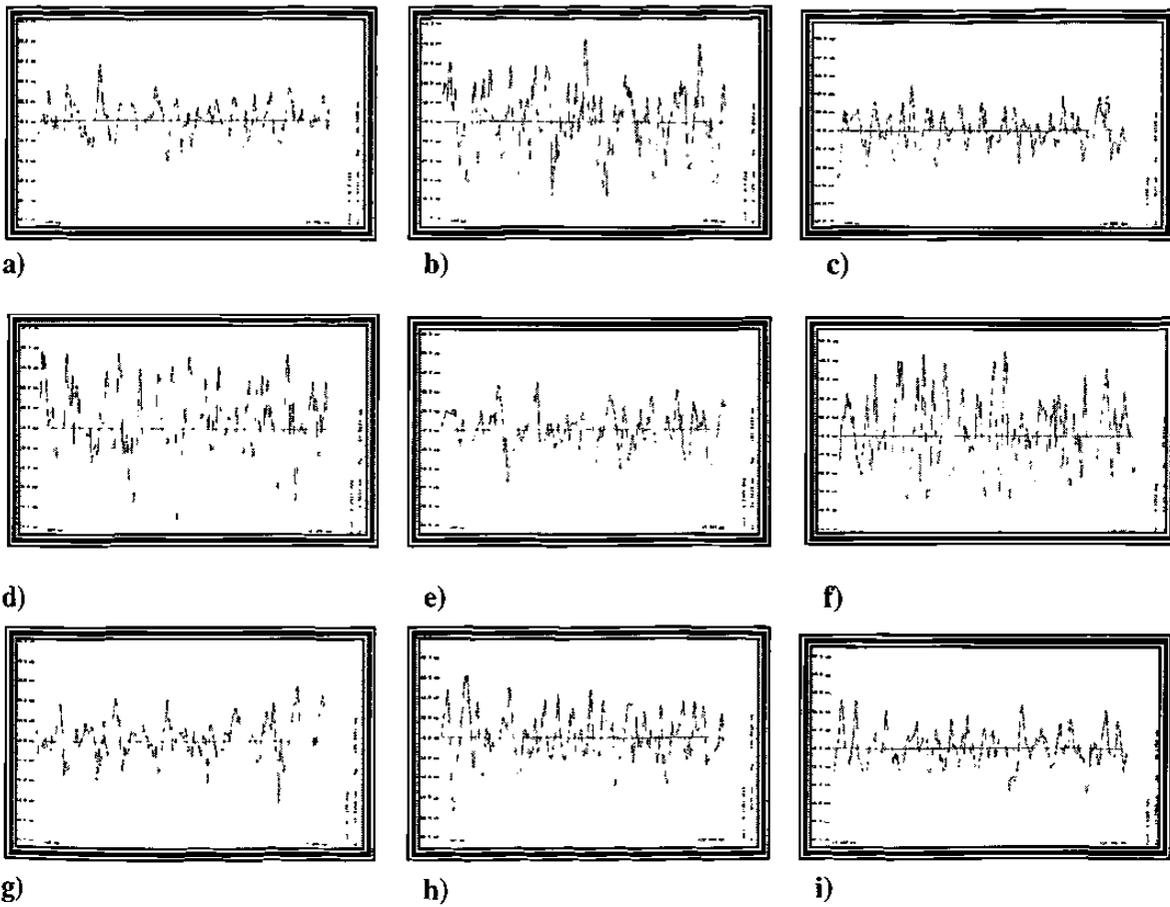
h)



i)

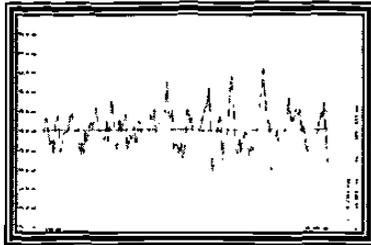
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	14.0042	d)	I	B	14.5049	g)	I	C	14.8534
b)	II	A	16.3193	e)	II	B	14.2414	h)	II	C	16.7019
c)	III	A	13.7013	f)	III	B	14.7464	i)	III	C	13.7183

**Figura A1.14** Perfiles de rugosidad condición normal ahumado para probeta 2-3-1 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )

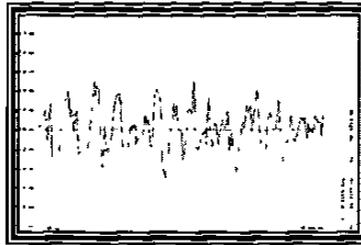


ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )	ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	13.4441	d)	I	B	14.5834	g)	I	C	15.0790
b)	II	A	13.1097	e)	II	B	14.9733	h)	II	C	18.035
c)	III	A	13.8671	f)	III	B	14.9961	i)	III	C	14.2955

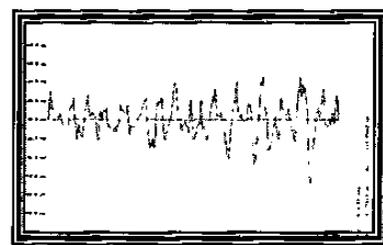
**Perfil A1.15 Perfiles de rugosidad condición normal ahumado  
para probeta 2-3-2 (Escala mayor +50  $\mu\text{m}$ , Escala menor -50  $\mu\text{m}$ )**



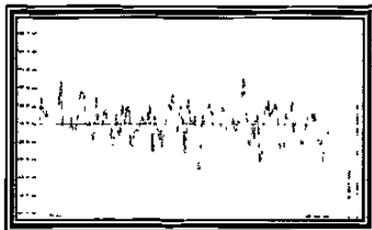
a)



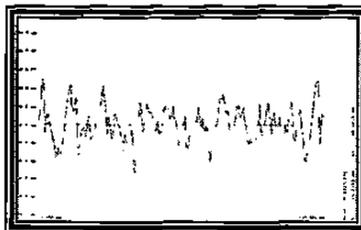
b)



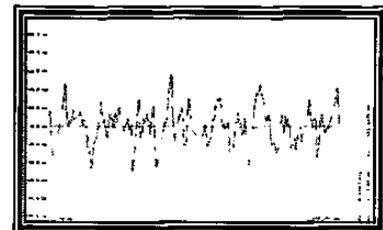
c)



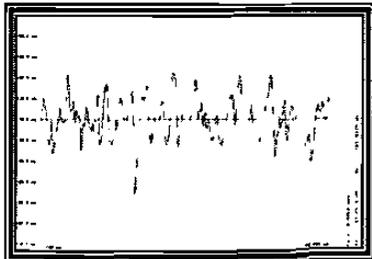
a)



b)



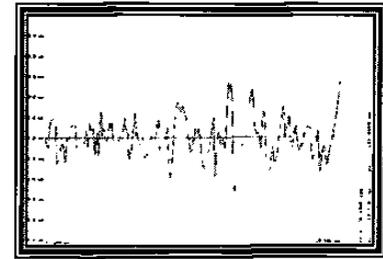
c)



a)



b)



c)

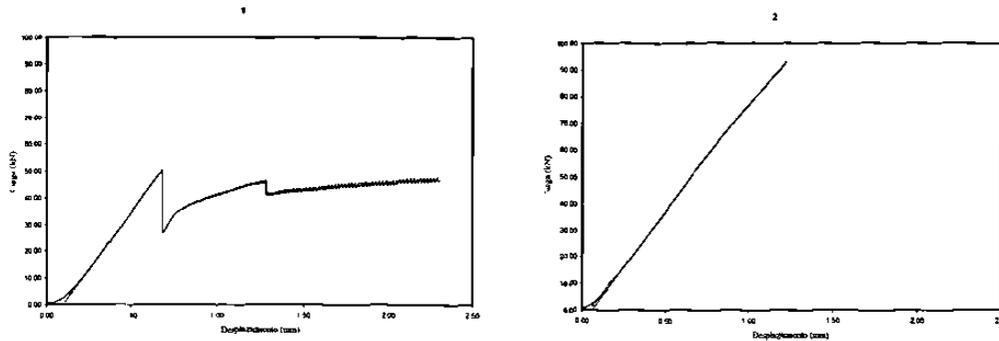
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
a)	I	A	14.0042
b)	II	A	16.3193
c)	III	A	13.7013

ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
d)	I	B	14.5049
e)	II	B	14.2414
f)	III	B	14.7464

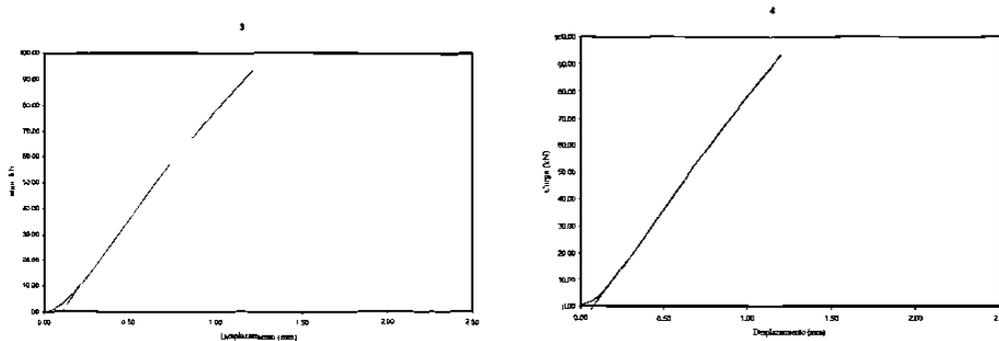
ID	Punto	Parte	Ra ( $\mu\text{m}$ )
g)	I	C	14.8534
h)	II	C	16.7019
i)	III	C	13.7183

# **ANEXO 2**

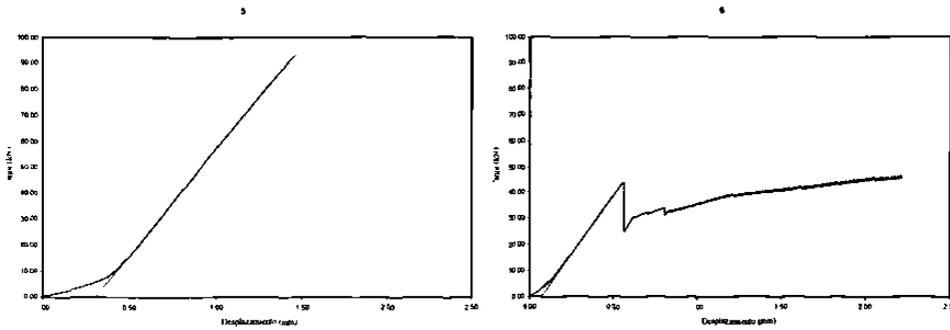
### Anexo 2.1.1 (Probeta 1-1-1)



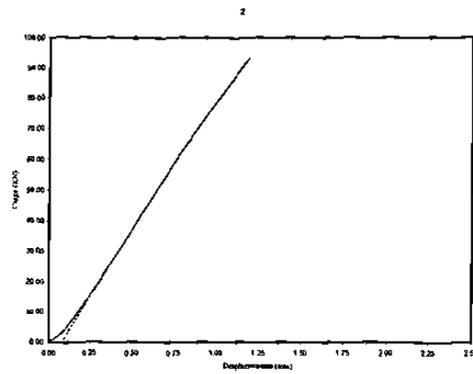
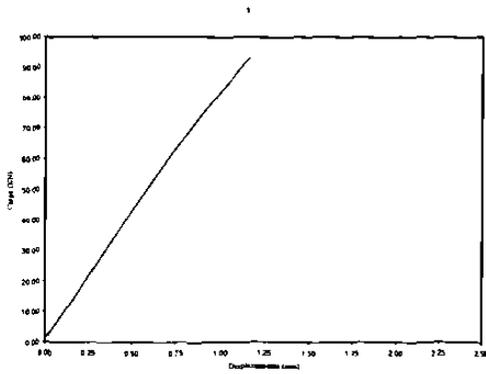
A) Figura A2.1 a) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-1, rodaja 1, condición normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-1, rodaja 2, condición normal sin ahumar



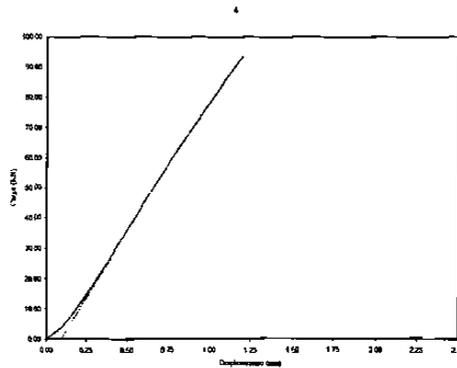
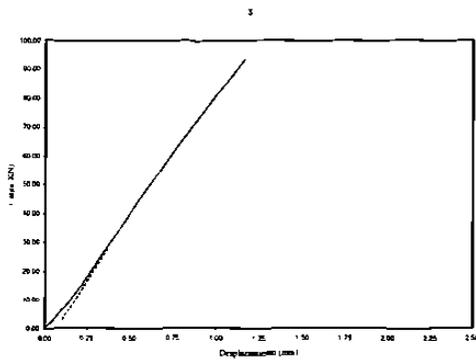
A) Figura A2.2 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-1, rodaja 3, condición normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-1, rodaja 4, condición normal sin ahumar.



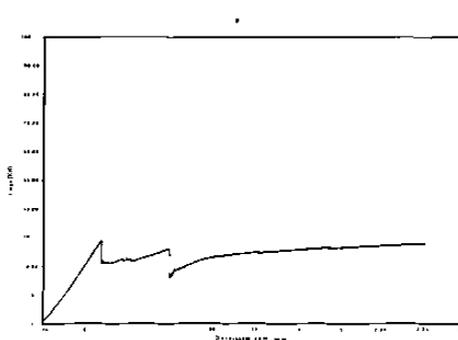
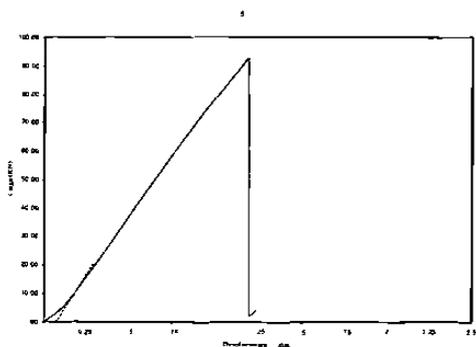
A) Figura A2.3 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-1, rodaja 5, condición normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-1, rodaja 6, condición normal sin ahumar.



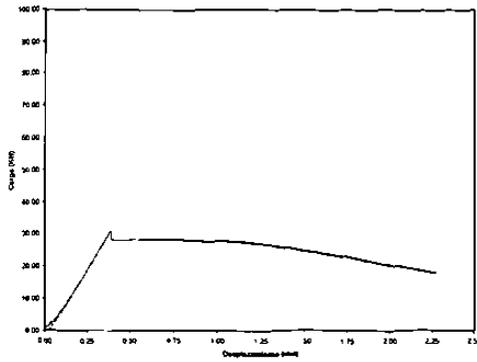
A) **Figura A2.4 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-2, rodaja 1 condición normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-2,rodaja 2, condición normal sin ahumar.**



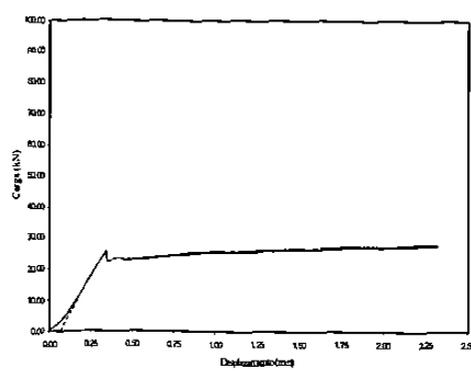
A) **Figura A2.5 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-2, rodaja 3, condición normal sin ahumar. B) Gráfica carga vs desplazamiento, probeta 1-1-2, rodaja 4, condición normal sin ahumar.**



A) **Figura A2.6 A) Gráfica carga vs desplazamiento, probeta 1-1-2, rodaja 5, condición normal sin ahumar. B) Gráfica carga vs desplazamiento, probeta 1-1-2, rodaja 6, condición normal sin ahumar.**

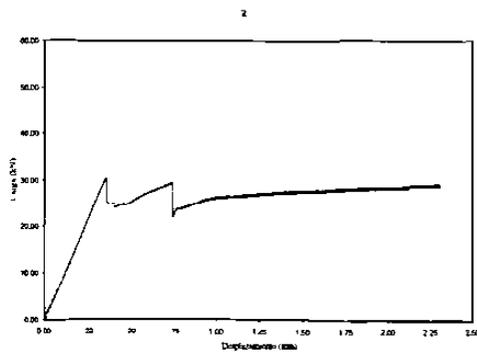


A)

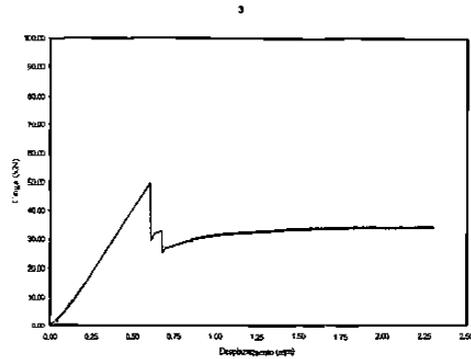


B)

Figura A2.7 A) Gráfica carga vs desplazamiento, probeta 1-1-2, rodaja 7, condición normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-3, rodaja 1, condición normal sin ahumar.

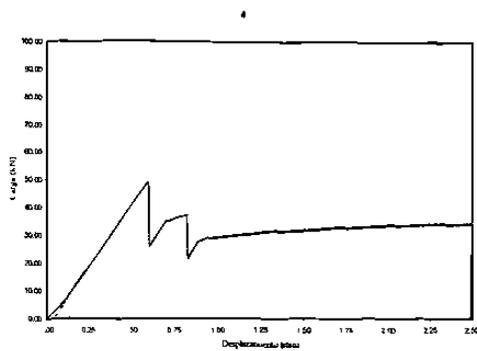


A)

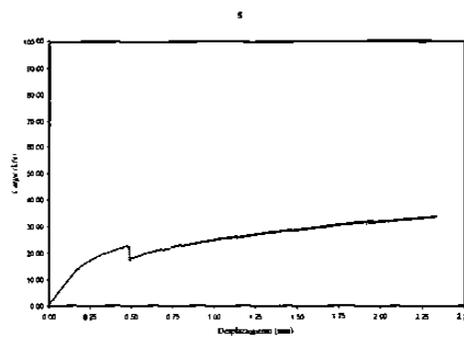


B)

Figura A2.8 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-3, rodaja 2, condición normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-3, rodaja 3, condición normal sin ahumar.

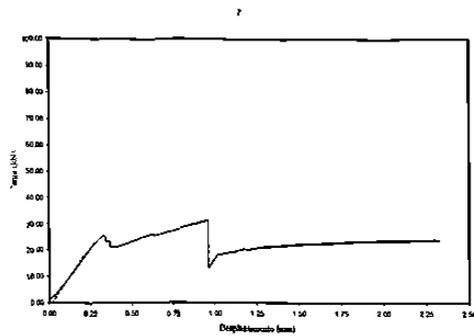
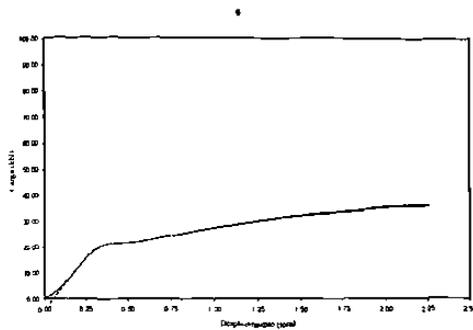


A)

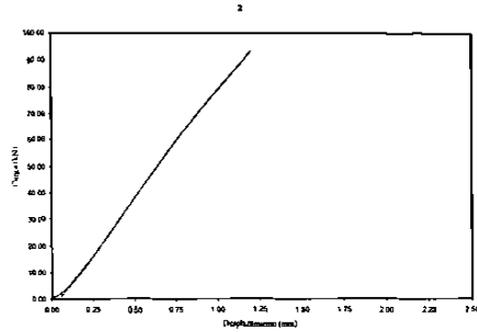
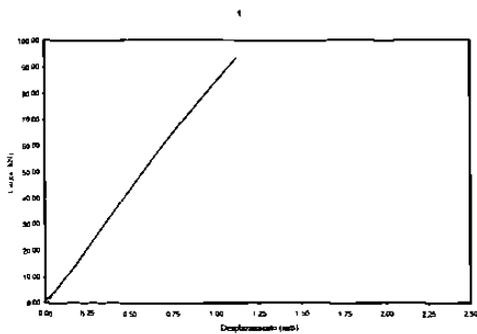


B)

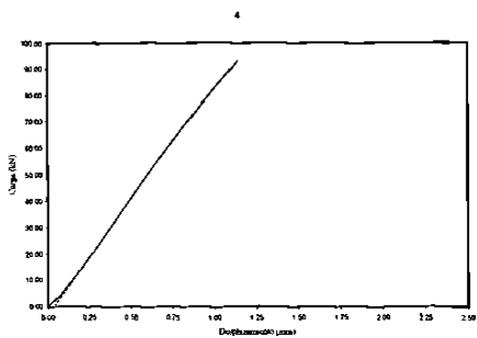
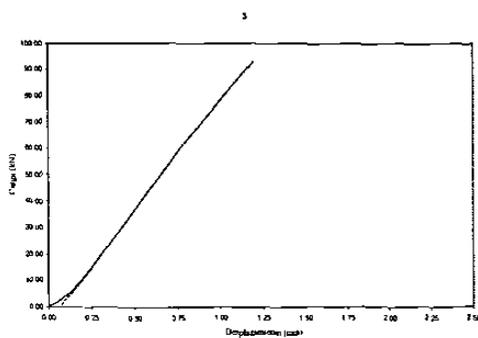
Figura A2.9 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-3, rodaja 4, condición normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-3, rodaja 5, condición normal sin ahumar.



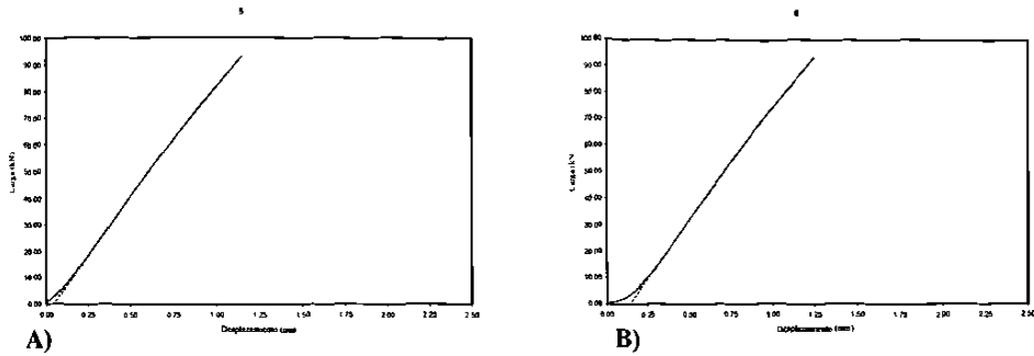
A) B)  
**Figura A2.10 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-3, rodaja 6, condición normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-1-3, rodaja 7, condición normal sin ahumar.**



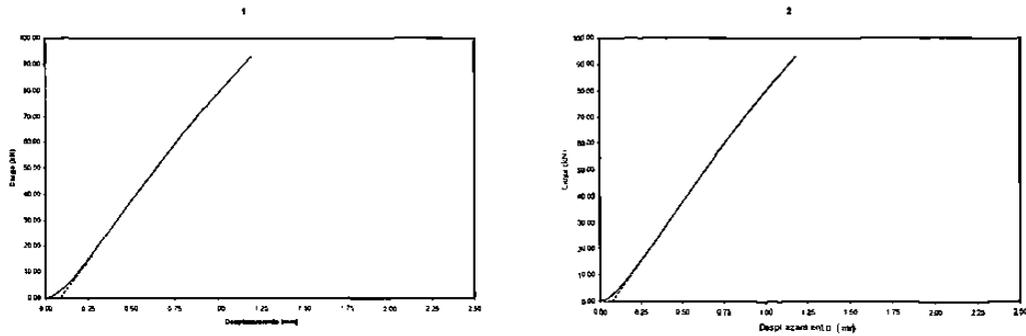
A) B)  
**Figura A2.11 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-1, rodaja 1 condición granallado normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-1, rodaja 2 condición granallado normal sin ahumar**



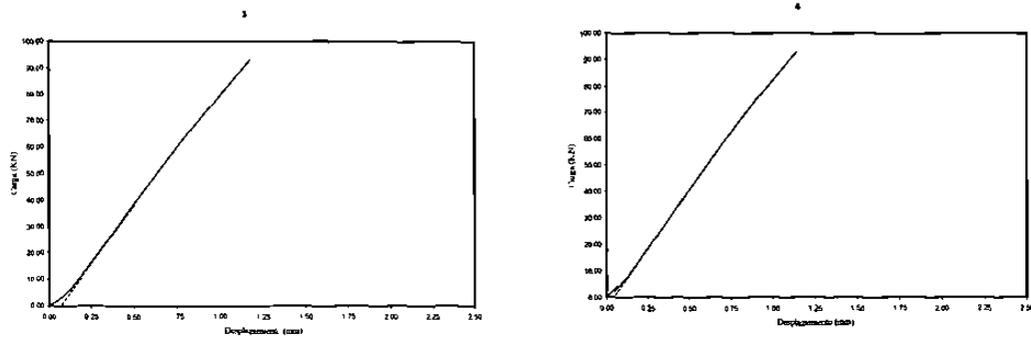
A) B)  
**Figura A2.12 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-1, rodaja 3 condición granallado normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-1, rodaja 4, condición granallado normal sin ahumar**



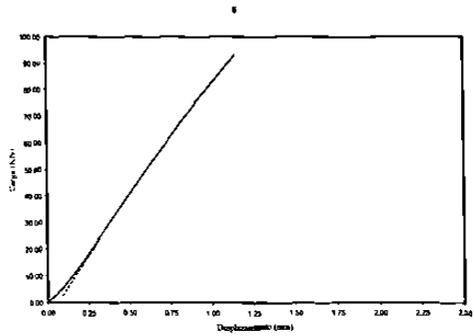
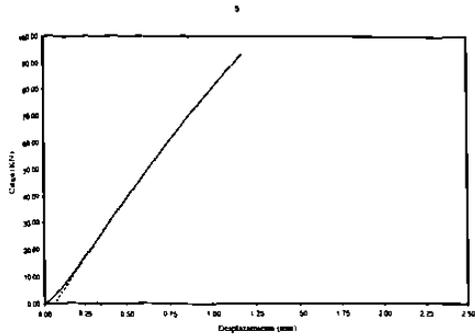
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-1 rodaja 5, condición granallado normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-1 rodaja 6, condición granallado normal sin ahumar



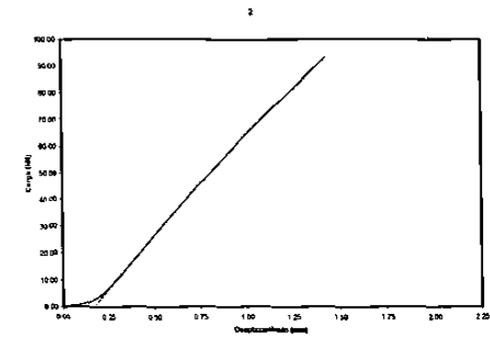
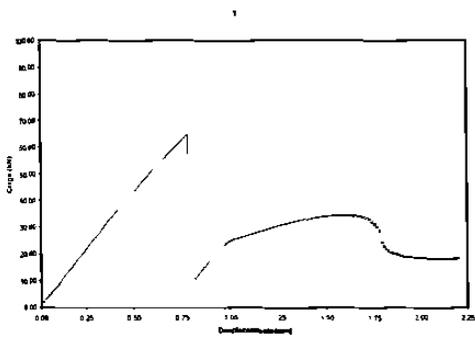
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-2, rodaja 1, condición granallado normal sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-2, rodaja 2, condición granallado normal sin ahumar.



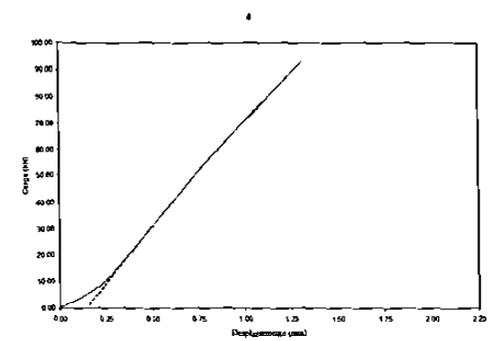
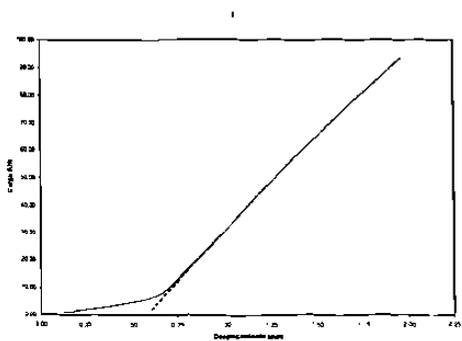
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-2, rodaja 3, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-2, rodaja 4, condición granallado normal sin ahumar.



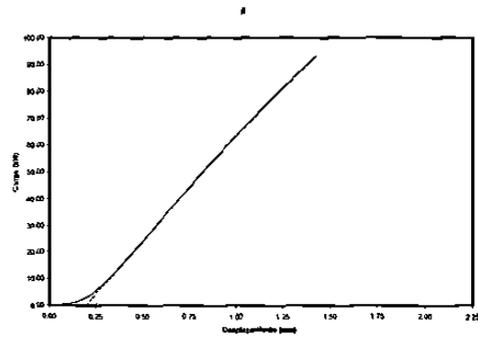
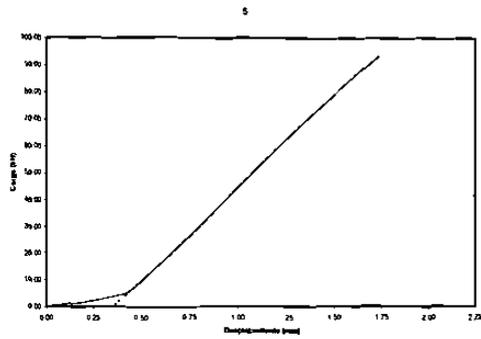
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-2, rodaja 5, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-2, rodaja 6, condición granallado normal sin ahumar.



A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 1, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 2, condición granallado normal sin ahumar.



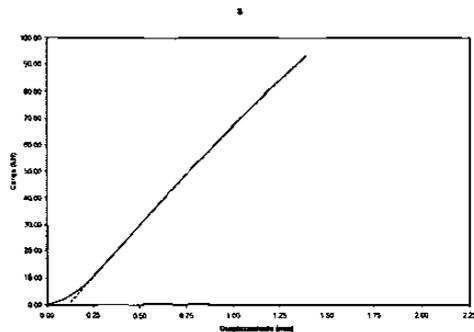
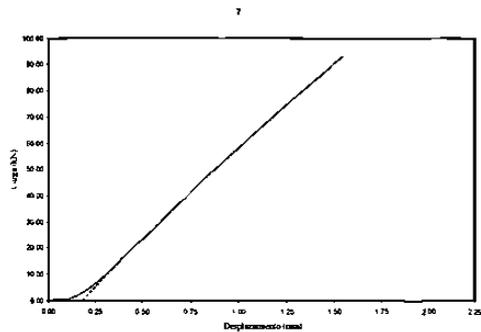
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 3, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 4, condición granallado normal sin ahumar.



A)

B)

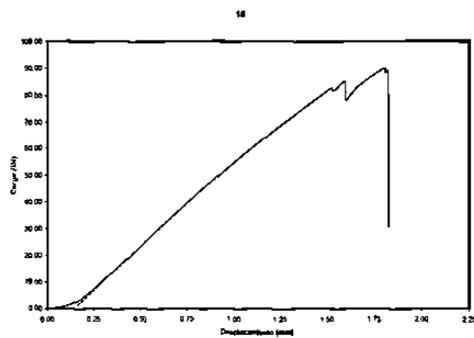
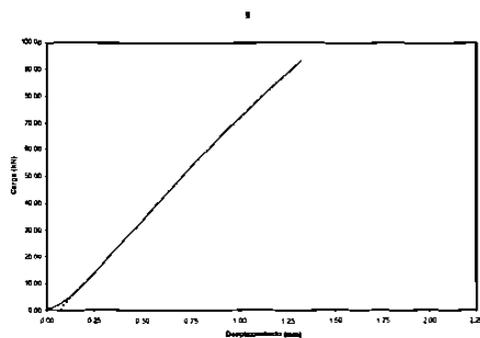
Figura A2.19 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 5, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 6, condición granallado normal sin ahumar.



A)

B)

Figura A2.20 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 7, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 8, condición granallado normal sin ahumar.



A)

B)

Figura A2.21 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 9, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 10, condición granallado normal sin ahumar.

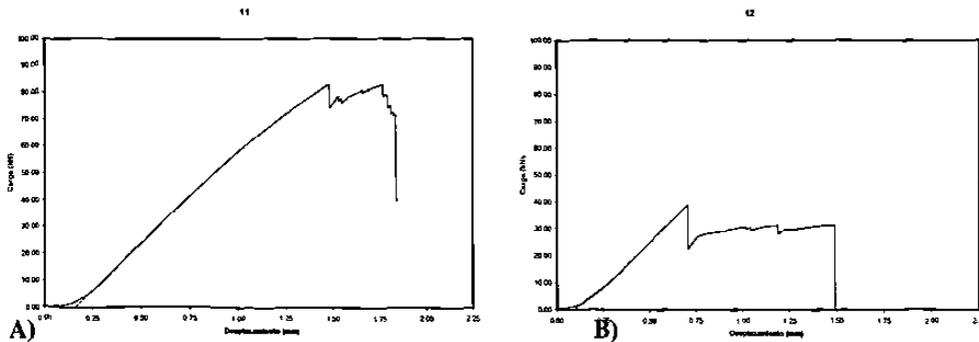


Figura A2.22 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 11, condición granallado normal sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-2-3, rodaja 12, condición granallado normal sin ahumar.

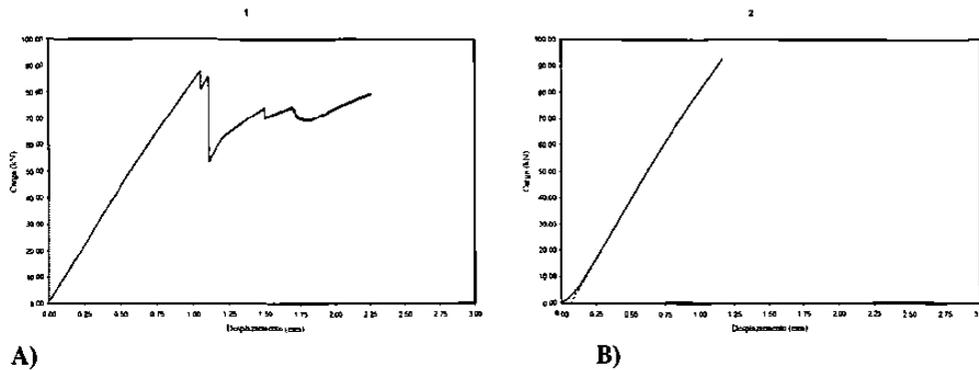


Figura A2.23 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-1, rodaja 1, condición granallado severo sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-1, rodaja 2, condición granallado severo sin ahumar.

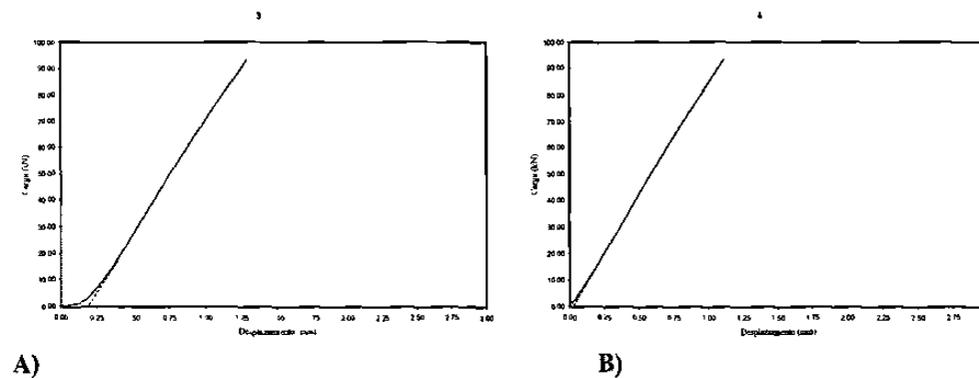
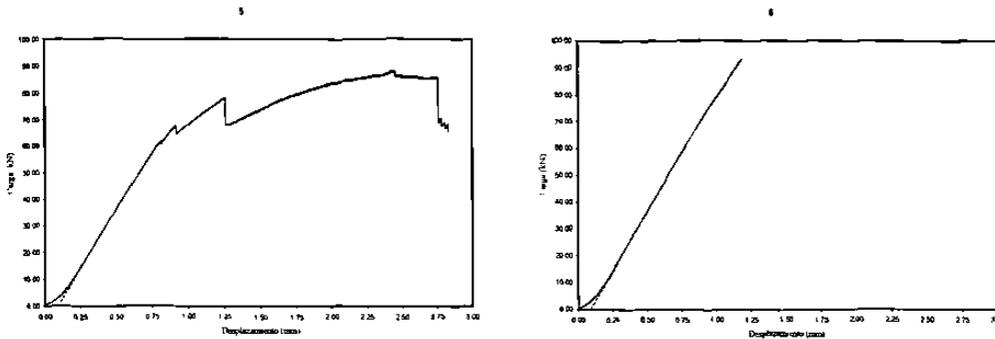
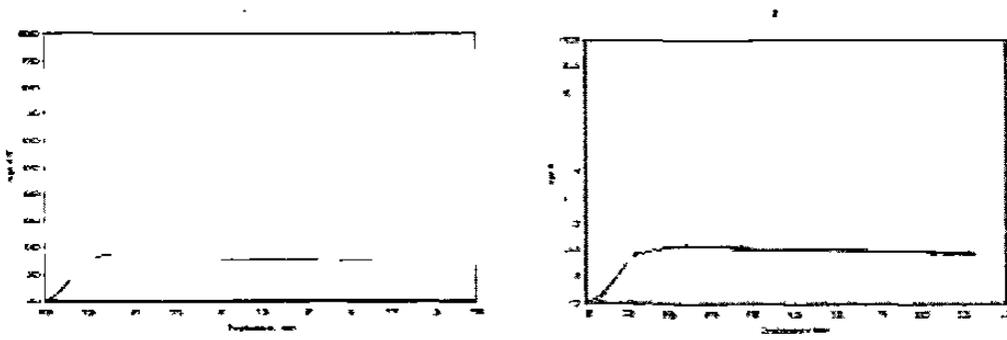


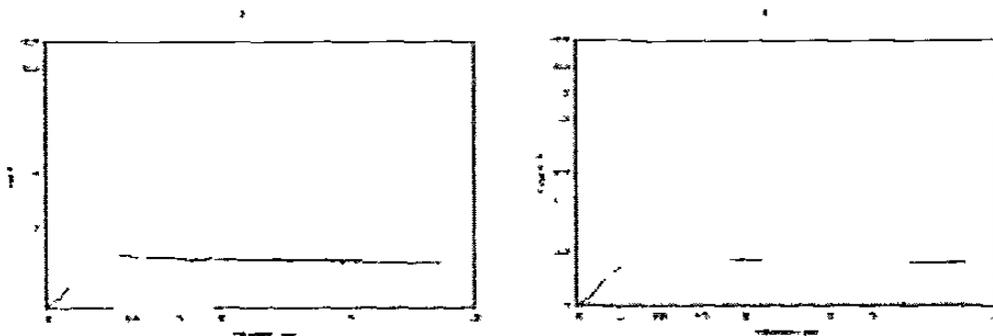
Figura A2.24 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-1, rodaja 3, condición granallado severo sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-1, rodaja 4, condición granallado severo sin ahumar.



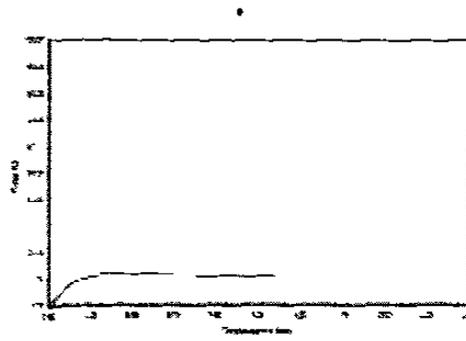
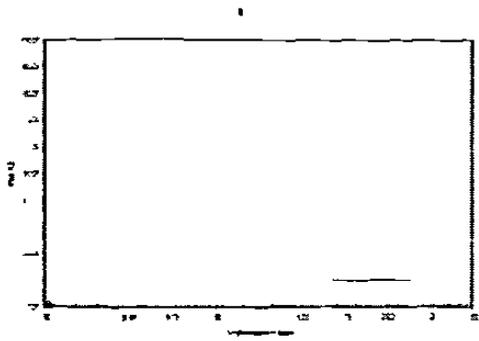
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-1, rodaja 5, condición granallado severo sin ahumar ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-1, rodaja 6, condición granallado severo sin ahumar ahumar



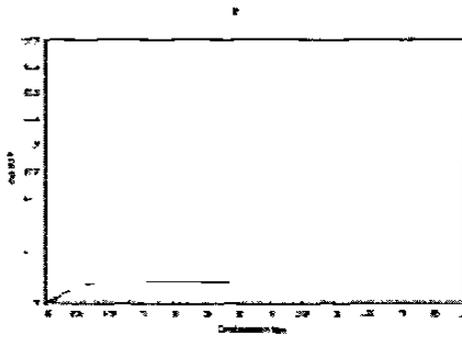
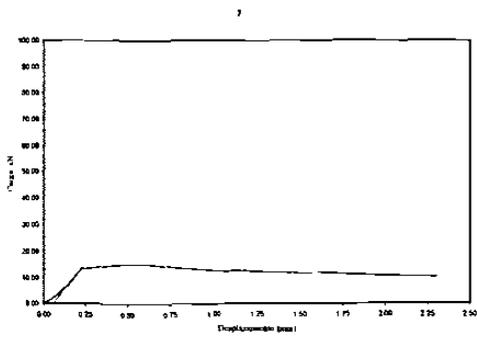
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 1, condición granallado severo sin ahumar B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 2, condición granallado severo sin ahumar.



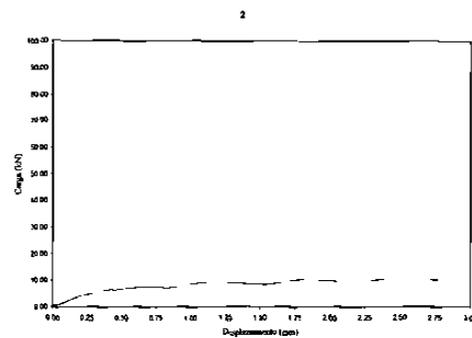
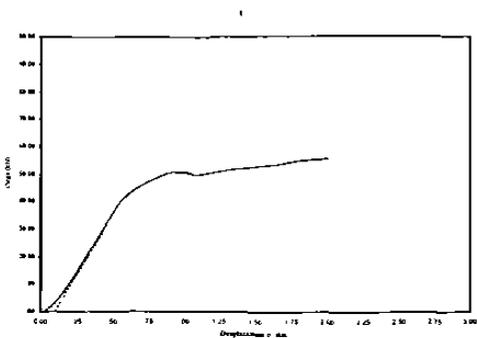
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 3, condición granallado severo sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 4, condición granallado severo sin ahumar.



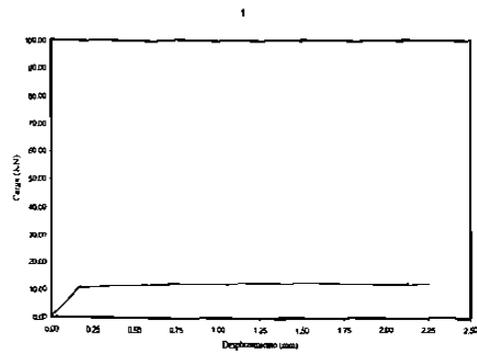
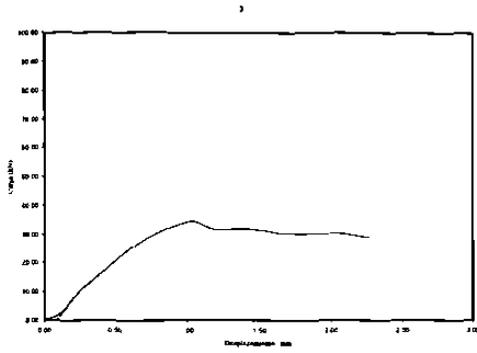
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 5, condición granallado severo sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 6, condición granallado severo sin ahumar.



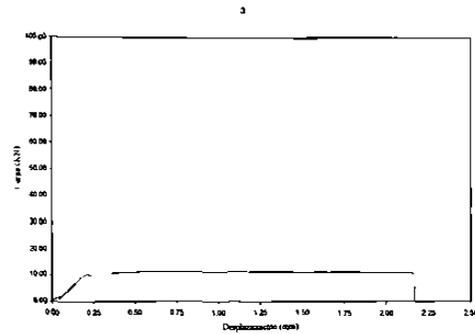
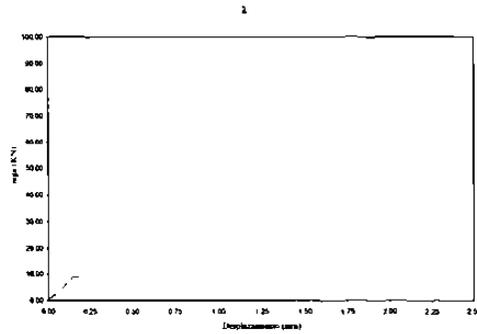
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 7, condición granallado severo sin ahumar. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 1-3-2, rodaja 8, condición granallado severo sin ahumar.



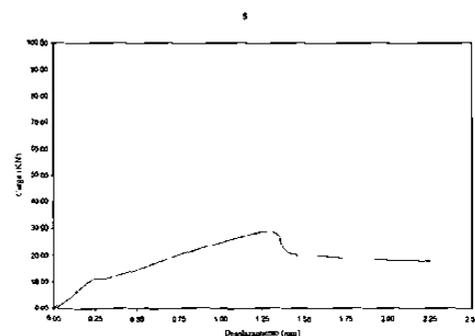
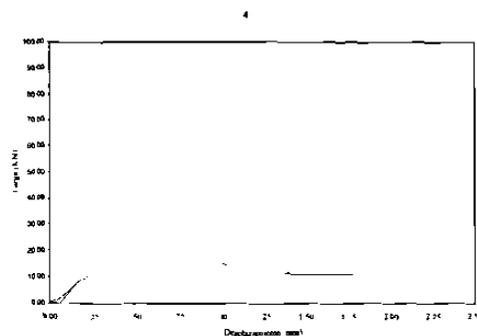
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-1-1, rodaja 1, condición normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-1-1, rodaja 2, condición normal ahumado



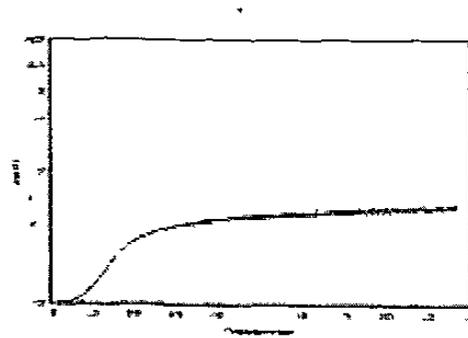
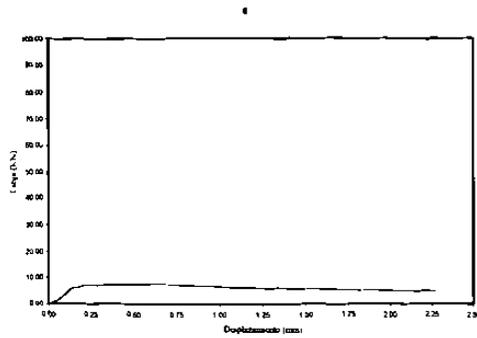
A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-1-1, rodaja 3, condición normal ahumado. B) Curva carga vs deformación, probeta 2-1-2, condición normal ahumado, rodaja 1.



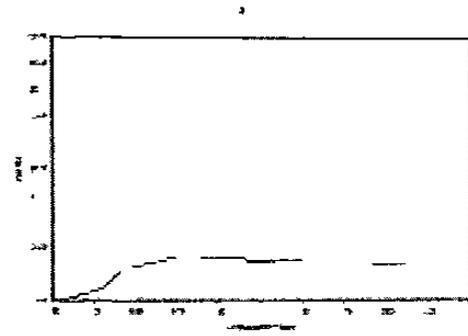
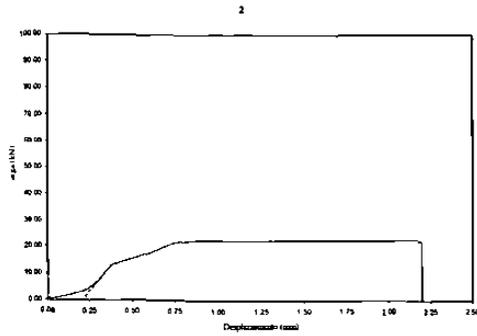
A) Curva carga vs deformación, probeta 2-1-2, rodaja 2, condición normal ahumado. B) Curva carga vs deformación, probeta 2-1-2, rodaja 3, condición normal ahumado.



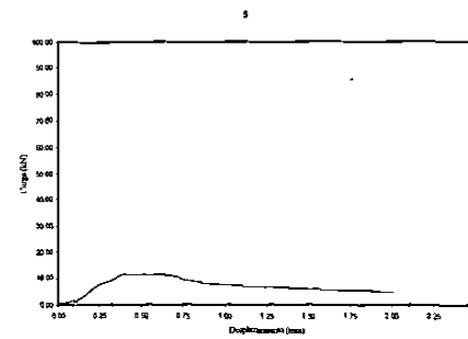
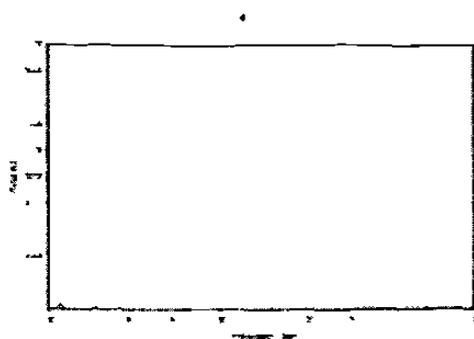
A) Curva carga vs deformación, probeta 2-1-2, rodaja 4, condición normal ahumado. B) Curva carga vs deformación, probeta 2-1-2, rodaja 5, condición normal ahumado.



A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-1-2 rodaja 6, condición normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-1 rodaja 1, condición granallado normal ahumado.

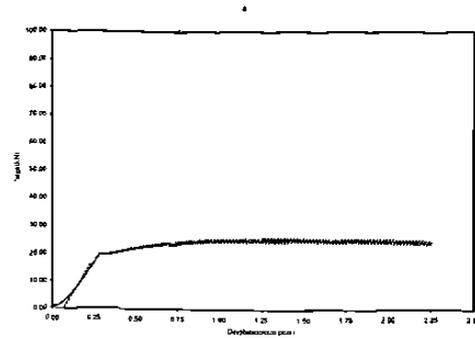
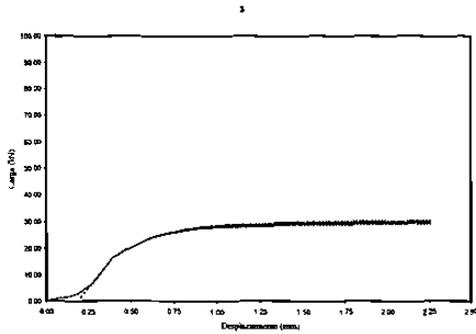


A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-1 rodaja 2, condición granallado normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-1 rodaja 3, condición granallado normal ahumado.

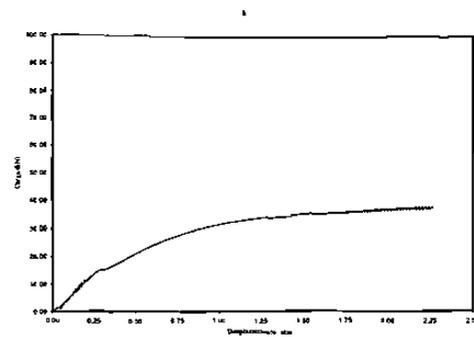
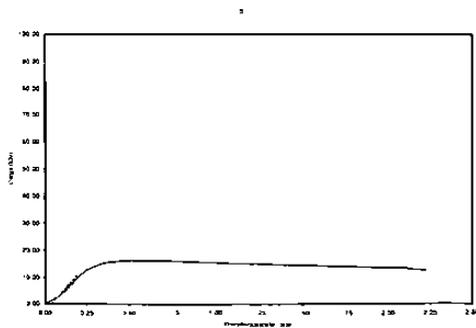


A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-1 rodaja 4, condición granallado normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-1 rodaja 5, condición granallado normal ahumado.

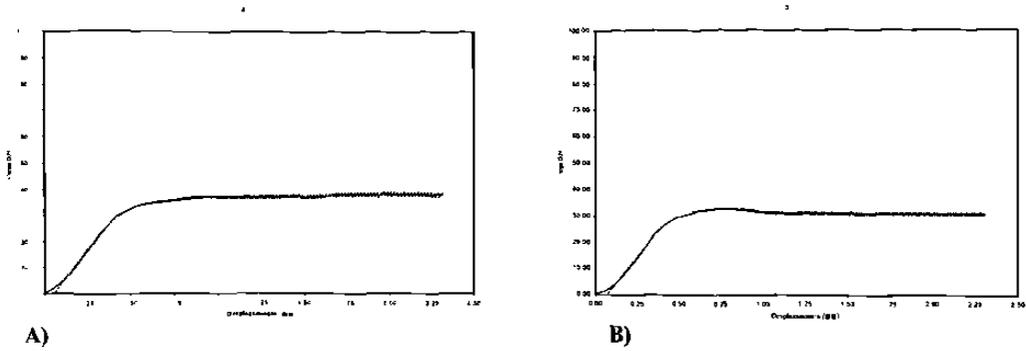
Figura A2.38 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-2 rodaja 2, condición granallado normal ahumado B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-2, rodaja 3, condición granallado normal ahumado.



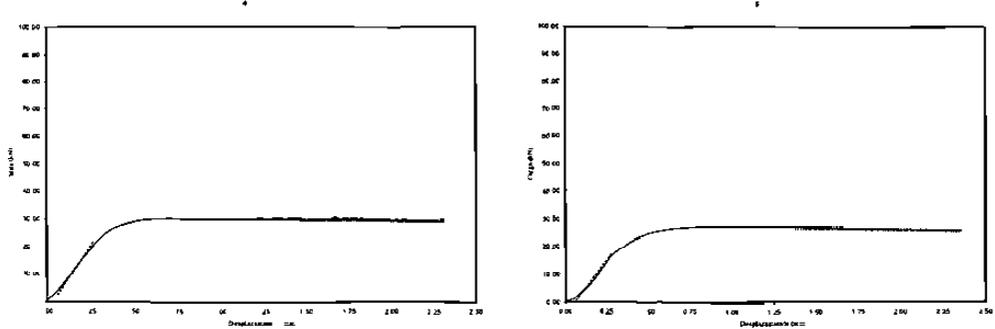
A) B)  
Figura A2.39 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-2 rodaja 4, condición granallado normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-2, rodaja 5, condición granallado normal ahumado.



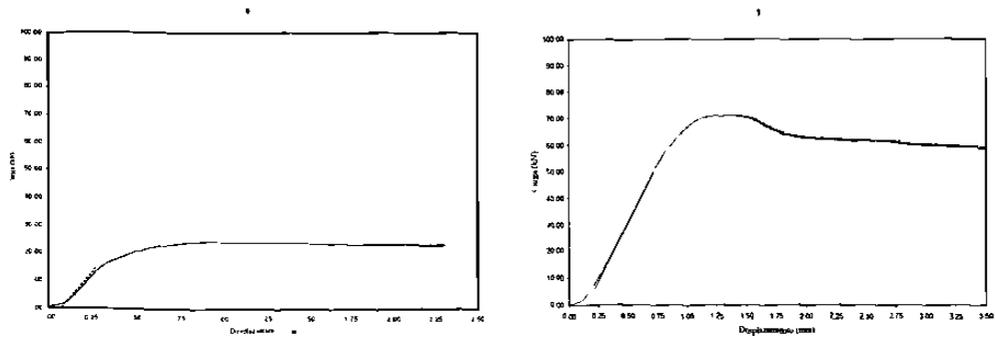
A) B)  
Figura A2.40 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-2 rodaja 6, condición granallado normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-3, rodaja 1, condición granallado normal ahumado.



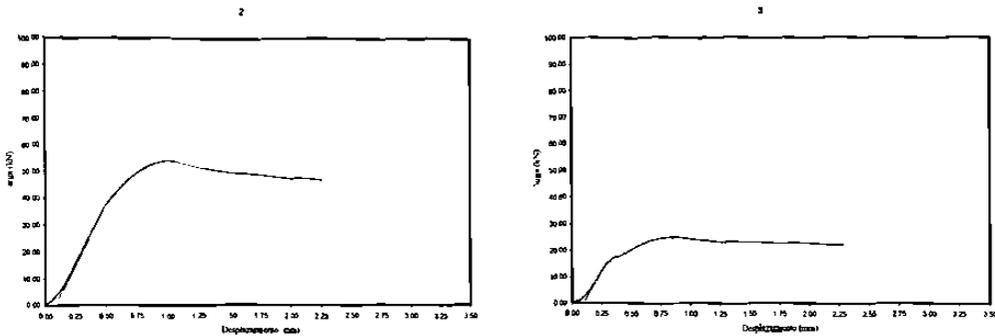
**A)** **B)**  
**Figura A2.41** A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-3 rodaja 2, condición granallado normal ahumado B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-3 rodaja 3, condición granallado normal ahumado



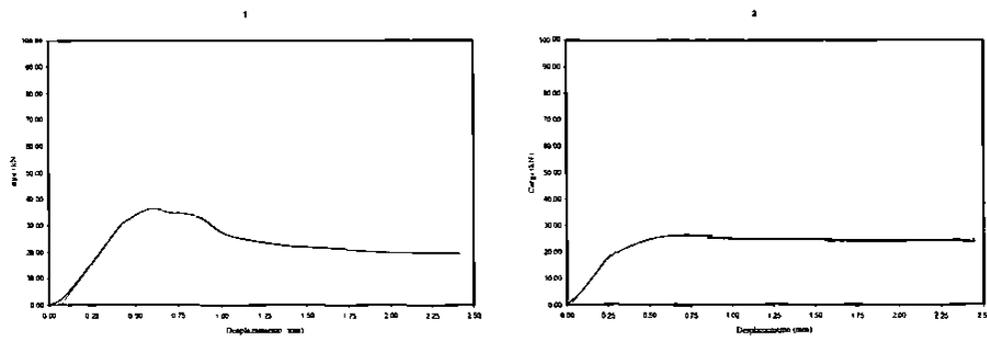
**A)** **B)**  
**Figura A2.42** A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-3, rodaja 4, condición granallado normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-3, rodaja 5, condición granallado normal ahumado



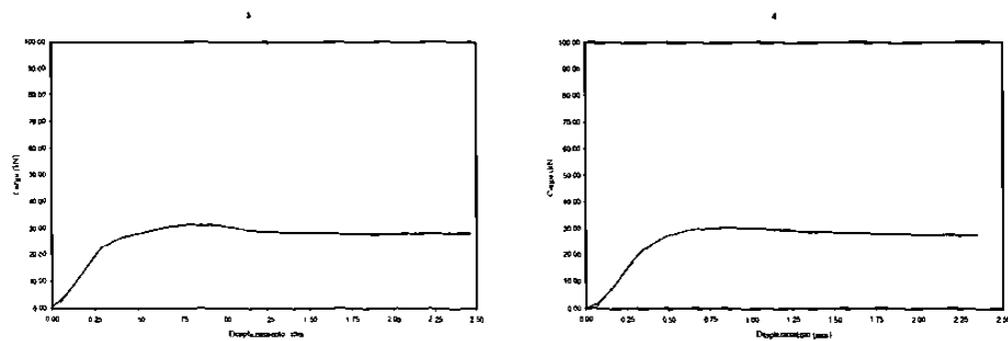
**A)** **B)**  
**Figura A2.43** A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-2-3, rodaja 6 condición granallado normal ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-1 rodaja 1, condición granallado severo ahumado.



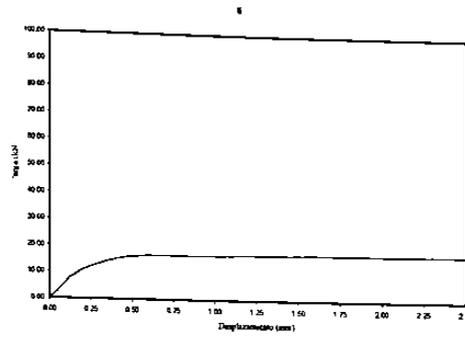
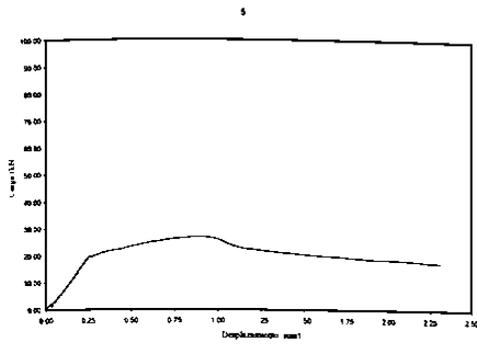
A) B)  
Figura A2.44 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-1 rodaja 2, condición granallado severo ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-1 rodaja 3, condición granallado severo ahumado.



A) B)  
Figura A2.45 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-2, rodaja 1, condición granallado severo ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-2, rodaja 2, condición granallado severo ahumado.



A) B)  
Figura A2.46 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-2, rodaja 3, condición granallado severo ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-2, rodaja 4, condición granallado severo ahumado.



**A)**  
**Figura A2.47 A) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-2 rodaja 5, condición granallado severo ahumado. B) Curva carga vs desplazamiento, probeta 2-3-2 rodaja 6, condición granallado severo ahumado.**

# **ANEXO 3**

Anexo 3.1

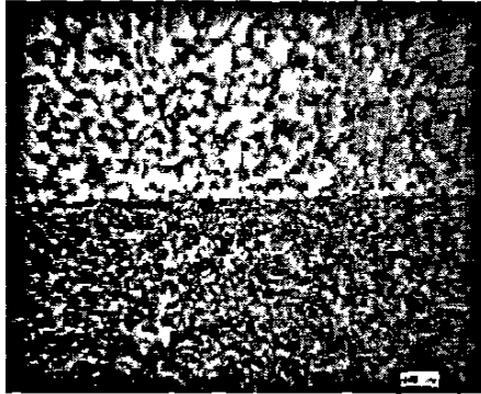


Figura 3.1.1. Micrografia de probeta 1-1-1, rodaja 1, condición normal sin ahumado.

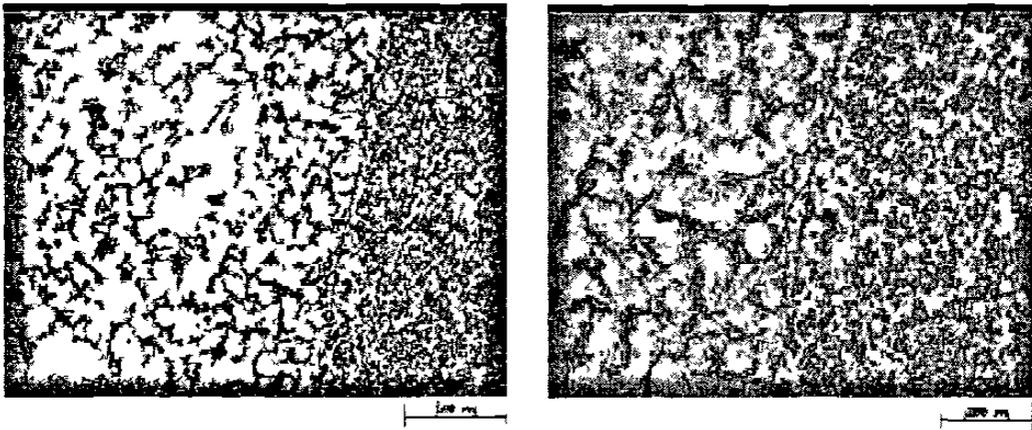


Figura 3.1.2. Micrografias de probeta 1-1-1, rodaja 2, condición normal sin ahumado.

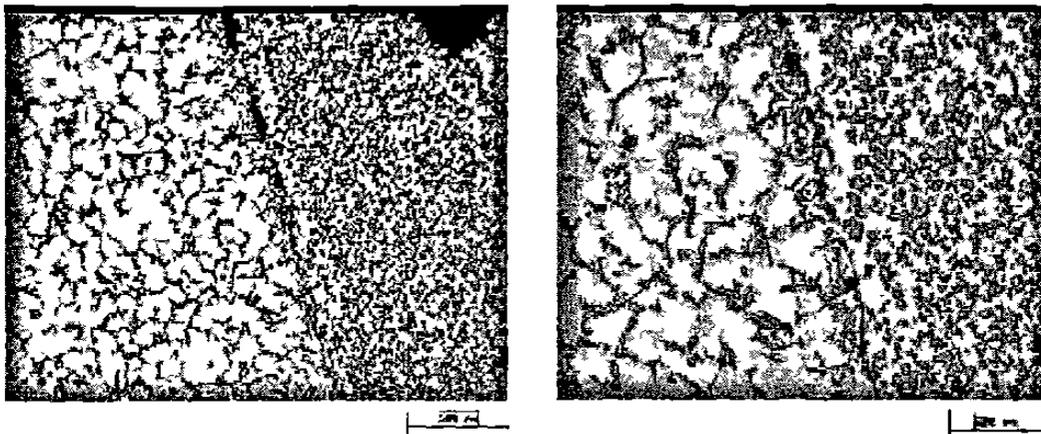


Figura 3.1.3. Micrografia de probeta 1-1-1, rodaja 3, condición normal sin ahumado.

Anexo 3.1

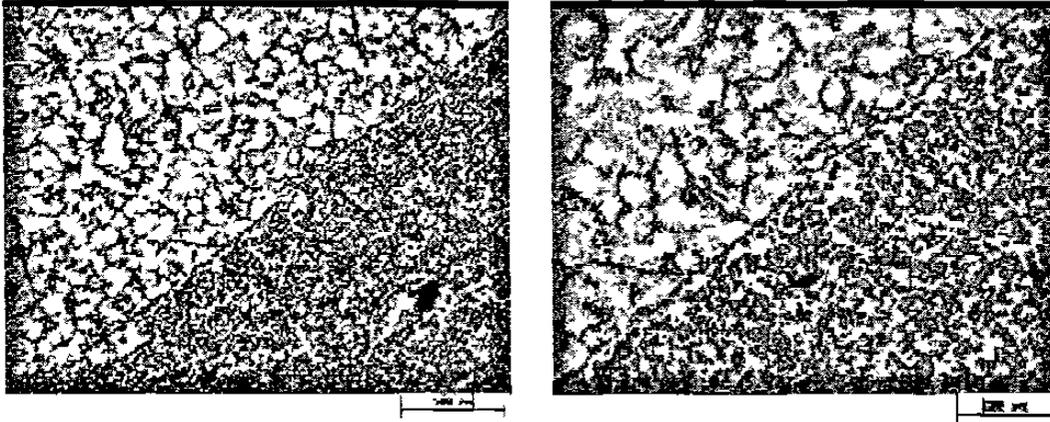


Figura 3.1.4. Micrografia de probeta 1-1-1, rodaja 4, condición normal sin ahumado.

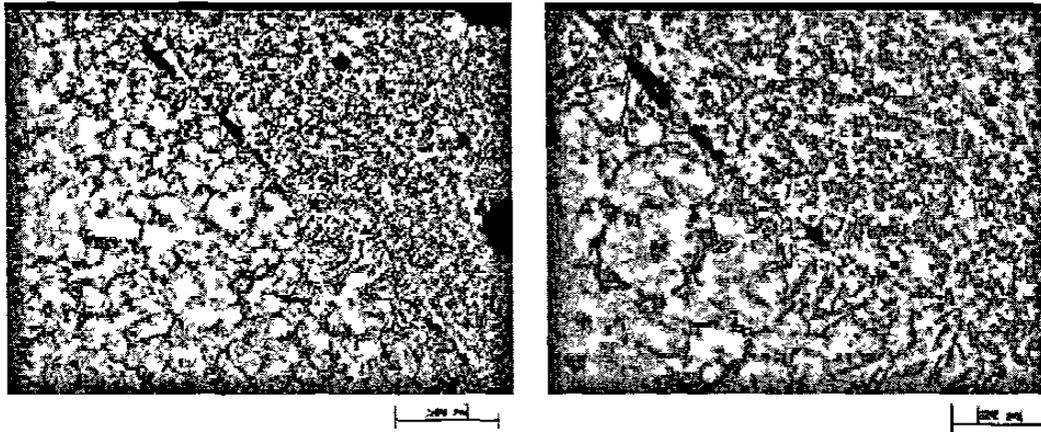


Figura 3.1.5. Micrografia de probeta 1-1-1, rodaja 5, condición normal sin ahumado.

Anexo 3.2

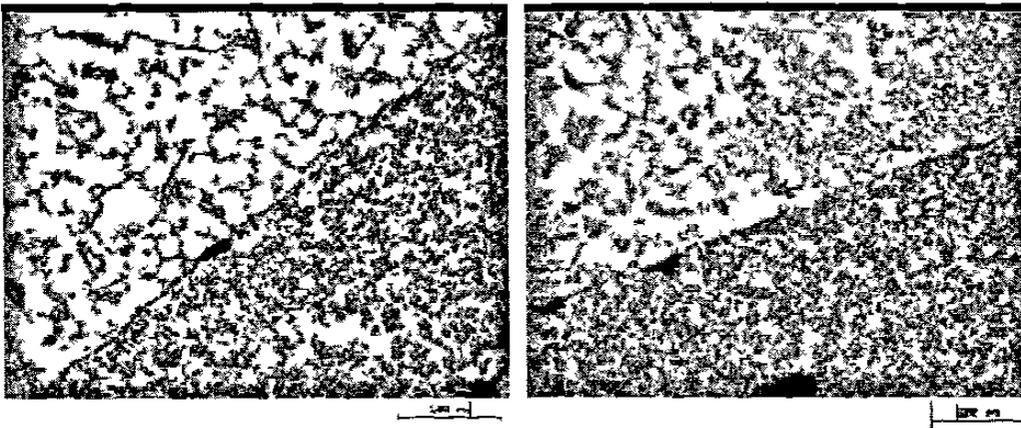


Figura 3.2.1. Micrografías de probeta 1-1-2, rodaja 1, condición como se recibe sin ahumar.

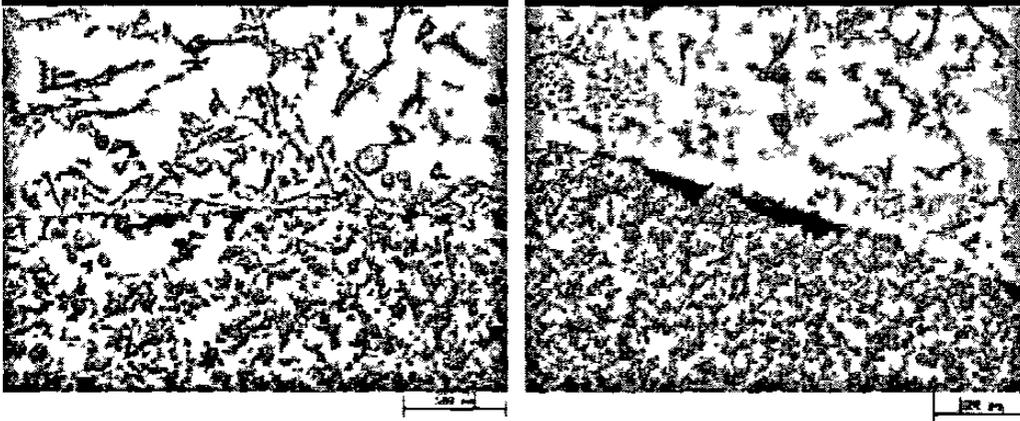


Figura 3.2.2. Micrografías de probeta 1-1-2, rodaja 2, condición como se recibe sin ahumar.

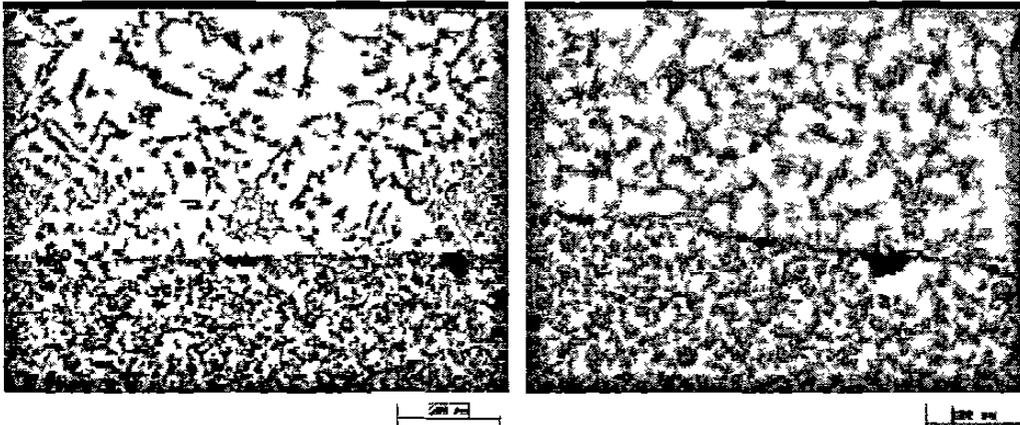


Figura 3.2.3. Micrografías de probeta 1-1-2, rodaja 3, condición como se recibe sin ahumar.

Anexo 3.2

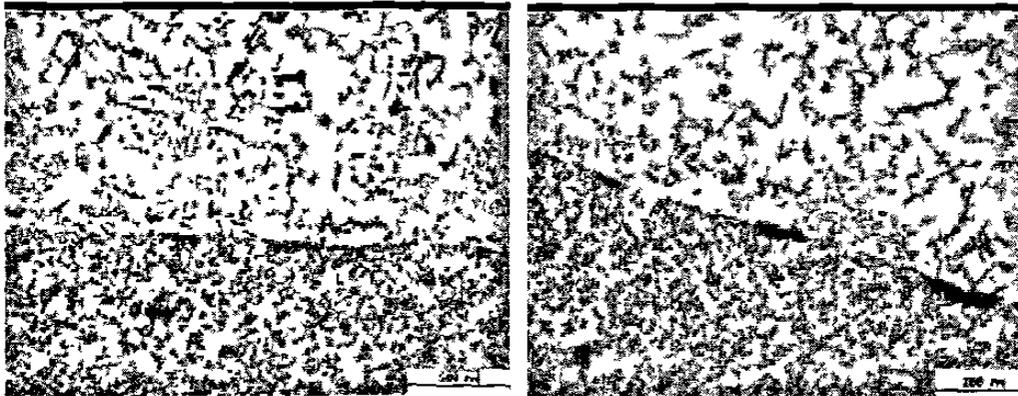


Figura 3.2.4. Micrografías de probeta 1-1-2, rodaja 4, condición como se recibe sin ahumar.

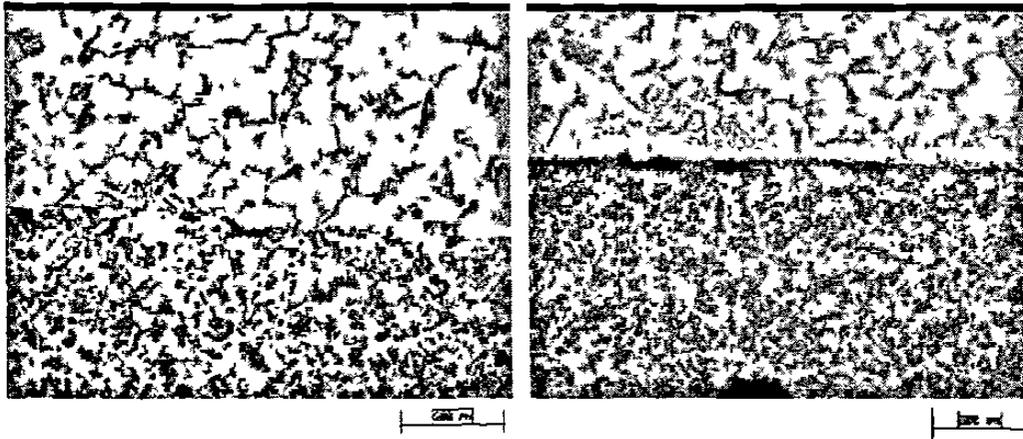


Figura 3.2.5. Micrografías de probeta 1-1-2, rodaja 5, condición como se recibe sin ahumar.

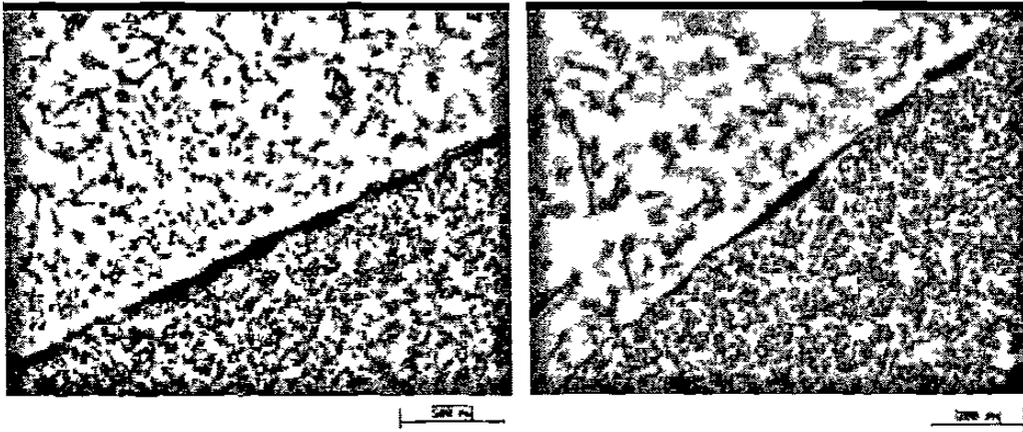


Figura 3.2.6. Micrografías de probeta 1-1-2, rodaja 6, condición como se recibe sin ahumar.

Anexo 3.2

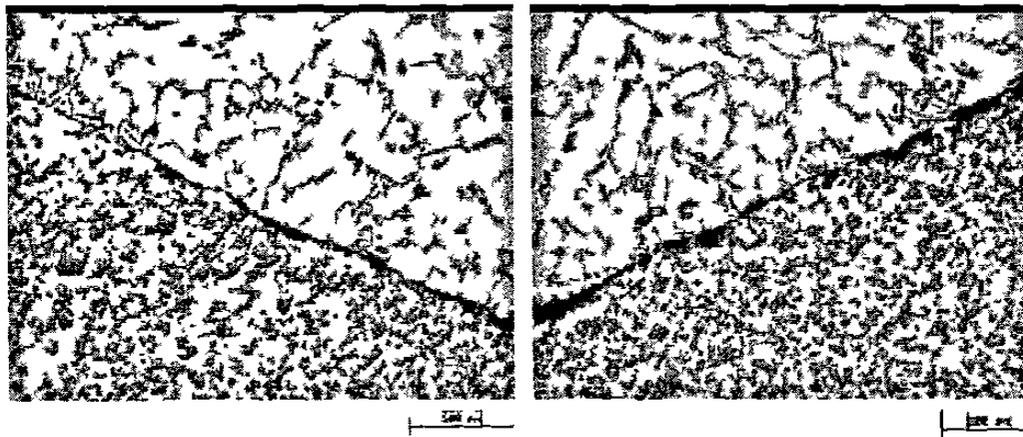


Figura 3.2.7. Micrografías de probeta 1-1-2, rodaja 7, condición como se recibe sin ahumar.

Anexo 3.3

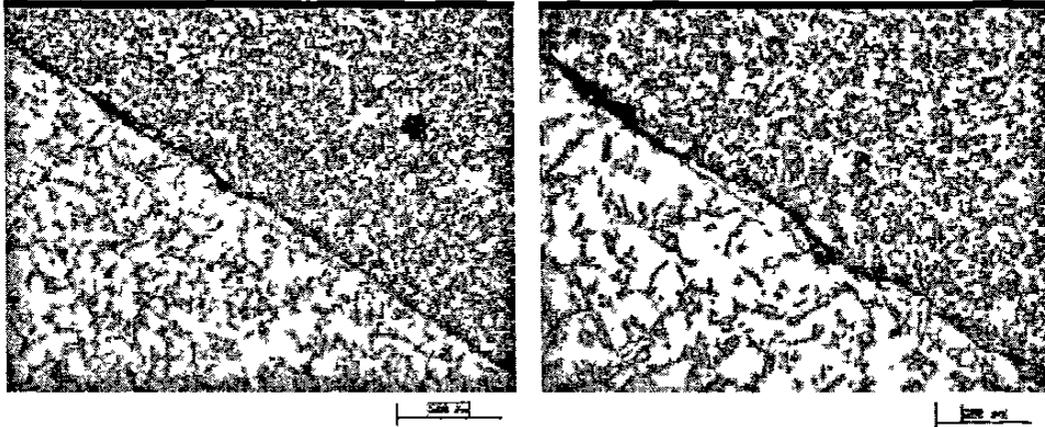


Figura 3.3.1. Micrografías de probeta 1-1-3, rodaja 1, condición como se recibe sin ahumar.

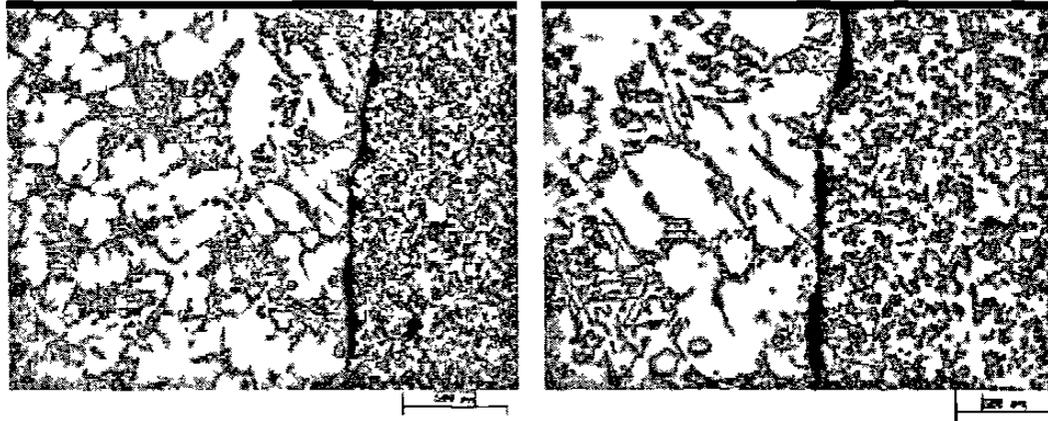


Figura 3.3.2. Micrografías de probeta 1-1-3, rodaja 2, condición como se recibe sin ahumar.

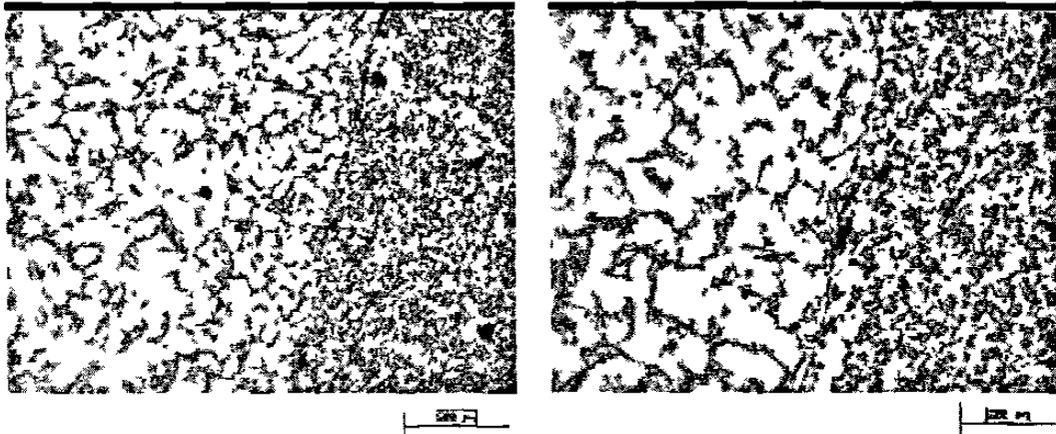


Figura 3.3.3. Micrografías de probeta 1-1-3, rodaja 3, condición como se recibe sin ahumar.

Anexo 3.3

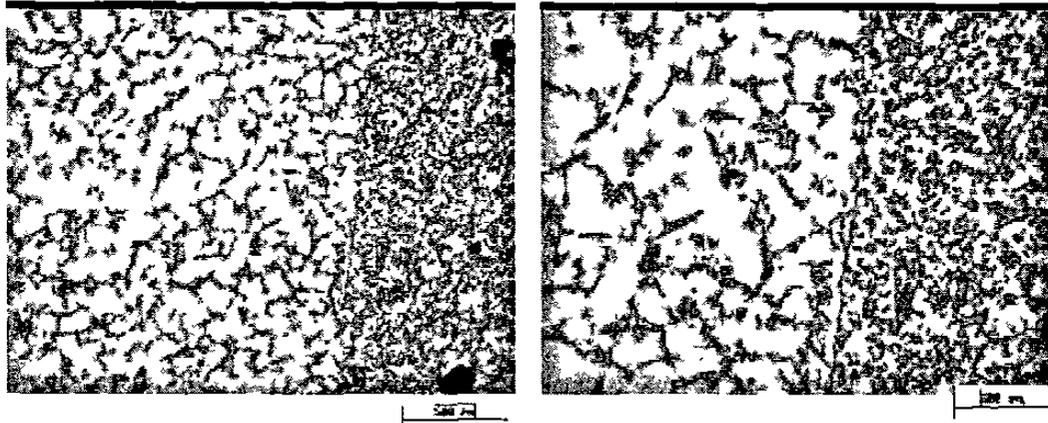


Figura 3.3.4. Micrografías de probeta 1-1-3, rodaja 4, condición como se recibe sin ahumar.

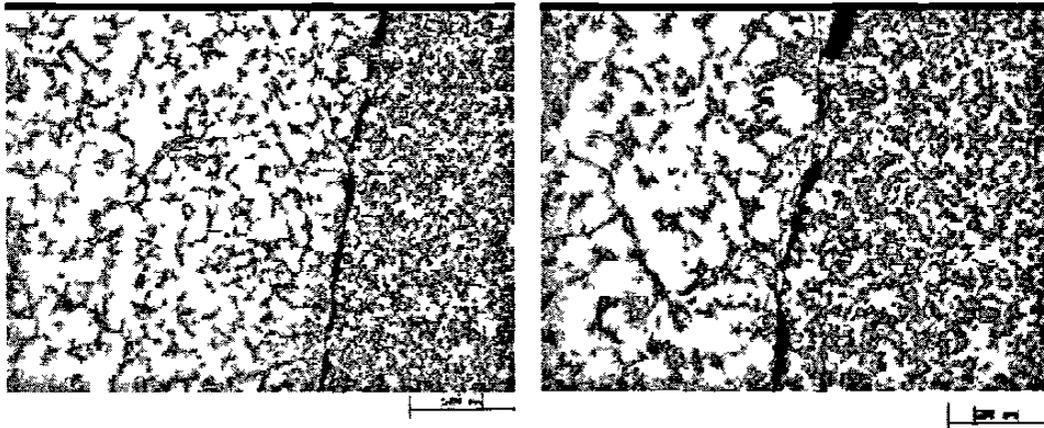


Figura 3.3.5. Micrografías de probeta 1-1-3, rodaja 5, condición como se recibe sin ahumar.

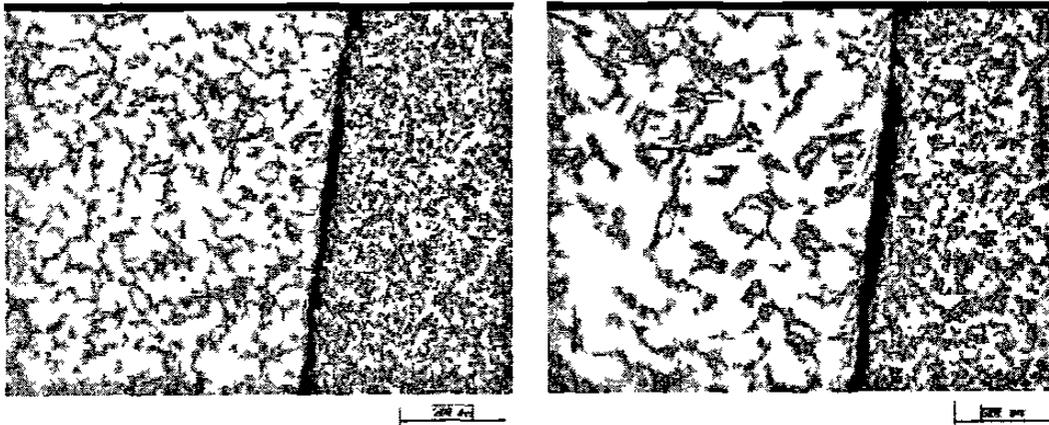


Figura 3.3.6. Micrografías de probeta 1-1-3, rodaja 6, condición como se recibe sin ahumar.

Anexo 3.3

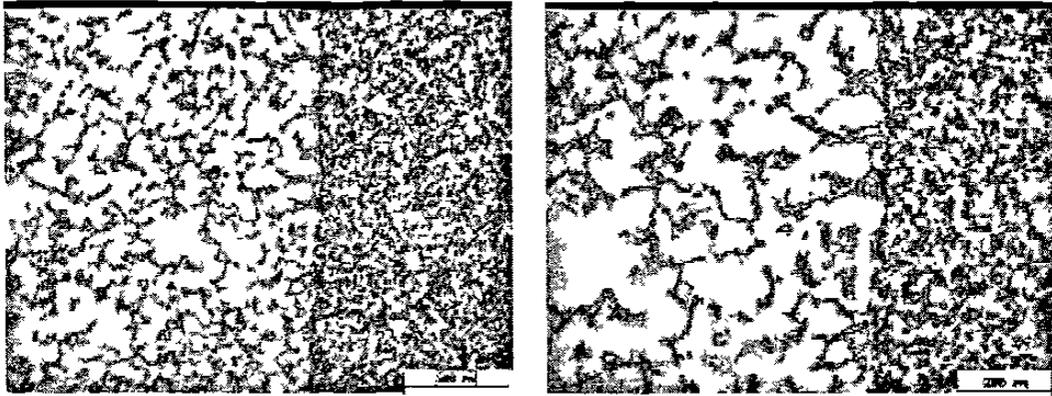


Figura 3.3.7. Micrografías de probeta 1-1-3, rodaja 7, condición como se recibe sin ahumar.

Anexo 3.4

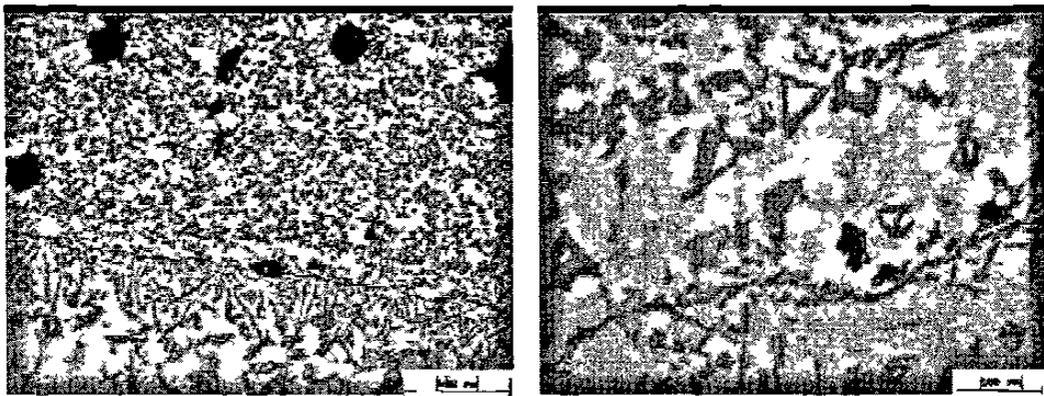


Figura 3.4.1. Micrografías de probeta 1-2-1, rodaja 1, condición granallado normal sin ahumar.

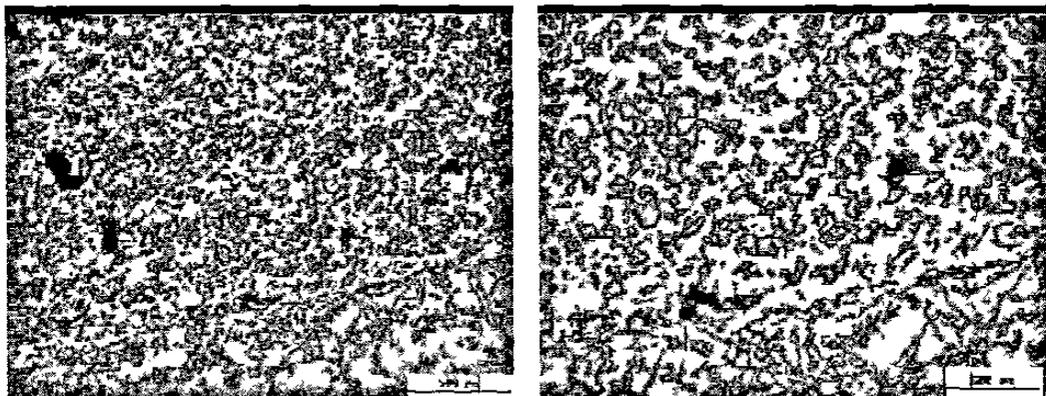


Figura 3.4.2. Micrografías de probeta 1-2-1, rodaja 2, condición granallado normal sin ahumar.

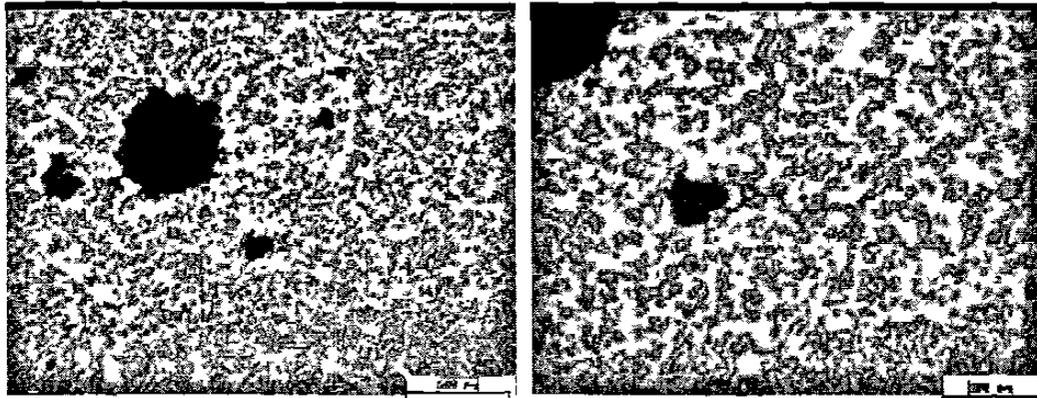


Figura 3.4.3. Micrografias de probeta 1-2-1, rodaja 3, condición granallado normal sin ahumar.

#### Anexo 3.4

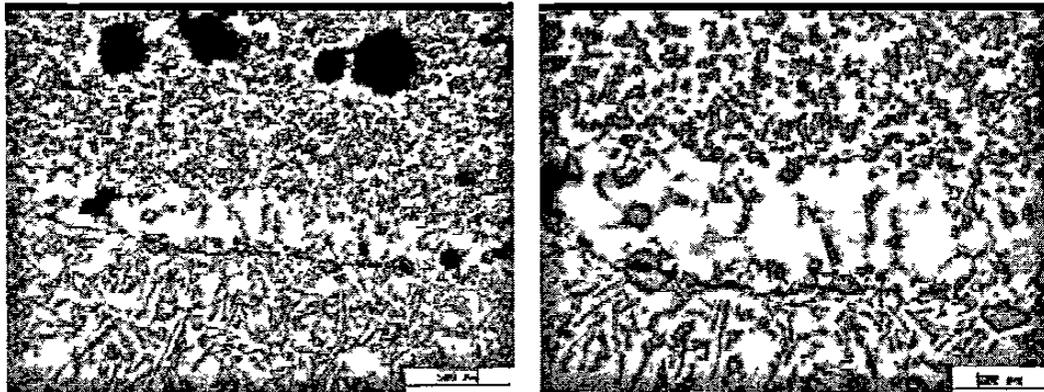


Figura 3.4.4. Micrografias de probeta 1-2-1, rodaja 4, condición granallado normal sin ahumar.

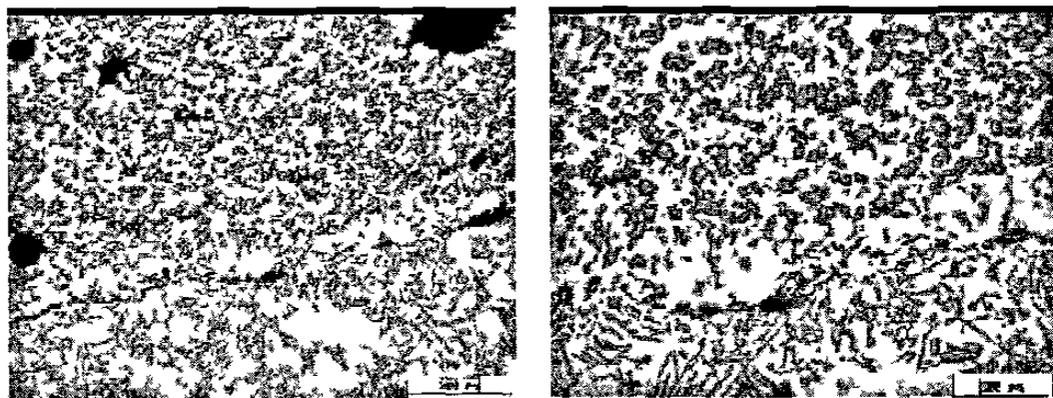


Figura 3.4.5. Micrografias de probeta 1-2-1, rodaja 5, condición granallado normal sin ahumar.

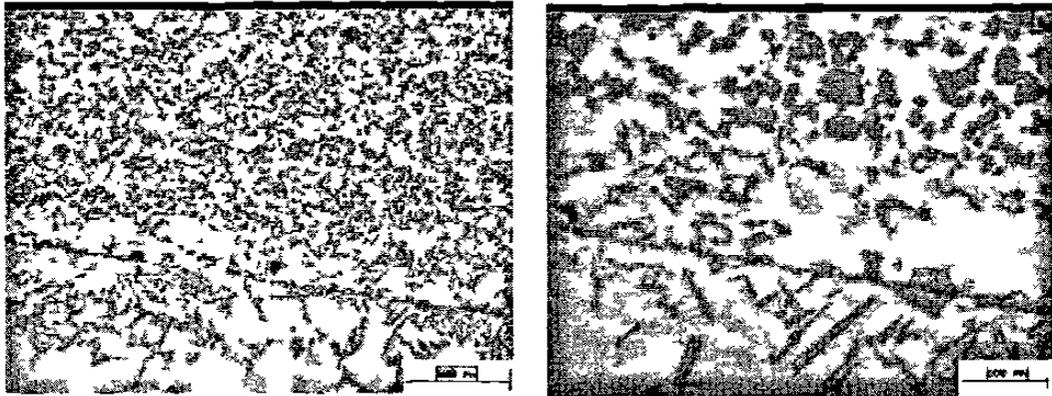


Figura 3.4.6. Micrografías de probeta 1-2-1, rodaja 6, condición granallado normal sin ahumar.

### Anexo 3.5

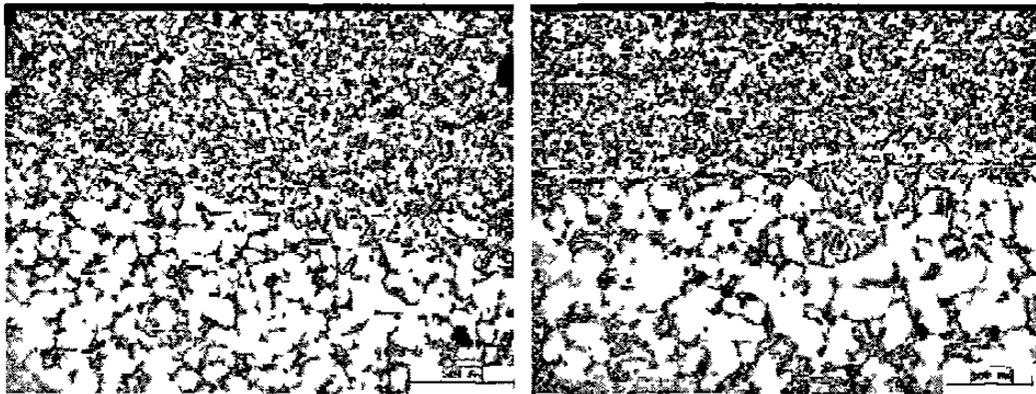


Figura 3.5.1. Micrografías de probeta 1-2-2, rodaja 1, condición granallado normal sin ahumar.

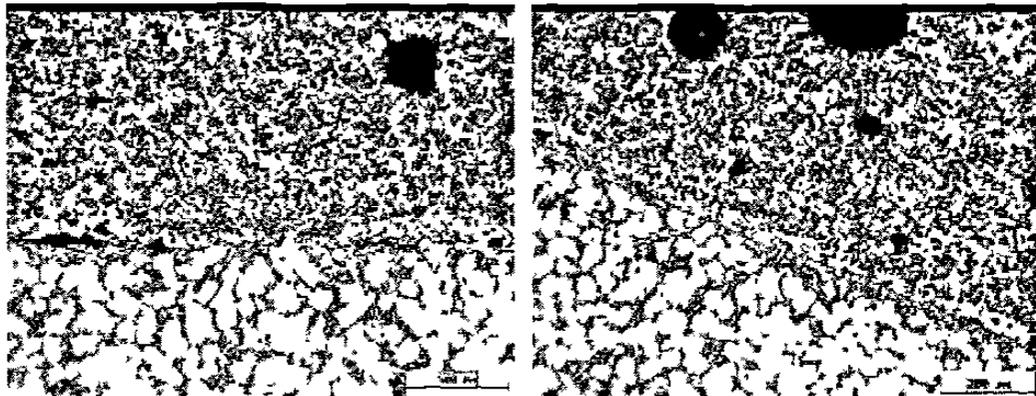


Figura 3.5.2. Micrografías de probeta 1-2-2, rodaja 2, condición granallado normal sin ahumar.

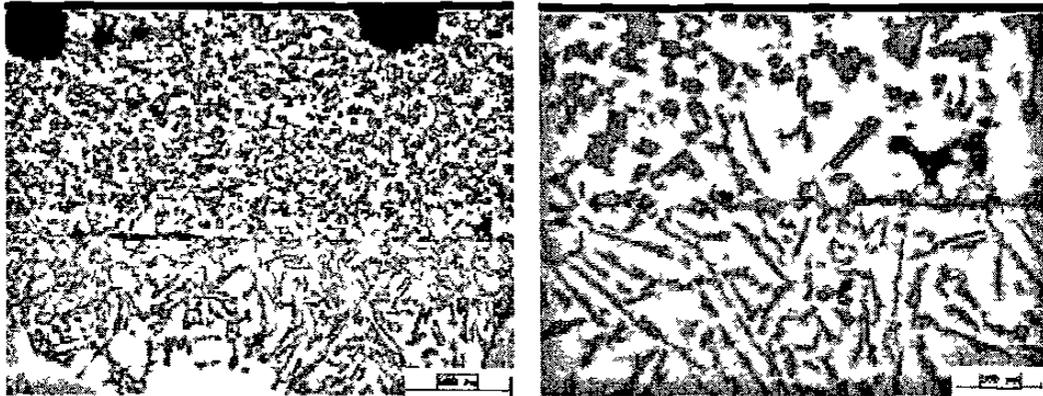


Figura 3.5.3. Micrografías de probeta 1-2-2, rodaja 3, condición granallado normal sin ahumar.

### Anexo 3.5

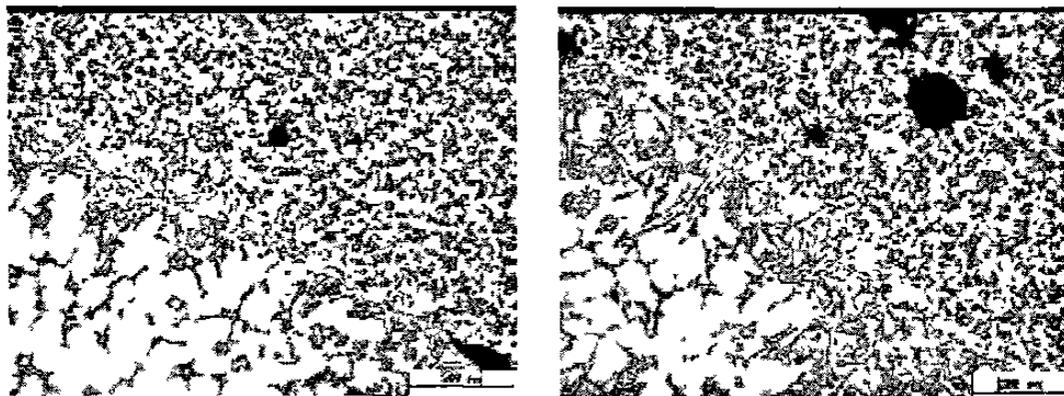


Figura 3.5.4. Micrografías de probeta 1-2-2, rodaja 4, condición granallado normal sin ahumar.

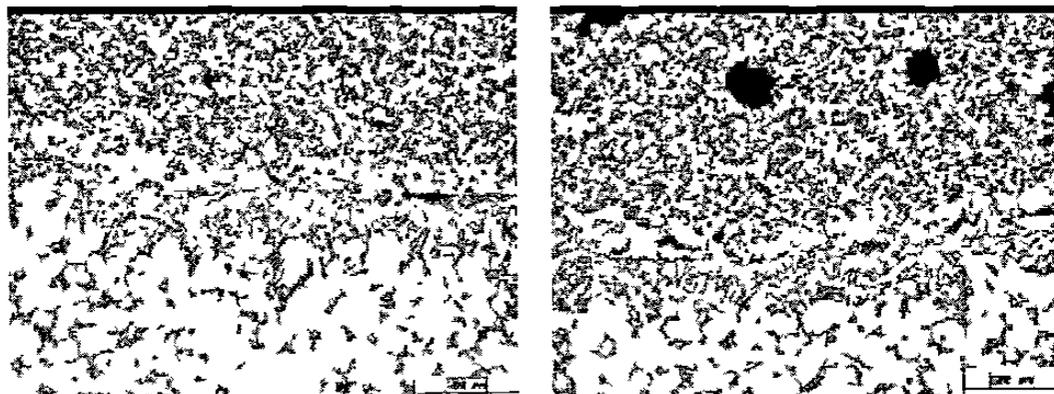


Figura 3.5.5. Micrografías de probeta 1-2-2, rodaja 5, condición granallado normal sin ahumar.

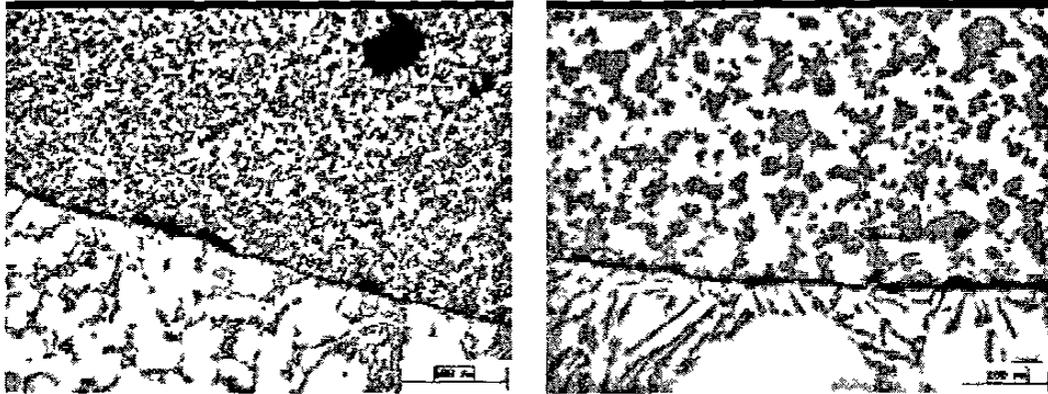


Figura 3.5.6. Micrografías de probeta 1-2-2, rodaja 6, condición granallado normal sin ahumar.

### Anexo 3.6

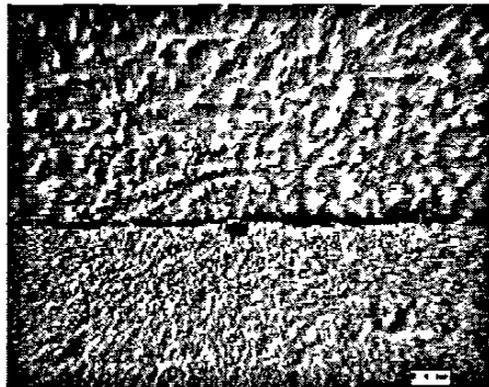


Figura 3.6.1. Micrografías de probeta 1-2-3, rodaja 1, condición granallado normal sin ahumar.

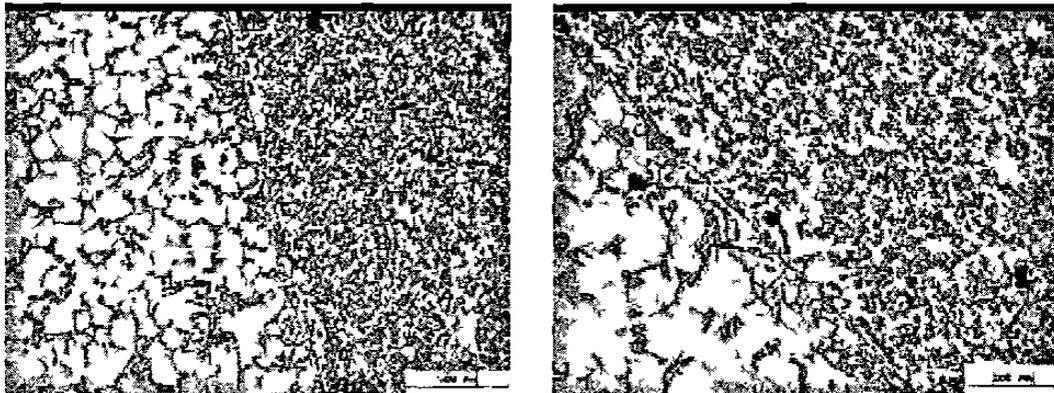


Figura 3.6.2. Micrografías de probeta 1-2-3, rodaja 2, condición granallado normal sin ahumar.

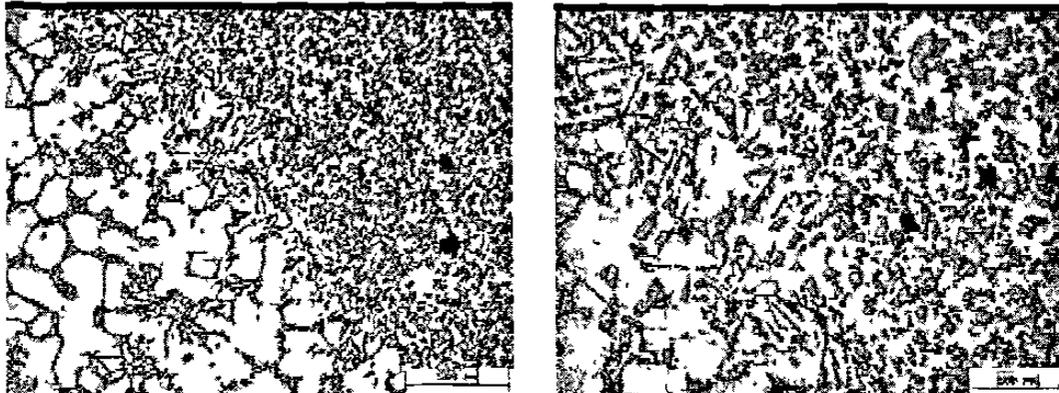


Figura 3.6.3. Micrografías de probeta 1-2-3, rodaja 3, condición granallado normal sin ahumar.

#### Anexo 3.6

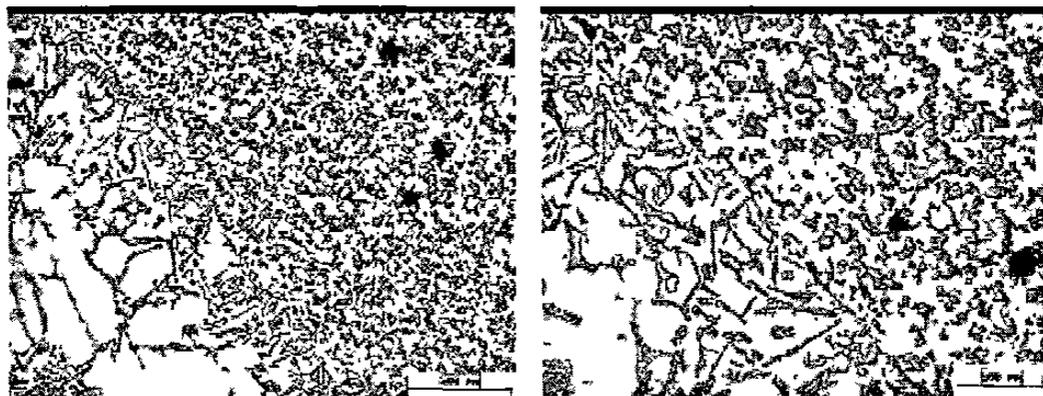


Figura 3.6.4. Micrografías de probeta 1-2-3, rodaja 4, condición granallado normal sin ahumar.

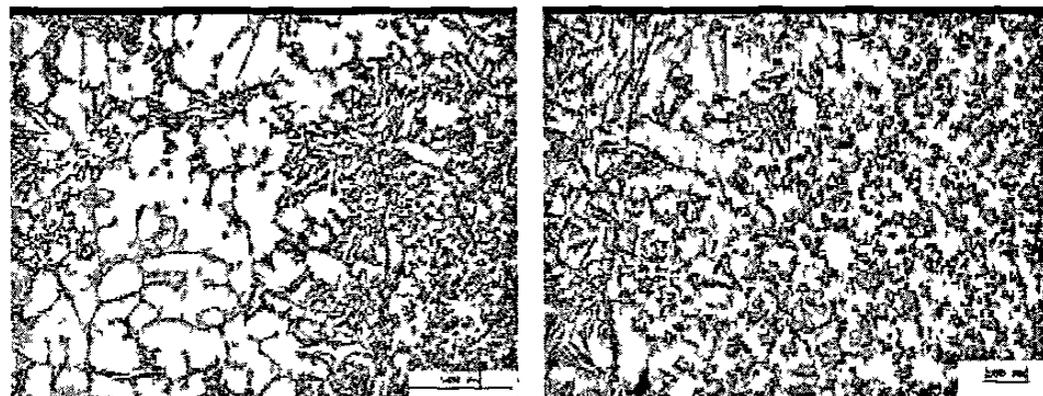


Figura 3.6.5. Micrografías de probeta 1-2-3, rodaja 5, condición granallado normal sin ahumar.

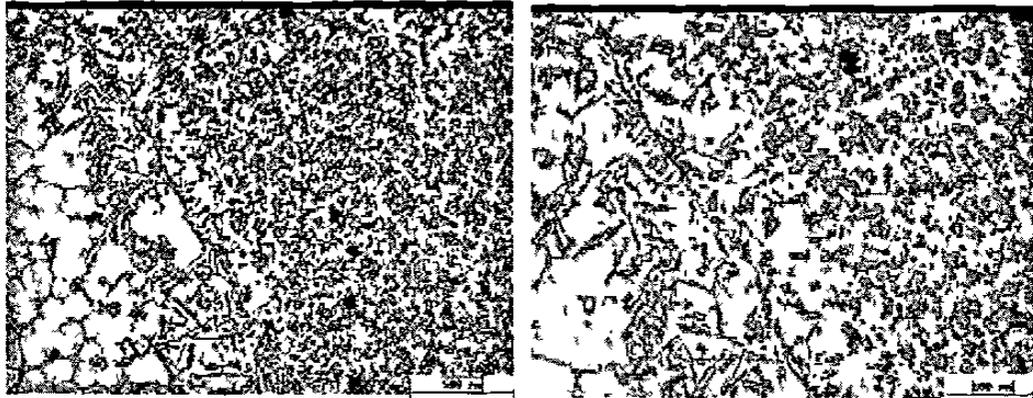


Figura 3.6.6. Micrografías de probeta 1-2-3, rodaja 6, condición granallado normal sin ahumar.

### Anexo 3.7

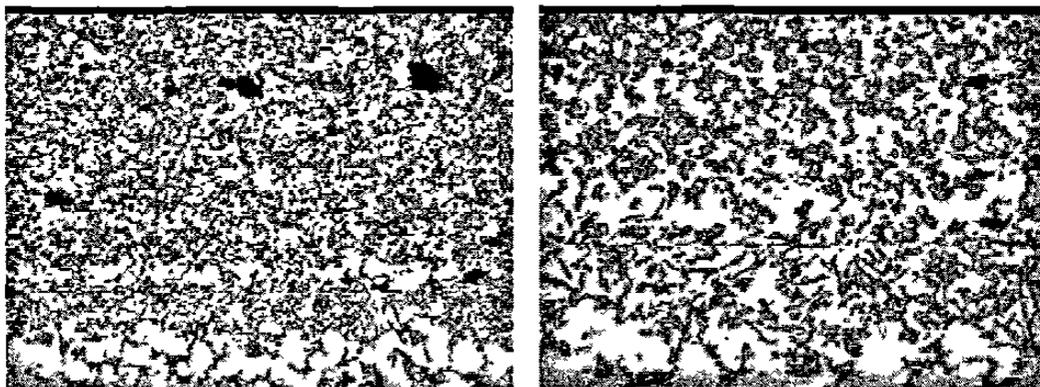


Figura 3.7.1. Micrografías de probeta 1-3-1, rodaja 1, condición granallado severo sin ahumado.

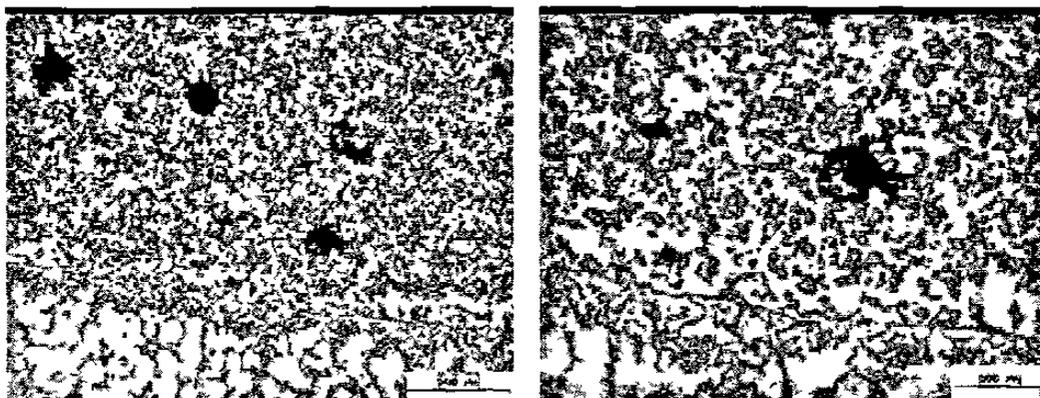


Figura 3.7.2. Micrografías de probeta 1-3-1, rodaja 2, condición granallado severo sin ahumado.

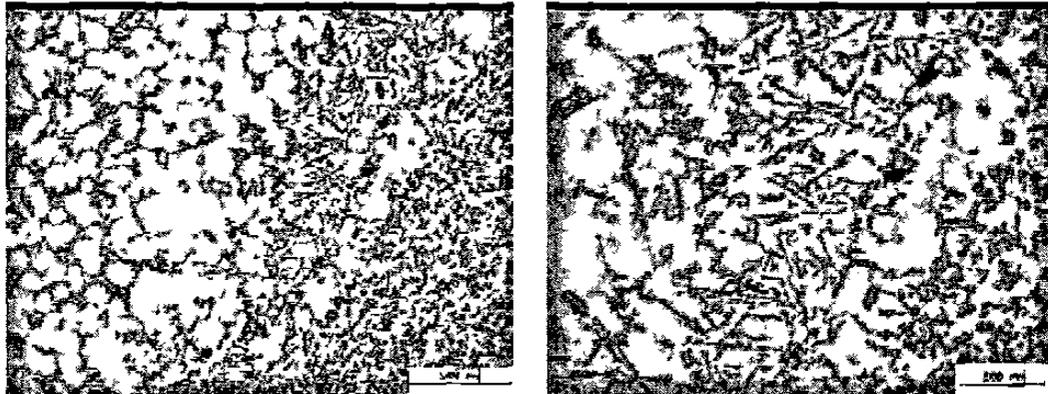


Figura 3.7.3. Micrografías de probeta 1-3-1, rodaja 3, condición granallado severo sin ahumado.

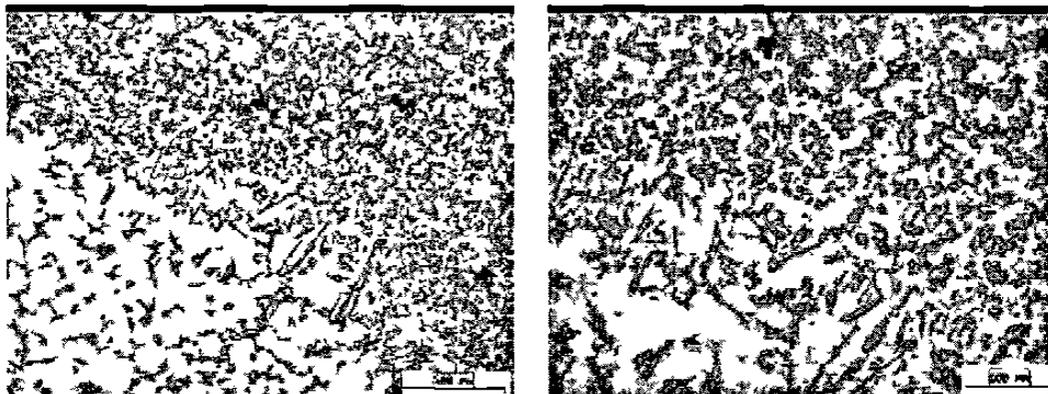


Figura 3.7.4. Micrografías de probeta 1-3-1, rodaja 4, condición granallado severo sin ahumado.

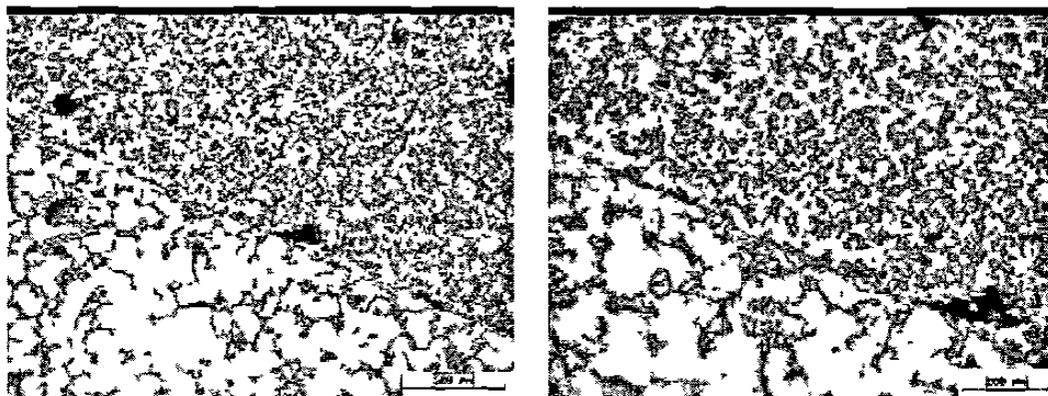


Figura 3.7.5. Micrografías de probeta 1-3-1, rodaja 5, condición granallado severo sin ahumado.

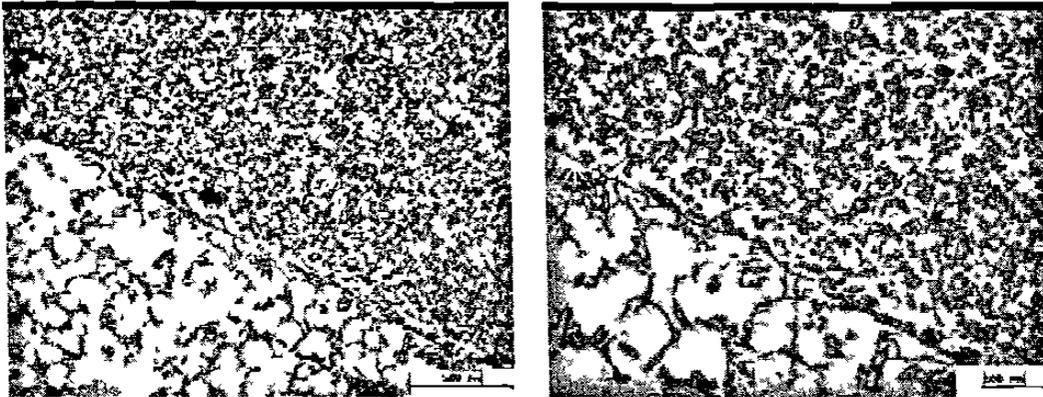


Figura 3.7.6. Micrografías de probeta 1-3-1, rodaja 6, condición granallado severo sin ahumado.

Anexo 3.8

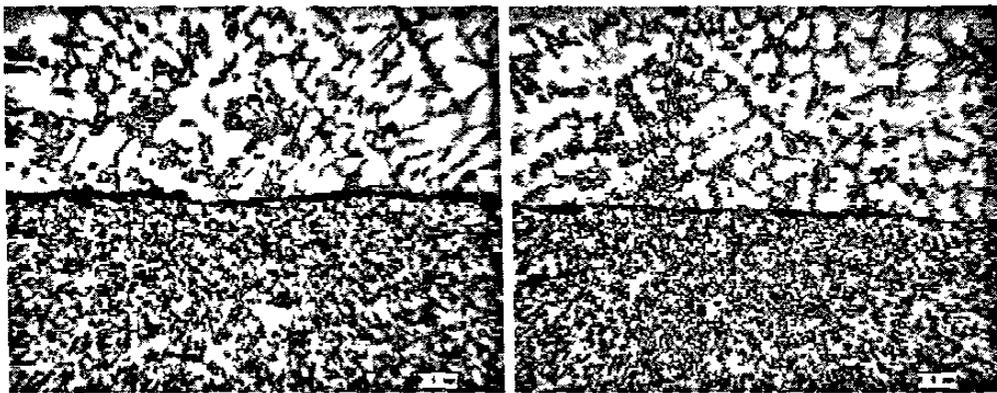


Figura 3.8.1. a) Micrografías de probeta 1-3-2, rodaja 1, condición granallado severo sin ahumado. b) Misma probeta 1-3-2, rodaja 2, condición granallado severo sin ahumado.

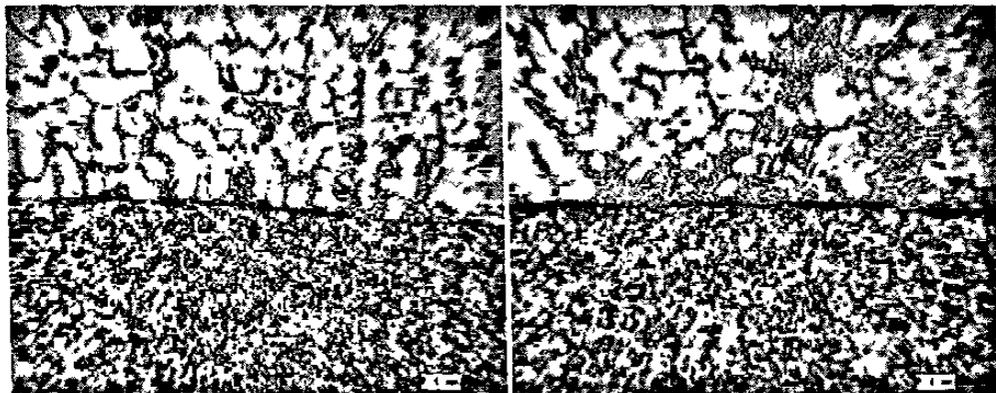
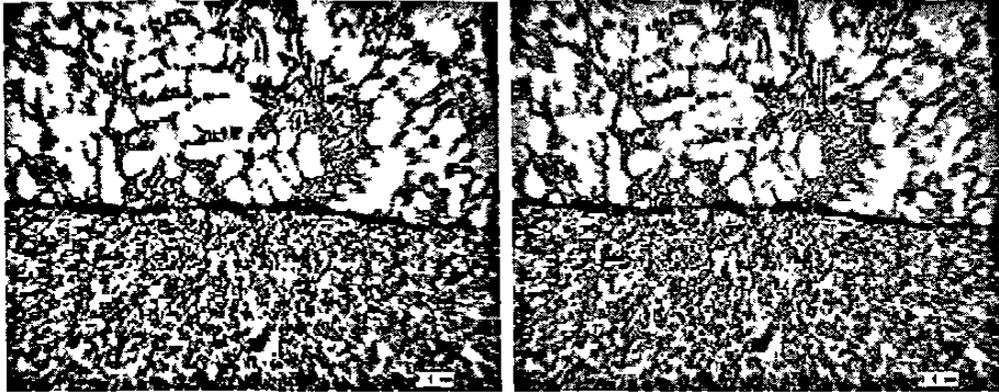
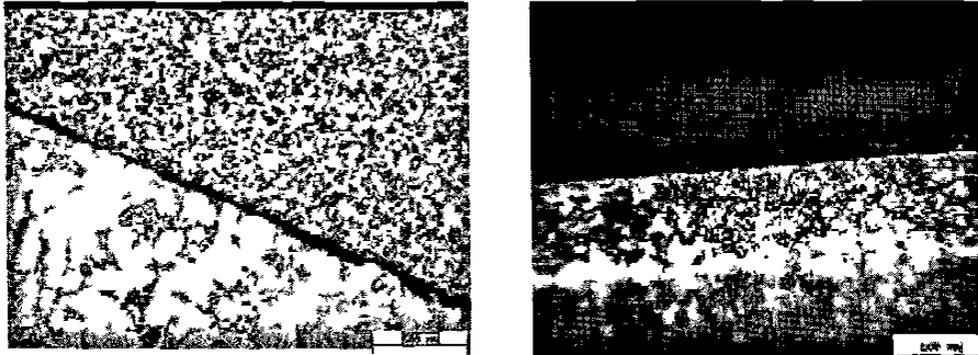


Figura 3.8.2. Micrografías de probeta 1-3-2, rodaja 3, condición granallado severo sin ahumado. b) Misma probeta 1-3-2, rodaja 4, condición granallado severo sin ahumado.

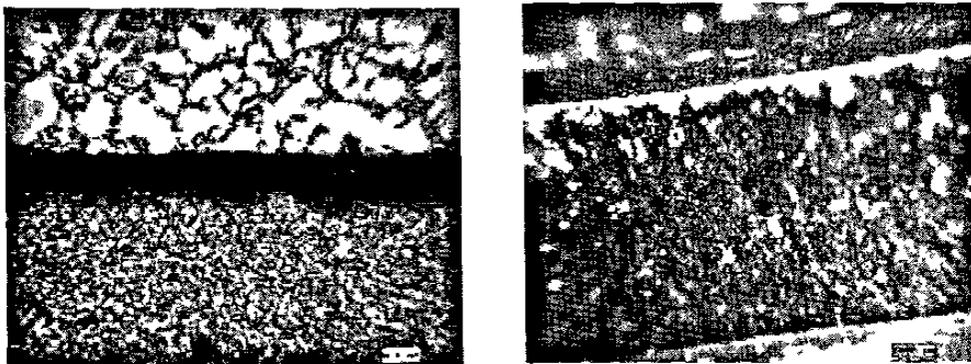


a)  
b)  
Figura 3.8.3. a) Micrografías de probeta 1-3-2, rodaja 5, condición granallado severo sin ahumado.. b) Misma probeta 1-3-2, rodaja 6, condición granallado severo sin ahumado.

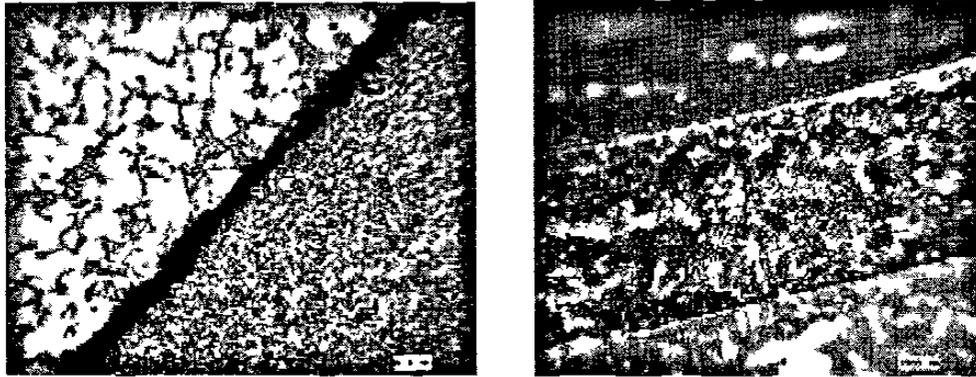
### Anexo 3.9



a)  
b)  
Figura 3.9.1 Micrografia de interfase de probeta 2-1-1, rodaja 1, condición ahumado normal a) antes de la prueba b) camisa desplazada, donde se muestra el metal desgarrado la camisa.



a)  
b)  
Figura 3.9.2 Micrografia de interfase de probeta 2-1-1, rodaja 2, condición ahumado normal a) antes de la prueba b) camisa desplazada, donde se muestra la capa de carbono en la camisa.



a) b)  
Figura 3.9.3 Micrografía de interfase de probeta 2-1-1, rodaja 3, condición ahumado normal a) antes de la prueba b) camisa desplazada, donde se muestra el metal desgarrado la camisa.

### Anexo 3.10

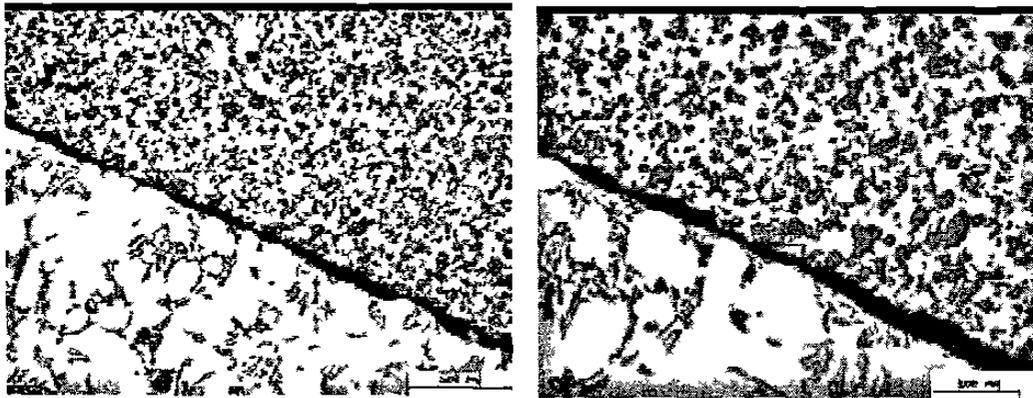


Figura 3.10.1. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 1, condición normal ahumado.

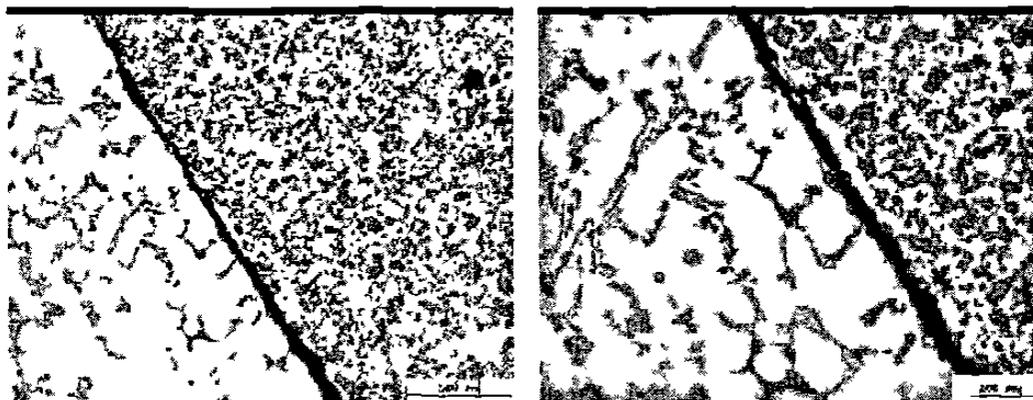


Figura 3.10.2. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 2, condición normal ahumado.

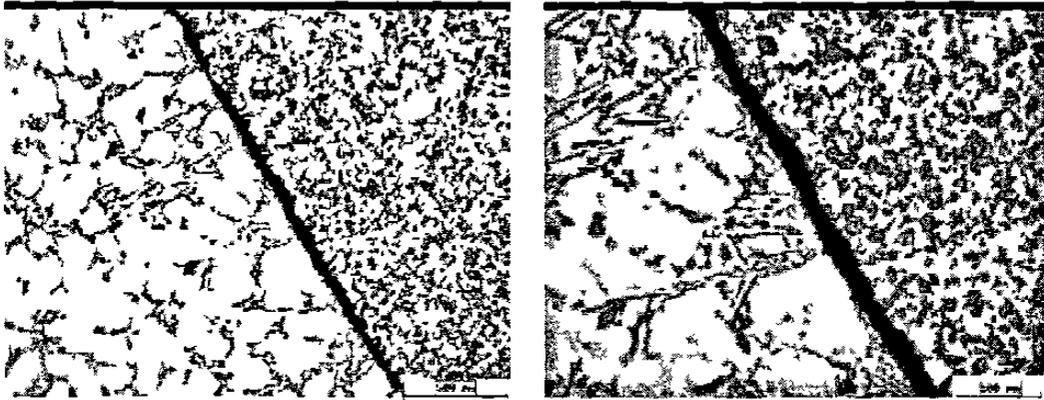


Figura 3.10.3. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 3, condición normal ahumado.

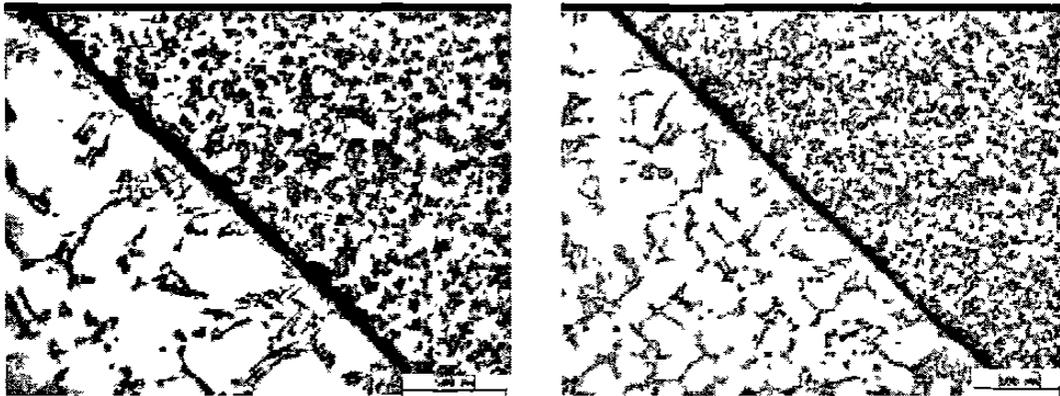


Figura 3.10.4. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 4, condición normal ahumado.

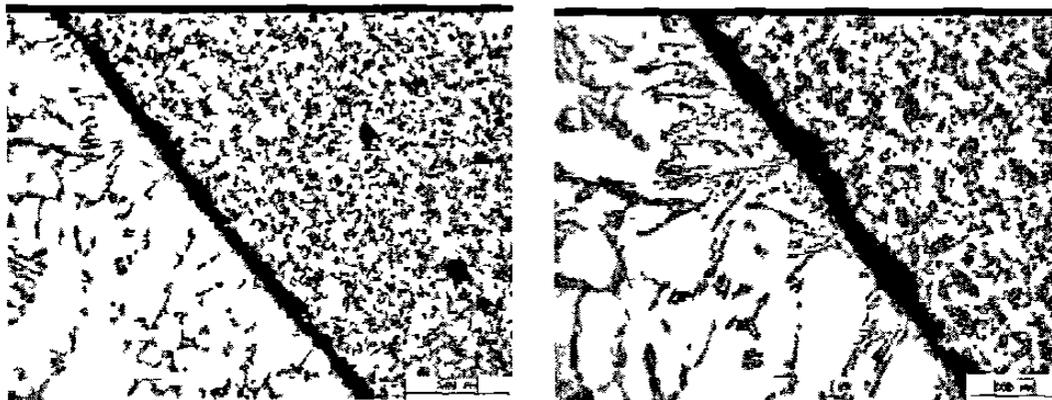


Figura 3.10.5. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 5, condición normal ahumado.

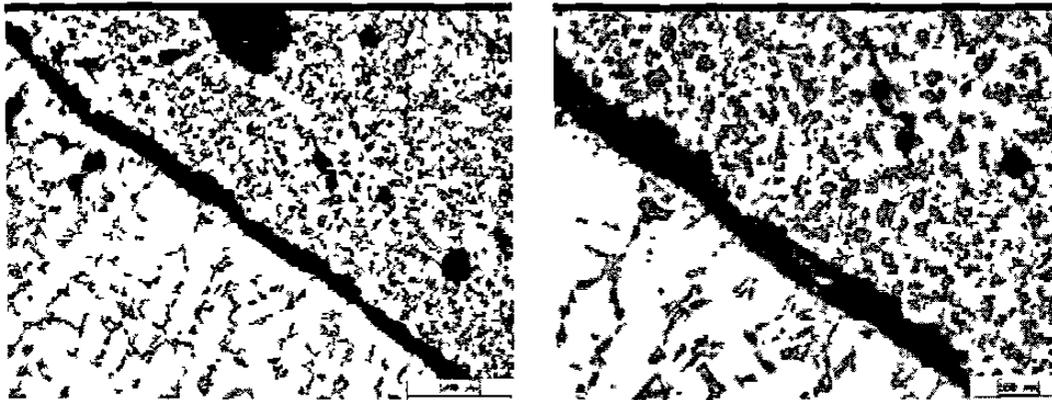


Figura 3.10.6. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 6, condición normal ahumado.

### Anexo 3.11

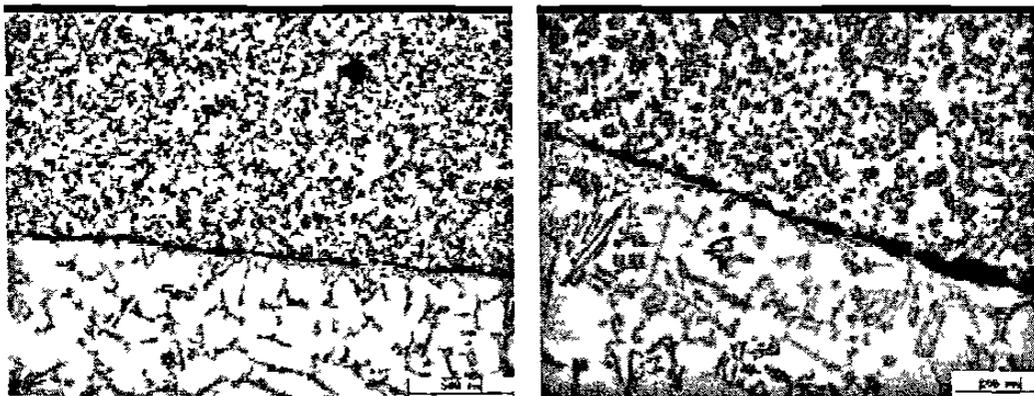


Figura 3.11.1. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 1, condición normal ahumado.

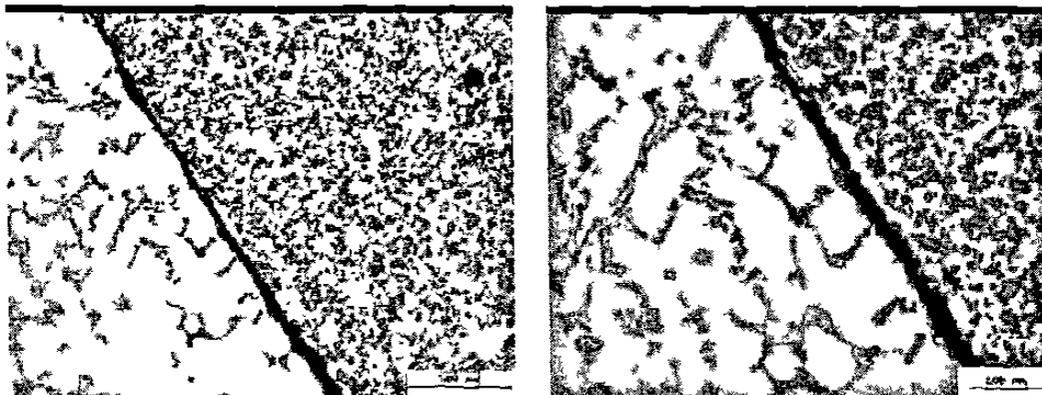


Figura 3.11.2. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 2, condición normal ahumado.

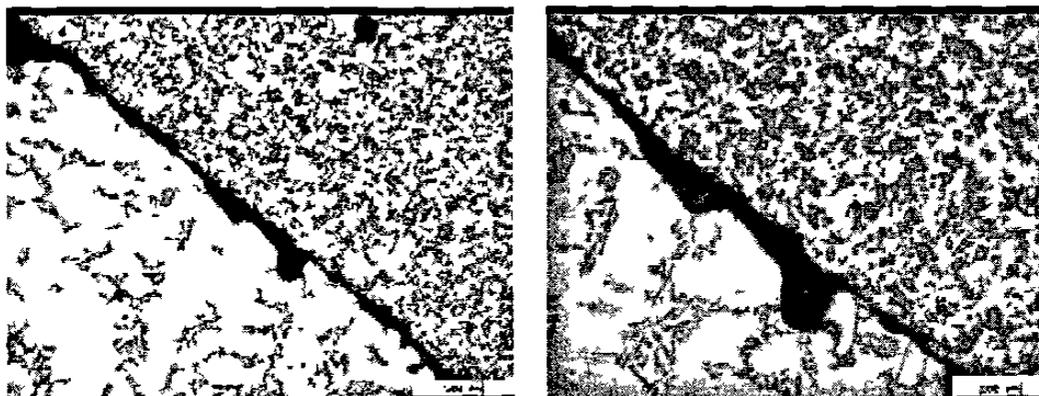


Figura 3.11.3. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 3, condición normal ahumado.

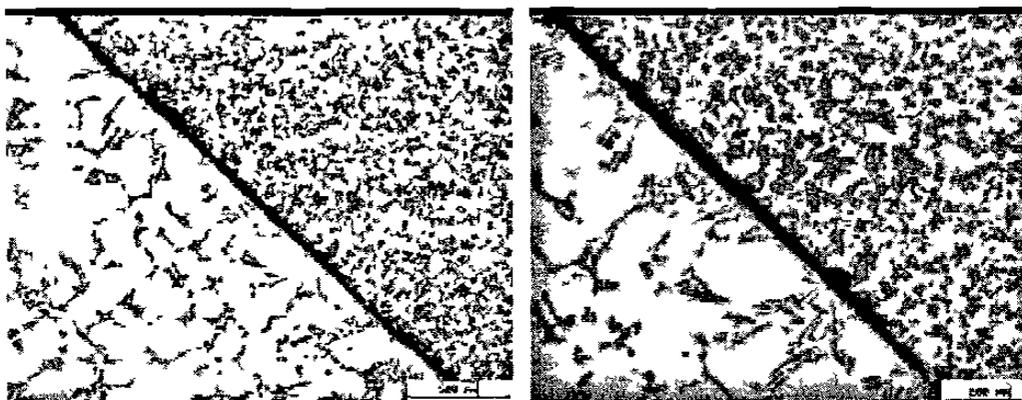


Figura 3.11.4. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 4, condición normal ahumado

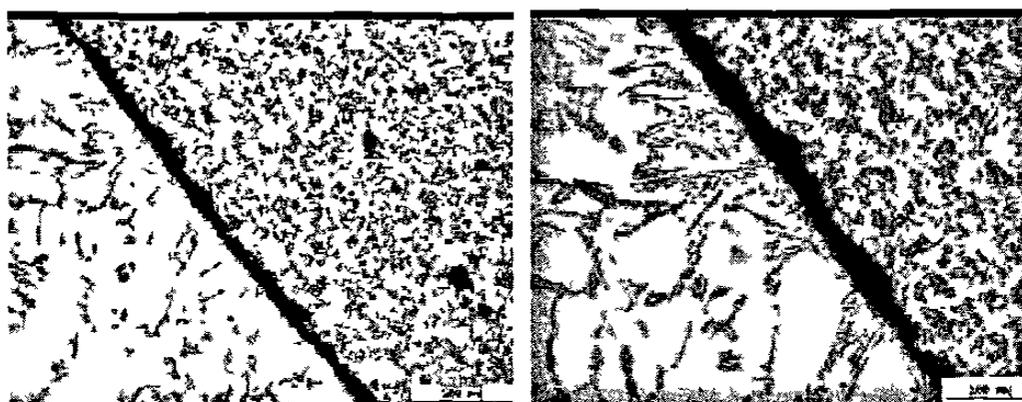


Figura 3.11.5. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 5, condición normal ahumado

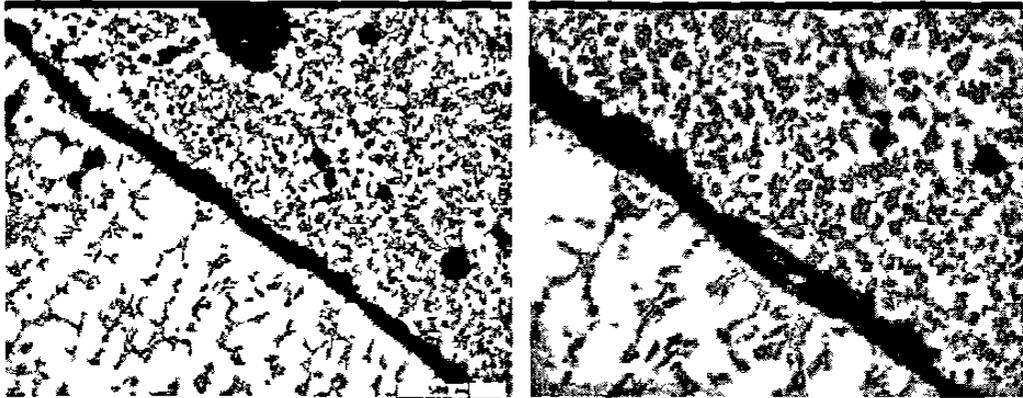
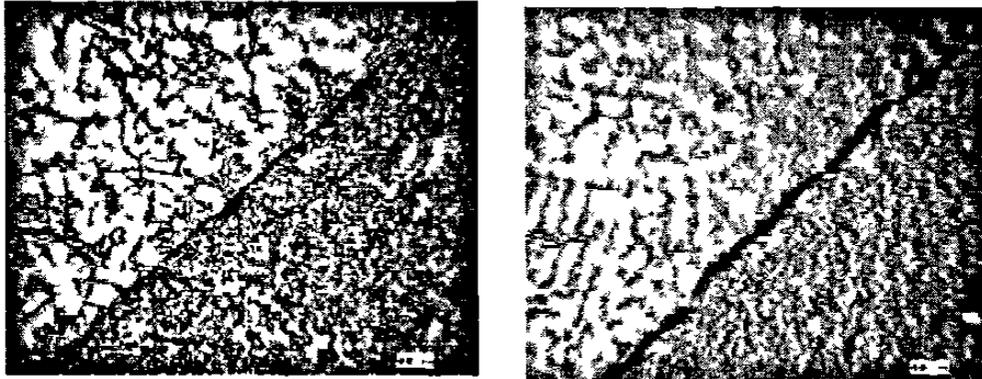
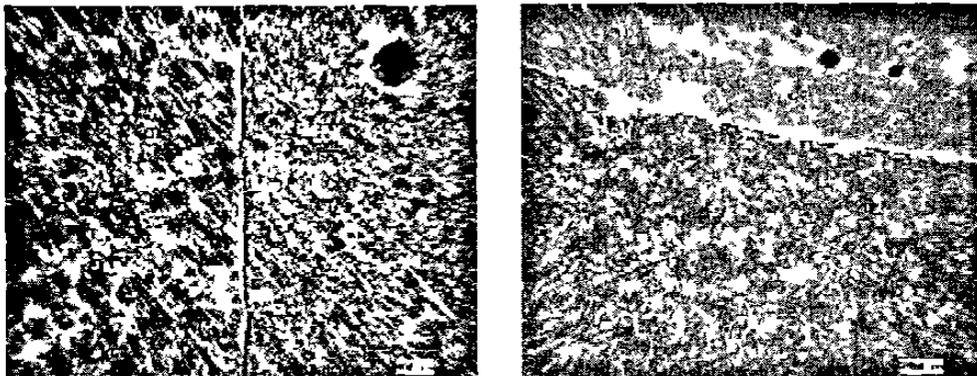


Figura 3.11.6. Micrografías de probeta 2-1-2, rodaja 6, condición normal ahumado

### Anexo 3.12



a) b)  
Figura 3.12.1 a) Micrografía de interfase de probeta 2-2-2, rodaja 1, condición granallado normal ahumado b) Misma probeta 2-2-2, rodaja 2, condición granallado normal ahumado



a) b)  
Figura 3.12.3 a) Micrografía de interfase de probeta 2-2-2, rodaja 3, condición granallado normal ahumado b) Misma probeta 2-2-2, rodaja 4

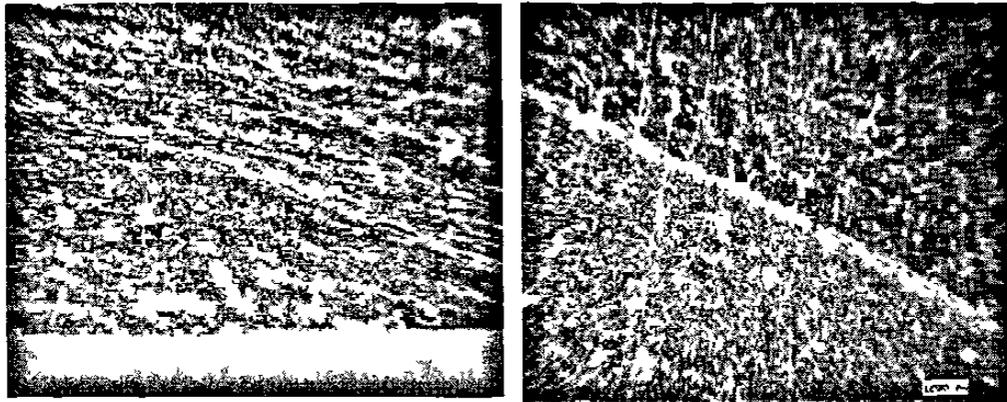
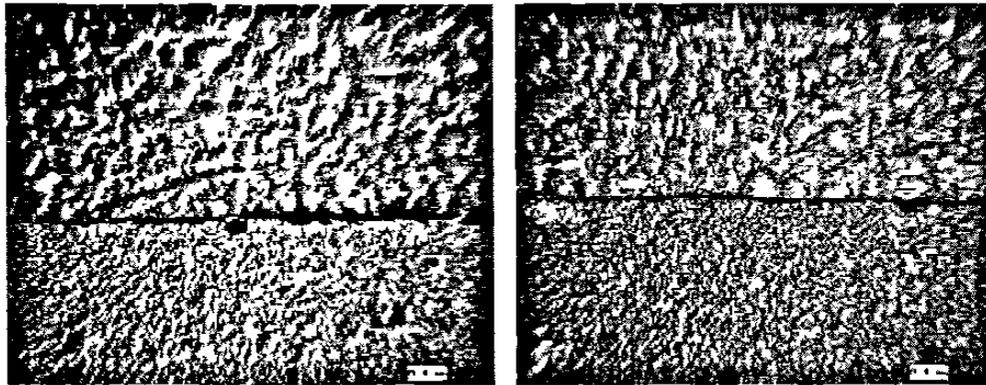


Figura 3.12.5 a) Micrografia de interfase de probeta 2-2-2, rodaja 5, condición granallado normal ahumado b) Misma interfase de probeta 2-2-2, rodaja 6.

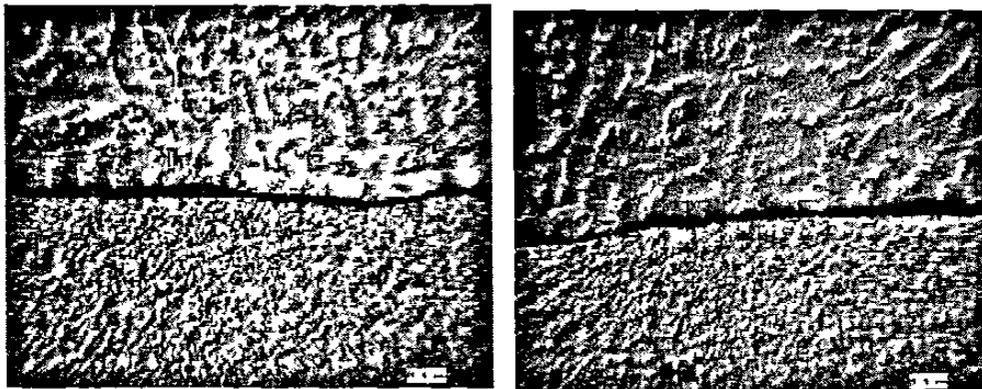
### Anexo 3.13



a)

b)

Figura 3.13.1 a) Micrografías de probeta 2-2-3, rodaja 1, condición granallado normal ahumado. b) Mismae probeta 2-2-3, rodaja 2, condición granallado normal ahumado.



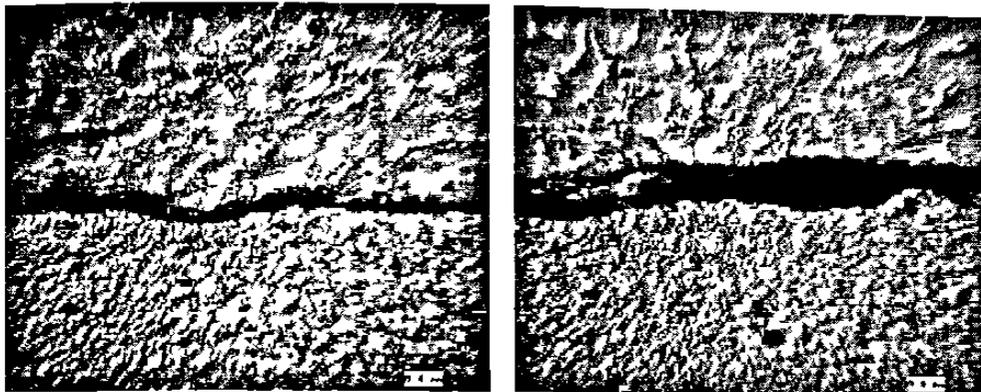
a)

b)

Figura 3.13.2 a) Micrografías de probeta 2-2-3, rodaja 4, condición granallado normal ahumado. b) Misma probeta 2-2-3, rodaja 5, condición granallado normal ahumado.

a)

b)



a) b)  
Figura 3.13.3 a) Micrografías de probeta 2-2-3, rodaja 6, condición granallado normal ahumado. b) Misma probeta 2-2-3, rodaja 7, condición granallado normal ahumado.

