

## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes Generales .....	1
1.2	Motivación .....	2
1.3	Objetivo General .....	3
1.4	Objetivos Específicos.....	3
1.5	Alcances .....	3
<b>2</b>	<b>Antecedentes Específicos .....</b>	<b>4</b>
2.1	Desgaste en Industria Minera.....	4
2.2	Desgaste por Abrasión .....	6
2.3	Procesos típicos para fabricar recubrimientos .....	7
2.3.1	Soldadura por plasma transferido (PTAW) .....	7
2.3.2	Soldadura por electrodo protegido (SMAW).....	8
2.3.3	Soldadura por arco sumergido (SAW).....	8
2.3.4	Soldadura por láser (LBW).....	9
2.3.5	Soldadura protegida por gas (GMAW).....	10
2.3.6	Soldadura por alambre tubular (FCAW).....	10
2.4	Materiales típicos de recubrimientos .....	11
2.4.1	Materiales ferrosos.....	13
2.4.1.1	Aceros Perlíticos .....	13
2.4.1.2	Aceros Austeníticos .....	13
2.4.1.3	Aceros Martensíticos .....	14
2.4.1.4	Fundiciones .....	15
2.4.2	Carburos.....	16
2.4.3	Naturaleza de los recubrimientos.....	19
2.5	Fabricantes de recubrimientos duros en Chile .....	20
<b>3</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Procedimiento Experimental .....</b>	<b>23</b>
4.1	Encuesta .....	23
4.2	Ensayo de desgaste .....	23
4.2.1	Preparación de muestras .....	25
4.2.2	Preparación de arena .....	27
4.3	Ensayo de dureza Rockwell C .....	28
4.4	Microscopía óptica.....	28
4.4.1	Corte de muestras.....	28
4.4.2	Pulido de muestras .....	29
<b>5</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>31</b>
5.1	Resultados encuesta .....	31
5.2	Resultados entrevistas.....	35
5.1	Resultados ensayo ASTM G 65.....	39
5.2	Resultados ensayos de dureza Rockwell C.....	41
5.3	Resultados metalografía.....	43
<b>6</b>	<b>Análisis y Discusión .....</b>	<b>47</b>
6.1	Encuestas - Entrevistas .....	47

6.2	Evaluación de muestras obtenidas .....	48
<b>7</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>50</b>
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>51</b>
	<b>Glosario .....</b>	<b>53</b>
	<b>Anexo A: Encuesta a Proveedores.....</b>	<b>54</b>
	<b>Anexo B: Lista de personas contactadas para participar de este trabajo de título .....</b>	<b>56</b>
	<b>Anexo C: Preparación de muestras para ensayo ASTM G65.....</b>	<b>57</b>
	<b>Anexo D: Corte de muestras para microscopia .....</b>	<b>62</b>
	<b>Anexo E: Resultados ASTM G65 .....</b>	<b>65</b>
	<b>Anexo F: Resultados microscopía.....</b>	<b>79</b>
	<b>E8018 .....</b>	<b>79</b>
	<b>E11018 .....</b>	<b>82</b>
	<b>Weldmang Crom .....</b>	<b>85</b>
	<b>Soltec 65 .....</b>	<b>88</b>
	<b>Overlay 60 .....</b>	<b>91</b>
	<b>Postalloy 218 .....</b>	<b>94</b>
	<b>Stoody 100 HC .....</b>	<b>97</b>
	<b>Placa bimetálica 1 .....</b>	<b>100</b>
	<b>Placa bimetálica 2 .....</b>	<b>103</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de algunas ventajas y limitaciones de algunos procesos para producir recubrimientos [15].	11
Tabla 2. Propiedades de algunos carburos.	12
Tabla 3. Durezas típicas de recubrimientos en base ferrosa [18].	15
Tabla 4. Porcentaje de dilución típicos de algunos procesos para producir recubrimientos [18].	20
Tabla 5. Resumen de productos y servicios que ofrecen las empresas proveedoras encuestadas.	31
Tabla 6. Resumen de durezas de los recubrimientos ofrecidos por las empresas encuestadas. ....	33
Tabla 7. Resumen de duración de recubrimientos ofrecidos por las empresas encuestadas. ....	34
Tabla 8. Lista de muestras brindadas por las empresas que colaboraron con este trabajo. Se presenta el tipo de recubrimiento, la marca de cada uno y el proceso por el cual fueron elaborados.	35
Tabla 9. Composición química de las muestras obtenidas [23] [24] [25] [26].	36
Tabla 10. Dureza Rockwell C especificada por los fabricantes [23] [24] [25] [26].	36
Tabla 11. Resumen de tipo de aleación de los recubrimientos obtenidos y sus aplicaciones típicas [23] [24] [25] [26].	37
Tabla 12. Resumen de opiniones obtenidas durante entrevistas con empresas participantes. ....	38
Tabla 13. Resumen de pérdida de masa en el tiempo, según ensayo por norma ASTM G65. ....	39
Tabla 14. Dureza Rockwell C obtenida en 5 puntos de cada muestra. ....	41
Tabla 15 Resultados ensayos ASTM G-65 para recubrimiento E8018-C2. ....	65
Tabla 16 Resultados ensayos ASTM G-65 para recubrimiento E11018-M. ....	66
Tabla 17 Resultados ensayos ASTM G-65 para recubrimiento Weldmang Crom. ....	68
Tabla 18 Resultados ensayos ASTM G-65 para recubrimiento Soltec 65. ....	69
Tabla 19 Resultados ensayos ASTM G-65 para recubrimiento Overlay 60. ....	71
Tabla 20 Resultados ensayos ASTM G-65 para recubrimiento Postalloy 218HD. ....	72
Tabla 21 Resultados ensayos ASTM G-65 para recubrimiento Stooddy 100 HC. ....	74
Tabla 22 Resultados ensayos ASTM G-65 para la placa bimetálica 1. ....	75
Tabla 23 Resultados ensayos ASTM G-65 para la placa bimetálica 2. ....	77

# Índice de ilustraciones

Figura 1. Efecto del desgaste en cono triturador de chancado en arenas bituminosas en Canadá [1]. .....	1
Figura 2. Aplicación de recubrimiento mediante técnica SAW en paredes internas de tuberías [3]. .....	2
Figura 3 Aporte de la Minería al PIB Nacional [7]. .....	4
Figura 4. Evolución del precio nominal promedio del cobre y las toneladas métricas exportadas (TM) en periodo de 2010-2015 [9]. .....	4
Figura 5. Desglose OPEX mina subterránea. [10].....	5
Figura 6. a) Ejemplo de equipos que sufren desgaste en minería por abrasión b) Efecto del desgaste en los dientes de una pala (izquierda: nueva; derecha: desgastada) [11].....	6
Figura 7. Micro-mecanismos del desgaste por abrasión [12]. .....	6
Figura 8. Esquema de soldadura PTAW [2]. .....	8
Figura 9. Esquema de soldadura SMAW [13]. .....	8
Figura 10. Esquema de soldadura por arco sumergido, SAW [2]. .....	9
Figura 11. Esquema de soldadura por laser, LBM [2]. .....	9
Figura 12. Esquema de soldadura GMAW [2]. .....	10
Figura 13. Esquema de soldadura FCAW [14]. .....	10
Figura 14. Microestructura típica de un acero perlítico. Las líneas negras corresponden a la fase perlita y la zona blanca corresponde a austenita [16]. .....	13
Figura 15. Microestructura típica de un acero austenítico tipo Hadfield con zoom de 100X. Las zonas blancas corresponden a la fase austenita [17]. .....	14
Figura 16. Microestructura típica de un acero martensítico. Los granos en forma de aguja corresponden a la martensita, las zonas blancas corresponden a la fase austenita [16].....	14
Figura 17. Pérdida de masa del ensayo ASTM G65, procedimiento A, versus la dureza en escala Rockwell C de distintos recubrimientos en base ferrosa. AM, acero austenítico al manganeso. FB, acero ferrítico-bainítico. MA, acero austenítico-martensítico. MS, acero martensítico. NE, fundición eutéctica. PA, fundición hipoeutéctica. PC, fundición hipereutéctica [18]. .....	15
Figura 18. Pérdida de masa del ensayo ASTM G65, procedimiento A, versus el contenido de Carbono de distintos recubrimientos en base ferrosa. AM, acero austenítico al manganeso. FB, acero ferrítico-bainítico. MA, acero austenítico-martensítico. MS, acero martensítico. NE, fundición eutéctica. PA, fundición hipoeutéctica. PC, fundición hipereutéctica [18].....	16
Figura 19. Diagrama de fase de CCO [20]. .....	17
Figura 20. Estructura típica de recubrimientos de CCO hipoeutécticos [20]. .....	17
Figura 21. Estructura típica de recubrimientos de CCO hipereutécticos [20]. .....	18
Figura 22 Grietas producidas por el alivio de esfuerzos durante el enfriamiento [2]. .....	18

Figura 23. Pérdida de masa de algunos recubrimientos de carburos de Cromo ensayados con distintas arenas según el procedimiento ASTM G65 [21].	19
Figura 24. Microestructura típica de recubrimientos Ni-WC [2].	19
Figura 25. Dilución del material depositado.	20
Figura 26. Ejemplo de productos que ofrece ME ELECMETAL para proteger equipos de minería contra el desgaste. En a) se observa una olla para fundición de cobre (en posición invertida), en b) se observa la base de una pala con placas anti-desgaste y en c) bolas para molienda.	21
Figura 27. Flujograma de trabajo.	22
Figura 28. Esquema del ensayo ASTM G-65 [6].	23
Figura 29. Equipo para realizar ensayo ASTM G-65 disponible en laboratorio del Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Chile. (Fuente: Propia)	24
Figura 30. Cortina de arena constante.	25
Figura 31. Fresa perteneciente al taller mecánico del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile.	26
Figura 32. Rectificadora perteneciente al taller mecánico del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile.	26
Figura 33. a) Se observa la muestra Weldmang Crom en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.	27
Figura 34. Harnero construido por el estudiante para tamizar la arena.	27
Figura 35. Durómetro Rockwell C presente en el laboratorio de metalografía del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile.	28
Figura 36. Muestra Postalloy 218 HD cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio.	29
Figura 37. Preparación de muestras para ser encapsuladas en resina.	29
Figura 38. Máquina de pulido de velocidad variable, marca Struers.	30
Figura 39. Microscopio óptico marca OPTIKA, con aumento de 5x, 10x, 20x, 50x y 100x.	30
Figura 40. Resumen de sistemas de materiales ofrecidos por las empresas encuestadas.	32
Figura 41. Dificultad de adquirir materiales contra el desgaste.	32
Figura 42. Principales técnicas para aplicación de recubrimientos.	33
Figura 43. Ejemplo de muestra obtenida gracias a las entrevistas con las empresas que accedieron a colaborar en este trabajo. La muestra corresponde al ejemplar Soltec 65.	35
Figura 44. Marca dejada en recubrimientos luego del ensayo ASTM G65. En a) el recubrimiento 11018-M y en b) la placa bimetálica 1 (el ancho de la huella, en ambas imágenes, es de 12 [mm]).	39
Figura 45. Procedimiento ASTM G65 A de las muestras obtenidas.	40
Figura 46. Gráfico comparativo de pérdida de masa [gr] versus el tiempo.	40
Figura 47. Gráfico de %C vs pérdida de masa.	41

Figura 48. Gráfico de dureza Rockwell C vs pérdida de masa.....	42
Figura 49. Microestructura recubrimiento E8018-C2. Aumento 100X.....	43
Figura 50. Microestructura recubrimiento E11018-M. Aumento 100X.....	43
Figura 51. Microestructura de recubrimiento Soltec 65. Aumento 100X.....	44
Figura 52. Microestructura de recubrimiento Stoody 100 HC. Aumento 100X.....	44
Figura 53. Microestructura de recubrimiento Postalloy 218 HD. Aumento 100X.....	45
Figura 54. Microestructura de recubrimiento Overlay 60. En aumento 50X.....	45
Figura 55. Microestructura de recubrimiento Placa bimetálica 1. En aumento 10X.....	46
Figura 56. Microestructura de recubrimiento Placa bimetálica 2. Aumento 50X.....	46
Figura 57. a) Se observa la muestra Soltec 65 en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	57
Figura 58. a) Se observa la muestra Stoody 100 HC en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	57
Figura 59. a) Se observa la muestra E8018-C2 en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	58
Figura 60. a) Se observa la muestra E11018-M en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	58
Figura 61. a) Se observa la muestra Postalloy 218 HD en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	59
Figura 62. a) Se observa la muestra Weldmang Crom en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	59
Figura 63. a) Se observa la muestra Overlay 60 en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	60
Figura 64. Se observa la muestra placa bimetálica 1 en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	60
Figura 65. Se observa la muestra placa bimetálica 2 en bruto y en b) se presenta la muestra luego de pasar por la fresa y la rectificadora.....	61
Figura 66 .Muestra Soltec 65 cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio.....	62
Figura 67. Muestra Postalloy 218 HD cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio.....	62
Figura 68. Muestra E11018-M cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio. ...	62
Figura 69. Muestra Weldmang Crom cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio.....	63
Figura 70. Muestra E8018-C2 cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio. ....	63
Figura 71. Muestra Overlay 60 cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio....	63
Figura 72. Muestra Stoody 100 HC cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio.....	64

Figura 73. Muestra Placa bimetálica 1 cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio.....	64
Figura 74. Muestra Placa bimetálica 2 cortada por electroerosión para ser analizado en microscopio.....	64
Figura 75. Gráfico de masa vs tiempo para electrodo E8018-C2 durante el ensayo ASTM G 65.	65
Figura 76. a) Muestra del recubrimiento E8018-C2 antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo.....	66
Figura 77. Gráfico de masa vs tiempo para electrodo E11018-M durante el ensayo ASTM G 65. ....	67
Figura 78. a) Muestra del recubrimiento 11018-M antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo.....	67
Figura 79. Gráfico de masa vs tiempo para recubrimiento Weldmang Crom durante el ensayo ASTM G 65. ....	68
Figura 80. a) Muestra de recubrimiento Weldmang Crom antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo. ....	69
Figura 81. Gráfico de masa vs tiempo para recubrimiento Soltec 65 durante el ensayo ASTM G 65. ....	70
Figura 82. a) Una de las muestras del recubrimiento Soltec 65 antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo. ....	70
Figura 83. Gráfico de masa vs tiempo para recubrimiento Overlay 60 durante el ensayo ASTM G 65.....	71
Figura 84. a) Una de las muestras del recubrimiento Overlay 60 antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo. ....	72
Figura 85. Gráfico de masa vs tiempo para recubrimiento Postalloy 218HD durante el ensayo ASTM G 65. ....	73
Figura 86. a) Muestra de recubrimiento Postalloy 218HD antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo. ....	73
Figura 87. Gráfico de masa vs tiempo para recubrimiento Stoody 100 HC durante el ensayo ASTM G 65.....	74
Figura 88. a) Muestra de recubrimiento Stoody100 HC antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo. ....	75
Figura 89. Gráfico de masa vs tiempo para la placa bimetálica 1 durante el ensayo ASTM G 65. ....	76
Figura 90. a) Muestra de recubrimiento placa bimetálica 1 antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo. ....	76
Figura 91. Gráfico de masa vs tiempo para la placa bimetálica 2 durante el ensayo ASTM G 65. ....	77
Figura 92. a) Muestra de recubrimiento placa bimetálica 2 antes de ser ensayada y b) la marca resultante del ensayo. ....	78

- Figura 93. Micrografías tomadas a recubrimiento 8018-C2. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Nital 2%. ..... 79
- Figura 94. Micrografías tomadas a recubrimiento 8018-C2. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Nital 2%. ..... 80
- Figura 95. Micrografías tomadas a recubrimiento 8018-C2. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Nital 2%. ... 81
- Figura 96. Micrografías tomadas a recubrimiento 11018-M. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Nital 2%. ..... 82
- Figura 97. Micrografías tomadas a recubrimiento 11018-M. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Nital 2%. ..... 83
- Figura 98. Micrografías tomadas a recubrimiento 11018-M. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Nital 2%. ... 84
- Figura 99. Micrografías tomadas a recubrimiento Weldmang Crom. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Vilella 5%. ... 85
- Figura 100. Micrografías tomadas a recubrimiento Weldmang Crom. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Vilella 5%. .. 86
- Figura 101. Micrografías tomadas a recubrimiento Weldmang Crom. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Vilella 5%. 87
- Figura 102. Micrografías tomadas a recubrimiento Soltec 65. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Vilella 5%. .. 88
- Figura 103. Micrografías tomadas a recubrimiento Soltec 65. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Vilella 5%. ... 89
- Figura 104. Micrografías tomadas a recubrimiento Soltec 65. a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Vilella 5%. 90
- Figura 105. Micrografías tomadas a recubrimiento Overlay 60 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Vilella 5%. .. 91
- Figura 106. Micrografías tomadas a recubrimiento Overlay 60 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Vilella 5%. .. 92

Figura 107. Micrografías tomadas a recubrimiento Overlay 60 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Vilella 5%. 93	
Figura 108. Micrografías tomadas a recubrimiento Postalloy 218 HD a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Vilella 5%. .. 94	
Figura 109. Micrografías tomadas a recubrimiento Postalloy 218 HD a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Vilella 5%. .. 95	
Figura 110. Micrografías tomadas a recubrimiento Postalloy 218 HD a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Vilella 5%. 96	
Figura 111. Micrografías tomadas a recubrimiento Stoodly 100 HC a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Vilella 5%. .. 97	
Figura 112. Micrografías tomadas a recubrimiento Stoodly 100 HC a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Vilella 5%. .. 98	
Figura 113. Micrografías tomadas a recubrimiento Stoodly 100 HC a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Vilella 5%. 99	
Figura 114. Micrografías tomadas a recubrimiento placa bimetálica 1 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Vilella 5%. 100	
Figura 115. Micrografías tomadas a recubrimiento placa bimetálica 1 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Vilella 5%. 101	
Figura 116. Micrografías tomadas a recubrimiento placa bimetálica 1 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Vilella 5%. ..... 102	
Figura 117. Micrografías tomadas a recubrimiento placa bimetálica 2 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 10x y atacadas con Vilella 5%. 103	
Figura 118. Micrografías tomadas a recubrimiento placa bimetálica 2 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 50x y atacadas con Vilella 5%. 104	
Figura 119. Micrografías tomadas a recubrimiento placa bimetálica 2 a) se muestra la parte superior del recubrimiento, en b) se muestra la parte media y en c) la parte inferior o zona de interface entre material base y recubrimiento. Imágenes con zoom 100x y atacadas con Vilella 5%. ..... 105	