

## INDICE

Prologo	xvii
<b>Parte 1. Introducción a la Soldadura</b>	
<b>1. Soldadura: Ayer y Hoy</b>	<b>2</b>
1.1. Naturaleza de trabajo	3
1.2. Soldadura de arco	4
1.3. Soldadura con gas	7
1.4. Soldadura por resistencia	8
1.5. Calificación y avance de los soldadores	9
1.6. Lugares de empleo y títulos de los puestos	9
1.7. Percepciones y condiciones de trabajo	10
1.8. Organizaciones profesionales y laborales que representan a los soldadores	10
Cuestionario de repaso	11
<b>2. Tipos de Soldaduras y de Juntas Soldadas</b>	
2.1. Tipos de soldaduras	12
2.2. Tipos de juntas	16
Cuestionario de repaso	24
<b>3. Símbolos de Soldaduras y Símbolos de Pruebas no Destructivas de Soldaduras</b>	
Símbolos de Soldaduras	26
3.1. Elementos de un símbolo de soldadura	27
3.2. Extensión de la soldadura designada por símbolos	37
3.3. Símbolos básicos de soldaduras	41
Símbolos para pruebas no Destructivas	41
Cuestionario de repaso	48
<b>4. Materiales Consumibles de la Soldadura Metales de Aporte</b>	
4.1. Electrodos para soldaduras de arco	50
4.2. Clasificación AWS – ASTM de los electrodos de acero al carbono	51
4.3. Uso de la soldadura de arco con electrodos de acero al carbono	54
4.4. Electrodos de acero aleado	58
4.5. Especificaciones AWS – ASTM para varillas para soldaduras de gas	60
4.6. Electrodos y varillas de soldadura de acero inoxidable	61
4.7. Metales de aporte para aleaciones de aluminio	70
4.8. Metales de aporte para aleaciones de níquel	70
4.9. Metales de aporte de cobre y aleaciones de cobre	71
4.10. Metales de aporte de magnesio y aleaciones de magnesio	71
4.11. Metales de aporte para titanio y sus aleaciones	88
4.12. Metales de aporte para recubrimiento de superficies	88
4.13. Electrodos y fundentes para soldaduras de arco sumergido	90
4.14. Metales de aporte para soldaduras de arco de tungsteno y gas (TIG)	93
4.15. Factores que afectan a las propiedades de los metales de soldadura	93
<b>Gases de Protección y Gases Combustibles</b>	
4.16. Gases de protección	95
4.17. Gases de protección para soldaduras con arco de tungsteno y gas (MIG)	95
4.18. Gases de protección para soldadura con arco metálico y gas MIG)	95

4.19. Gases combustibles	95
Cuestionario de repaso	99
<b>Parte 2. Procesos de Soldaduras</b>	
<b>5. Procesos y Equipos para Soldaduras de Arco</b>	102
5.1. El circuito de soldadura con arco	103
5.2. El arco eléctrico	105
5.3. Soldadura con arco de carbón	106
5.4. Soldaduras con arco metálico protegido	107
5.5. Soldadura con arco metálico y gas (GMAW)	108
5.6. Soldadura con arco de tungsteno y gas (GTAW)	109
5.7. Soldadura de arco sumergido	110
5.8. Fuentes de poder para soldaduras de arco	110
5.9. Algunos términos y expresiones que necesitan explicación	122
Cuestionarios de repaso	130
<b>6. Soldadura con gas combustible</b>	131
6.1. Materiales y equipos para la soldaduras con gas combustibles	132
6.2. Llamas para soldaduras con gas combustible	138
6.3. Técnicas de soldaduras con gas combustible	140
6.4. Usos especiales de las llamas de gas combustible	140
Cuestionario de repaso	150
<b>7. Procesos de Soldaduras por Resistencia</b>	151
7.1. Soldaduras por puntos	155
7.2. Soldaduras de costuras por rodamiento	159
7.3. Soldaduras de partes salientes	163
7.4. Electrodo para soldaduras por puntos, de costura y de partes salientes	166
7.5. Soldaduras de relámpago	167
7.6. Soldaduras a tope con recalado	175
7.7. Soldaduras por percusión	177
Cuestionarios de repaso	181
<b>8. Procesos de Soldaduras de Estados Sólido</b>	182
8.1. Soldaduras en frío por presión	182
8.2. Soldaduras por fricción	183
8.3. Soldaduras por difusión	188
8.4. Soldaduras por explosión	191
8.5. Soldaduras ultrasónicas	195
Cuestionarios de repaso	199
<b>9. Otros Procesos de Soldaduras</b>	200
9.1. Soldaduras con haz de electrones	200
9.2. Soldaduras de electroescoria	202
9.3. Soldaduras de electrogas	208
9.4. Soldaduras de haz de rayos láser	208
9.5. Soldaduras de termita	213
9.6. Soldaduras de plásticos	214
9.7. Procesos obsoletos de soldadura	218
Cuestionario de repaso	225
<b>10. Soldadura Fuerte</b>	226
10.1. Métodos de aplicación de soldadura fuerte	226
10.2. Metales de aportes para soldaduras fuerte	233
10.3. Fundentes para soldadura fuerte	237

10.4. Preparación de las partes que han de soldarse con soldaduras fuerte	245
10.5. Efectos de los metales de base y de aporte que requieren de tratamientos especiales	253
10.6. Cuestionarios de repasos	255
<b>11. Soldaduras Blanda o de Bajo Punto de fusión</b>	256
11.1. Clases de soldaduras blandas	256
11.2. Fundentes	257
11.3. La aplicación de la soldadura blanda	259
11.4. Aplicación de la soldadura blanda con caudín	261
11.5. Soldaduras por inmersión en marmita	262
11.6. Juntas para soldaduras blanda	264
11.7. Propiedades de la juntas unidas con soldadura blanda	265
Cuestionario de repaso	265
<b>12. Adhesivos para Unidos</b>	267
12.1. Termoplásticos sintéticos	267
12.2. Adhesivos de cloruro de polivinilo	268
12.3. Adhesivos de acrílico	268
12.4. Adhesivos de reblandecimiento en caliente	269
12.5. Adhesivos sintéticos de termoendurecimiento	269
12.6. Epoxis flexibles de un componente y alta resistencia	270
12.7. Epoxis semirridos de un componente y alta resistencia	271
12.8. Epoxis de varios componentes	271
12.9. Adhesivos de base elastoméricas (Caucho natural)	272
12.10. Adhesivos de caucho natural clorinado	273
12.11. Adhesivos de ciclización o de caucho isomerizado	274
12.12. Adhesivos de hidrocloreuro de caucho	274
12.13. Adhesivos de caucho neopreno (Policloropano)	274
12.14. Adhesivos de caucho - nitrilo	276
Cuestionario de repaso	276
<b>Parte 3. Practica de la Soldaduras</b>	
13. Practicas Seguras en Soldaduras y Corte	280
Manejo del Equipo con Seguridad	280
13.1. Precauciones generales de seguridad	280
13.2. Practicas seguras en soldadura de arco	283
13.3. Equipo de protección para soldaduras (Trabajo con soldaduras de arco y de gas combustible)	286
13.4. Practicas seguras para otros procesos de soldaduras	286
Prevención de Incendios	286
13.5. Reglas para la prevención de incendios	286
13.6. Equipo para extinción de incendios	288
13.7. Combate de fuegos eléctricos	289
13.8. Tetracloruro de carbono	289
<b>Protección para Ojos y Cara</b>	289
13.9. Gafas y caretas	289
13.10. Tipos de gafas	289
13.11. Soldaduras hacia arriba o de sobrecabeza	290
13.12. Gafas para soldaduras con gas	290
13.13. Protección para soldaduras con arco eléctrico	290
13.14. Sombra de los lentes	290

13.15. Traspaso de equipo entre personas	290
13.16. Naves de soldaduras pintadas de negro	290
13.17. Casetas portátiles	291
<b>Protección del Sistema Respiratorio</b>	291
13.18. Riesgos de salud por respiración	291
13.19. Humos producidos por los electrodos de arco metálico protegido y por los de arco sumergido	294
13.20. Riesgos respiratorios asociados con la soldadura, el corte y la aplicación de soldadura fuerte con gas combustible	295
13.21. Otros riesgos respiratorios relacionados con la soldaduras	296
13.22. Dispositivos individuales de ventilación	296
13.23. Dispositivos de ventilación positiva para aplicación de soldadura en interiores	297
13.24. Equipo de protección respiratoria	297
13.25. Ropa de protección	298
<b>Protección Contra Choque Eléctrico</b>	298
14.1. Armado del equipo para soldaduras con arco metálico protegido	301
14.2. Establecimiento del arco	302
14.3. Formación de una almohadilla de cordones de soldaduras	303
14.4. Soldaduras de un junta a tope de ranura escuadrada en la posición plana	305
14.5. Soldaduras de una junta a tope de ranura en V sencilla en la posición plana	307
14.6. Soldadura de una junta a tope de ranura en V sencilla en la posición plana	308
14.7. Forma de hacer una soldadura de filete de un solo cordón en la posición plana	310
14.8. Forma de hacer cordones horizontales sobre una placa vertical	311
14.9. Forma de hacer una soldadura de filete de varios cordones en la posición horizontal	312
14.10. Soldadura de una junta a tope de ranura en V sencilla en la posición horizontal	314
14.11. Practica en el tendido de cordones verticales y en el ondeado vertical	316
14.12. Soldadura de una junta a tope de una ranura en V en la posición vertical	316
14.13. Soldadura de una junta de esquina vertical	318
14.14. Tendido de cordones rectos en la posición hacia arriba	321
14.15. Forma de hacer soldaduras de filete de varias pasadas en la posición hacia arriba	322
14.16. Preparación y soldaduras de una junta a tope de una sola ranura en V en la posición hacia arriba	325
14.17. Soldaduras de una junta a tope de ranura escuadrada en un tubo de acero en la posición 5G	326
14.18. Soldaduras de junta a tope de ranura escuadrada en un tubo de acero en la posición 2G	328
14.19. Soldaduras entre rodillos de una junta a tope de una ranura en V en tubo de acero	329
14.20. Soldaduras de un accesorio de tubería	331
Cuestionario de reposo	333
<b>15. Practica de la Soldadura de Arco Protegido con Gas</b>	

Soldaduras con Arco Metálico y Gas (GMAW), Practica de la	334
15.1. Practicas seguras	342
15.2. Familiarización con el equipo (Método del arco corto)	342
15.3. Soldaduras de juntas a tope de ranura escuadrada en acero al carbono	347
15.4. Soldaduras de juntas traslapados en acero al carbono	349
15.5. Soldaduras de juntas en T en acero al carbono	350
15.6. Ajuste correcto del equipo	350
15.7. Soldadura de aluminio	351
15.8. Soldadura de acero inoxidable	352
15.9. Soldaduras de tubos en la posición horizontal fija (5G)	353
15.10. Soldaduras de tubos en la posición horizontal (2G)	357
Practica de la Soldadura con Arco de Tungsteno y Gas (GTAW)	359
15.11. Fuentes de poder	359
15.12. Potencia para soldar	362
15.13. Practicas seguras	362
15.14. Preparación para aplicar la soldadura	365
15.15. Parámetros de soldaduras recomendados	369
15.16. Familiarización con el equipo GTAW	369
15.17. Tendido de un cordón longitudinal en la posición plana	381
15.18. Soldaduras de una junta a tope de ranura escuadrada en aluminio en la posición plana	382
15.19. Soldadura de una junta a traslape de cordón de filete en la posición horizontal, en aluminio, sin usar metal de aporte	383
15.20. Soldadura de una junta a traslape de cordón de filete en la posición horizontal, en aluminio, usando metal de aporte	385
15.21. Soldaduras de un cordón de filete para formar una equina exterior en la posición plana, en aluminio	386
15.22. Soldadura de una junta de esquina interior en la posición horizontal en aluminio	388
15.23. Hechura de soldadura de cordón en la posición vertical en aluminio	389
<b>16. Practica de la Soldadura y el Corte con Gas Combustibles (Oxiacetilénica)</b>	
16.1. Armandos del equipo	392
16.2. Encendido y apagado del soplete para corte y soldadura	393
16.3. Tendido de cordones sobre placa plana sin usar metal de aporte	396
16.4. Tendido de cordones sobre placa plana usando metal de aporte	399
16.5. Soldadura de una junta a tope de ranura escuadradas en la posición plana	401
16.6. Soldaduras de juntas de esquina con o sin usar metal de aporte	404
16.7. Hechura de una junta a traslape en la posición plana	406
16.8. Hechura de soldaduras de brida sin usar metal de aporte	407
16.9. Soldaduras de una junta en T	408
16.10. Soldaduras a tope de una junta de ranura escuadrada en la posición vertical	410
16.11. Soldaduras de una junta a tope de ranura en V en la posición horizontal	412
16.12. Soldaduras de una junta a tope de ranura en V en la posición de rompecabezas	414
16.13. Nomenclatura del soplete de corte oxiacetilénico	416

16.14. corte a mano libre de placa de acero de ¼ de pulgadas de espesor	416
16.15. Corte de manos libres de un bisel en placa de acero de ¼ de pulgada de espesor	419
16.16. Rellenado de una agujero de ½ pulgadas de diámetro de un tubo de acero de 1 pulg. de diámetro y 1/8 de pulgada espesor en la posición plana	420
16.17. Soldaduras de tubos en la posición horizontal fija	423
16.18. Soldaduras de tubos en la posición vertical fija	425
Cuestionario de repaso	428
<b>17. Aplicaciones de Recubrimientos Duros en Superficies</b>	429
17.1. Selección de aleaciones para recubrimientos duros en superficie	429
17.2. Factores principales de desgaste: abrasión, calor y corrosión	429
17.3. Procesos de aplicación de recubrimientos duros en superficies	431
17.4. Selección de procedimientos de aplicación de recudimiento duros en superficies	432
Aplicaciones de Recubrimientos Duros en Superficies con el Soplete Oxiacetileno	434
17.5. Practicas de seguridad	434
17.6. Preparación de la pieza de trabajo para recubrimiento duro de superficie	435
17.7. Tipo y longitud de llama oxiacetilénica que se utilizan para recubrimientos duros en superficies	435
17.8. Aplicaciones de recubrimientos duros en superficies de acero con el soplete oxiacetilénica	436
17.9. Algunas sugerencias para la aplicación de recubrimientos duros en fundición de hierro fundido	438
17.10. Aplicaciones de recubrimientos duros en superficies con carburo de tungsteno	439
17.11. Materiales para recubrimientos duros en superficies, diferentes del acero al carbono	439
Aplicación de Recubrimientos Duros en Superficies por Soldaduras de Arco Eléctrico	439
17.12. Practicas de seguridad	439
17.13. Preparación de la pieza de trabajo para recubrimientos duros en superficies	439
17.14. Destreza de manipulación en la aplicación de recubrimientos duros en superficies y posicionamiento de la pieza de trabajo	439
17.15. Materiales para formación de espesores de soldaduras y metales de base para la soldadura manual con arco eléctrico	454
17.16. Procedimiento de aplicación de recubrimientos duros en superficies con arco sumergido sencillo	454
17.17. Procedimiento de aplicación de recubrimientos duros en superficies con electrodos gemelos y arco sumergido oscilante	456
17.18. Procedimientos de aplicación de recubrimientos duros en superficies con arco sumergido circunferencial	456
17.19. Prueba por resistencia a la abrasión y al impacto	458
Recubrimientos Rociados a la Llama	459
17.20. Recubrimientos rociados a la llama	459
17.21. Procesos de rociado a la llama	460
17.22. Preparación y acabado de superficies	462

17.23. Instrucciones generales para rociado a la llama	468
Cuestionario de repaso	469
<b>Parte 4. Metalurgia de la Soldadura</b>	
<b>18. Propiedades de los Metales de Importancia para el Soldador</b>	472
18.1. Resistencias mecánicas de los metales	472
18.2. Elasticidad	475
18.3. Ductilidad	476
18.4. Fragilidad	479
18.5. Tenacidad	479
18.6. Dureza	482
18.7. Propiedades químicas	488
18.8. Propiedades eléctricas	489
18.9. Propiedades térmicas	491
18.10. Interrelación entre conductividad térmica y dilatación térmica	498
Cuestionario de repaso	504
<b>19. Fundamentos de la Metalurgia de la Soldadura</b>	505
19.1. Microestructura de los metales y aleaciones	505
19.2. Diagramas de equilibrio	510
19.3. Aspectos metalúrgicos de la soldadura	515
19.4. Reducción al mínimo del agrietamiento de la soldadura en metales no ferrosos	518
19.5. Reducción al mínimo del agrietamiento de la soldadura en metales no ferrosos	536
19.6. Identificación de los metales	535
Cuestionario de repaso	545
<b>20. Metales Ferrosos: Clasificación, Aplicación y Soldaduras</b>	547
20.1. Aceros al carbono	547
20.2. Aceros de bajo contenido de aleación	555
20.3. Aceros para herramientas y matrices	559
20.4. Hierro fundido	557
20.5. Aceros fundidos	572
20.6. Aceros inoxidables	578
Cuestionarios de repaso	578
<b>21. Metales no Ferrosos: Clasificación, Aplicación y Soldabilidad</b>	580
21.1. Aluminio y sus aleaciones	580
21.2. Cobre y sus aleaciones	595
21.3. Magnesio y sus aleaciones	624
21.4. Níquel y sus aleaciones con alto contenido de níquel	626
21.5. Plomo y sus aleaciones	638
21.6. Zinc y sus aleaciones	644
21.7. Titanio y sus aleaciones	653
21.8. Metales reactivos	662
21.9. Metales refractarios	671
21.10. Metales preciosos	674
Cuestionario de repaso	677
<b>Parte 5. Control de Calidad en Soldaduras</b>	
<b>22. Calidad de la Soldadura y su Evaluación por Métodos de Prueba Destructivos y no Destructivos</b>	682
22.1. Algunas observaciones sobre los defectos de las soldaduras	686
22.2. Inspección visual	696

22.3. Inspección radiográfica	702
22.4. Inspección por partículas magnéticas	704
22.5. Inspección por líquido penetrante	709
22.6. Inspección ultrasónica	711
22.7. Otros métodos de pruebas no destructivas de soldadura	714
22.8. Pruebas destructivas	719
Cuestionario de repaso	720
<b>23. Calificación de Procedimiento y Certificación de Soldadores</b>	<b>722</b>
23.1. Como pasar la prueba de calificación	726
23.2. Calificación de soldadores	731
23.3. Examen radiográfico de las soldaduras	732
23.4. Juntas precalificadas de la AWS	733
23.5. Pruebas de calificación de la AWS para tuberías	733
23.6. Código ASME sobre calderas y recipientes sujetos a presión. pruebas de calificación de procedimiento	738
Cuestionario de repaso	743
Tablas de referencias	745
Glosario	755
Índice	777