

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACION DE TECNÓLOGOS

ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

MASABANDA SANTOS SEGUNDO JUAN
(juanmasabanda@hotmail.com)

YAIRIPOMA GUACHO MANUEL RAMIRO
(yagmar7@hotmail.com)

DIRECTOR: ING. MARIO GRANJA
(mariogranja@gmail.com)

QUITO, MAYO 2009

DECLARACIÓN

Nosotros, Masabanda Santos Segundo Juan y Yauripoma Guacho Manuel Ramiro, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad, intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Masabanda Santos Segundo Juan

Yauripoma Guacho Manuel Ramiro

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Sr.. Masabanda Santos Segundo Juan y el Sr. Yauripoma Guacho Manuel Ramiro, bajo mi supervisión.

Ing. Mario Granja
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Todo mi agradecimiento a:

A mis padres Juan y Blanca por darme su amor, comprensión y apoyo durante toda mi vida para que pueda cumplir mis sueños.

A mis hermanos Carlos, Rafael, Gonzalo, Pablo y a mis cuñadas Fany y Rebeca por darme su confianza y apoyo incondicional.

A mis sobrinos en especial a mi sobrina Tatiana por llenarme de amor y alegría.

A mi director de tesis Ing. Mario Granja por su paciencia y acertada dirección.

A mis profesores quienes supieron trasmitirme sus conocimientos y contribuyeron en las aulas a mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros con los cuales compartimos nuestras alegrías y tristezas durante nuestro pasó por las aulas.

Juan

AGRADECIMIENTO

Ante todo le doy gracias a Dios por haberme guiado y dado las fuerzas necesarias para haber alcanzado uno de mis objetivos.

De igual manera, a mis abuelitos José A. Guacho G. y Ana Guamán G., quienes son como mis padres, ellos me sembraron las fortalezas para vencer cualquier obstáculo, GRACIAS. También agradezco de manera muy especial a mi novia, Diana Del Pilar Anaguano, por el apoyo incondicional que me brinda en cada momento. A mis profesores y compañeros de clases, en especial a mi amigo Juan Masabanda. Finalmente, a mis tías, Carmen, Rosa y Ana, a mis primos José Y., Juan Y., y a mis hermanos, en especial, a mi hermano Patricio Y. y familia.

Manuel

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a los seres que mas amo en este mundo a mi padre Juan quien gracias a su ejemplo de trabajo y de lucha supo guiarme y demostrarme que los sueños se los alcanza únicamente a base de esfuerzo y sacrificio a mi madre Blanca quien con su cariño y abnegación siempre estuvo a mi lado apoyándome y alentándome para que cumpla mis sueños.

A mis hermanos, a mis cuñadas y a mis sobrinos que siempre estuvieron apoyándome en la realización de este trabajo.

Juan

DEDICATORIA

En honor a mi madre María Guacho G. (+), porque me enseñó a escribir mis primeras vocales, a amar el estudio, a respetar, a esforzarme y cuidar lo que tenía, y a ti amor, Diana Del Pilar Anaguano.

Mamá, ayer estuviste para enseñarme a aprender, pero desde hoy y mañana tengo algo para compartirte, una de mis metas alcanzadas, ser profesional.

Manuel

CONTENIDO

CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS	2
1.2 METODOLOGÍA DE UTILIZACIÓN DEL MANUAL	3
1.2.1 MANUAL DEL ESTUDIANTE	5
1.2.2 MANUAL DEL PROFESOR	7
CAPITULO II	8
2.1 PRÁCTICA N° 01	8
2.1.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)	8
2.1.2 OBJETIVO:	8
2.1.3 FUNDAMENTO TEÓRICO	8
2.1.3.1 PRINCIPIO DEL ARCO ELÉCTRICO	8
2.1.3.2 CIRCUITO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO	9
2.1.3.3 CLASES DE CORRIENTE ELÉCTRICA	10
2.1.4 EQUIPO Y MATERIALES	11
2.1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	11
2.1.6 NORMAS DE SEGURIDAD	13
2.1.6.1 LO QUE SE DEBE HACER	13
2.1.6.2 LO QUE NO SE DEBE HACER	14
2.2 PRÁCTICA N° 02	15
2.2.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)	15
2.2.2 OBJETIVO:	15
2.2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO	15
2.2.3.1 ELECTRODO	15
2.2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ELECTRODOS	17
2.2.3.2.1 ELECTRODOS DE ACERO AL CARBONO	17
2.2.3.2.2 ELECTRODOS DE ACEROS DE BAJA ALEACIÓN	20
2.2.3.2.3 ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE	20
2.2.3.3 VARIABLES FUNDAMENTALES DEL PROCESO DE SOLDADURA	20
2.2.3.3.1 LONGITUD DEL ARCO ELÉCTRICO	20
2.2.3.3.2 VELOCIDAD DE SOLDADURA	20
2.2.3.3.3 AMPERAJE (INTENSIDAD DE CORRIENTE)	21
2.2.3.3.4 ÁNGULO DEL ELECTRODO RESPECTO A LA PIEZA	21
2.2.3.3.5 FACTORES RELACIONADOS CON EL AVANCE	22
2.2.3.3.5.1 FACTORES ELÉCTRICOS	23
2.2.3.3.5.2 EL CONTROL DE LA PENETRACIÓN	23
2.2.4 EQUIPOS Y MATERIALES	25
2.2.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	26
2.2.6 NORMAS DE SEGURIDAD	27
2.2.6.1 LO QUE SE DEBE HACER	27
2.2.6.2 LO QUE NO SE DEBE HACER	28
2.3 PRÁCTICA N° 03	29
2.3.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)	29
2.3.2 OBJETIVO:	29
2.3.3 FUNDAMENTO TEÓRICO	29
2.3.3.1 LA UNIÓN POR SOLDADURA	29

2.3.3.1.1 TIPOS DE JUNTAS	30
2.3.3.1.2 TIPOS DE SOLDADURA	31
2.3.3.1.3 POSICIONES DE SOLDADURA	33
2.3.3.1.3.1 POSICIONES PARA SOLDAR A FILETE (F)	34
2.3.3.1.3.2 POSICIONES PARA SOLDAR A RANURA.....	35
2.3.3.1.3.3 POSICIONES PARA SOLDAR A RANURA UNA TUBERÍA.....	35
2.3.4 EQUIPOS Y MATERIALES	35
2.3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	36
2.3.6 NORMAS DE SEGURIDAD.....	37
2.3.6.1 LO QUE SE DEBE HACER	37
2.3.6.2 LO QUE NO SE DEBE HACER	38
2.4 PRÁCTICA N° 04	39
2.4.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ALAMBRE DE ELECTRODO CONTÍNUO BAJO PROTECCIÓN GASEOSA (GMAW).....	39
2.4.2 OBJETIVO:	39
2.4.3 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	39
2.4.3.1 TRASFERENCIA METÁLICA.....	41
2.4.3.1.1 TRANSFERENCIA SPRAY.....	41
2.4.3.1.2 TRANSFERENCIA GLOBULAR.....	42
2.4.3.1.3 TRANSFERENCIA POR CORTO CIRCUITO	42
2.4.3.1.4 TRANSFERENCIA POR PULSOS	43
2.4.3.2 GASES PROTECTORES	43
2.4.3.3 MAQUINAS SOLDADORAS.....	44
2.4.3.4 ELECTRODOS	45
2.4.3.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO GMAW.	48
2.4.4 EQUIPOS Y MATERIALES	49
2.4.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	50
2.4.6 NORMAS DE SEGURIDAD.....	52
2.4.6.1 LO QUE SE DEBE HACER	52
2.4.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER	53
2.5 PRÁCTICA N° 05	54
2.5.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO (GTAW)	54
2.5.2 OBJETIVO:	54
2.5.3 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	54
2.5.3.1 EQUIPOS DEL PROCESO DE SOLDADURA TIG.....	55
2.5.3.2 TIPOS DE FUENTES DE PODER PARA EL PROCESO TIG	56
2.5.3.3 GASES PROTECTORES	59
2.5.3.4 TORCHA O PISTOLA DE SOLDADURA GTAW	62
2.5.3.5 ELECTRODOS PARA GTAW	64
2.5.3.5.1 AFILADO DEL ELECTRODO	65
2.5.4 EQUIPOS Y MATERIALES	66
2.5.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	67
2.5.6 NORMAS DE SEGURIDAD.....	70
2.5.6.1 LO QUE SE DEBE HACER	70
2.5.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER	72
2.6 PRÁCTICA N° 06	73
2.6.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO (SAW).....	73
2.6.2 OBJETIVO:	73
2.6.3 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	73

2.6.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	74
2.6.3.2 EQUIPO PARA ARCO SUMERGIDO	75
2.6.3.3 ALAMBRE PARA ELECTRODO	77
2.6.3.4 FUNDENTES	78
2.6.4 EQUIPO Y MATERIALES	81
2.6.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	81
2.6.6 NORMAS DE SEGURIDAD.....	83
2.6.6.1 LO QUE SE DEBE HACER.....	83
2.6.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER	83
2.7 PRÁCTICA N° 07	84
2.7.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO TUBULAR Y FUNDENTE EN EL NÚCLEO (FCAW).....	84
2.7.2 OBJETIVO:	84
2.7.3 FUNDAMENTO TEÓRICO	84
2.7.3.1 EQUIPO PARA SOLDAR FCAW	86
2.7.3.2 ALAMBRE PARA SOLDAR FCAW	88
2.7.3.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	92
2.7.3.4 APLICACIONES PRINCIPALES	92
2.7.4 EQUIPOS Y MATERIALES	93
2.7.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	94
2.7.6 NORMAS DE SEGURIDAD.....	95
2.7.6.1 LO QUE SE DEBE HACER.....	95
2.7.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER	96
2.8 PRÁCTICA N° 08	97
2.8.1 TITULO: SOLDADURA ELÉCTRICA POR RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW).....	97
2.8.2 OBJETIVO:	97
2.8.3 FUNDAMENTO TEÓRICO	97
2.8.3.1 FUENTE DE ENERGÍA EN LA SOLDADURA POR RESISTENCIA	98
2.8.3.2 SOLDADURA POR RESISTENCIA POR PUNTOS.....	100
2.8.4 EQUIPOS Y MATERIALES	103
2.8.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	103
2.8.6 NORMAS DE SEGURIDAD.....	104
2.8.6.1 LO QUE SE DEBE HACER.....	104
2.8.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER	105
2.9 PRÁCTICA N° 09	106
2.9.1 TITULO: SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA (RSEW)...	106
2.9.2 OBJETIVO:	106
2.9.3 FUNDAMENTO TEÓRICO	106
2.9.4 EQUIPOS Y MATERIALES	108
2.9.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	108
2.9.6 NORMAS DE SEGURIDAD.....	109
2.9.6.1 LO QUE SE DEBE HACER.....	109
2.9.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER	109
2.10 PRÁCTICA N° 10	110
2.10.1 TITULO: SOLDADURA POR RESISTENCIA DE CHISPA	110
2.10.2 OBJETIVO:	110
2.10.3 FUNDAMENTO TEÓRICO	110
2.10.4 EQUIPOS	112
2.10.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	112

2.10.6	NORMAS DE SEGURIDAD.....	112
2.10.6.1	LO QUE SE DEBE HACER.....	112
2.10.6.2.	LO QUE NO SE DEBE HACER.....	113
2.11	PRÁCTICA N° 11.....	114
2.11.1	TITULO: SOLDADURA FUERTE.....	114
2.11.2	OBJETIVO:.....	114
2.11.3	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	114
2.11.3.1	LA SOLDADURA FUERTE.....	114
2.11.3.1.1	CLASIFICACIÓN DE LA SOLDADURA FUERTE.....	115
2.11.3.1.1.1	SOLDADURA FUERTE CON SOPLETE (TB).....	115
2.11.3.1.1.2	SODLADURA FUERTE CON INMERSIÓN (DB).....	115
2.11.3.1.1.3	SOLDADURA FUERTE DE RESISTENCIA (RB).....	115
2.11.3.1.1.4	SOLDADURA FUERTE EN HORNO (FB).....	115
2.11.3.2	VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA FUERTE.....	116
2.11.3.3	NATURALEZA DEL MATERIAL DE APORTE.....	117
2.11.3.4	FUNDENTES.....	118
2.11.4	EQUIPOS Y MATERIALES.....	118
2.11.5	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	119
2.11.6	NORMAS DE SEGURIDAD.....	121
2.11.7	LO QUE SE DEBE HACER.....	121
2.11.8	LO QUE NO SE DEBE HACER.....	122
2.12	PRÁCTICA N° 12.....	123
2.12.1	TITULO: SOLDADURA BLANDA.....	123
2.12.2	OBJETIVO:.....	123
2.12.3	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	123
2.12.3.1	LA SOLDADURA BLANDA.....	123
2.12.3.2	APLICACIONES.....	124
2.12.3.3	CLASIFICACIÓN DE LA SOLDADURA BLANDA.....	124
2.12.3.3.1	SOLDADURA BLANDA CON SOPLETE (TS).....	124
2.12.3.3.2	SODLADURA BLANDA CON INMERSIÓN (DS).....	124
2.12.3.3.3	SOLDADURA BLANDA CON CAUTÍN (HS).....	124
2.12.3.3.3.1	SEGURIDAD PARA LA SOLDADURA CON CAUTÍN.....	126
2.12.3.4	SOLDADURA BLANDA CON RESISTENCIA (RS).....	126
2.12.3.5	VENTAJAS QUE OFRECE LA SOLDADURA BLANDA.....	126
2.12.3.6	FUNDENTES.....	128
2.12.3.6.1	CARACTERÍSTICAS.....	128
2.12.4	EQUIPOS Y MATERIALES.....	128
2.12.5	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	129
2.12.5.1	PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR CON CAUTÍN.....	129
2.12.6	NORMAS DE SEGURIDAD.....	129
2.12.6.1	MEDIDAS DE SEGURIDAD AL SOLDAR CON CAUTÍN.....	129
2.12.7	LO QUE SE DEBE HACER.....	129
2.12.8	LO QUE NO SE DEBE HACER.....	130
CAPITULO III	131
3.1	PRÁCTICA N° 01.....	131
3.1.1	SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO.....	131
3.1.2	OBJETIVOS:.....	131
3.1.3	ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW.....	131

3.1.4 EQUIPO NECESARIO:	132
3.1.5 EVALUACIÓN	132
3.2 PRÁCTICA N° 02	134
3.2.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO.	134
3.2.2 OBJETIVOS:.....	134
3.2.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW	134
3.2.4 EQUIPO NECESARIO:	135
3.2.5 EVALUACIÓN	135
3.3 PRÁCTICA N° 03	137
3.3.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO.	137
3.3.2 OBJETIVOS:.....	137
3.3.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW	137
3.3.4 EQUIPO NECESARIO:	138
3.3.5 EVALUACIÓN	138
3.4 PRÁCTICA N° 04	140
3.4.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO BAJO PROTECCIÓN DE GAS CON ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO SÓLIDO (GMAW)	140
3.4.2 OBJETIVO:	140
3.4.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA BAJO PROTECCIÓN DE GAS CON ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO SÓLIDO (GMAW).	140
3.4.4 EQUIPO NECESARIO:	141
3.4.5 EVALUACIÓN	141
3.5 PRÁCTICA N° 05	143
3.5.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO (GTAW)	143
3.5.2 OBJETIVO:.....	143
3.5.3. ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICO.	143
3.5.4 EQUIPO NECESARIO:	144
3.5.5 EVALUACIÓN	144
3.6 PRÁCTICA N° 06	146
3.6.1 SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO (SAW)	146
3.6.2 OBJETIVO:.....	146
3.6.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO (SAW).	146
3.6.4 EQUIPO NECESARIO:	147
3.6.5 EVALUACIÓN	147
3.7 PRÁCTICA N° 07	149
3.7.1 SOLDADURA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE (FCAW)	149
3.7.2 OBJETIVO:.....	149
3.7.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE (FCAW).	149
3.7.4 EQUIPO NECESARIO:	149
3.7.5 EVALUACIÓN	149
3.8 PRÁCTICA N° 08	151
3.8.1 SOLDADURA POR RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW)	151
3.8.2 OBJETIVO:	151

3.8.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW)	151
3.8.4 EQUIPO NECESARIO:	151
3.8.5 EVALUACIÓN	152
3.9 PRÁCTICA N° 09	154
3.9.1 SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA O RÓLDANAS (RSEW)	154
3.9.2 OBJETIVO:	154
3.9.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA O ROLDANAS.	154
3.9.4 EQUIPO NECESARIO:	154
3.9.5 EVALUACIÓN	155
3.10 PRÁCTICA N° 10	156
3.10.1 SOLDADURA POR RESISTENCIA A TOPE	156
3.10.2 OBJETIVO:	156
3.10.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA A TOPE.	156
3.10.4 EQUIPO NECESARIO:	156
3.10.5 EVALUACIÓN	157
3.11 PRÁCTICA N° 11	158
3.11.1 SOLDADURA FUERTE	158
3.11.2 OBJETIVO:	158
3.11.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA FUERTE.....	158
3.11.4 EQUIPO NECESARIO:	158
3.11.5 EVALUACIÓN	159
3.12 PRÁCTICA N° 12	160
3.12.1 SOLDADURA BLANDA	160
3.12.2 OBJETIVO:	160
3.12.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA BLANDA	160
3.12.4 EQUIPO NECESARIO:	160
3.12.5 EVALUACIÓN	161
CAPITULO IV	162
4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	162
4.1.1 CONCLUSIONES	162
4.1.2 RECOMENDACIONES	163
4.2 BIBLIOGRAFÍA	164
ANEXOS	166
ANEXO 1	167
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 01	167
ANEXO 2	168
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 02	168
ANEXO 3	169
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 03	169
ANEXO 4	170
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTINCA N° 04	170
ANEXO 5	171
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 05	171
ANEXO 6	172
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 06	172
ANEXO 7	173
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 07	173

ANEXO 8	174
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 08	174
ANEXO 9	175
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 09	175
ANEXO 10	176
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 10	176
ANEXO 11	177
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 11	177
ANEXO 12	178
BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 12	178
ANEXO 13	179
BANCO DE PREGUNTAS ACTITUDINAL	179
ANEXO 14	180
ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE.....	180
ANEXO 15	182
FORMATO WPS SMAW	182
ANEXO 16	184
FORMATO WPS SMAW	184
ANEXO 17	186
FORMATO WPS SMAW	186
ANEXO 18	188
FORMATO WPS SMAW	188
ANEXO 19	190
FORMATO WPS GMAW	190
ANEXO 20	192
FORMATO WPS GTAW	192
ANEXO 21	194
FORMATO WPS GTAW	194
ANEXO 22	196
FORMATO WPS GTAW	196
ANEXO 23	198
FORMATO WPS SAW	198
ANEXO 24	200
FORMATO WPS FCAW	200
ANEXO 25	202
FORMATO WPS SOLDADURA POR PUNTOS	202
ANEXO 26	204
FORMATO WPS SOLDADURA POR CHISPA.....	204
ANEXO 27	206
FORMATO WPS SOLDADURA FUERTE.....	206
ANEXO 28	208
FORMATO WPS SOLDADURA BLANDA	208

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIG. 2.1 ESQUEMA BÁSICO DEL ARCO ELÉCTRICO	9
FIG. 2.2 FLUJO ELÉCTRICO.....	9

FIG. 2.3	POLARIDAD DIRECTA.....	10
FIG. 2.4	POLARIDAD INDIRECTA.....	11
FIG. 2.5	CIRCUITO DE SOLDADURA PARA ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO.....	12
FIG. 2.6	ENCENDIDO DEL ARCO ELÉCTRICO.....	12
FIG. 2.7	EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL.....	13
FIG. 2.8	PARTES DEL ELECTRODO.....	16
FIG. 2.9	ESPECIFICACIONES AWS- A.5.1.....	18
FIG. 2.10	VARIACIONES EN LA PENETRACIÓN DEBIDAS AL ÁNGULO DEL ELECTRODO.....	21
FIG. 2.11	LAS FUERZAS DEL ARCO DESPLAZAN EL CORDÓN CUANDO VARÍA EL ÁNGULO DE TRABAJO DEL ELECTRODO.....	22
FIG. 2.12	PRUEBAS DE SOLDADURA.....	25
FIG. 2.13	INCLINACIÓN DEL ELECTRODO.....	26
FIG. 2.14	EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL.....	27
FIG. 2.15	DISEÑOS DE UNIONES HABITUALES EN SOLDADURA.....	29
FIG. 2.16	TIPOS BÁSICOS DE JUNTAS.....	30
FIG. 2.17	DIVERSAS FORMAS DE SOLDADURA DE FILETE.....	31
FIG. 2.18	SOLDADURAS CON BISEL TÍPICAS.....	32
FIG. 2.19	(A) SOLDADURA CON INSERTO Y (B) SOLDADURA EN RANURA.....	32
FIG. 2.20	(A) SOLDADURA EN FLANCO Y (B) SOLDADURA EN SUPERFICIE.....	33
FIG. 2.21	ILUSTRACIONES DE LAS CUATRO POSICIONES BÁSICAS Y SUS VARIANTES.....	34
FIG. 2.22	INCLINACIÓN DEL ELECTRODO.....	36
FIG. 2.23	EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL.....	37
FIG. 2.24	SOLDADURA GMAW.....	40
FIG. 2.25	EQUIPO PARA SOLDADURA GMAW.....	40
FIG. 2.26	TRANSFERENCIA POR SPRAY.....	41
FIG. 2.27	TRANSFERENCIA GLOBULAR.....	42
FIG. 2.28	TRANSFERENCIA POR CORTO CIRCUITO.....	42
FIG. 2.29	CURVA CARACTERÍSTICA DE SOLDADORAS SEMIAUTOMÁTICAS.....	45

FIG. 2.30 CIRCUITO DE SOLDADURA PARA EL PROCESO GMAW	50
FIG. 2.31 ILUSTRACIÓN DEL PROCESO DE FUSIÓN EN LA SOLDADURA GMAW	51
FIG. 2.32 ANGULO DE LA PISTOLA	52
FIG. 2.33 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL	52
FIG. 2.34 ESQUEMA DEL PROCESO DE SOLDADURA TIG	55
FIG. 2.35 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL EQUIPO TIG	56
FIG. 2.36 POLARIDADES EN EL PROCESO TIG EN CORRIENTE CONTINÚA	58
FIG. 2.37 TORCHA O PISTOLA DE SOLDADURA GTAW	63
FIG. 2.38 FORMAS POSIBLES PARA ELECTRODOS DE TUNGSTENO	65
FIG. 2.39 CIRCUITO DE SOLDADURA PARA EL PROCESO GTAW	67
FIG. 2.40 FORMA CORRECTA DE COMENZAR EL ARCO CON UN SISTEMA GTAW	68
FIG. 2.41 ESQUEMA ILUSTRANDO LA UBICACIÓN DE LA VARILLA DE APORTE	69
FIG. 2.42 ÁNGULOS DE LA VARILLA DE APORTE Y LA TORCHA	70
FIG. 2.43 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL	71
FIG. 2.44 SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO	74
FIG. 2.45 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL EQUIPO PARA ARCO SUMERGIDO	75
FIG. 2.46 SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO SAW	83
FIG. 2.47 SOLDADURA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE Y AUTOPROTECCIÓN	85
FIG. 2.48 SOLDADURA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE PROTEGIDO CON GAS	85
FIG. 2.49 EQUIPO PARA HACER SOLDADURA AL ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE	86
FIG. 2.50 FABRICACIÓN DE ALAMBRES TUBULARES	88
FIG. 2.51 ELECTRODO TUBULAR CON NÚCLEO DE FUNDENTE	88
FIG. 2.52 CIRCUITO DE SOLDADURA PARA EL PROCESO FCAW	94
FIG. 2.53 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL	95

FIG. 2.54 COMPONENTES DE LA SOLDADURA POR RESISTENCIA.....	97
FIG. 2.55 CIRCUITO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA POR PUNTOS RSW	101
FIG. 2.56 PASOS EN UN CICLO DE SOLDADURA DE PUNTOS.....	101
FIG. 2.57 GRÁFICA DE LA FUERZA DE PRESIÓN Y LA CORRIENTE DURANTE EL CICLO.....	102
FIG. 2.58 CIRCUITO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA RSEW.....	106
FIG. 2.59 DIFERENTES TIPOS DE ENGARGOLADOS PRODUCIDOS POR RUEDAS DE ELECTRODOS: (A) SOLDADURA DE ENGARGOLADO POR RESISTENCIA CONVENCIONAL, EN LA CUAL SE PRODUCEN PUNTOS SOBRE PUESTOS, (B) SOLDADURA DE PUNTOS EN ROLLO Y (C) SOLDADURA POR RESISTENCIA CONTINUA	108
FIG. 2.60 SOLDADURA POR RESISTENCIA DE CHISPA.....	110
FIG. 2.61 SOLDADURA POR RESISTENCIA DE CHISPA (1) CALENTAMIENTO MEDIANTE RESISTENCIA ELÉCTRICA (2) LAS PARTES SE APRIETAN UNA CONTRA LA OTRA	111
FIG. 2.62 SOLDADURA FUERTE.....	114
FIG. 2.63 EQUIPOS NECESARIOS PARA LA SOLDADURA FUERTE.....	118
FIG. 2.64 EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL.....	121
FIG. 2.65 SOLDADURA BLANDA.....	123
FIG. 2.66 PARTES DE UN CAUTÍN	125
FIG. 2.67 TIPOS DE PUNTAS DE CAUTÍN	125
FIG. 2.68 PARTES DE LA PUNTA DE UN CAUTÍN.....	125
FIG. 2.69 AUMENTA LA RESISTENCIA MECÁNICA.....	127
FIG. 2.70 UNIONES CON FINES ELECTRICOS.....	127
FIG. 2.71 EQUIPO NECESARIO PARA LA SOLDADURA BLANDA.....	128
FIG. 3.1 EQUIPO PARA LA SOLDADURA SMAW	132
FIG. 3.2 EQUIPO PARA LA SOLDADURA SMAW	135
FIG. 3.3 EQUIPO PARA LA SOLDADURA SMAW.....	138

FIG. 3.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA SOLDADURA BAJO PROTECCIÓN DE GAS CON ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO SÓLIDO.....	141
FIG. 3.5 EQUIPO NECESARIO PARA SOLDADURA GTAW.....	144
FIG. 3.6 EQUIPO NECESARIO PARA SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO.....	147
FIG. 3.7 EQUIPO NECESARIO PARA LA SOLDADURA POR PUNTOS.....	151
FIG. 3.8 EQUIPO NECESARIO PARA LA SOLDADURA POR COSTURA.....	155
FIG. 3.9 EQUIPO NECESARIO PARA LA SOLDADURA A TOPE.....	156
FIG. 3.10 EQUIPO NECESARIO PARA LA SOLDADURA FUERTE.....	158
FIG. 3.11 EQUIPO NECESARIO PARA LA SOLDADURA BLANDA.....	160

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 CLASIFICACIÓN DE ELECTRODOS.....	17
TABLA 2.2 CLASIFICACIÓN DE ELECTRODOS.....	19
TABLA 2.3 CLASIFICACIÓN DE ELECTRODOS POR LA POSICIÓN.....	19
TABLA 2.4 INTENSIDAD DE CORRIENTE APROXIMADA PARA DIFERENTES DIÁMETROS DE ELECTRODOS.....	24
TABLA 2.5 GASES DE PROTECCIÓN Y MEZCLAS DE GAS PARA GMAW.....	43-44
TABLA 2.6 METALES DE APORTE RECOMENDADOS PARA GMAW.....	46-47-48
TABLA 2.7 GASES DE PROTECCIÓN SEGÚN EL PROCESO Y METAL A SER APLICADO	61
TABLA 2.8 TABLA DE BOQUILLAS PARA SOLDADURA GTAW.....	63

TABLA 2.9 ELECTRODOS PARA GTAW.....	64
TABLA 2.10 RANGOS DE CORRIENTE ADMISIBLES PARA CADA DIÁMETRO DE ELECTRODO	65
TABLA 2.11 DISTINTOS TIPOS DE CORRIENTE, ELECTRODOS Y GAS DE PROTECCIÓN, RECOMENDADOS PARA LA SOLDADURA GTAW, DE DIFERENTES MATERIALES.....	66
TABLA 2.12 PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA ALAMBRES DE SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO SAW	78
TABLA 2.13 MATERIALES UTILIZADOS COMO COMPONENTES DE LOS FUNDENTES	80
TABLA 2.14 ALAMBRES PARA SOLDADURA AL ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE FCAW SEGÚN AL NORMA AWS A5.22.....	90-91
TABLA 2.15 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES USADOS COMO ELECTRODOS EN EL PROCESO RSW.....	103
TABLA 2.16 SOLDADURA POR PUNTOS PARA ACEROS DULCES Y SEMIDUROS.....	103

RESUMEN

El presente proyecto se realizó con el fin de complementar la enseñanza teórica de los procesos de soldadura, materia que se imparte en las carreras de PPM, EM y MI, de la ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS de la Escuela Politécnica Nacional.

Al tener un manual de teoría de procesos de soldadura se podrá establecer una sistematización del contenido de los procedimientos y así acortar el tiempo de preparación para la práctica.

Este proyecto esta estructurado de la siguiente manera.

Este trabajo empieza revisando la importancia de tener un manual para la realización de las prácticas, seguido de las prácticas de este manual las cuales están divididas en dos partes el manual del estudiante y el manual del profesor.

El manual del estudiante a su vez se divide en tres prácticas para el proceso de soldadura SMAW una practica para los proceso de soldadura GMAW, GTAW, SAW, FCAW, el proceso de soldadura RW se a dividido en una practica para los procesos de soldadura RSW, RSEW, proceso de soldadura por chispa, el proceso de soldadura fuerte y soldadura blanda.

El manual del profesor consta de las mismas prácticas que el manual del estudiante, pero en este manual existen varios ítems que ayudaran al profesor a guiarse al momento de realizar una práctica, también indica la forma de evaluación a la que será sometido el estudiante y cuenta con un banco de preguntas para cada práctica, además, de un banco de preguntas que permitirá medir la actitud del estudiante en una práctica de soldadura. Esto permitirá conocer si el estudiante esta aplicando lo que aprendió en la teoría.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El propósito de este manual para prácticas de la materia teoría de procesos de soldadura es establecer una sistematización del contenido de los procedimientos que contribuya en la elaboración de cuestionarios dirigidos a evaluar los conocimientos previos a las prácticas estudiantiles, y actividades que orienten a la formación de nuevos profesionales.

La metodología utilizada, de tipo documental descriptiva y análisis de modelos teóricos existentes, basados en secuencias de procedimientos lo cual generó una clasificación del contenido de los procedimientos inherentes a la enseñanza de la ciencia, acorde con la complejidad de las acciones mentales y manipulativas implícitas a desarrollar destrezas, lo que permitió plantear orientaciones didácticas fundamentadas teóricamente, para hacer de las prácticas un recurso instruccional de mayor impacto académico al incrementar los procesos de conceptualización y transferencia de conocimientos a nuevos contextos y situaciones.

Las prácticas de la materia teoría de procesos de soldadura, bien coordinada con los contenidos conceptuales, fomentan un aprendizaje más flexible y transferible. Es importante señalar que los contenidos conceptuales, están íntimamente relacionados y no se pueden establecer fronteras en el momento de impartirlos; si bien es de utilidad didáctica esta diferenciación, para un buen número de contenidos científicos es mejor presentarlos interrelacionados, puesto que se deben aprender al mismo tiempo conceptos, procedimientos y actitudes.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS

Las prácticas tradicionales llevan al alumno a una repetición mecánica que le impide fusionar este aprendizaje con los contenidos conceptuales. La simple receta manipulativa no proporciona a los alumnos la ocasión de emitir hipótesis o de analizar críticamente los resultados.

Los estudiantes a menudo ejecutan las actividades teniendo sólo una ligera idea de lo que están haciendo, sin apenas comprender el objetivo o las razones que han llevado a escoger tal o cual práctica, con escaso entendimiento de los conceptos.

De lo anterior se deduce que las prácticas realizadas por si solas se muestran ineficaces si no se presentan integradas junto a otros procedimientos científicos, además de establecer una relación estrecha entre esta actividad práctica y el aprendizaje de conceptos.

Sin embargo, si parece coherente organizar las prácticas con otros trabajos de clase tales como, resolución de problemas, formulación de hipótesis, explicaciones del profesor, entre otras, de un modo consecuente o como se desarrolla la actividad científica, también es cierto que es preciso adaptarlas tanto a las capacidades y limitaciones procedimentales del aprendizaje, como a la mecánica de aprendizaje por lo que, en general, el sujeto adquiere la experiencia.

Las prácticas tienen un importante componente en el procedimiento y sería conveniente disponer de una sistematización para este tipo de contenidos con el objetivo de realizar una guía de prácticas. El propósito de este trabajo es elaborar una guía para los contenidos procedimentales, que será la base para realizar en trabajos posteriores diseños con intención sistemática, tanto en los cuestionarios dirigidos a evaluar la intervención didáctica, como el desarrollo de las actividades de las prácticas.

1.2 METODOLOGÍA DE UTILIZACIÓN DEL MANUAL

De primera instancia es necesario aclarar que para el presente trabajo se asume el siguiente concepto de tecnología educativa entre los muchos analizados, ofrecido por la UNESCO (1980): " la Tecnología Educativa es una aplicación sistemática de los recursos del conocimiento científico al proceso que necesita cada individuo para adquirir y utilizar conocimientos".¹

En el ámbito de la educación un modelo (una metodología, una estrategia) se constituyen en tecnología educativa en cuanto a través de ellos se puede aplicar de manera sistemática el conocimiento científico de la Pedagogía. En esencia, estos son recursos de la Ciencia Pedagógica que se aplican al proceso que necesita cada individuo para adquirir y utilizar conocimientos.

Si el modelo responde a una concepción pedagógica o didáctica, debe apropiarse en sus fundamentos de los elementos científicos que estas ciencias le brindan y que serán su sustento teórico.

Los autores Bienvenido Mena Marchán, Manuel Marcos Porras y Juan José Mena Marcos en su libro *Didáctica y Nuevas Tecnologías* exponen "El criterio de que la Didáctica como ciencia aún está surgiendo, entonces es de suponer que la didáctica de la enseñanza de las distintas asignaturas, esté en semejante proceso".²

Para la presente investigación se asume a la Didáctica como una tecnología, pero además, se asume como tal al modelo que permitirá reestructurar el proceso de enseñanza- aprendizaje en un determinado nivel de enseñanza.

(¹) UNESCO, (1980), *"Nuevas tendencias en la enseñanza integrada de las ciencias"*, Montevideo

(²) MENA MERCHÁN Bienvenido, MARCOS PORRAS Manuel, MENA MARCOS Juan José, (1996), *"Didáctica y Nuevas Tecnologías"*, Editorial Escuela Española

Al hablar de tecnología se deben concretar algunos de los criterios referidos al tema que recopila el Dr. Sáez Palmero en su libro Compendio CTS, donde se aborda que las concepciones históricas acerca de la tecnología pueden ser agrupadas en tres apartados esencialmente y que se ofrecen muy sintéticamente a continuación:

1. **La orientación instrumental.-** Es la visión más arraigada en la vida ordinaria. Se considera que las tecnologías son simples herramientas o artefactos construidos para una diversidad de tareas.
2. **La orientación cognitiva.-** Las reglas tecnológicas se fundamentan en la investigación y la acción, considera a la tecnología como ciencia aplicada y a la ciencia como una búsqueda por nuevas leyes de la naturaleza.
3. **La orientación sistémica.-** La noción de sistema ha servido para definir a la tecnología, como sistemas de acciones intencionalmente orientados a la transformación de objetos concretos, para conseguir de forma eficiente un resultado valioso

A partir de las concepciones antes mencionadas se comprende al Modelo Didáctico como tecnología educativa si cumple dos requisitos:

1. Ser compatible con la ciencia y estar controlado por el método científico tanto en su diseño como en su desarrollo
2. Se emplee para controlar, transformar o crear cosas o procesos naturales o sociales.

Se debe tener en cuenta que para la concepción del modelo didáctico como tecnología educativa, siendo este un aporte de la investigación a realizar, este consta de tres elementos bien definidos según algunas consideraciones desde una perspectiva pedagógica que se asume como postulado teórico referencial en la investigación presente, donde apunta que todo modelo presenta los siguientes elementos:

1. **Elemento teórico:** Base científica o marco teórico referencial que depende del proceso a modelar y del nivel de concreción del modelo.
2. **Elemento metodológico:** Descripción del contenido del modelo que da respuesta a los aspectos teóricos en que se sustenta declarando las posiciones respecto a componentes personales y no personales, sus etapas y sus relaciones.
3. **Elemento práctico:** Investigaciones, puesta en práctica del modelo, posibilidad de modificaciones.

Para el presente trabajo se ha visto la necesidad de organizar el manual de prácticas en dos partes.

- Manual del estudiante
- Manual del profesor

1.2.1 MANUAL DEL ESTUDIANTE

Servirá como una guía durante todo el curso de la materia teoría de procesos de soldadura; esto permitirá al alumno prepararse previamente a la realización de la práctica poniéndolo en contacto con conceptos, leyes que rigen cada unidad de la materia de teoría de procesos de soldadura.

El manual del estudiante consta de los siguientes aspectos:

- Título.
- Objetivos.
- Fundamento teórico.
- Equipos.
- Procedimiento experimental.
- Normas de seguridad.

Titulo

Nombre de la práctica a realizarse.

Objetivos

Se planteara una o varias interrogantes que deberán ser cumplidas al terminar la práctica.

Fundamento teórica

Constará de una serie de recopilaciones bibliográficas acorde con el tema de la práctica a realizarse.

Equipos

Se describirá todas las características técnicas, eléctricas, mecánicas, controles y manuales de operación del equipo a utilizarse.

Normas de seguridad

En esta guía nos referiremos a las normas de seguridad ANSI Z49.1 para cada una de las prácticas, realizando una breve descripción de normas de seguridad en la práctica a realizarse.

Procedimiento experimental

En el se darán las directrices para que el estudiante tenga información de lo que va a realizar.

1.2.2 MANUAL DEL PROFESOR

Este manual contiene información relativa a la evaluación de los estudiantes y a la de los conocimientos prácticos información que no se encuentra en el manual de estudiante.

El manual del profesor consta de los siguientes aspectos:

- Título.
- Objetivos.
- Organigrama de las prácticas a realizarse.
- Equipos
- Evaluación en cada práctica
- Banco de preguntas

Tiempo para cada práctica

La materia teoría de procesos de soldadura tiene una carga horaria de 4 horas a la semana de las cuales se destinara 2 horas para la teoría y 2 horas para la práctica.

CAPITULO II

2.1 PRÁCTICA N° 01

2.1.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)

2.1.2 OBJETIVO:

- Armar el circuito de soldadura
- Controlar las variables esenciales del proceso
- Aprender a encender el arco eléctrico

2.1.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.3.1 PRINCIPIO DEL ARCO ELÉCTRICO

Un arco eléctrico es una descarga de corriente eléctrica a través de una separación en un circuito. Se sostiene por la presencia de una columna de gas térmicamente ionizada (denominada plasma) a través de la cual fluye la corriente. En un proceso de Arco Eléctrico, el arco eléctrico se inicia al acercar el electrodo a la pieza de trabajo, después del contacto el electrodo se separa rápidamente de la pieza a una distancia corta. La energía eléctrica del arco eléctrico así formado produce temperaturas de 5500 °C o mayores, que son lo suficientemente calientes para fundir cualquier metal. Se forma un pozo de metal fundido, que consiste en metal base y metal de aporte, cerca de la punta del electrodo. En la mayoría de los procesos de soldadura con arco eléctrico, se agrega un metal de aporte durante la operación para aumentar el volumen y fortalecer la unión soldada. Conforme el electrodo se mueve a lo largo de la unión, el pozo de metal fundido se solidifica de inmediato como se muestra en la figura 2.1.

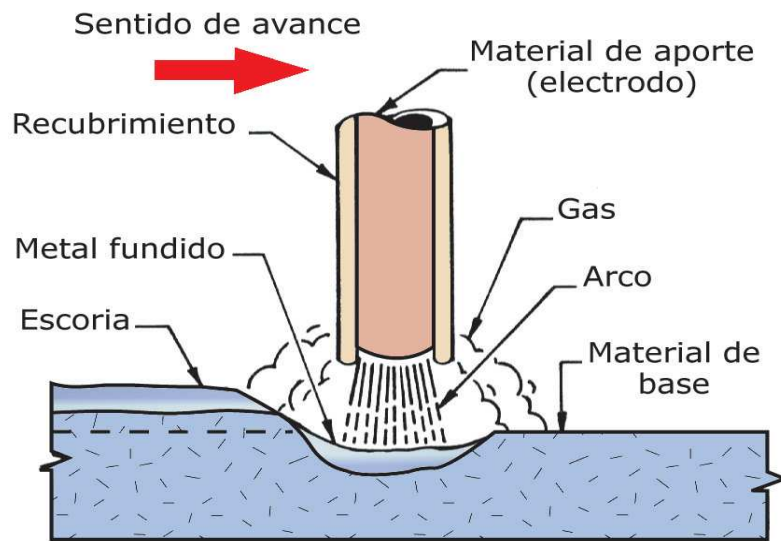


Fig. 2.1 Esquema básico del Arco Eléctrico

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

2.1.3.2 CIRCUITO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO

La corriente fluye a partir del borne de la maquina de soldar, donde se fija el cable del electrodo (1), y termina en el borne de la maquina, donde se fija el cable de tierra o de trabajo (2).

Como puede observarse en la figura 2.2, partir del punto (1) la corriente fluye al porta electrodo y por este al electrodo; por el extremo del electrodo salta la electricidad a la pieza formando el arco eléctrico; sigue fluyendo la electricidad por el metal base al cable de tierra (2) y vuelve a la maquina.

El circuito está establecido sólo cuando el arco se encuentra encendido.

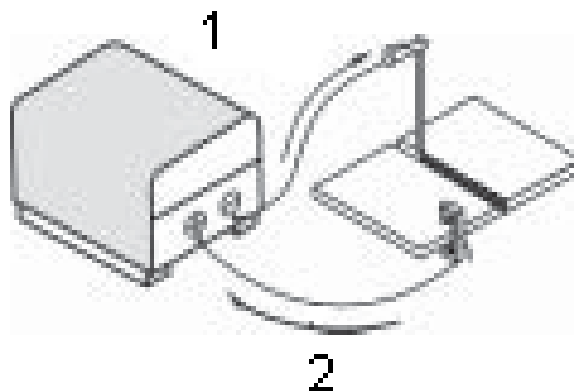


Fig. 2.2 Flujo Eléctrico

Fuente: <http://www.oerlikon.es>

2.1.3.3 CLASES DE CORRIENTE ELÉCTRICA

Corriente alterna (AC)

El flujo de corriente varía de una dirección a la opuesta. Este cambio de dirección se efectúa 120 veces por segundo. El tiempo comprendido entre los cambios de dirección positiva o negativa se conoce con los nombres de ciclos o periodo (60 ciclos).

Corriente Continua (DC)

El flujo de corriente conserva siempre una misma dirección; del polo negativo al positivo.

Polarizar.- En corriente continua es importante saber la dirección del flujo de corriente. La dirección de flujo de corriente en el circuito de soldadura es expresada en término de polaridad.

Polaridad Directa.- Se denomina así, si el cable del porta electrodo es conectado al polo negativo (-) de la fuente de poder y el cable de tierra al polo positivo (+).

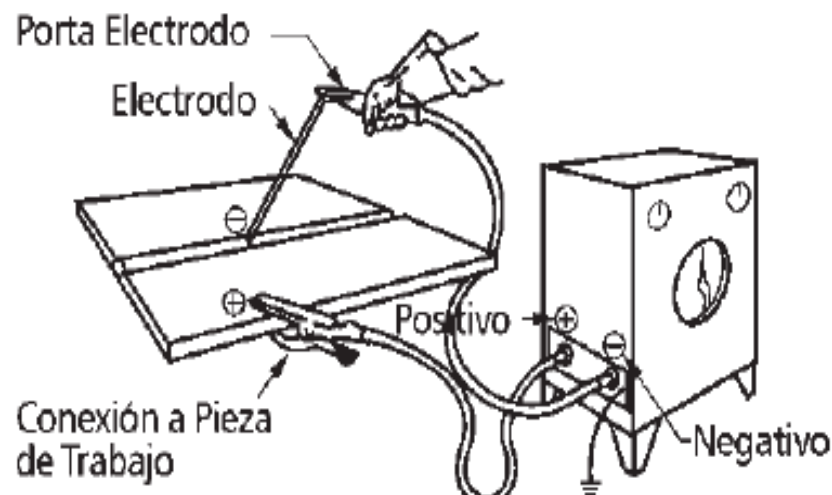


Fig. 2.3 Polaridad directa.

Fuente: <http://www.oerlikon.es>

Polaridad Indirecta.- Se denomina así, si el cable del porta electrodo es conectado al polo positivo (+) de la fuente de poder y el cable de tierra al polo negativo (-).

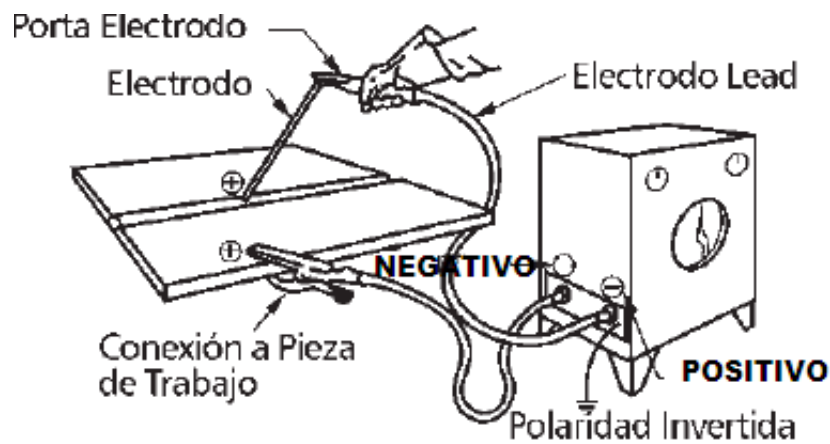


Fig. 2.4 Polaridad indirecta

Fuente: <http://www.oerlikon.es>

2.1.4 EQUIPO Y MATERIALES

- Máquina de soldadura por arco eléctrico.
 - Cables de soldadura
 - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Cortar platina para la práctica
- 3.- Limpiar la capa de oxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- 4.- Armar el circuito de soldadura de acuerdo a la Fig. 2.5

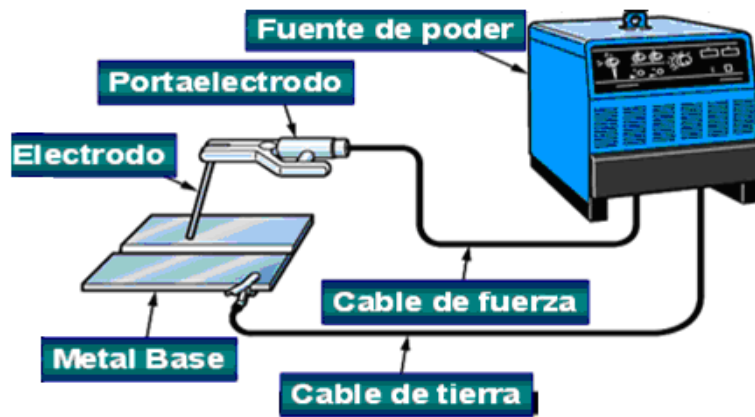


Fig. 2.5 Circuito de soldadura para arco eléctrico con electrodo revestido

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 5.- Encender la maquina
- 6.- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- 7.- Sujetar el porta electrodo en una posición cómoda (15 ° respecto al eje vertical)
- 8.- Ajustar el amperaje y la polaridad de acuerdo al tipo de electrodo a utilizar
- 9.- Acercar el electrodo lentamente a la platina
- 10.- Frotar con la punta del electrodo la platina como se indica en la Fig. 2.6

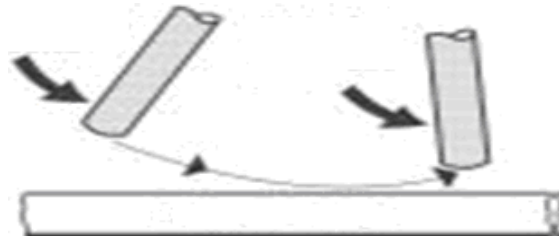


Fig. 2.6 Encendido del arco eléctrico

Fuente: <http://www.oerlikon.es>

- 11.- Retirar una pequeña distancia para estabilizar el arco eléctrico
- 12.- Apagar el arco eléctrico
- 13.- Retirar el electrodo de la pinza
- 14.- Apagar la maquina
- 15.- Recoger los cables

2.1.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Para realizar las prácticas de soldadura, el alumno deberá contar con el equipo de protección necesario. Este cumple con la función de proteger al alumno de las chispas y el calor, y de la luz intensa producida durante el proceso de soldadura. Las reglas de seguridad que siempre deben ser cumplidas son las siguientes:

2.1.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar el equipo de seguridad como indica figura 2.7

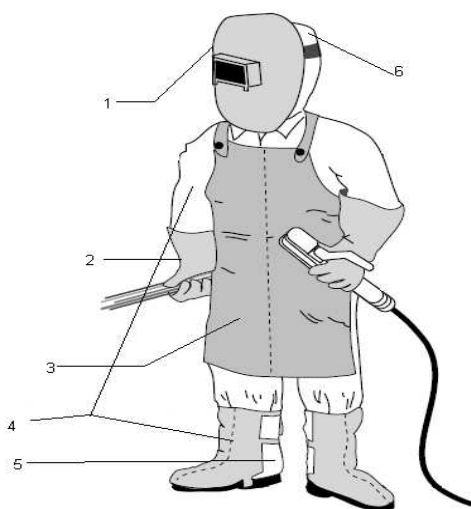


Fig. 2.7 Equipo de seguridad personal

Fuente: <http://www.indura.cl>

1. **Máscara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
2. **Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas.
3. **Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.
4. **Polainas y casaca de cuero:** para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
5. **Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.
6. **Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo.

- Conectar los extractores de gases antes de soldar.

- Al pegar el electrodo a la platina (al momento de realizar la soldadura), no levantarse el casco de soldar hasta haber retirado o desconectado del porta electrodo.
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.1.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la maquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodo sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.
- No cambiar la polaridad de las maquinas en funcionamiento.
- No pisar los cables de soldadura.

2.2 PRÁCTICA N° 02

2.2.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)

2.2.2 OBJETIVO:

- Aprender a mantener el arco eléctrico en forma estable
- Adquirir destreza para alcanzar la distancia necesaria para mantener el arco eléctrico.
- Adquirir la habilidad para formar un cordón de soldadura.

2.2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.2.3.1 ELECTRODO

Un electrodo es un conductor, en el cual uno de sus extremos actúa como medio de transmisión. Si a un conductor se le aumenta el paso de corriente, se calienta y se funde, al fundirse se desprende en pequeñas gotas que una vez lejos del conductor se solidifican. Si estas gotas las depositamos en otro metal se unirán a este formando una soldadura. En la soldadura casi siempre el material del electrodo es del mismo tipo del metal base, pero en otros casos son diferentes al metal base.

El electrodo revestido en el proceso SMAW tiene cuatro funciones básicas:

- Establecer el arco eléctrico con el metal base.
- Dirigir y controlar el arco eléctrico según lo requieran las piezas por soldar
- Proporcionar el metal de aporte
- Proteger el cordón de soldadura

Se pueden distinguir tres partes en el electrodo revestido figura 2.8

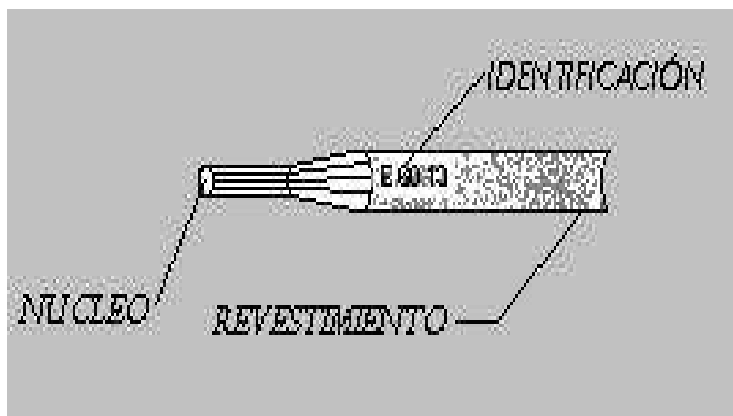


Fig. 2.8 Partes del electrodo

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- **Núcleo del electrodo:** El núcleo del electrodo está constituido por un alambre metálico que conduce la corriente eléctrica y permite establecer el arco eléctrico. El intenso calor del arco hace que se funda progresivamente la punta del alambre y que en forma de pequeñas gotas se deposite en el cordón de soldadura, proporcionando así el material de aporte.
El metal del núcleo depende del tipo de metal base que se requiere soldar.
El diámetro del electrodo se mide en el núcleo y al mismo tiempo determina la intensidad de corriente que deben utilizarse.
- **Revestimiento del electrodo:** El revestimiento del electrodo cumple diversas funciones:
 - 1.- Estabiliza el arco, facilita el encendido y el mantenimiento constante del arco.
 - 2.- Genera una pantalla de gases de protección que evita la contaminación del cordón por el oxígeno y nitrógeno del aire.
 - 3.- Proporciona fuentes que eliminan los óxidos de impurezas de material y forman escoria que retarda el enfriamiento brusco del cordón.
 - 4.- Determina las condiciones de operación del electrodo.
 - 5.- Determina las características del cordón.
- **Identificación:** En muchos lugares del mundo, la identificación de electrodos se efectúa utilizando en primer lugar un nombre comercial, o sea la identificación particular que arbitrariamente le asigna cada fabricante y en cada segundo lugar un nombre genérico el cual se forma siguiendo los lineamientos establecidos por la A.W.S (Sociedad Americana de Soldadura)

2.2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ELECTRODOS

Las especificaciones actuales de la American Welding Society (AWS) a que obedecen son:

Electrodos de acero al carbono	AWS-A.5.1
Electrodos de aceros de baja aleación	AWS-A.5.5
Electrodos de aceros inoxidables	AWS-A.5.4

Tabla 2.1 Clasificación de electrodos

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

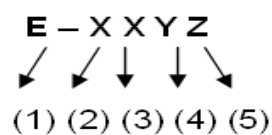
Se describirá brevemente el contenido de estas especificaciones.

2.2.3.2.1 ELECTRODOS DE ACERO AL CARBONO

Estos electrodos se clasifican de acuerdo con los criterios siguientes:

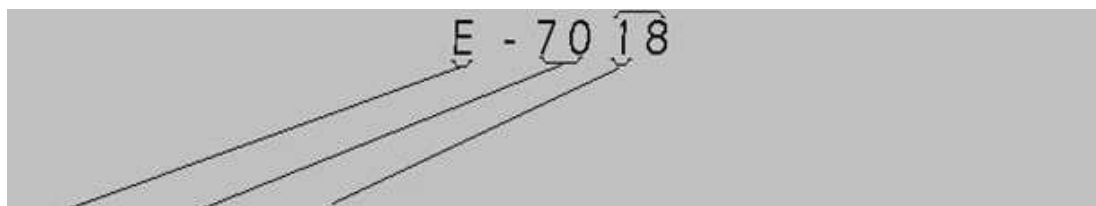
- Tipo de corriente a utilizar.
- Tipo de recubrimiento.
- Posición de soldadura aconsejable.
- Composición química del metal depositado.
- Propiedades mecánicas del metal depositado.

De acuerdo a la norma AWS A5.1 la especificación de electrodos para aceros al carbono con el proceso SMAW, estos materiales tienen la siguiente especificación.



Donde:

- (1) La letra E lo identifica como electrodo
 - (2) y (3) Los primeros dígitos indican la resistencia mínima a la tracción en KPSI del cordón de soldadura.
 - (4) Indica la posición para la cual está diseñado el electrodo Tabla 2.3.
 - (5) Indica los parámetros operacionales del electrodo
- Así tenemos el ejemplo de la figura 2.9



Letra "E"	Dos o tres primeros dígitos	Penúltimo dígito	Numeración	Dos últimos dígitos				
				Corriente	Polaridad	Revestimiento	Arco	Penetración
Electrodo para soldar con arco metálico protegido (Electrica SMAW)	Resistencia mínima a la tensión del cordón depositado en miles de libras por pulgada cuadrada	Posición ideal de soldadura 1= Todas las posiciones 2= Plana y filete horizontal 3= Plana	xx10	CD	PI	Celulosa-Sodio	Energico	Alta
			xx11	CA-CD	PI	Celulosa-Potasio	Energico	Alta
			xx12	CA-DD	PD	Rutilo-Sodio	Medio	Mediana
			xx13	CA-CD	PD-PI	Rutilo-Potasio	Suave	Ligera
			xx14	CA-CD	PD-PI	Rutilo-Polvo Fe	Suave	Ligera
			xx15	CD	PI	Bajo Hidrogeno	Medio	Mediana
			xx16	CA-CD	PI	Bajo Hidrogeno	Medio	Mediana
			xx18	CA-CD	PI	Bajo Hidrogeno	Medio	Mediana
			xx20	CA-CD	PD-PI	Oxido de Hierro	Medio	Mediana
			xx24	CA-CD	PD-PI	Rutilo	Medio	Mediana
			xx27	CA-CD	PD	Polvo de hierro	Medio	Mediana
			xx28	CA-CD	PI	Bajo hidrogeno	Suave	Ligera

Fig. 2.9 Especificaciones AWS- A.5.1

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

CLASIF.	CORRIENTE	ARCO	Penetración	Fundente y Escoria
EXXX0	DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso - Sodio (0 - 10% de polvo de Hierro)
EXXX1 EXXX2	AC o DCEP AC o DCEN	Penetrante Mediano	Profunda Mediana	Celuloso - Potasio (0% de Polvo de Hierro)
EXXX3	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Sodio (0 - 10 % de Polvo de Hierro)
EXXX4	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Potasio (0 - 10% de Polvo de Hierro)
EXXX5	DCEP	Mediano	Mediana	Titanio - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)
EXXX6	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXXX8	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Potasio (0% de Polvo de Hierro)
EXX20	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)
EXX22	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro - Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX24	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Oxido de Hierro - Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX27	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Titanio - Polvo de Hierro (50% de Polvo de Hierro)
EXX28	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro - Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
EXX48	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
				Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)

DCEP - Corriente Directa Electrodo Positivo **DCEN** - Corriente Directa Electrodo Negativo
Nota: El porcentaje del polvo de Hierro esta calculado en base al peso del fundente

Tabla 2.2 Clasificación de electrodos

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

Clasificación	Posición
EXX1X	Todas las posiciones (Plana, horizontal, vertical y sobre cabeza)
EXX2X	Horizontal y plana solamente
EXX3X	Solamente plana
EXX4X	Plana, sobre cabeza y vertical descendente

Tabla 2.3 Clasificación de electrodos por la posición

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

2.2.3.2.2 ELECTRODOS DE ACEROS DE BAJA ALEACIÓN

Estos electrodos se clasifican de acuerdo con idénticos criterios que los de acero al carbono, e incluyen las clases siguientes:

- Clase A: Aceros al carbono-molibdeno.
- Clase B: Aceros al cromo-molibdeno.
- Clase C: Aceros al níquel.
- Clase D: Aceros al manganeso-molibdeno.
- Clase N: Aceros al níquel-molibdeno.
- Clase G: Aceros de baja aleación, no incluidos en las otras clases.

2.2.3.2.3 ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE

Estos electrodos se clasifican de acuerdo con su composición química, propiedades mecánicas y tipo de corriente e incluyen aceros en los que el cromo excede del 4% y el níquel no supera el 37% de la aleación. (Ver Anexo 14)

2.2.3.3 VARIABLES FUNDAMENTALES DEL PROCESO DE SOLDADURA

2.2.3.3.1 LONGITUD DEL ARCO ELÉCTRICO

La longitud del arco es la distancia entre la punta del electrodo y el metal que se va a soldar, a través de esta distancia se controla el voltaje del arco eléctrico, es decir, el voltaje es directamente proporcional a la longitud de arco. El proceso es estable cuando se mantiene la longitud de arco constante y en un valor igual o menor al diámetro del electrodo. A este proceso se denomina soldadura de arco corto.

2.2.3.3.2 VELOCIDAD DE SOLDADURA

Se debe mantener la velocidad correcta si quiere obtener una buena soldadura. Son varios los factores que determinan cual debe ser la velocidad correcta:

- Tipo de corriente de soldadura, amperaje y polaridad.
- Posición de soldadura.
- Rapidez de fusión del electrodo.

- Espesor del material.
- Condición de la superficie del metal base.
- Tipo de unión.
- Técnicas de soldadura.

2.2.3.3.3 AMPERAJE (INTENSIDAD DE CORRIENTE)

El amperaje (A) es la cantidad de corriente que fluye a través del arco eléctrico y determina el calor o potencia en el mismo. El amperaje depende del tipo y diámetro del electrodo, de la posición, tipo de junta, etc. $V=I.R$ (Ley de Ohm).

2.2.3.3.4 ÁNGULO DEL ELECTRODO RESPECTO A LA PIEZA

El ángulo que forma el electrodo con el charco también afecta la transferencia de metal, puesto que este ángulo dirige la fuerza del arco. Al acercar el ángulo hacia la vertical, aumenta la penetración. Figura 2.10 A medida que se disminuye el ángulo, se reduce la penetración. Cuando el arco apunta hacia el charco, puede suceder que el cordón se acumule y se solidifique en forma de grandes ondulaciones. Cuando se inclina el electrodo hacia la izquierda o hacia la derecha, que es lo que se conoce como ángulo de trabajo, el cordón se desplaza del centro. Hay que manejar el electrodo como si de su punta emergiera un chorro imaginario de aire. Figura 2.11. El aire puede empujar el metal fundido, en cualquier punto que se dirija el electrodo. Una vez que se aprenda a controlar la fuerza del arco, se logra mover el metal fundido hacia donde se desea.

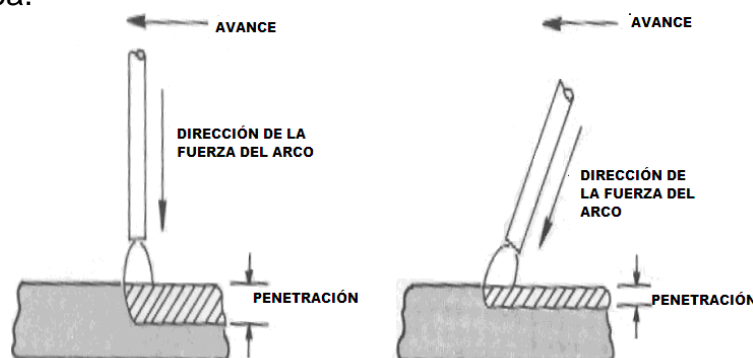


Fig. 2.10 Variaciones en la penetración debidas al ángulo del electrodo

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachil
I/Soldadura.pdf

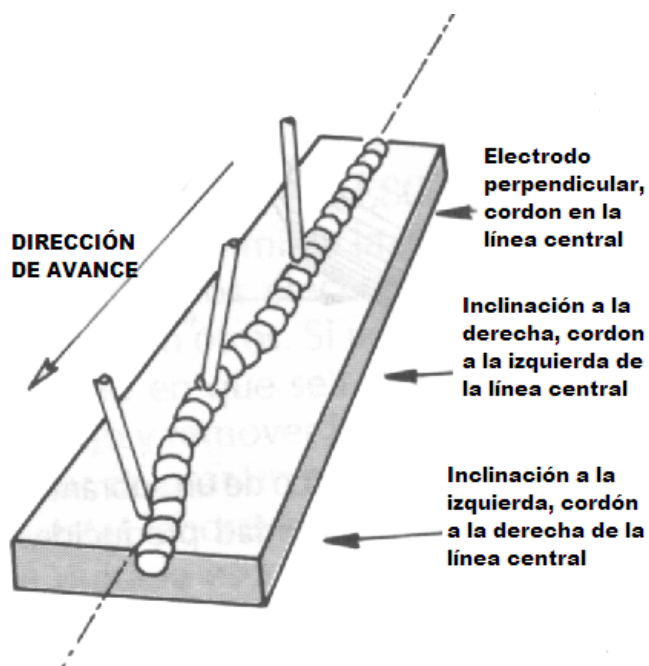


Fig. 2.11 Las fuerzas del arco desplazan el cordón cuando varía el ángulo de trabajo del electrodo

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

2.2.3.3.5 FACTORES RELACIONADOS CON EL AVANCE

Puesto que el revestimiento del electrodo aísla eléctricamente la varilla metálica del núcleo, es posible arrastrar muchos electrodos sobre la pieza de trabajo. La parte externa del revestimiento mantiene el núcleo metálico alejado del objeto, por lo que no hay peligro de hacer corto circuito y apagar el arco.

La soldadura presenta un mejor aspecto cuando se avanza a una velocidad constante y se mantiene en un arco de longitud uniforme. Cada vez que se hace una pausa en algún sitio, el cordón se hace más ancho. Por el contrario, siempre que se aumenta la velocidad el cordón se adelgaza. Cuando el metal depositado solidifica, se notan con claridad los lugares en que varió la velocidad de avance. La transferencia de metal da como resultado un cordón bien formado cuando la velocidad de avance es constante. No se debe variar la velocidad del electrodo al soldar.

2.2.3.3.5.1 FACTORES ELÉCTRICOS

La energía del arco y la transferencia de metal varían junto con la dirección del flujo de la corriente. Cuando se utilice corriente directa, hay que asegurarse de que la polaridad sea la correcta. Es necesario utilizar el tipo de corriente correcto, es decir, no hay que usar corriente directa en lugar de corriente alterna, o viceversa. Los electrodos están diseñados para trabajar con una determinada cantidad de corriente y polaridad. Si se emplea la corriente equivocada, el arco puede resultar inestable e imposible de manejar. El que las salpicaduras aumenten es un síntoma de que la polaridad no es correcta. Otros síntomas son las variaciones en la forma que se espera que tenga el arco, una penetración insuficiente, demasiada turbulencia del charco y una cantidad considerable de salpicadura. Puede llegar a ser imposible encender el arco. Cuando se observe que algo raro sucede con éste o con la transferencia de metal, hay que revisar las conexiones de la fuente de poder.

2.2.3.3.5.2 EL CONTROL DE LA PENETRACIÓN

La transferencia de metal y la fuerza del arco se controlan con la longitud de éste y con la corriente. Cuando hay poca corriente, el arco pierde fuerza y disminuye la penetración. El cordón se adelgaza y el metal se empieza a acumular. También puede suceder que el electrodo se pegue a la pieza de trabajo. Cuando hay demasiada corriente, el arco tiene mucha fuerza; penetra demasiado en el objeto y produce demasiada salpicadura. Un exceso de corriente produce rebajos a lo largo de la orilla de la soldadura y puede llegar a perforar el objeto.

Cuando el arco es demasiado corto, excava en el objeto. Un arco corto puede hacer que la transferencia de metal sea dispereja y que las ondulaciones del cordón sean grandes. Hay una tendencia a que se formen agujeros de escoria y porosidad. Si el arco es largo, las fuerzas de penetración disminuyen. Puede ser que el arco se aparte de su trayectoria normal y que los bordes del cordón resulten irregulares y disperejos.

En la siguiente tabla 2.4 se muestran las cantidades de corriente en amperes que se deben utilizar de acuerdo al diámetro de los electrodos.

Diámetro del electrodo (in)	Amperes para soldadura plana	Amperes para soldadura vertical y sobre la cabeza
1/16	25-70	---
3/32	60-100	---
1/8	80-150	75-130
5/32	125-225	115-160
3/16	140-240	125-180
1/4	200-350	170-220
5/16	250-500	---
3/8	325-650	---

TABLA 2.4 Intensidad de corriente aproximada para diferentes diámetros de electrodos

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

Una recomendación práctica que se utiliza en los talleres para hacer la determinación de la corriente, sin tener que recurrir a la tabla es la siguiente:

Convierta el diámetro del electrodo de fracciones a decimales, elimine el punto y esa será la corriente aproximada que debe utilizar con ese electrodo. Por ejemplo, si tiene un electrodo de 1/8 su conversión a decimales será 0.125, al quitarle el punto se obtiene 125, lo que indica que se deben utilizar más o menos 125 amperes para que el electrodo funcione bien.

En la figura 2.12, se pueden observar varios cordones de soldadura realizadas con distintas corrientes y velocidades de avance.

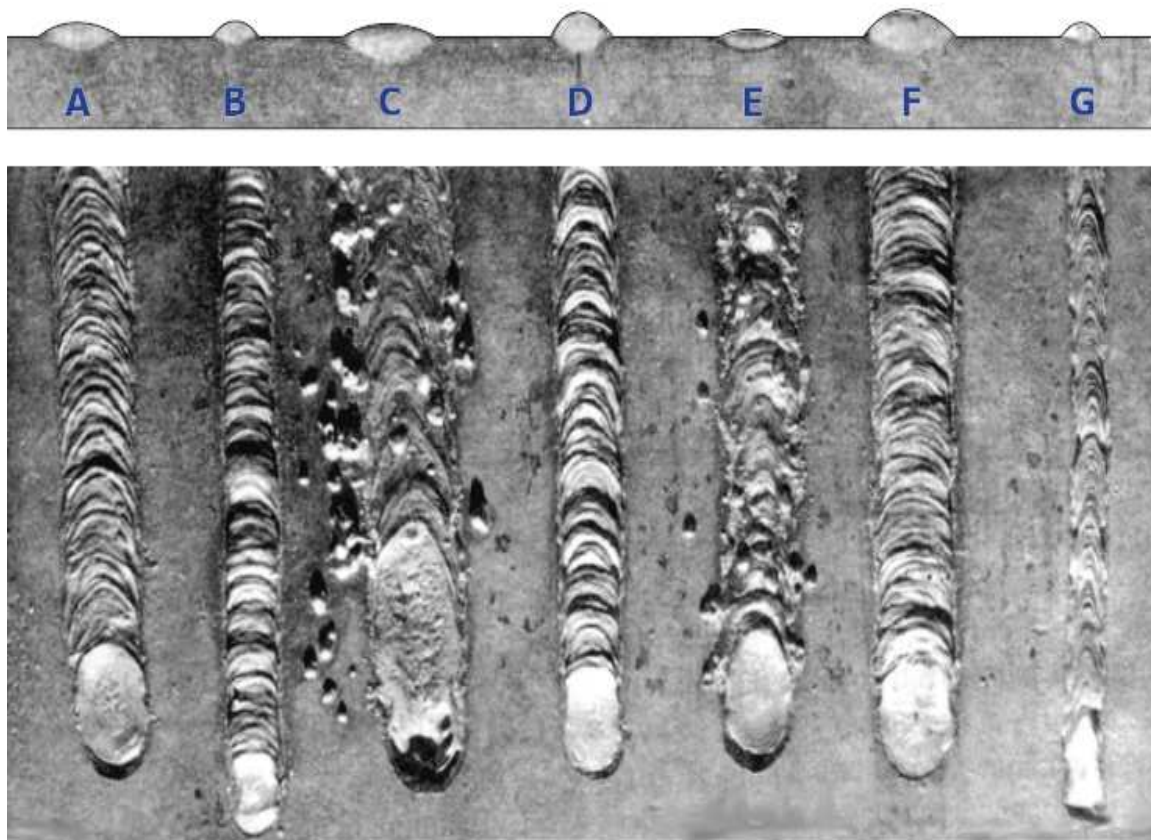


Fig. 2.12 Pruebas de soldadura

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

- A. Cordón correcta con amperaje y velocidad adecuados.
- B. Cordón con amperaje muy bajo.
- C. Cordón deficiente por amperaje muy elevado.
- D. Cordón con amperaje muy bajo, ocasionando demasiado aporte metálico.
- E. Cordón con corriente inadecuada.
- F. Cordón con muy poca velocidad de avance. Observar que el cordón está muy ancho y muy alto.
- G. Cordón deficiente con corriente adecuada pero con velocidad de avance muy elevada.

2.2.4 EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de soldadura por arco eléctrico.
 - Cables de soldadura
 - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10

- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.2.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Cortar platina para la práctica
- 3.- Limpiar la capa de oxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- 4.- Ubicar firmemente la platina a soldar en la posición correcta.
- 5.- Tener a mano varios electrodos para soldar. Colocar uno en el porta electrodo.
- 6.- Regular el amperaje correcto en el equipo de soldadura y encenderlo
- 7.- Encender la maquina
- 8.- Ubicarse en la posición de soldadura correcta e inicie el arco
- 9.- Desplazar el electrodo manteniendo encendido el arco eléctrico e inclinar de 5° a 15° en relación a la horizontal como muestra la Figura 2.13

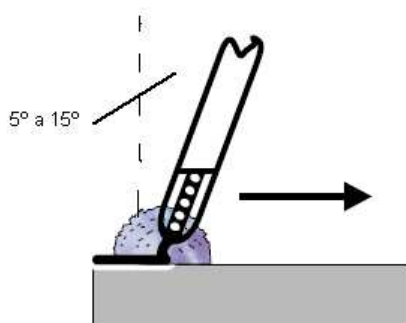


Fig. 2.13 Inclinación del electrodo

Fuente: <http://www.oerlikon.es>

- 10.- De acuerdo a la observación realizada aumentar o reducir la velocidad para formar un cordón de aspecto agradable.
- 11.-. Se notará que conforme avance la soldadura, el electrodo se irá consumiendo, acortándose su longitud. Para compensarlo, se deberá ir bajando en forma paulatina la mano que sostenga el porta electrodo, manteniendo la distancia a la pieza..

12.- Si al desplazar el electrodo se pega con la pieza de trabajo, se debe realizar un movimiento de vaivén para que se pueda retirar el electrodo de la pieza.

13.- Limpiar la escoria del cordón de soldadura.

14.- observar los resultados del cordón de soldadura.

15.- Formar tres cordones de soldadura

16.- Apagar el arco eléctrico

17.- Retirar el electrodo de la pinza

18.- Apagar la maquina

19.- Recoger los cables

2.2.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.2.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar el equipo de seguridad como indica figura 2.14

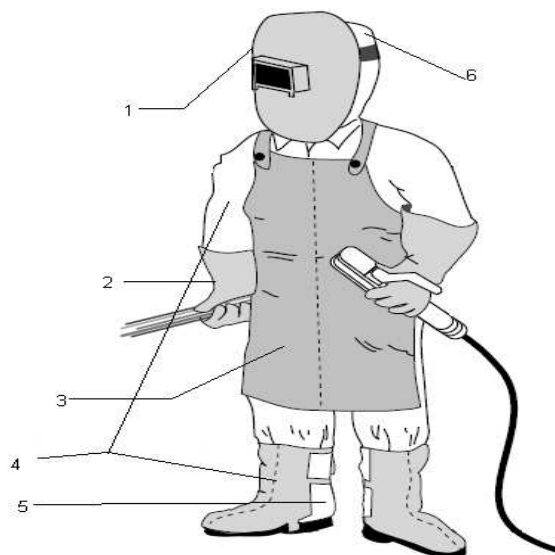


Fig. 2.14 Equipo de seguridad personal

Fuente: <http://www.indura.cl>

1. Máscara de soldar: para proteger los ojos, la cara, el cuello

2. Guantes de cuero: para proteger las manos y muñecas.

3. Delantal de cuero: para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.

4. Polainas y casaca de cuero: para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.

5. Zapatos de seguridad: que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.

6. Gorro: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.

- Conectar los extractores de gases antes de soldar.
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar hasta haber retirado o desconectado del porta electrodo.
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria.
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.2.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No enfriar el material soldado con agua.
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero.
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la maquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodo sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.
- No cambiar la polaridad de las maquinas en funcionamiento.
- No pisar los cables de soldadura.

2.3 PRÁCTICA N° 03

2.3.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)

2.3.2 OBJETIVO:

- Realizar una junta a tope sin bisel en posición horizontal.
- Adquirir la destreza para obtener una junta a tope sin bisel con buenas características mecánicas.

2.3.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.3.3.1 LA UNIÓN POR SOLDADURA.

La soldadura produce una unión permanente entre dos o mas partes, en la figura 2.15 se podrá observar el diseño de uniones mas usadas en soldadura.

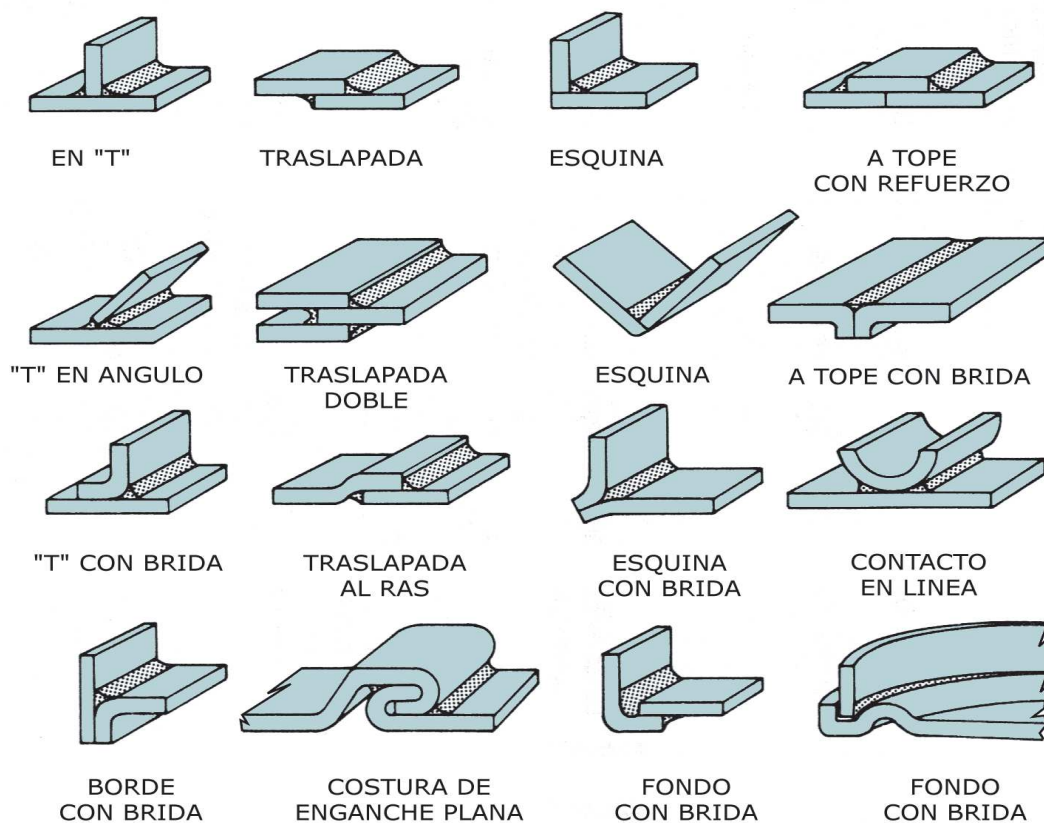


Fig. 2.15 Diseños de uniones habituales en soldadura

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

A continuación, se examinará los tipos de juntas, los tipos de soldadura y las posiciones de soldadura que se usan para unir las partes

2.3.3.1.1 TIPOS DE JUNTAS

La junta es la posición relativa entre 2 o mas piezas a rellenar de metal, que tiene los bordes convenientemente preparados. La finalidad de la preparación de la junta es asegurar la penetración deseada en la soldadura y facilitar la operación de soldar con miras a obtener una unión de excelente calidad. Una cuestión de suma importancia en el trabajo de soldar por arco es la selección del mejor y del más adecuado tipo de junta a utilizar en cada aplicación concreta.

Al seleccionar la junta, deben tomarse en cuenta tres factores.

- La carga y sus características, es decir si la carga es de tracción o de compresión y si existe alguna combinación de esfuerzos de doblado, flexión, corte, tensión, fatiga e impacto.
- La forma en que la carga es aplicada, o sea si su acción es continua, variable o instantánea.
- El costo de preparación y de la ejecución, propiamente dicha de la soldadura.

Hay cinco tipos básicos de uniones para integrar dos partes de una junta. De acuerdo con la figura 2.16 se definen del modo siguiente:

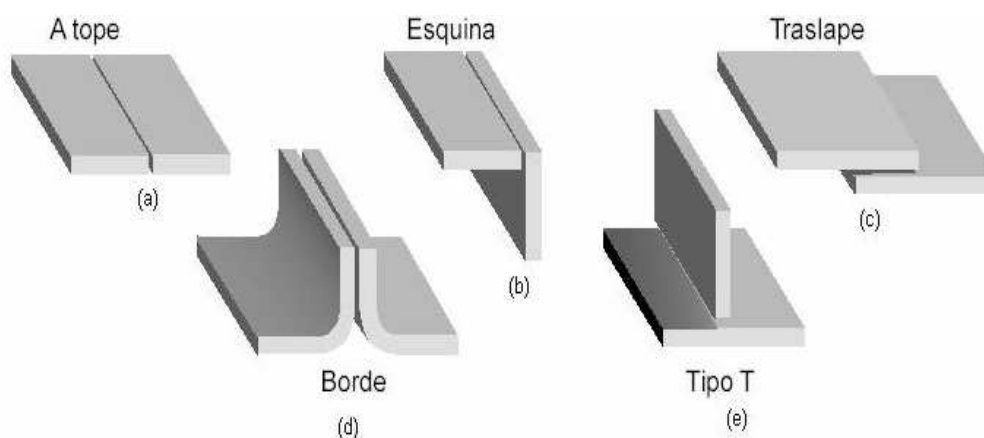


Fig. 2.16 Tipos básicos de juntas

Fuente: <http://www.indura.cl>

- a) Unión a tope: En este tipo de unión, las partes se encuentran en el mismo plano y se unen en sus bordes.
- b) Unión de esquina: Las partes en una unión de esquina forman un ángulo recto y se unen en la esquina del ángulo.
- c) Unión a traslape: Esta unión consiste en dos partes que se superponen.
- d) Unión de bordes: Las partes en una unión de bordes están paralelas con al menos uno de sus bordes en común y la unión se hace en el borde común.
- e) Unión en T: En la unión en T, una parte es perpendicular a la otra en una forma parecida a la letra T.

2.3.3.1.2 TIPOS DE SOLDADURA

Todas las uniones anteriores se hacen mediante soldadura. También es posible usar otros procesos para algunos de los tipos de uniones, pero la soldadura es el método de mayor aplicación. Es conveniente distinguir entre el tipo de unión y el tipo de soldadura que se aplica a la unión. Las diferencias entre los tipos de soldadura están en la geometría y el proceso de soldadura.

Figura 2.17

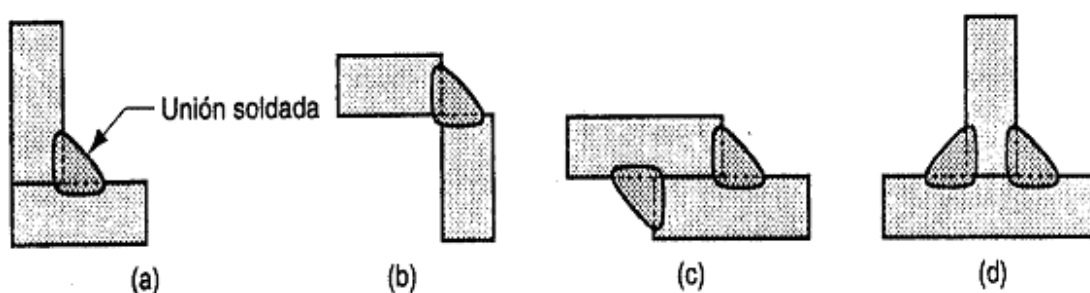


Fig. 2.17 Diversas formas de soldadura de filete

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

- a) Unión de esquina con filete interno único
- b) Unión de esquina con filete externo único.
- c) Unión sobrepuesta con filete doble.
- d) Unión en T con filete doble.

Las soldaduras con bisel o ranura generalmente requieren que se moldeen las orillas de las partes con un bisel para facilitar la penetración de la soldadura. Las formas de bisel incluyen un cuadrado en un lado, bisel en V, en U y en J, en lados sencillos o dobles, como se muestra en la figura 2.18

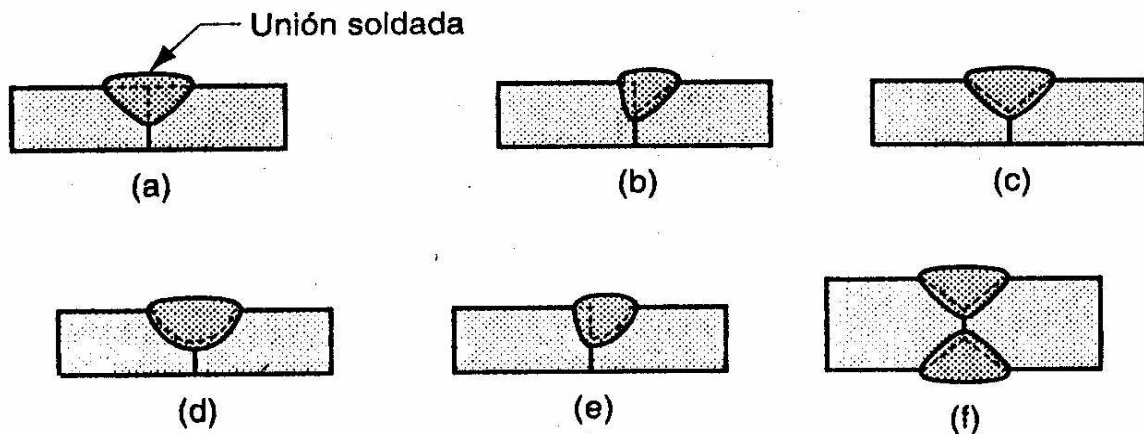


Fig. 2.18 Soldaduras con bisel típicas

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

- a) Soldadura con bisel cuadrado en un lado
- b) Soldadura con bisel único
- c) Soldadura con bisel en V único
- d) Soldadura con bisel en U único
- e) Soldadura con bisel en J único
- f) Soldadura con surco en X para secciones más gruesas.

Las soldaduras con insertos y las soldaduras ranuradas, se usan para unir placas planas, como se muestra en la figura 2.19, usando uno o más huecos o ranuras en la parte superior, que después serán rellenados.

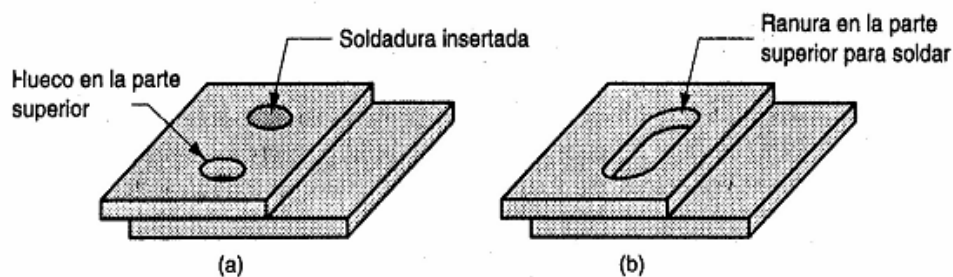


Fig. 2.19 (a) Soldadura con inserto y (b) soldadura en ranura.

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

La figura 2.20 muestra soldaduras en flancos y soldaduras en superficies. Una soldadura en flanco se hace en los bordes de dos o más partes, por lo general láminas metálicas o placas delgadas, en donde al menos una de las partes está en un flanco, como se aprecia en la parte (a). Una soldadura en superficie no se usa para unir partes, sino para depositar metal de relleno sobre la superficie de una parte base en una o más gotas de soldadura, las gotas de soldadura se incorporan en una serie de pasadas paralelas sobrepuestas, con lo que se cubren grandes áreas de la parte base. El propósito es aumentar el grosor de la placa o proporcionar un recubrimiento protector sobre la superficie.

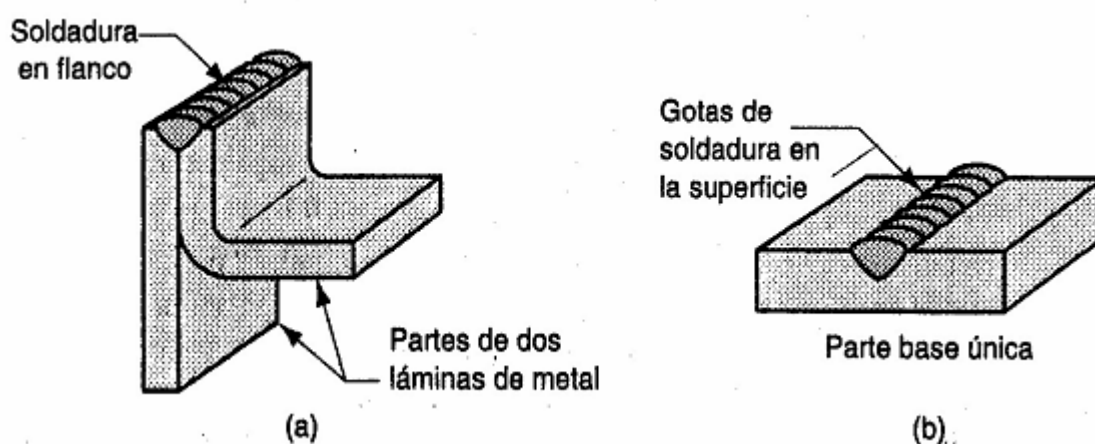


Fig. 2.20 (a) Soldadura en flanco y (b) Soldadura en superficie

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

2.3.3.1.3 POSICIONES DE SOLDADURA

De acuerdo con la designación ANSI/AWS A 3.0-85. Las posiciones de soldadura son Plana, Horizontal, Vertical y Sobre cabeza. Estas posiciones se ilustran en la fig. 2.21, en la que además se ilustran todas las variantes intermedias.

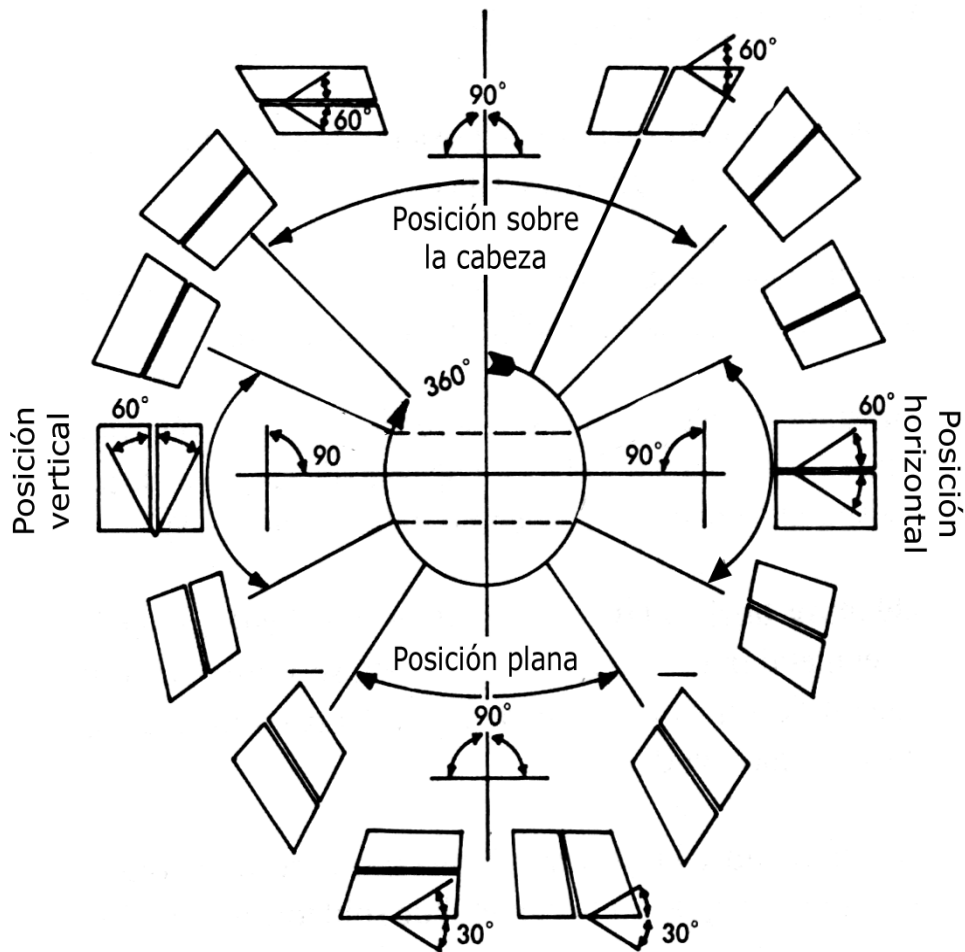
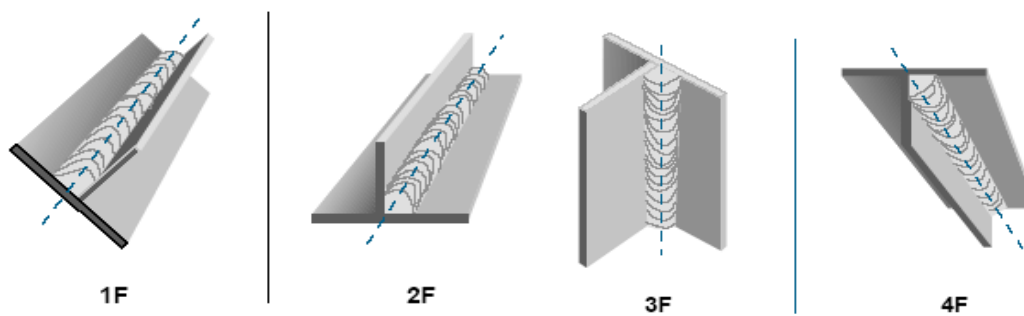


Fig. 2.21 Ilustraciones de las cuatro posiciones básicas y sus variantes

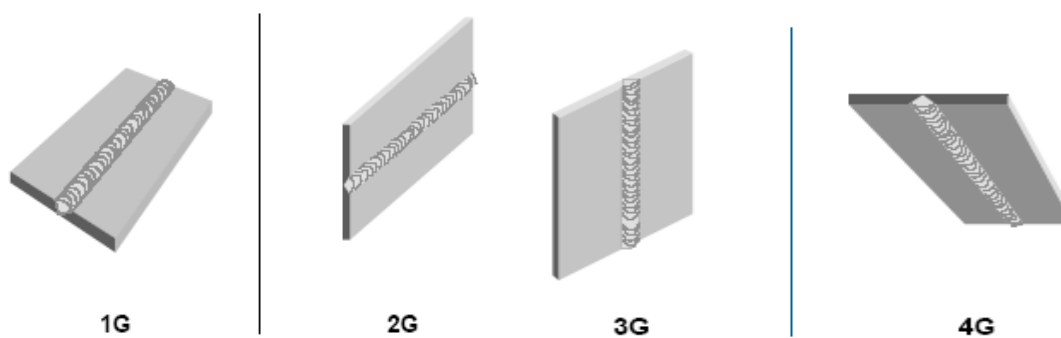
Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

2.3.3.1.3.1 POSICIONES PARA SOLDAR A FILETE (F)



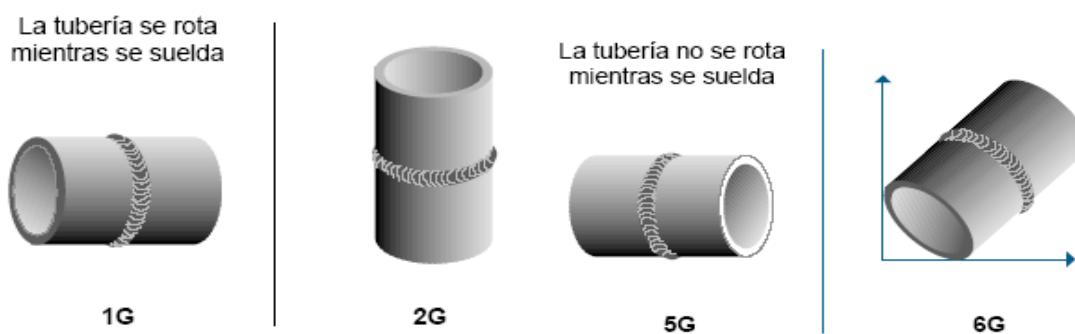
Fuente: <http://www.indura.cl>

2.3.3.1.3.2 POSICIONES PARA SOLDAR A RANURA



Fuente: <http://www.indura.cl>

2.3.3.1.3.3 POSICIONES PARA SOLDAR A RANURA UNA TUBERÍA.



Fuente: <http://www.indura.cl>

2.3.4 EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de soldadura por arco eléctrico.
 - Cables de soldadura
 - Porta electrodos
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Cortar platina para la práctica
- 3.- Limpiar la capa de oxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- 5.- Encender la maquina
- 6.- Apretar la pinza y colocar el electrodo
- 7.- Encender el arco eléctrico
- 8.- Desplazar el electrodo manteniendo encendido el arco eléctrico e inclinar de 5° a 15° en relación a la horizontal como muestra la Figura 2.22

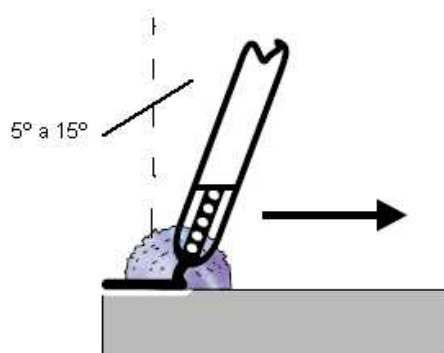


Fig. 2.22 Inclinación del electrodo

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

- 9.- Observar detrás del arco eléctrico la formación del cordón.
- 10.- De acuerdo a la observación realizada aumentar o reducir la velocidad para formar un cordón de aspecto agradable.
- 11.- Durante el proceso de soldadura ajustar la distancia de la punta del electrodo a la pieza ya que en el proceso el electrodo se consume.
- 12.- Si al desplazar el electrodo se pega con la pieza de trabajo se debe realizar un movimiento de vaivén para que se pueda retirar el electrodo de la pieza.
- 13.- El objetivo es el de formar el cordón tal que tenga una buena penetración al reverso de la platina.
- 13.- Limpiar la escoria del cordón de soldadura.
- 14.- observar los resultados del cordón de soldadura.
- 15.- Formar tres cordones de soldadura
- 16.- Apagar el arco eléctrico

17.- Retirar el electrodo de la pinza

18.- Apagar la maquina

19.- Recoger los cables.

2.3.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.3.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar el equipo de seguridad como indica figura 2.23

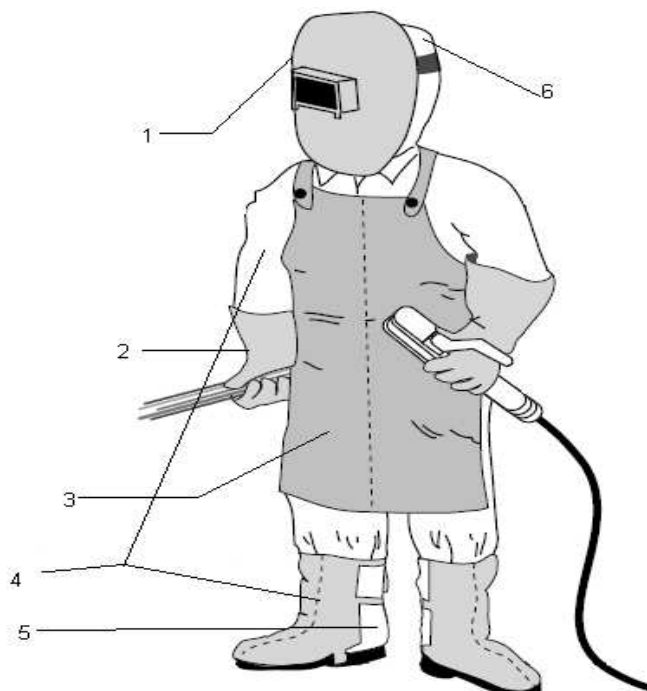


Fig. 2.23 Equipo de seguridad personal

Fuente: <http://www.indura.cl>

1. Máscara de soldar: para proteger los ojos, la cara, el cuello

2. Guantes de cuero: para proteger las manos y muñecas.

3. Delantal de cuero: para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.

4. Polainas y casaca de cuero: para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.

5. Zapatos de seguridad: que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.

6. Gorro: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.

- Conectar los extractores de gases antes de soldar.
- Al pegar el electrodo a la platina, no levantarse el casco de soldar hasta haber retirado o desconectado del porta electrodo.
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Utilizar gafas de seguridad cuando se limpia la escoria.
- Ubicar las placas en la entenalla para limpiar.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.3.6.2 LO QUE NO SE DEBE HACER

- No enfriar el material soldado con agua.
- No sujetar la pieza soldada con el guante de cuero.
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la maquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar el porta electrodo sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.
- No cambiar la polaridad de las maquinas en funcionamiento.
- No pisar los cables de soldadura.

2.4 PRÁCTICA N° 04

2.4.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ALAMBRE DE ELECTRODO CONTÍNUO BAJO PROTECCIÓN GASEOSA (GMAW)

2.4.2 OBJETIVO:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico con alambre electrodo bajo protección gaseosa (GMAW).
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura GMAW
- Adquirir la habilidad para formar un cordón de soldadura

2.4.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

El proceso es definido por la AWS como un proceso de soldadura al arco, donde la fusión se produce por calentamiento con un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la pieza, donde la protección del arco se obtiene de un gas suministrado en forma externa, el cual protege el metal líquido de la contaminación atmosférica y ayuda a estabilizar el arco. Para protección se usan gases inertes como el argón y el helio, denominando a este proceso MIG (Metal Inert Gas) y también gases activos como el CO₂, denominando a este proceso MAG (Metal Active Gas). La elección de los gases y sus mezclas dependen del material que se va a soldar, al igual que de otros factores. Se usan gases inertes para soldar aleaciones de aluminio y aceros inoxidable, en tanto que normalmente se usa CO₂ para soldar aceros al bajo y mediano carbono. La combinación del alambre de electrodo continuo y los gases protectores eliminan el recubrimiento de escoria en la gota de soldadura y, por tanto, evitan la necesidad del esmerilado y limpieza manual de la escoria. Por tal razón, el proceso de GMAW es ideal para hacer múltiples pasadas de soldadura en la misma unión.

La Figura 2.24 indica esquemáticamente una soldadura por sistema GMAW

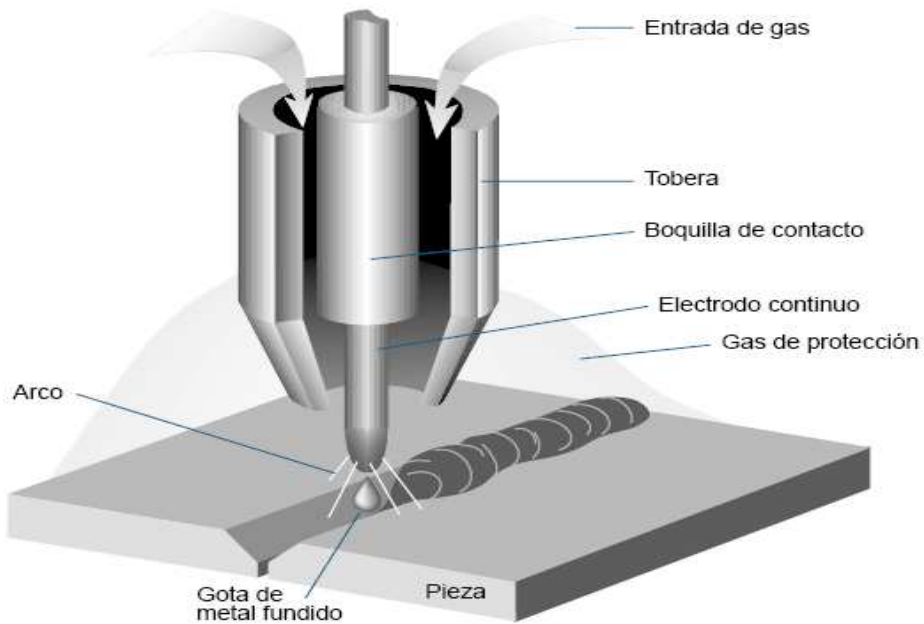


Fig. 2.24 Soldadura GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

En el proceso GMAW, un sistema de alimentación impulsa en forma automática y a velocidad predeterminada el alambre electrodo hacia el trabajo o baño de fusión, mientras la pistola de soldadura se posiciona a un ángulo adecuado y se mantiene una distancia tobera pieza, generalmente de 10 mm.

La Figura 2.25 indica el equipo básico para el proceso de soldadura GMAW

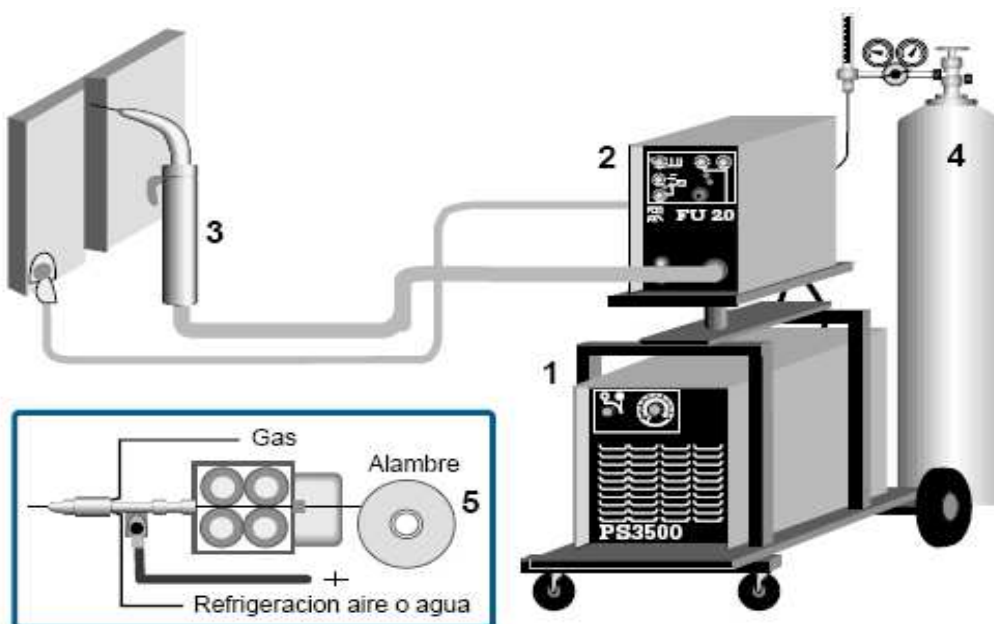


Fig. 2.25 Equipo Para Soldadura GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

1. Una máquina soldadora
2. Un alimentador que controla el avance del alambre a la velocidad requerida.
3. Una pistola de soldar para dirigir directamente el alambre al área de soldadura.
4. Un gas protector, para evitar la contaminación del baño de soldadura.
5. Un carrete de alambre de tipo y diámetro específico.

2.4.3.1 TRASFERENCIA METÁLICA

En soldadura GMAW, las gotas de metal fundido son transferidas a través del arco, desde un alambre electrodo alimentado continuamente, a la zona de soldadura.

Existen tres formas de transferencia metálica:

- Transferencia “Spray” o de Rocío.
- Transferencia “Globular”.
- Transferencia en “Corto-Circuito”.
- Transferencia por “Pulsos”

2.4.3.1.1 TRANSFERENCIA SPRAY

El metal es transportado a alta velocidad en partículas muy finas a través del arco. La fuerza electromagnética es bastante fuerte para expulsar las gotas desde la punta del electrodo en forma lineal con el eje del electrodo, sin importar la dirección a la cual el electrodo está apuntando. Se tiene transferencia Spray al soldar, con Argón, acero inoxidable y metales no ferrosos como el aluminio.

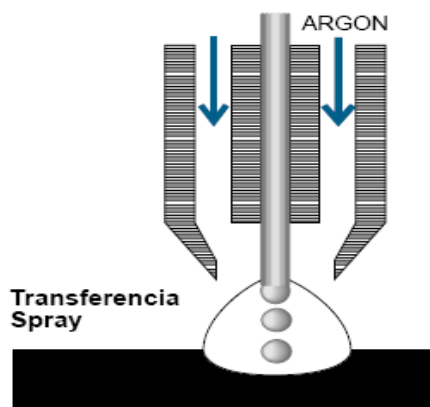


Fig. 2.26 Transferencia por spray

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.4.3.1.2 TRANSFERENCIA GLOBULAR

El metal se transfiere en gotas de gran tamaño. La separación de las gotas ocurre cuando el peso de éstas excede la tensión superficial que tiende a sujetarlas en la punta del electrodo. La fuerza electromagnética que actuaría en una dirección para separar la gota, es pequeña en relación a la fuerza de gravedad en el rango de transferencia globular (sobre 250 Amps.) La transferencia globular se utiliza para soldar acero dulce en espesores mayores a 1/2" (12,7 mm.), en que se requiere gran penetración.

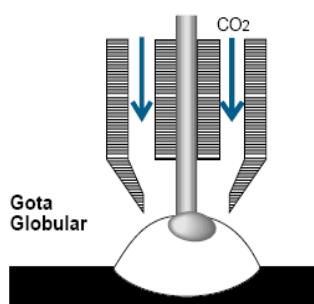


Fig. 2.27 Transferencia globular

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.4.3.1.3 TRANSFERENCIA POR CORTO CIRCUITO

El metal no es transferido libremente a través del arco, sino que se deposita, cuando la punta del electrodo toca el metal base. Los cortos circuitos producidos por el contacto del electrodo con el baño fundido. El resultado final es un arco muy estable usando baja energía (inferior a 250 Amps.) y bajo calor. El bajo calor reduce a un mínimo la distorsión, deformación del metal y otros efectos metalúrgicos perjudiciales. Esta transferencia metálica se obtiene en presencia de dióxido de carbono (CO₂)

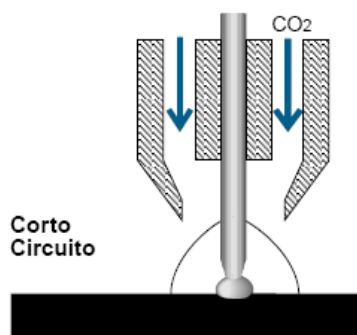


Fig. 2.28 Transferencia por corto circuito

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.4.3.1.4 TRANSFERENCIA POR PULSOS

La transferencia por arco pulsado se produce por pulsos a intervalos regularmente espaciados. Este tipo de transferencia se obtiene cuando se utiliza una corriente pulsada, que es la composición de una corriente de baja intensidad, que existe en todo momento ya que es constante, y se denomina corriente de fondo o de base, y un conjunto de pulsos de intensidad elevada denominada corriente de pico. La ventaja fundamental de este método es la importante reducción de calor aplicado.

2.4.3.2 GASES PROTECTORES

Gases inertes y activos se emplean en el proceso GMAW. Cuando se desea soldar metales no ferrosos, se emplea gases inertes debido a que ellos no reaccionan con los metales. Los gases inertes usados en el proceso MIG son: Argón, Helio y mezclas de Argón-Helio. Sin embargo, en la soldadura de metales ferrosos se puede emplear gases inertes o activos. Los gases activos usados en proceso MAG son: Dióxido de Carbono, Mezclas de Dióxido de Carbono, o gases protectores que contienen algún porcentaje de Oxígeno. Estos gases no son químicamente inertes y pueden formar compuestos con los metales.

Gas de Protección	Comportamiento Químico	Aplicación Típica
Argón	Inerte	Virtualmente todos los metales excepto acero
Helio	Inerte	Aleaciones de Al, Mg y Cu para entrada de calor mas grande y para minimizar porosidades
Ar + 20-80% He	Inerte	Aleaciones de Al, Mg y Cu para entrada de calor mas grande y para minimizar porosidades (mejor acción del arco que 100% Helio)
Nitrógeno		Entrada de calor mas grande en Cobre
Ar + 25-30% N ₂		Entrada de calor mas grande en Cobre (mejor acción del arco que 100% Nitrógeno)
Ar + 1-2% O ₂	Ligeramente Oxidante	Aceros aleados e inoxidable, algunas aleaciones de Cobre desoxidadas

TABLA 2.5 Gases de protección y mezclas de gas para GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

Ar + 3-5% O ₂	Oxidante	Aceros al carbón y algunos de baja aleación
CO ₂	Oxidante	Aceros al carbón y algunos de baja aleación
Ar + 20-50% CO ₂	Oxidante	Varios aceros, principalmente en el modo corto circuito
Ar + 10% CO ₂ + 5% O ₂	Oxidante	Varios aceros
CO ₂ + 20% O ₂	Oxidante	Varios aceros
90% He + 7.5% Ar + 2.5% CO ₂	Ligeramente Oxidante	Aceros Inoxidables para buena resistencia a corrosión, modo corto circuito
60 a 70% He + 25 a 35% Ar + 4 a 5% CO ₂	Oxidante	Acero de baja aleación para tenacidad, modo corto circuito

TABLA 2.5 Gases de protección y mezclas de gas para GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.4.3.3 MAQUINAS SOLDADORAS

En este proceso la máquina de soldar más empleada es aquella del tipo corriente continua y de voltaje constante, o sea, una máquina que mantiene voltaje constante en el arco, sin que lo afecten variaciones de corriente en el arco. Es importante señalar, que este tipo de máquina de soldar puede ser usada sólo para soldadura semiautomática. Cuando se usa una máquina de soldar con voltaje constante, existen pocos cambios en el resultado del voltaje del arco, comparado con el cambio relativamente grande en la corriente de soldadura. Por ejemplo, como se puede ver en la figura 2.29, cuando la longitud del arco se acorta, aumenta notablemente la corriente de soldadura. Esto produce un aumento del promedio de consumo, equilibrando la longitud del arco al nivel deseado.

El principio está basado en el hecho de que la máquina de soldar de voltaje constante cambia la salida de corriente, para poder obtener la caída de tensión apropiada en el secundario del sistema de soldadura.

En este sistema, el ajuste de la longitud del arco es controlado al fijarse la magnitud del voltaje en la máquina de soldar, mientras que la corriente de soldar está controlada por medio de la velocidad en el alimentador de alambre.

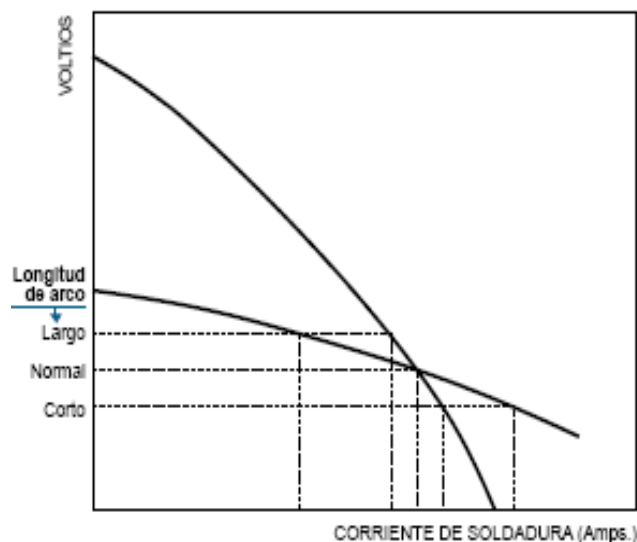


Fig. 2.29 Curva característica de soldadoras semiautomáticas

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.4.3.4 ELECTRODOS

Los metales de relleno son seleccionados para producir un depósito de soldadura con estos objetivos básicos:

- Un depósito bastante semejante a las propiedades mecánicas y características físicas del metal base.
- Un depósito de soldadura sana, libre de discontinuidades.

Un depósito de soldadura aun uno de idéntica composición al metal base, poseerá características metalúrgicas únicas. Por consiguiente, el primer objetivo del diseño de obras soldadas es producir un depósito de suelda con una composición que tenga propiedades deseadas igual o mejor que aquellas del metal base. El segundo objetivo es alcanzado, generalmente, a través del uso de un electrodo de metal de relleno que fue formulado para producir un depósito relativamente libre de defectos.

La composición del metal de relleno básico, es diseñada para ser compatible con una o más características del metal base.

- Química.

- Resistencia.
- Ductilidad.
- Tenacidad.

Las especificaciones de la AWS han sido establecidas para los metales de relleno de uso común. La tabla 2.6 provee una guía básica para algunas típicas combinaciones metales base a metal relleno acordes con las especificaciones aplicables de metal de relleno de la AWS. Otras composiciones del metal de relleno para aplicaciones especiales, tales como para aceros de alta resistencia, son disponibles.

Tipo metal base	Electrodo recomendado		Especificación metal aporte	Diámetro de electrodo		Rango de corriente
	Tipo de material	Clasificación Electrodo		Pulgada	mm	
Aluminio y aleaciones de aluminio	1100	ER1100 o ER4043	A5.10	0.030	0.8	50-175
	3003, 3004	ER1100 o ER5356		3/64	1.2	90-250
	5052, 5454	ER5554, ER5356 o ER5183		1/16	1.6	160-350
	5083, 5086, 5456	ER5556 o ER5356		3/32	2.4	225-400
	6061, 6063	ER4043 o ER5356		1/8	3.2	350-475
Aleaciones de Magnesio	AZ10A	ERAZ61A, ERAZ92A	A5.19	0.040	1.0	150-300
	AZ31B, AZB1A, AZ80A	ERAZ61A, ERAZ92A				
	ZE10A	ERAZ61A, ERAZ92A				
	ZK21A	ERAZ61A, ERAZ92A				
	AZ63A, AZB1A, AZ91C	ERAZ92A				
	AZ92A, AM100A	ERAZ92A				
	HK31A, HM21A, HM31A	ERAZ33A				
	LA141A	ERAZ33A				

TABLA 2.6 Metales de aporte recomendados para GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

Cobre y aleaciones de cobre	Bronce silicio	ERCuSi-A	A5.7	0.035	0.9	150-300
	Cobre desoxidado	ERcU		0.045	1.2	200-400
	Aleación Cu-Si	ERCuNi		1/16	1.6	250-450
	Bronce aluminio	ERCual-A1, A2 o A3		3/32	2.4	350-550
	Bronce fósforo	ERCuSn-A				
Níquel y aleaciones de níquel	Monel aleación 400	ERNiCu-7	A5.14	0.020	0.5	-
	Iconel aleación 600	ERNiCrFe-5		0.030	0.8	-
				0.035	0.9	100-160
				0.045	1.2	150-260
				1/16	1.6	100-400
Titanio y aleaciones de titanio	Comercialmente puro	Use un metal de aporte uno o dos grados más bajo	A5.16	0.030	0.8	-
	Ti-0.15 Pd	ERTi-0.2Pd		0.035	0.9	-
	Ti-5A 1-2.5Sn	ERTi-5A 1-2.5Sn o comercialmente puro		0.045	1.2	-
Aceros inoxidables austeníticos	Tipo 201	ER308	A5.9	0.020	0.5	-
	Tipo 301, 302, 304, 308	ER308		0.025	0.6	-
				0.030	0.8	75-150
	Tipo 304L	ER308L		0.035	0.9	100-160
	Tipo 310	ER310		0.045	1.2	140-310
	Tipo 316	ER316		1/16	1.6	208-450
	Tipo 321	ER321		5/64	2.0	-
	Tipo 347	ER347		3/32	2.4	-
				7/64	2.8	-
		1/8	3.2	-		

TABLA 2.6 Metales de aporte recomendados para GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

Acero	Acero al carbono ordinarios estirados en frío o laminados en caliente	ER70S-3 o ER70S-1 ER70S-2, ER70S-4 ER70S-5, ER70S-6	A5.18	0.020	0.5	-
				0.025	0.6	-
				0.030	0.8	40-220
				0.035	0.9	60-280
				0.045	1.2	125-380
				1/16	1.6	260-450
				5/64	2.0	275-450
				3/32	2.4	-
				7/64	2.8	-
1/8	3.2	-				
Acero	Aceros al carbono de alta resistencia y algunos aceros de baja aleación	ER80-D2 ER80-Ni1 ER100S-G	A5.28	0.035	0.9	60-280
				0.045	1.2	125-380
				1/16	1.6	275-450
				5/64	2.0	-
				3/32	2.4	-
				1/8	3.2	-
				5/32	4.0	-

TABLA 2.6 Metales de aporte recomendados para GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.4.3.5 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO GMAW.

En el proceso GMAW como todos los procesos de soldadura, la aplicación de un cordón de soldadura está sujeta a factores que se deban respetar, porque influyen en forma directa en la calidad de la soldadura. Los componentes de estas condiciones son:

Selección del gas de protección adecuado: El uso de protección, o una mezcla, es un factor determinante en la soldadura, siendo que el uso de determinado gas o de una combinación de gases influyen en la penetración y geometría de un cordón de soldadura.

Corriente apropiada: De acuerdo con el tipo de trabajo la corriente se disminuirá o se aumentará; es decir, para espesores de material delgado, menor amperaje, mientras que para materiales de grueso espesor se usará amperajes más altos. Como en todos los procesos de soldadura, el amperaje se elige de acuerdo con:

- Tipo de unión.
- Espesor de metal base.
- Tipo de material base.
- Posición de junta.

- Diámetro del alambre electrodo.

Selección correcta del alambre: El diámetro del electrodo y su composición determina el rango correcto del amperaje. La combinación de estos factores es muy importante, ya que junto con el tipo de unión, espesor de la misma y posición de soldadura, influye en la calidad y coste del metal depositado.

Extensión del alambre: se puede considerar que la extensión del alambre electrodo es la longitud existente durante la soldadura entre la terminal del tubo de contacto y la punta del alambre electrodo en derretimiento. En soldadura es muy importante tener una correcta extensión.

Voltaje de arco correcto: La longitud del arco es directamente proporcional al voltaje. Los factores que afectan la operación del arco, en el proceso de soldadura eléctrica manual, también afecta el arco en el proceso de soldadura GMAW porque el voltaje es el potencial eléctrico existente entre la pieza de trabajo y la punta de alambre electrodo durante el proceso en el que se va fundiendo el material de aporte.

Ángulo de boquilla: el ángulo correcto de la boquilla de soldadura GMAW, se refiere a la posición que debe mantener la pistola respecto a la unión. Estas posiciones constan de dos ángulos: El ángulo transversal, y el ángulo longitudinal.

Velocidad de avance: Es la velocidad de aportación de una soldadura a lo largo de una unión. Un aumento o disminución de la velocidad de avance, modifica el grado de penetración, ancho del cordón y su forma geométrica.

2.4.4 EQUIPOS Y MATERIALES

- Una fuente de poder de soldadura
- Una fuente reguladora de gas de protección.
- Una fuente de electrodo.
- Cables de interconexión y mangueras.
- Mascara de soldar con lente N° 10

- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.4.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Cortar platina para la práctica
- 3.- Limpiar la capa de oxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- 4.-Reunir el equipo y materiales necesarios.
- 5.- Armar el circuito de soldadura de acuerdo a la Fig. 2.30

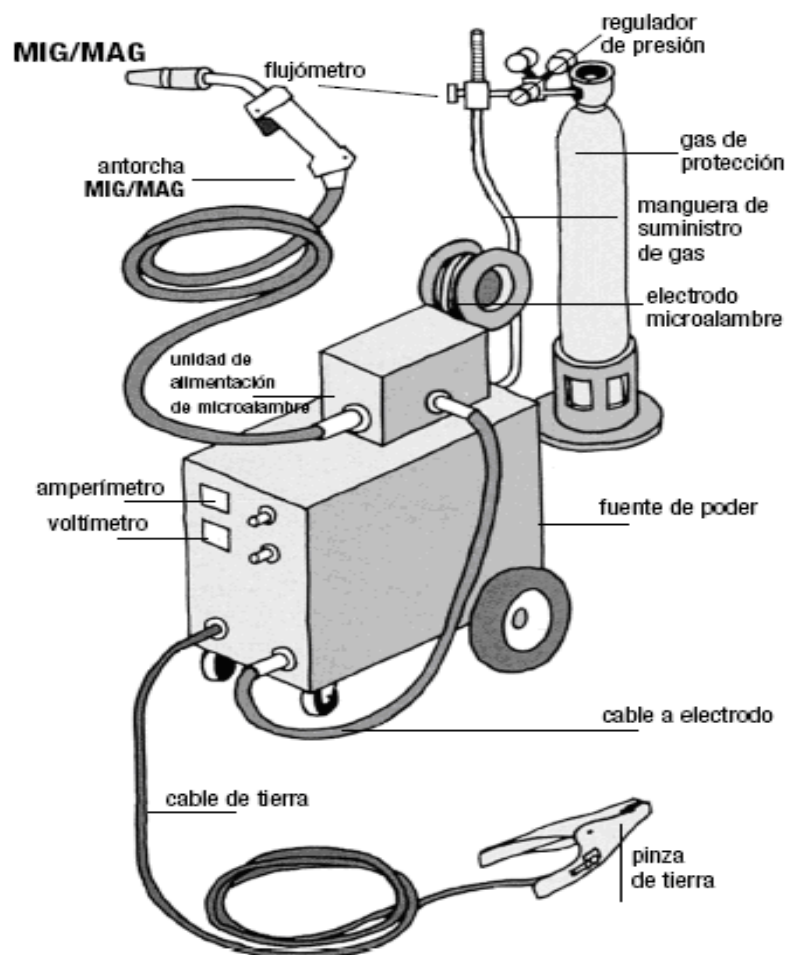


Fig. 2.30 Circuito de soldadura para el proceso GMAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

- 6.- Regular la velocidad de avance del electrodo.
- 7.- Oprimir el gatillo de la pistola hasta que sobresalgan 6 mm de electrodo de la boquilla. En caso de sobrepasar dicha medida, cortar el excedente con un alicate
- 8.- Abrir el cilindro de gas protector.
- 9.- Oprimir el gatillo de la pistola para purgar el aire de las mangueras y ajustar el manómetro al valor deseado (entre 18 y 20 psi)
- 10.- Frotar con la punta del alambre la platina para encender el arco eléctrico.
- 11.- Para extinguir el arco, separar la pistola del metal o bien soltar y volver a pulsar el gatillo
- 12.- Si el electrodo se pega al metal, soltar el gatillo y cortar el electrodo con alicate.
- 13.- Si se desea realizar un cordón o una costura, se deberá calentar el metal formando una zona incandescente, y luego mover la pistola a lo largo de la unión a una velocidad uniforme para producir una soldadura lisa y pareja.
- 14.- Mantener el electrodo en el borde delantero de la zona de metal fundido, conforme al avance de la soldadura fig. 2.31

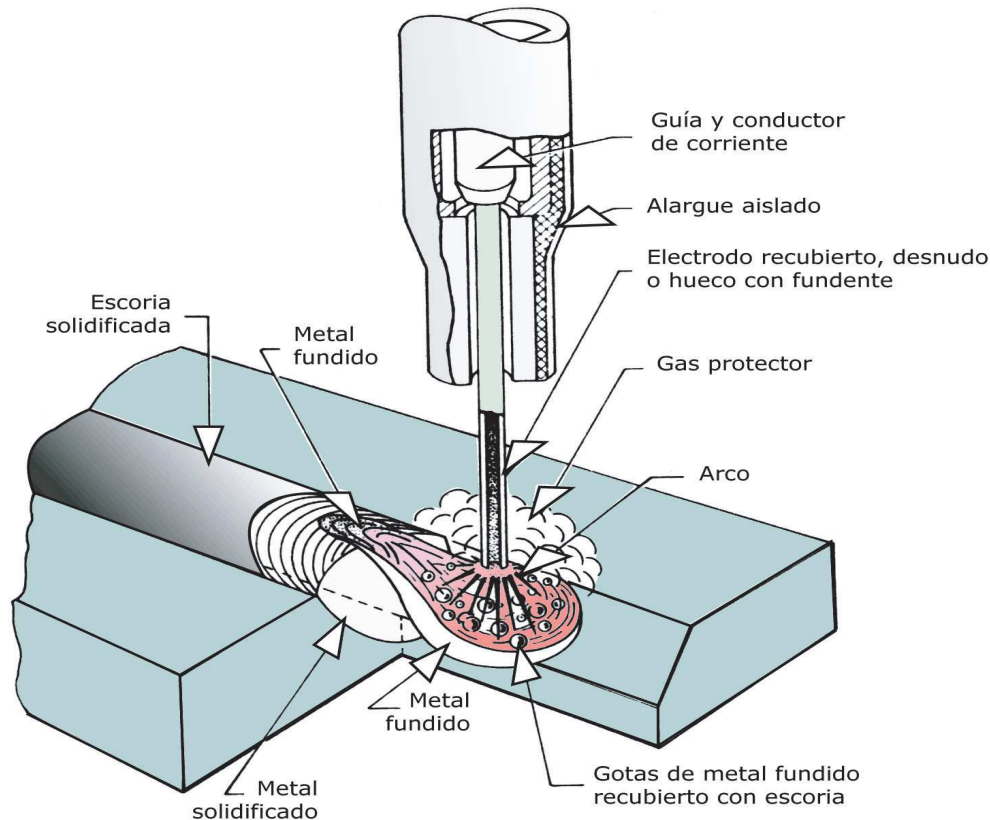


Fig. 2.31 Ilustración del proceso de fusión en la soldadura GMAW

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

15.- El ángulo que forme la pistola con la vertical es muy importante. Este deberá ser de no más de 5° a 10°. De no ser así, el gas no protegerá la zona de metal fundido. fig. 2.32

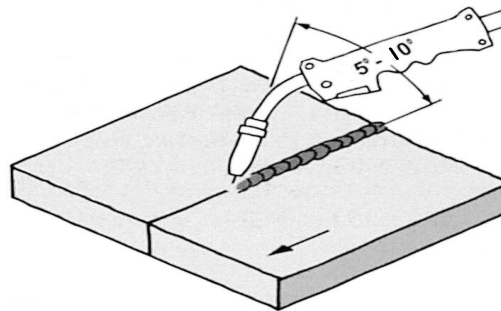


Fig. 2.32 Angulo de la pistola

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

14.- Apagar la fuente de poder

15.- Recoger los cables y mangueras

2.4.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.4.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

➤ Utilizar el equipo de seguridad como indica figura 2.33

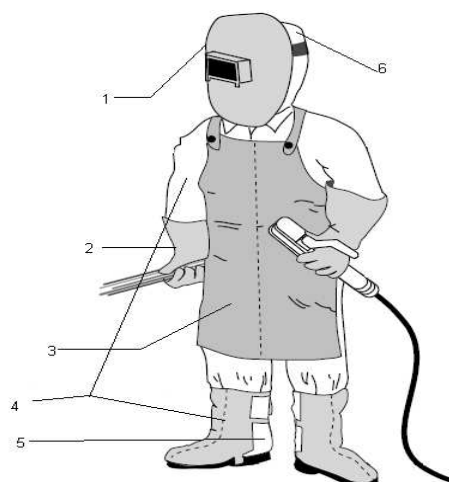


Fig. 2.33 Equipo de seguridad personal

Fuente: <http://www.indura.cl>

- 1. Máscara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
- 2. Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas.
- 3. Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.
- 4. Polainas y casaca de cuero:** para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
- 5. Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.
- 6. Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo.

- Conectar los extractores de gases antes de soldar.
- Desconectar la máquina de la red de alimentación para hacer cualquier conexión el equipo.
- Controlar la presión de los gases.
- Terminada la operación de soldadura, aliviar las mangueras de gas
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.4.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables ni mangueras del equipo de soldadura
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la maquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar la torcha sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.

2.5 PRÁCTICA N° 05

2.5.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO (GTAW)

2.5.2 OBJETIVO:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno (GTAW)
- Adquirir destreza en el manejo de pistola o torcha.
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura GTAW
- Adquirir la habilidad para formar un cordón de soldadura

2.5.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

La soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) o Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte. Cuando se usa un metal de aporte, éste se agrega al pozo de soldadura desde una varilla separada, la cual se funde mediante el calor del arco eléctrico. El tungsteno es un buen material para electrodo debido a su alto punto de fusión de 3410 °C.

Se utiliza un gas de protección cuyo objetivo es desplazar el aire, para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y nitrógeno presentes en la atmósfera. Como gas protector se puede emplear Argón o Helio, o una mezcla de ambos.

La característica más importante que ofrece este sistema es entregar alta calidad de soldadura en todos los metales, incluyendo aquellos difíciles de soldar, como también para soldar metales de espesores delgados y para depositar cordones de raíz en unión de cañerías.

Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales. Cuando se necesita alta calidad y mayores requerimientos de terminación, se hace necesario utilizar el sistema TIG, para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso.

La Figura 2.34 indica esquemáticamente una soldadura por sistema TIG.

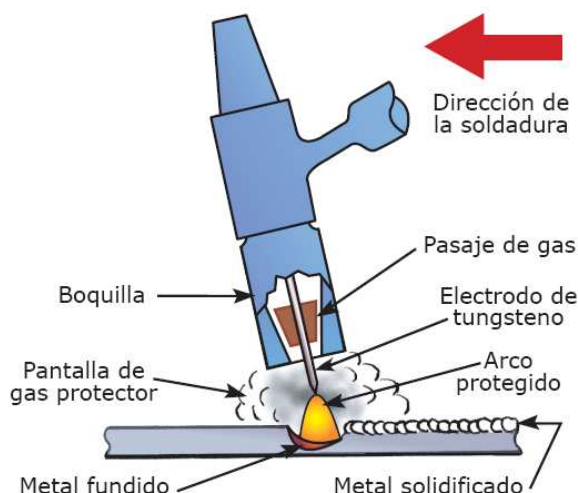


Fig. 2.34 Esquema del proceso de soldadura TIG

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

2.5.3.1 EQUIPOS DEL PROCESO DE SOLDADURA TIG

El equipo para sistema TIG consta básicamente de:

- Fuente de poder
- Unidad de alta frecuencia
- Pistola
- Suministro gas de protección
- Suministro agua de enfriamiento

La pistola asegura el electrodo de tungsteno que conduce la corriente, el que está rodeado por una boquilla de cerámica que hace fluir concéntricamente el gas protector.

La pistola normalmente se refrigera por aire. Para intensidades de corriente superiores a 200 Amps. se utiliza refrigeración por agua, para evitar el recalentamiento del mango.

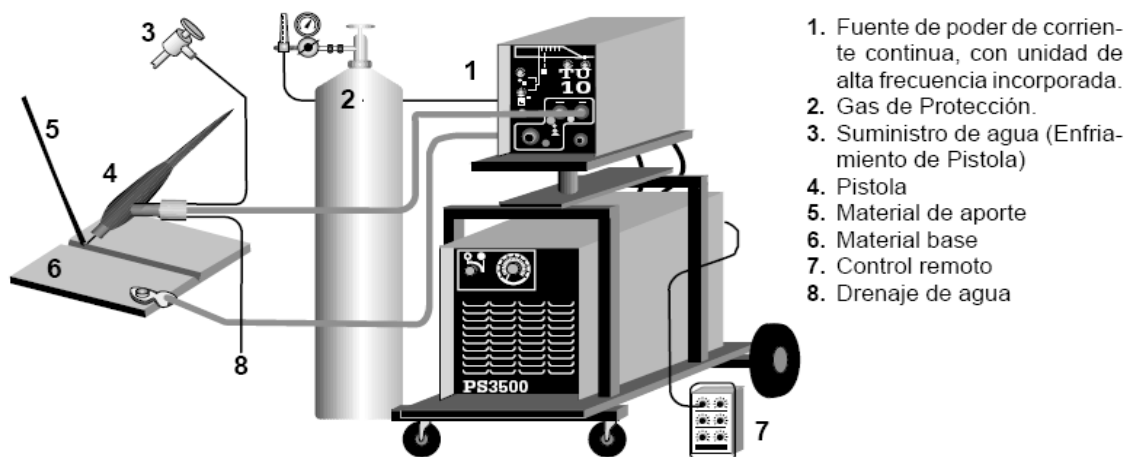


Fig. 2.35 Diagrama esquemático del equipo TIG

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.5.3.2 TIPOS DE FUENTES DE PODER PARA EL PROCESO TIG

La fuente de poder para TIG puede ser AC o DC, sin embargo, algunas características sobresalientes obtenidas con cada tipo, hacen a cada tipo de corriente mejor adaptable para ciertas aplicaciones específicas.

Para el soldeo por el procedimiento TIG puede utilizarse cualquier grupo convencional, de corriente continua o alterna, de los que se emplean en la soldadura por arco con electrodos revestidos. Sin embargo, es importante que permita un buen control de la corriente en el campo de las pequeñas intensidades. Esto es necesario con vistas a conseguir una buena estabilidad de arco incluso a bajas intensidades, lo que resulta especialmente interesante en la soldadura de espesores finos.

Cuando se utilice un grupo de corriente continua que no cumpla esta condición, es recomendable conectar una resistencia en el cable de masa, entre el generador y la pieza. Esta solución permite conseguir un arco estable, incluso a muy bajas intensidades.

En cuanto a las máquinas de corriente alterna (transformadores). Deben equiparse con un generador de alta frecuencia, a este respecto, hay que recordar que en la soldadura con corriente alterna el sentido de circulación de

la corriente está cambiando continuamente. En cada inversión nos encontraremos con un pequeño periodo de tiempo en que no circula corriente, esto produce inestabilidad en el arco, e incluso puede provocarse extinción. Cuando se acopla un generador de alta frecuencia, circula una corriente más uniforme y se estabiliza el arco.

La elección del tipo de generador más adecuado depende de las características del metal a soldar. Algunos metales se sueldan más fácilmente con corriente alterna, mientras que otros, para conseguir buenos resultados, exigen el soldeo con corriente continua. Con vista a entender los efectos de ambos tipos de corriente, en el apartado siguiente, se estudia su comportamiento, así como su influencia en el proceso de soldeo.

Corriente continua y polaridad inversa.- Cuando se trabaja con corriente continua, el circuito de soldadura puede alimentarse con polaridad directa, o con polaridad inversa. En polaridad directa, los electrones circulan del electrodo hacia la pieza, lo que genera en ésta una gran cantidad de calor. En polaridad inversa, la circulación de electrones se produce desde la pieza hacia el electrodo, originando un fuerte calentamiento de este último. El intenso calor generado en el electrodo tiende a fundir el extremo del mismo y puede producir la contaminación del cordón de soldadura. Para evitar este fenómeno, la corriente continua con polaridad inversa requiere el empleo de electrodos de mayor diámetro que los utilizados con polaridad directa a la misma intensidad.

La polaridad también afecta a la forma del cordón. Concretamente, la polaridad directa da lugar a cordones estrechos y de buena penetración. Por el contrario, la polaridad inversa produce cordones anchos y poco penetrados. Por estas razones, la corriente continua con polaridad inversa no se utiliza nunca en el procedimiento TIG. Como excepción, se utiliza ocasionalmente en el soldeo de aluminio o magnesio. En estos metales se forma una pesada película de óxido, que se elimina fácilmente cuando los electrodos fluyen desde la pieza hacia el electrodo (polaridad inversa). Esta acción de limpieza de óxido no se verifica cuando se trabaja en polaridad directa. Sin embargo, también se produce en corriente alterna, durante el semiciclo de polaridad inversa.

Este tipo de acción limpiadora, necesaria en el soldeo del aluminio y del magnesio, no se precisa en otros tipos de metales y aleaciones. La limpieza de óxido se atribuye a los iones de gas, cargados positivamente, que son atraídos con fuerza hacia la pieza, cargada negativamente. Estos iones, al estrellarse contra la pieza, tienen suficiente energía para romper la película de óxido y limpiarla en el baño de fusión.

En general, la corriente alterna es la que permite obtener mejores resultados en la soldadura del aluminio y del magnesio.

Corriente continua y polaridad directa.- En general, es la que permite obtener mejores resultados, por lo que se emplea en la soldadura TIG de la mayoría de los metales y aleaciones. Puesto que la mayoría de calor se consigue en la pieza, el proceso de soldeo es más rápido, hay menos deformación del metal base y el baño de fusión es más estrecho y profundo cuando se suelda con polaridad inversa. Además, con la mayor parte del calor se genera en el baño de fusión, pueden utilizarse electrodos de menor diámetro.

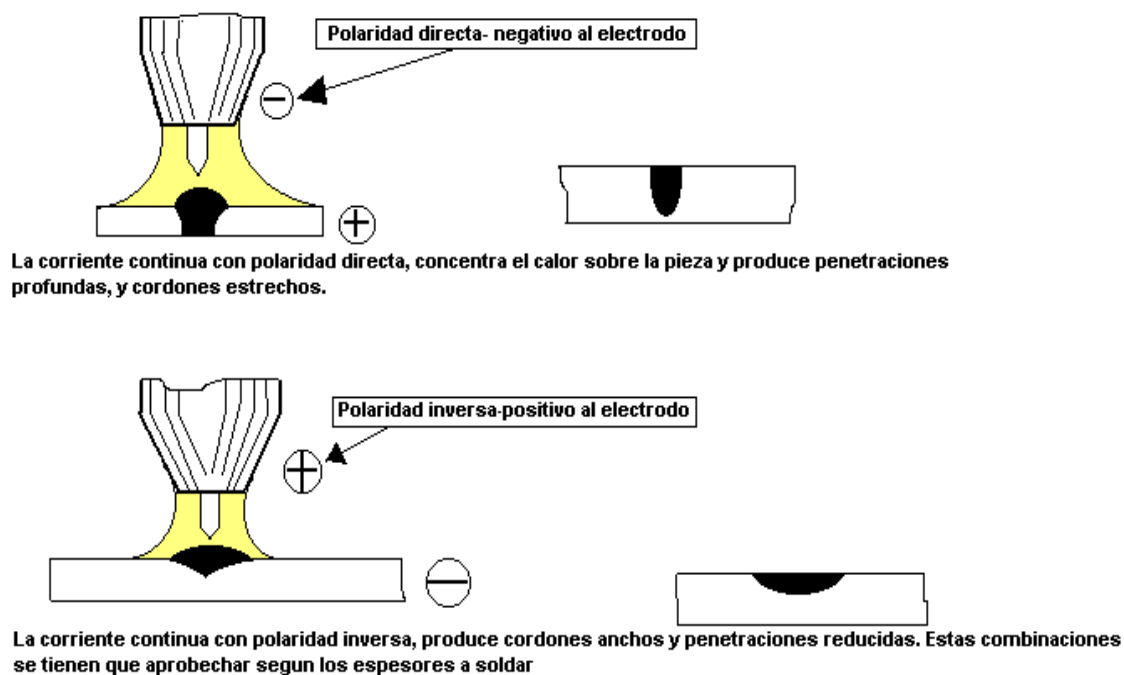


Fig. 2.36 Polaridades en el proceso TIG en corriente continúa

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Corriente alterna.- La corriente alterna viene a ser una combinación de corriente continua con polaridad directa y continúa con polaridad inversa. Durante medio ciclo se comporta como una corriente continua de una determinada polaridad, y en el semiciclo resiste esta polaridad se invierte.

En la práctica la suciedad y los óxidos que se pueden acumular sobre la pieza, junto con el bajo poder emisor de la misma (está relativamente fría), dificultan la circulación de la corriente durante el semiciclo de polaridad inversa (fenómeno de rectificación). Cuando la rectificación es total, la honda de la corriente alterna toma la forma. Este fenómeno de rectificación, que puede ser parcial o total provoca la inestabilidad del arco, e incluso pueden llegar a extinguirlo. Para evitar los inconvenientes de la rectificación y estabilizar el arco, los equipos de corriente alterna para soldadura TIG están dotados de un generador de alta frecuencia. La corriente de elevada frecuencia, suministrada por este generador, salta fácilmente entre el electrodo y la pieza, rompiendo la película de óxido y abriendo paso para la corriente principal.

2.5.3.3 GASES PROTECTORES

El Helio fue el primer gas inerte utilizado en estos procesos. Su función era crear una protección sobre el metal fundido y así evitar el efecto contaminante de la atmósfera (Oxígeno y Nitrógeno). La característica de un gas inerte desde el punto de vista químico es que no reacciona en el proceso de soldadura. De los cinco gases inertes existentes (Helio, Argón, Neón, Criptón y Xenón), solo resultan aptos para ser utilizados en esta aplicación el Argón y el Helio. Para una misma longitud de arco y corriente, el Helio necesita un voltaje superior que el Argón para producir el arco. El Helio produce mayor temperatura que el Argón, por lo que resulta más efectivo en la soldadura de materiales de gran espesor, en particular metales como el cobre, el aluminio y sus aleaciones. El Argón se adapta mejor a la soldadura de metales de menor conductividad térmica y de poco espesor, en particular para posiciones de soldadura distintas a la plana.

Cuanto más denso sea el gas, mejor será su resultado en las aplicaciones de soldadura con arco protegido por gas. El Argón es aproximadamente 10 veces

más denso que el Helio, y un 30% más denso que el aire. Cuando el Argón se descarga sobre la soldadura, este forma una densa nube protectora, mientras que la acción del Helio es mucho más liviana y vaporosa, dispersándose rápidamente. Por este motivo, en caso de usar Helio, serán necesarias mayores cantidades de gas (puro o mezclas que contengan mayoritariamente Helio) que si se utilizara Argón.

En la actualidad y desde hace bastante tiempo, el Helio ha sido reemplazado por el Argón, o por mezclas de Argón-Hidrógeno o Argón-Helio. Ellos ayudan a mejorar la generación del arco eléctrico y las características de transferencia de metal durante la soldadura; favorecen la penetración, incrementan la temperatura producida, el ancho de la fusión, la velocidad de formación de soldadura reduciendo la tendencia al socavado. Además, estos gases proveen condiciones satisfactorias para la soldadura de la gran mayoría de los metales reactivos tales como aluminio, magnesio, berilio, columbio, tantalio, titanio y zirconio. Las mezclas de Argón-Hidrógeno o Helio-Hidrógeno sólo pueden ser usadas para la soldadura de unos pocos metales como por ejemplo algunos aceros inoxidable y aleaciones de níquel.

En las uniones realizadas aplicando el sistema TIG, el metal se puede depositar de dos formas: 1. por transferencia en forma de "spray" y 2. Por transferencia globular. La transferencia de metal en forma de spray es la más indicada y deseada. Esta produce una deposición con gran penetración en el centro de la unión y decreciendo hacia los bordes. La transferencia globular produce una deposición más ancha y de menor penetración a lo largo de toda la soldadura. Por lo general, el Argón promueve a una mayor transferencia en spray que el Helio con valores de corriente menores. A su vez, posee la ventaja de generar fácilmente el arco, una mejor acción de limpieza en la soldadura sobre aluminio y magnesio (trabajando con CA) con una resistencia mayor a la tracción.

Metal	Tipo de Soldadura	Gas o Mezcla de Gases	Ventajas
Acero De Bajo Carbono	Punteada	Argón	Larga duración del electrodo, mejor contorno del cordón, fácil de estabilizar el arco inicial
	Manual	Argón	Mejor contorno del cordón especialmente en soldaduras en posiciones especiales
	Mecanizada	Argón-Helio	Alta velocidad, menos flujo de gas que con Helio
Helio		Mas velocidad que la obtenida con Argón	
Aluminio y Magnesio	Manual	Argón	Mejor arranque del arco, mejor acción de limpieza y calidad de soldadura, menos consumo de gas
		Argón-Helio	Mas alta velocidad de soldadura, mayor penetración que con Argón
	Mecanizada	Argón-Helio	Buena calidad de soldadura, mas bajo flujo de gas requerido que con Helio solo
		Helio DCSP	Mas profunda penetración y mayor velocidad de soldadura, puede proveer acción de limpieza para la soldadura en Aluminio y Magnesio
Acero Inoxidable	Punteada	Argón	Excelente control de la penetración en materiales de bajo calibre
		Argón-Helio	Mas alta entrada de calor para materiales de mayor calibre
	Manual	Argón	Excelente control del cordón, penetración controlada
	Mecanizada	Argón	Excelente control de la penetración en materiales de bajo calibre
		Argón-Helio	Mas alta entrada de calor, mas velocidad de soldadura es posible
		Argón-Hidrogeno (Hasta 35% H ₂)	Minimiza los cortes en los bordes del cordón, produce soldaduras de contornos deseables a bajo nivel de corriente
Cobre, Níquel y aleaciones Cu-Ni	Manual Solamente	Argón	Excelente control del cordón, penetración en materiales de bajo calibre
		Argón-Helio	Alta entrada de calor para compensar la alta disipación térmica de los materiales mas pesados
		Helio	Mas alta temperatura para sostener mas altas velocidades de soldadura en secciones de materiales mas pesados
Titanio	Manual Solamente	Argón	Alta densidad del gas provee un escudo mas efectivo
		Argón-Helio	Mejor penetración para la soldadura manual de secciones gruesas (se requiere un gas inerte de respaldo para proteger la soldadura de la contaminación)
Silicio Bronce	Manual Solamente	Argón	Reduce la aparición de grietas en este metal de corta duración de calor
Aluminio Bronce	Manual Solamente	Argón	Penetración controlada de el metal base

TABLA 2.7 Gases de protección según el proceso y metal a ser aplicado

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

2.5.3.4 TORCHA O PISTOLA DE SOLDADURA GTAW

Tienen la misión de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. Pueden ser de refrigeración natural (por aire) o de refrigeración forzada (mediante circulación de agua), los primeros se emplean en la soldadura de espesores finos, que no requieren grandes intensidades, y los de refrigeración forzada se recomiendan para trabajos que exigen intensidades superiores a los 200 amperios. En estos casos, la circulación del agua por el interior del porta electrodos evita el sobre calentamiento del mismo.

El electrodo de tungsteno, que transporta la corriente hasta la zona de soldeo, se sujeta rígidamente mediante una pinza alojada en el cuerpo del porta electrodos, que dispone de un juego de pinzas, de distintos tamaños, que permiten la sujeción de electrodos de diferentes diámetros.

El gas de protección llega hasta la zona de soldadura a través de una boquilla de material cerámico sujeta en la cabeza del porta electrodos, la boquilla tiene la misión de dirigir y distribuir el gas protector sobre la zona de soldadura. A fin de acomodarse a distintas exigencias de consumo, cada porta electrodos va equipado con un juego de boquillas de diferentes diámetros.

Con vista a eliminar turbulencia en el chorro de gas, que podrían absorber aire y contaminar la soldadura, algunos porta electrodos van provisto de un dispositivo consistente en una serie de mallas de acero inoxidable, que se introduce en la boquilla, rodeando al electrodo. Actuando sobre un interruptor de control situado en el porta electrodos, que inicia la circulación de gas y de corriente.

En algunos equipos la activación de los circuitos de gas y de corriente se realiza mediante un pedal.

El segundo sistema presenta la ventaja de que permite un control más riguroso de la corriente de soldeo cuando nos aproximamos al final del cordón. Decreciendo gradualmente la intensidad de la corriente, disminuye el cráter que

se forma al solidificar el baño y hay menos peligro de que la parte final de la soldadura quede sin la protección gaseosa adecuada.

Las boquillas para gas se eligen de acuerdo con el tipo y tamaño del porta electrodos, y en función del diámetro del electrodo. La tabla 2.8 puede servir de orientación, aunque, en general, es conveniente seguir las recomendaciones de los fabricantes.

ELECTRODO DE TUNGSTENO DIÁMETRO EN MM	BOQUILLA DIÁMETRO EN MM
1.5	6 – 10
2.5	10 – 12
3	12 – 14
5	14 – 20

TABLA 2.8 Tabla de boquillas para soldadura GTAW (NORMA AWS A5.12)

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

En la Fig. 2.37 se muestra la sección de una torcha de soldar con electrodo de Tungsteno, refrigerada por agua en la que se indican los componentes básicos.

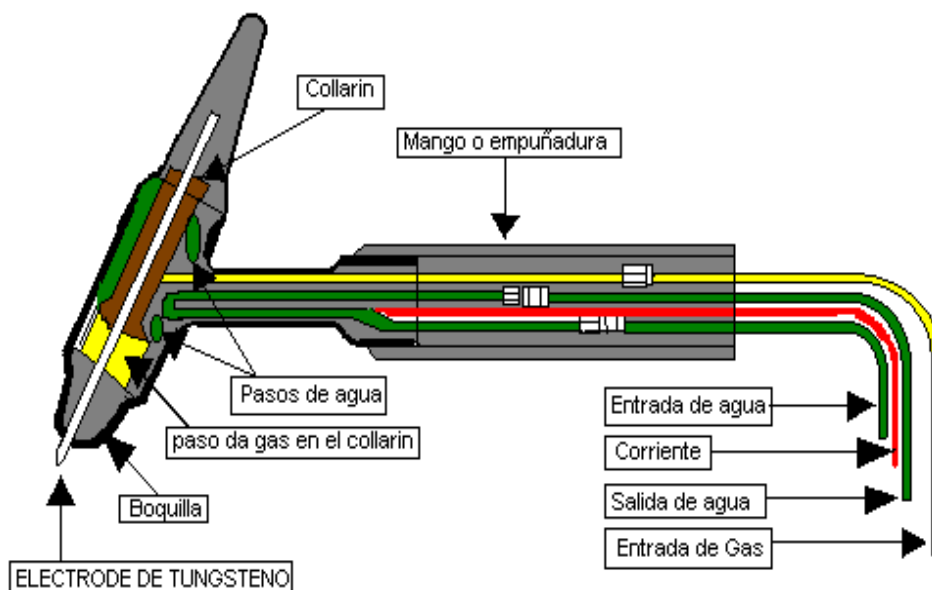


Fig. 2.37 Torcha o pistola de soldadura GTAW

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

2.5.3.5 ELECTRODOS PARA GTAW

Los diámetros más utilizados son los de 1.5-2.5 y 3 mm. Puede ser de tungsteno puro, o de tungsteno aleado. Este último suelen tener 1 o 2 % de torio o de circonio. La adición de torio aumenta la cantidad de corriente del electrodo, así como su poder de emisión eléctrica. Además, para una intensidad dada, mantiene más frío el extremo del electrodo; facilita el cebado del arco; permite mantener un arco más estable y disminuye el riesgo de contaminación del electrodo ante un eventual contacto con la pieza. Trabajando a la misma intensidad, los electrodos con el 2% de torio conservan la forma puntiaguda del extremo durante más tiempo que los de 1% de torio. Los electrodos más ricos en torio se utilizan con mucha frecuencia en la soldadura de uniones crítica, en las industrias aeronáutica y espacial. Sin embargo, apenas presentan ventajas sobre los menos toriados, en la soldadura de la mayoría de los aceros.

Además de los mencionados, existen los electrodos con sector de torio, los cuales combinan las ventajas de los de tungsteno puro y de los aleados. Esto electrodos son de tungsteno puro y lleva, en toda su longitud, un sector altamente aleado en torio. La selección del diámetro del electrodo se realiza en función de la intensidad necesaria y del tipo de corriente a utilizar. Cuando se trabaja con polaridad inversa, se necesitan diámetros mayores que en polaridad directa.

A continuación se mencionan algunas características importantes de los electrodos según la norma AWS 5.12

ELECTRODO	% W % OTROS	COLOR DE IDENTIFICACION
EWP	Tungsteno puro	punta verde
EWZR	Tungsteno + circonio(0.15% - 0.40%)	punta café
EWTh 1	Tungsteno + torio (0.8% - 1.2%)	punta amarilla
EWTh 2	Tungsteno + torio (1.7% - 2.2%)	punta roja
EWTh 3	Tungsteno + torio (0.35% - 0.55%)	punta azul

TABLA 2.9 Electrodos para GTAW

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

2.5.3.5.1 AFILADO DEL ELECTRODO

Para obtener buenos resultados en la soldadura debe utilizarse un electrodo afilado correctamente. En general, suelen afilarse en punta, para el soldeo con corriente continua; y en forma semiesférica, para soldar con corriente alterna. También es importante que el electrodo esté bien recto, pues en caso contrario, el chorro de gas protector y de arco no sería concéntrico.

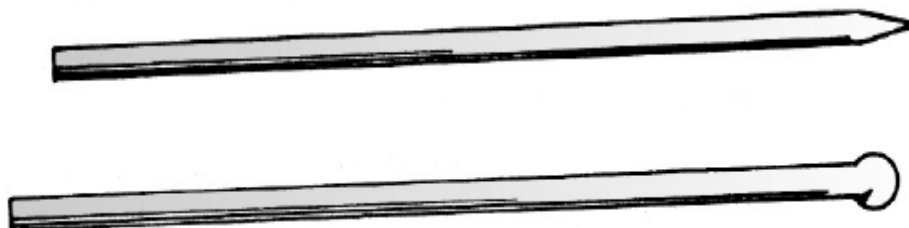


Fig. 2.38 Formas posibles para electrodos de tungsteno

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

Los diámetros de los electrodos de tungsteno se seleccionan en función de la corriente empleada para la realización de la soldadura. En la Tabla 2.10 se dan los rangos de corriente admisibles para cada diámetro de electrodo.

CORRIENTE (AMPERIOS)	DIÁMETRO DEL ELECTRODO	
	Ø Pulgadas	Ø Milímetros
Hasta 15 A	0.010	0.25
5 a 20 A	0.020	0.51
15 a 80 A	0.040	1.02
70 a 150 A	1/16	1.59
150 a 250 A	3/32	2.38
250 a 400 A	1/8	3.17
350 a 500 A	5/32	3.97
500 a 750 A	3/16	4.76
750 a 1000 A	1/4	6.35

TABLA 2.10 Rangos de corriente admisibles para cada diámetro de electrodo

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

METAL	ESPEJOR	CORRIENTE	ELECTRODO	GAS DE PROTECCIÓN
Aluminio	Todos	Alterna	Puro o Circoniado	Argón o Argón-Helio
Aluminio	Más de 3 mm	Continua directa	Toriado	Argón-Helio o Argón
Aluminio	Menos de 3 mm	Continua inversa	Toriado o Circoniado	Argón
Cobre y sus Aleaciones	Todos	Continua directa	Toriado	Helio
Cobre y sus Aleaciones	Menos de 3 mm	Alterna	Puro o Circoniado	Argón
Aleaciones de Magnesio	Todos	Alterna	Puro o Circoniado	Argón
Aleaciones de Magnesio	Menos de 3 mm	Continua inversa	Circoniado o Toriado	Argón
Níquel y sus Aleaciones	Todos	Continua directa	Toriado	Argón
Aceros al carbono Y de baja aleación	Todos	Continua directa	Toriado	Argón o Argón-Helio
Aceros al carbono Y de baja aleación	Menos de 3 mm	Alterna	Puro o Circoniado	Argón
Aceros Inoxidables	Todos	Continua directa	Toriado	Argón o Argón-Helio
Aceros Inoxidables	Menos de 3 mm	Alterna	Puro o Circoniado	Argón
Titanio	Todos	Continua directa	Toriado	Argón o Argón-Helio

TABLA 2.11 Distintos tipos de corriente, electrodos y gas de protección, recomendados para la soldadura GTAW, de diferentes materiales.

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

2.5.4 EQUIPOS Y MATERIALES

- Maquina de soldadura GTAW
- Soplete pote electrodo para soldadura GTAW.
- Cilindro de gas inerte.
- Cables de interconexión y mangueras.
- Mascara de soldar con lente N° 12 o N° 14
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.5.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Cortar platina para la práctica
- 3.- Previo a la realización de cualquier operación de soldadura con TIG, limpiar la superficie. Esto es muy importante ya que en este sistema no se utilizan fundentes o “fluxes” que realicen dicho trabajo y separen las impurezas como escoria.
- 4.- Cortar la varilla de aporte en tramos de no más de 450 mm. Resultan más cómodas para maniobrar. Previamente a su utilización, se deberá limpiar con alcohol o algún solvente volátil. Aún el polvillo contamina la soldadura.
- 5.-Reunir el equipo y materiales necesarios.
- 6.- Armar el circuito de soldadura de acuerdo a la Fig. 2.39

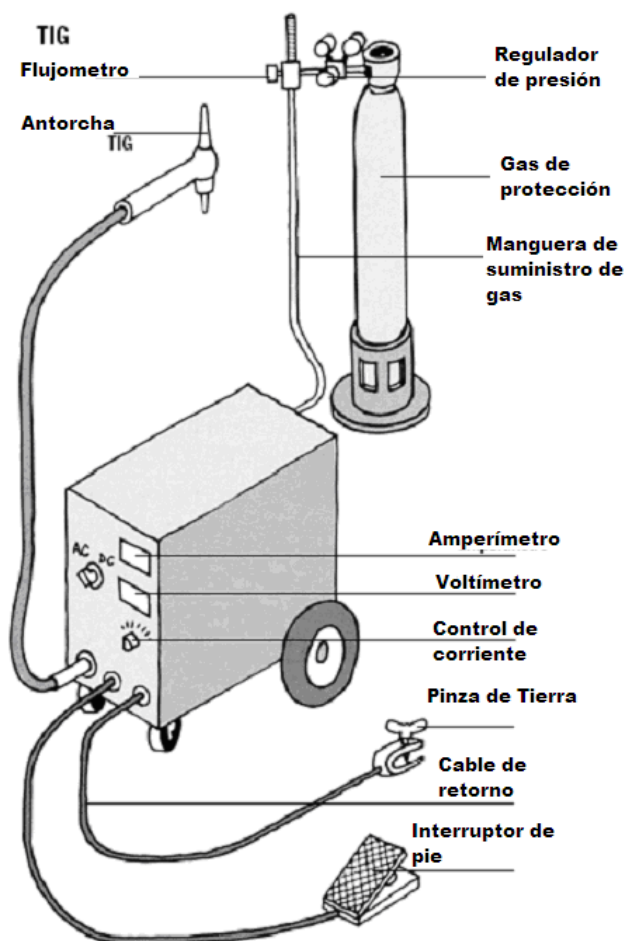


Fig. 2.39 Circuito de soldadura para el proceso GTAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

- 7.- Comprobar que el cilindro de gas esté conectado y ajustado correctamente.
- 8.- Se deberá estimar el diámetro del electrodo de tungsteno a utilizar en aproximadamente la mitad del espesor del metal a soldar.
- 9.- Ajustar el electrodo en el porta electrodos, de forma que sobresalga de la longitud adecuada al tipo de junta a realizar.
- 10.- Ajustar el generador a la intensidad de corriente adecuada si se emplea porta electrodos refrigerados por agua, el paso de agua.
- 11.- Abrir el paso de gas inerte y regular el caudal adecuadamente.
- 12.- Deben evitarse corrientes de aire en el lugar de soldadura. La más mínima brisa hará que las soldadura realizada con TIG se quiebre o fisure. Además, puede ser que por efecto del viento, se sople o desvanezca el gas inerte de protección.
- 13.- Comprobar la polaridad antes de empezar a soldar. La polaridad inversa produce un arco mucho más caliente que la directa, al mismo amperaje.
- 14.- Para comenzar la soldadura, el soplete deberá estar a un ángulo de 45° respecto al plano de soldadura. Se acercará el electrodo de tungsteno a la pieza mediante un giro de muñeca (Fig. 2.40). Se deberá mantener una distancia entre el electrodo y la pieza a soldar de 3 a 6 mm ($1/8''$ a $1/4''$). Nunca se debe tocar el electrodo de tungsteno con la pieza a soldar. El arco se generará sin necesidad de ello.

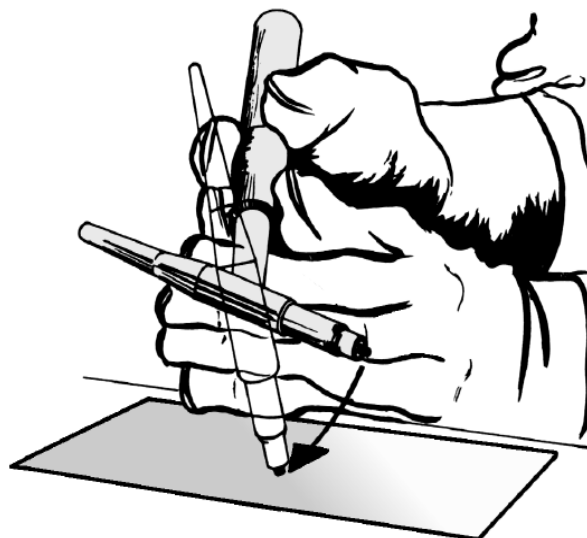


Fig. 2.40 Forma correcta de comenzar el arco con un sistema GTAW

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

15.- Si la torcha está equipada con un interruptor de arranque en el mango, éste se debe tener oprimido siempre durante todo el proceso.

16.- Calentar con el torcha hasta generar un punto incandescente. Mantener alejada varilla de aporte hasta tanto no se haya alcanzado la temperatura de trabajo correcta. Una vez logrado el punto incandescente sobre el material a soldar, adicionar aporte con la varilla metálica (Fig. 2.41), realizando movimientos hacia adentro y hacia fuera de la zona de soldadura (llamado picado). No se debe tratar de fundir el metal de aporte con el arco. Se debe dejar que el metal fundido de la pieza lo absorba. Al sumergir el metal de aporte en la zona de metal fundido, ésta tenderá a perder temperatura, por lo que se debe mantener una cadencia en la intermitencia empleada en la varilla de aporte. Si a pesar de aumentar la frecuencia de picado la zona fundida pierde demasiada temperatura, se deberá incrementar el calentamiento.

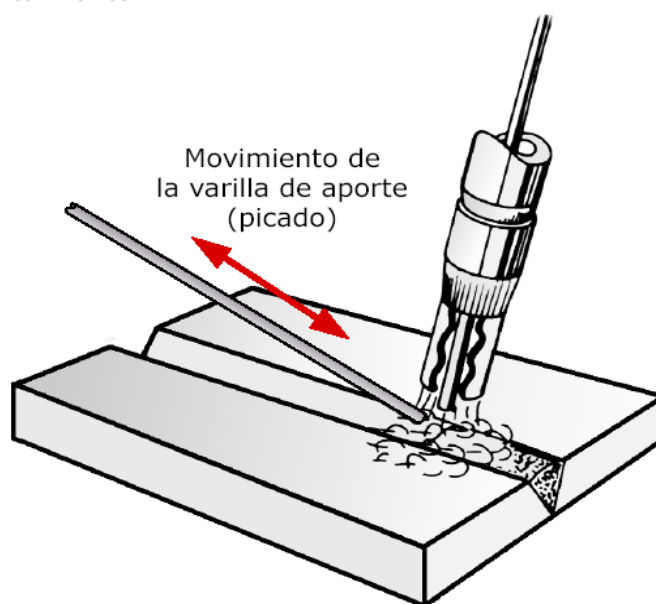


Fig. 2.41 Esquema ilustrando la ubicación de la varilla de aporte

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

17.- El material de aporte deberá ser alimentado en forma anticipada al arco (Fig. 2.42), respetando un ángulo de 10° a 25° respecto al plano de soldadura, mientras el soplete deberá tener un ángulo de 90° respecto al eje perpendicular al sentido de la soldadura y ligeramente inclinada en el eje vertical (aproximadamente 10°). Es muy importante que el ángulo de alimentación del aporte sea lo menor posible. Esto asegura una buena protección del gas inerte

sobre el metal fundido y reduce el riesgo de tocar la varilla con el electrodo de tungsteno.

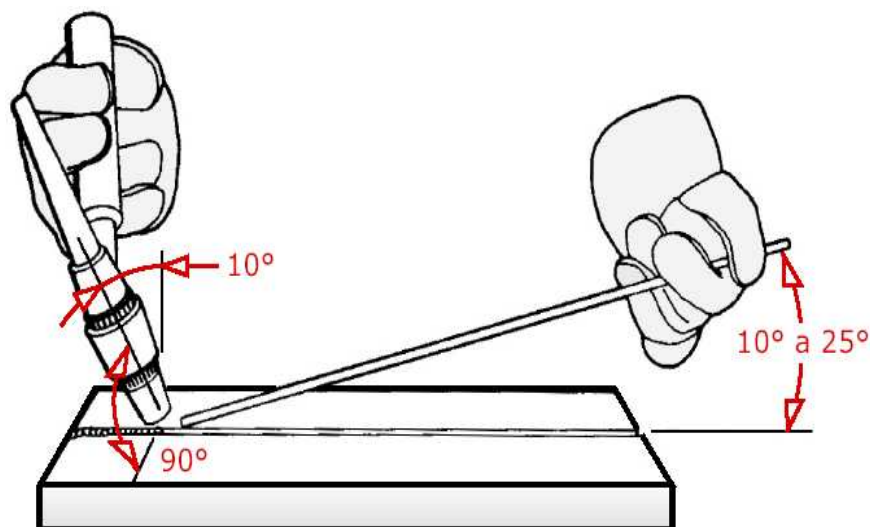


Fig. 2.42 Ángulos de la varilla de aporte y la torcha

Fuente: http://www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf

18.- Para extinguir el arco, retirar el electrodo hasta posición horizontal mediante un rápido movimiento de muñecas. Este movimiento debe realizarse rápidamente a fin de evitar deterioros en la superficie de la soldadura

19.- Al terminar, cerrar las válvulas del cilindro de argón, manteniendo presionado el gatillo de la torcha con el fin de aliviar la presión de las mangueras.

20.- Apagar el equipo estabilizador de alta frecuencia y fuente de poder.

21.- Recoger los cables y mangueras

2.5.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.5.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar el equipo de seguridad como indica figura 2.43

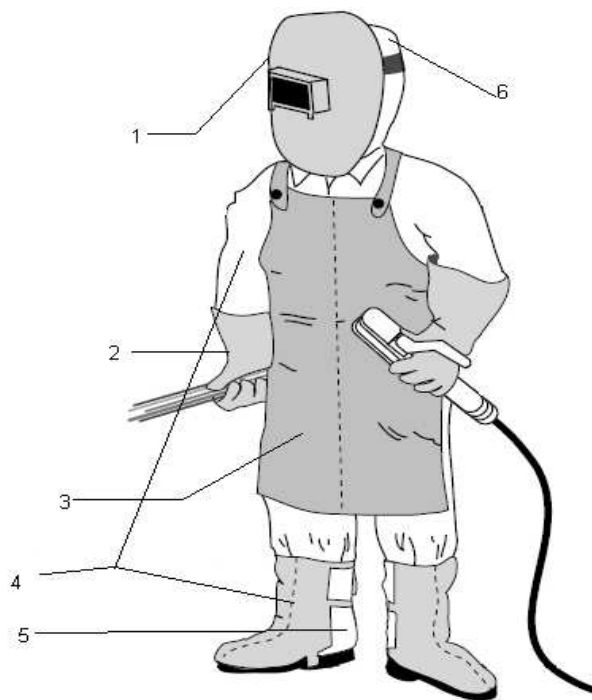


Fig. 2.43 Equipo de seguridad personal

Fuente: <http://www.indura.cl>

- 1. Máscara de soldar:** para proteger los ojos, la cara, el cuello
 - 2. Guantes de cuero:** para proteger las manos y muñecas.
 - 3. Delantal de cuero:** para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.
 - 4. Polainas y casaca de cuero:** para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
 - 5. Zapatos de seguridad:** que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.
 - 6. Gorro:** para proteger el cabello y el cuero cabelludo.
- Conectar los extractores de gases antes de soldar para asegurar una buena ventilación, ya que cuando se emplean gases inertes la acumulación de estos puede provocar asfixia.
 - Protegerse los ojos del arco eléctrico, en esta práctica utilizar el filtro N° 12 para materiales no ferrosos y para ferrosos N° 14. En general la energía radiante ultravioleta de máxima intensidad se produce cuando se emplea argón como gas protector y cuando se suelda aluminio o acero inoxidable.

- Controlar la presión de los gases.
- Sujetar bien los cilindros para que no se vuelque accidentalmente.
- Terminada la operación de soldadura, aliviar las mangueras de gas
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.5.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables ni mangueras del equipo de soldadura
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la maquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar la torcha electrodo sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.

2.6 PRÁCTICA N° 06

2.6.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO (SAW)

2.6.2 OBJETIVO:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico sumergido (SAW)
- Estudiar los fundamentos de la tecnología de soldadura por arco sumergido.
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura SAW
- Adquirir la habilidad para formar un cordón de soldadura

2.6.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

La soldadura con arco sumergido (Submerged Arc Welding SAW), es un proceso que usa un electrodo de alambre desnudo consumible continuo, el arco eléctrico se protege mediante una cobertura de fundente granular. El alambre del electrodo se alimenta automáticamente desde un rollo hacia dentro del arco eléctrico. El fundente se introduce a la unión ligeramente adelante del arco de soldadura, mediante gravedad, desde un tanque alimentador, como se muestra en la figura 2.44

El manto de fundente granular cubre por completo la operación de soldadura con arco eléctrico, evitando chispas, salpicaduras y radiaciones que son muy peligrosas en otros procesos de soldadura con arco eléctrico. Por tanto, el operador de la soldadura no necesita usar la molesta máscara protectora que se requiere en otras operaciones (pero los anteojos de seguridad y guantes protectores son necesarios).

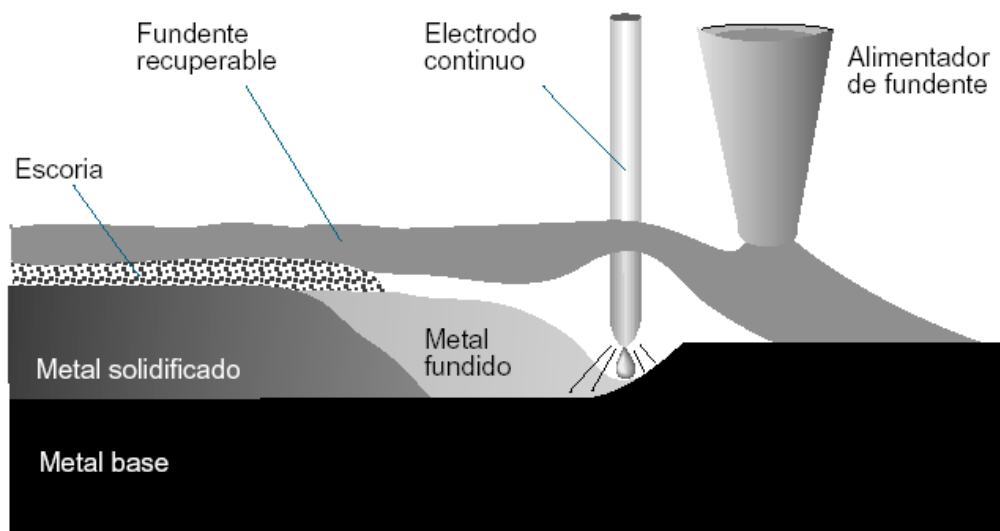


Fig. 2.44 Soldadura con arco sumergido

Fuente: <http://www.indura.cl>

La parte del fundente más cercano al arco se derrite y se mezcla con el metal de soldadura fundido, que después se solidifican en la parte superior de la unión soldada y forman una escoria con aspecto de vidrio. La escoria y los granos de fundente no derretidos en la parte superior proporcionan una buena protección de la atmósfera y un buen aislamiento térmico para el área de soldadura. Esto produce un enfriamiento relativamente bajo y una unión de soldadura de alta calidad cuyos parámetros de resistencia y ductilidad son notables. Como se aprecia en el esquema. El fundente no derretido que queda después de la soldadura puede recuperarse y reutilizarse. La escoria sólida que cubre la soldadura debe arrancarse, por lo general mediante medios manuales.

2.6.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La corriente eléctrica se conduce entre el electrodo y la pileta fundida a través de un plasma gaseoso inmerso en el fundente. La potencia la suministra un generador, un transformador rectificador ó un transformador y se conduce al alambre (electrodo) a través del tubo de contacto, produciéndose el arco entre aquel y el metal base. El calor del arco funde el electrodo, el fundente y parte del metal base, formando la pileta de soldadura que conforma la junta. En

todos los equipos de este tipo existe un mecanismo que tracciona el alambre y lo conduce a través del tubo de contacto y de la capa de fundente hasta el metal base. Los alambres utilizados son generalmente aceros de bajo carbono y de composición química perfectamente controlada; el alambre se encuentra usualmente enrollado en una bobina. El fundente se va depositando delante del arco a medida que avanza la soldadura. Cuando se solidifica, se extrae el exceso para utilizarlo nuevamente y el fundido se elimina mediante un piqueteado. En los equipos modernos existe una aspiradora que absorbe el excedente de fundente y lo envía nuevamente a la tolva de alimentación.

2.6.3.2 EQUIPO PARA ARCO SUMERGIDO

La figura 2.45 muestra los componentes para hacer soldadura por arco sumergido:

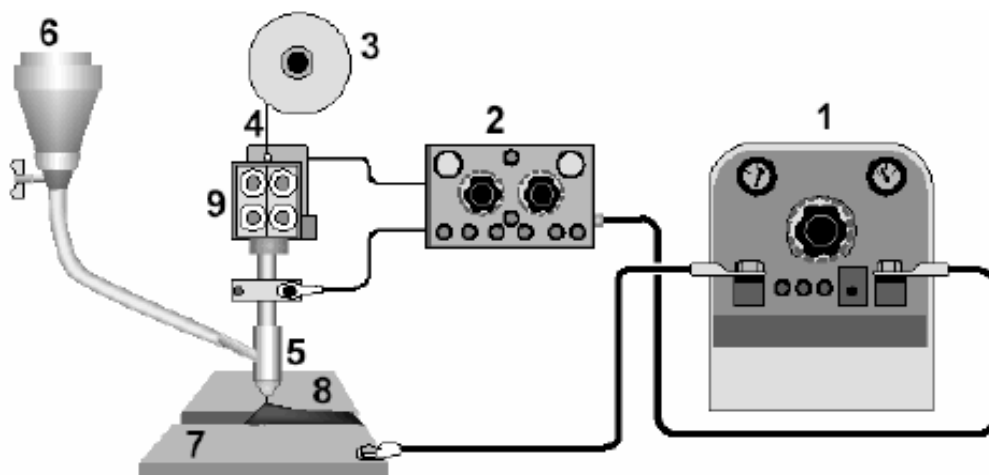


Fig. 2.45 Diagrama esquemático del equipo para arco sumergido

Fuente: <http://www.indura.cl>

1. Fuente de Poder de CC o CA (100% ciclo de trabajo).
2. Sistema de Control.
3. Porta-carrete de alambre.
4. Alambre-electrodo.
5. Tobera para boquilla.
6. Recipiente porta-fundente.

7. Metal base.

8. Fundente.

9. Alimentador de alambre.

El proceso de arco sumergido es, principalmente llevado a cabo con equipo totalmente automático, aunque hay algunas pistolas de mano para el proceso. Para incrementar la productividad un arreglo con varios electrodos o multi alambre puede ser implementado

La máquina de soldar es una fuente de poder especialmente diseñada para este proceso. Se emplea tanto con corriente continua como corriente alterna. Para cualquiera de los casos, la fuente de poder debería tener un ciclo de trabajo de 100%, porque las operaciones por arco sumergido son continuas y el tiempo normal de operación excede de 10 minutos, periodo base para cumplir el ciclo de servicio.

Para la soldadura por arco sumergido con corriente continua puede emplearse una fuente de poder de tipo de voltaje constante. El tipo de voltaje constante es más común para alambres de pequeño diámetro, mientras que el tipo de corriente constante es mayormente usado para alambres de diámetro mayor.

En cualquiera de los casos el alimentador de alambre debe estar adecuado para el tipo de la fuente de poder que se emplea. Las máquinas de soldar para soldadura por arco sumergido van desde 200 a 1200 amp.

El mecanismo para alimentación de alambre con sus controles sirve para conducir el alambre consumible hacia el arco, manteniendo voltaje constante. El sistema de control también permite iniciar el arco, controlar la velocidad de avance y realizar otras funciones necesarias, para que entre en operación un proceso automático.

Para operaciones semiautomáticas se emplea una pistola para alimentar el alambre y proporcionar el flujo. Generalmente viene montado en la pistola una tolva, que lleva una pequeña cantidad de flujo que es dispendido sobre el área de soldadura, de acuerdo con la con la conducción manual de la pistola. Para

la soldadura automática, la pistola generalmente está conectada al motor de alimentación de alambre y la tolva se encuentra fijada en la pistola.

2.6.3.3 ALAMBRE PARA ELECTRODO

Para la soldadura por arco sumergido se usa alambre como electrodo. El alambre para soldadura por arco sumergido es macizo y se emplea en forma de bobinas y está cobreado; esto evita la oxidación superficial en el almacenaje y proporciona seguridad en el contacto eléctrico; con poca resistencia entre el alambre de soldar y los contactos de cobre a través de los cuales se conduce la corriente.

El diámetro del hilo utilizado depende fundamentalmente de la intensidad de corriente de soldadura necesaria y puede situarse entre 5 mm de diámetro, para corriente de 150 A, a 10 mm de diámetro, para una corriente de 3000 A.

El cordón de soldadura es ligeramente más estrecho con un alambre delgado que con un alambre grueso con la misma intensidad de corriente, pero el efecto principal del tamaño del alambre reside en su penetración.

La composición de los alambres para soldadura por arco sumergido depende del material que se suelda, puesto que los elementos aleados se añaden generalmente al alambre y no al fundente. En este proceso las variaciones en la técnica pueden alterar las relaciones de las cantidades fundidas de plancha alambre y fundente.

Generalmente contiene elementos desoxidantes, que junto a los que aporta el fundente, limpian las impurezas provenientes del metal base o de la atmósfera y aportan elementos de aleación seleccionados según sean las características químicas y mecánicas del cordón de soldadura que se desee.

Cuando se utilizan alambres altamente aleados, por ejemplo, aceros inoxidable, puede ser necesario añadir compuestos de los elementos aleantes

al fundente, para disminuir las reacciones metal escoria que pueden traducirse en pérdidas de los elementos aleantes hacia la escoria.

Según la AWS A5.17, los alambres se clasifican por 2 letras y 2 números, que indican la composición química de éstos.



E = Electrodo para soldadura al arco.

X = Indica el contenido máximo de manganeso:

L = 0,60% Mn máx. (bajo contenido manganeso).

M = 1,25% Mn máx. (contenido mediano de manganeso).

H = 2,25% Mn máx. (alto contenido de manganeso).

XX = Indican los porcentajes medio de carbono.

Diámetro de Alambre Pulgadas (mm)	Rango de Corriente en Amperios	Rango de Tension en Voltios
1/16" (1.6)	150-500	22-30
5/64" (2.0)	175-600	24-32
3/32" (2.4)	250-700	26-34
5/32" (4.0)	400-1000	28-38

TABLA 2.12 Parámetros recomendados para alambres de soldadura de Arco Sumergido SAW

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.6.3.4 FUNDENTES

Los fundentes para la soldadura por arco sumergido están granulados a un tamaño controlado y pueden ser de tipo fundido, aglomerado ó sinterizado. Originalmente se utilizaban fundentes fundidos, machacados y calibrados; atribuyéndoseles las ventajas de estar totalmente libres de humedad y no ser higroscópicos.

Tanto la composición química como el estado de división de los fundentes tienen una importante influencia sobre la forma de comportarse en la soldadura.

Los fundentes aglomerados se hacen mezclando los constituyentes, finamente pulverizados, con una solución acuosa de un aglomerante tal como silicato sódico; la finalidad es producir partículas de unos pocos milímetros de diámetro formados por una masa de partículas más finas de los componentes minerales. Después de la aglomeración el fundente se seca a temperatura de hasta 800 °C.

Los fundentes sinterizados se hacen calentando componentes pulverizados a temperaturas justo por debajo del punto de fusión de algunos de los componentes. Las temperaturas alcanzadas durante la fabricación limitan los componentes de los fundentes. Para fundir un fundente las temperaturas deben ser tan altas que los carbonatos y muchos otros minerales se descomponen, por lo cual los fundentes básicos que llevan carbonatos deben hacerse por alguno de los otros procedimientos, tales como aglomeración.

Se ha sabido durante años que la baja tenacidad se favorece con el uso de fundentes ácidos y que los fundentes de elevado contenido en silicio tienden a comunicar oxígeno al metal soldado. Inversamente los fundentes básicos dan un metal soldado limpio, con pocas inclusiones no metálicas, y, consecuentemente, de elevada tenacidad.

Tanto la composición del fundente como su estado de división influyen en el control de la porosidad. El proceso de arco sumergido es generalmente más susceptible a la porosidad causada por superficies herrumbrosas y sucias que el proceso de arco abierto. Ello es debido a que con el proceso de arco abierto el vapor de agua y los productos gaseosos, que abandonan la plancha por el calor de la soldadura, pueden escapar; mientras que en el arco sumergido tienden a ser retenidos bajo el cojín de fundente.

Por esta razón es por lo que fundentes que tienen la mayor tolerancia a la oxidación y suciedad son también los que tienen mayor permeabilidad, lograda usando un grano grueso de gran regularidad.

Sin embargo, cuando es necesario soldar utilizando intensidades elevadas se requiere un fundente que cubra más estrechamente, para dar un buen cierre al arco; esto se logra utilizando un tamaño de partículas lo más fino posible y una mayor variedad en tamaños, para aumentar el cierre de recubrimiento. Para los tipos de fundentes que más se utilizan están en la tabla 2.13

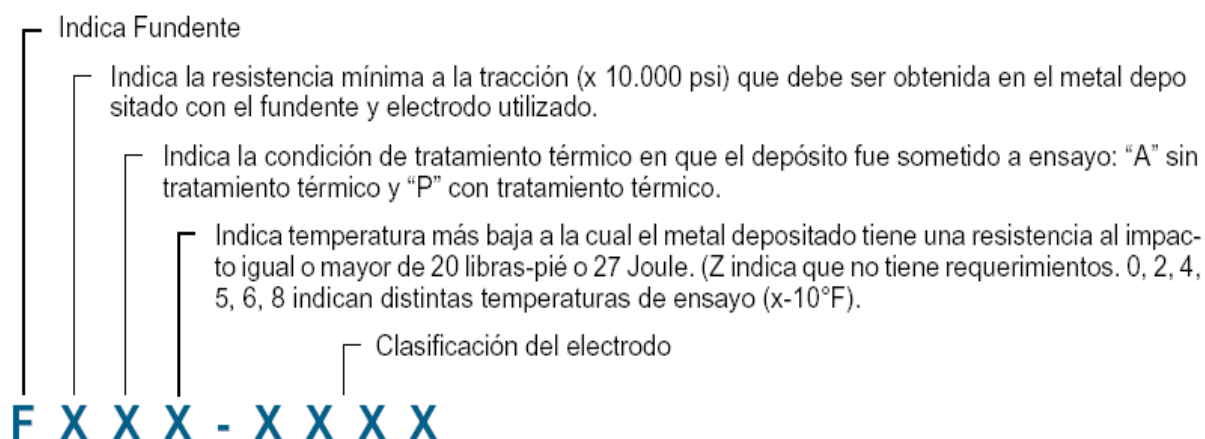
MINERAL	FORMULA
Calcita	CaCO_3
Corindón	Al_2O_3
Criolita	Na_3AlFe
Dolomita	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Ferosilicio	FeSi_2
Fluorita	CaF_2
Hausmanita	Mn_3O_4
Óxido Cálcico	CaO
Magnesita	MgCO_3
Periclasa	MgO
Cuarzo	SiO_2
Rhodenita	MnSiO_3
Rutilo	TiO_2
Wellastonita	CaSiO_3
Circon	ZrSiO_2
Zirconia	ZrO_2

TABLA 2.13 Materiales utilizados como componentes de los fundentes

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Según la AWS A5.17-97 el fundente es clasificado en base a las propiedades mecánicas del depósito, al emplear una determinada combinación fundente/alambre.

Esta clasificación es la siguiente:



2.6.4 EQUIPO Y MATERIALES

- Máquina de soldadura SAW
- Porta electrodos.
- Cables de interconexión.
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.6.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Comprobar que la barra de rango de voltaje (RANGE BAR), ubicada en el transformador de soldadura esté en posición correcta, de lo contrario hacer el cambio antes de encender la máquina.
- 2.- Verificar que las conexiones de los cables y las tomas de energía estén en forma correcta. Verificando la conexión a tierra no este floja o suelta.
- 3.- Hacer las conexiones del cable de trabajo según el rango de amperaje que se utilizará. El terminal (+) (150 – 300 A) o el terminal (+) (300 – 750 A) será conectado al cable de trabajo o al del porta electrodo según la polaridad que desee.
- 4.- Verificar que haya suficiente cantidad de alambre electrodo y fundente para hacer el cordón de una sola vez.

- 5.- Encender la fuente de poder y el sistema de alimentación de alambre, verificar que se encienda la luz piloto.
- 6.- Colocar el mecanismo de desplazamiento del carro en la posición correcta, moviendo la palanca, energizar el mecanismo de desplazamiento del carro mediante el “switch” de potencia de su caja de control (ROWR ON – OFF).
- 7.- Ajustar la velocidad de desplazamiento (TRAVEL SPEED) mediante la perilla respectiva. Esta velocidad puede ajustarse dentro de un rango de velocidades para la cual está armada la máquina. Para operar en el rango de velocidades altas hacer los cambios respectivos.
- 8.- Colocar el “switch” de dirección de desplazamiento (FORWARD – OFF REVERSE) en la posición deseada.
- 9.- Colocar el “switch” de avance (AUTOMATIC – MANUAL) en la posición deseada.
- 10.- Ajustar el voltaje del arco en la fuente de poder.
- 11.- Presionar la torcha de soldadura sobre el trabajo, hacer un ajuste previo del cabezal.
- 12.- Asegurar que el “switch” de dirección de alimentación del alambre (WIRE FEED DIRECTION), esté en la posición ABAJO (DOWN) y presionar el “switch” de avance del electrodo (INCH) lo necesario para sacar el alambre la distancia deseada (STICK – OUT).
- 13.- Ajustar el control de velocidad del alambre (WIRE SPEED CONTROL) a una posición adecuada del rango (usando tablas de calibración).
- 14.- Abrir la válvula de pase de fundente.
- 15.- Presionar el botón de arranque (START).
- 16.- Ajustar el control de voltaje y la velocidad de alimentación a valores más adecuados al trabajo a realizar.
- 17.- Si el desplazamiento del carro está en automático, el carro se moverá en cuanto comience la alimentación del alambre en la dirección establecida por el “switch” de dirección de avance.
- 18.- Empezar a realizar la soldadura como se indica en la figura 2.46



Fig. 2.46 Soldadura por arco sumergido SAW

Fuente: <http://www.drweld.com/submergedarc.html>

- 19.- Al terminar de soldar presionar el botón de para (STOP).
- 20.- Cerrar el paso del fundente.
- 21.- Apagar el “switch” de potencia en la fuente de poder.

2.6.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.6.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar gafas de seguridad.
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.6.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura..
- No manipular los controles de la maquina sin autorización del profesor.

2.7 PRÁCTICA N° 07

2.7.1 TITULO: SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO TUBULAR Y FUNDENTE EN EL NÚCLEO (FCAW)

2.7.2 OBJETIVO:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por arco eléctrico con electrodo cilíndrico y fundente en el centro (FCAW)
- Estudiar los fundamentos de la tecnología de soldadura por arco eléctrico con electrodo cilíndrico y fundente en el centro (FCAW).
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura FCAW
- Adquirir la habilidad para formar un cordón de soldadura

2.7.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

La soldadura al arco con núcleo de fundente (Flux Cored Arc Welding, FCAW), conocida también como MIG TUBULAR, ya que es muy parecida a la soldadura MIG en cuanto a manejo y equipamiento se refiere, es un proceso de soldadura que aprovecha el arco eléctrico entre un electrodo continuo de metal de aporte y el metal base. Este proceso emplea un fundente que va al interior del alambre conocido como tubular, sin embargo de igual forma puede ir con o sin ayuda de una protección externa gaseosa.

El aspecto que distingue al proceso tubular (FCAW) de otros procesos de soldadura por arco es la incorporación de componentes en el fundente dentro de un electrodo de alimentación continua. Las notables características de operación del proceso y las propiedades de la soldadura resultante se pueden atribuir al empleo de este tipo de electrodo.

El FCAW tiene dos variaciones principales que difieren en su método de protección del arco y de la poza de soldadura contra la contaminación por gases atmosféricos (oxígeno y nitrógeno). Una de ellas, es el tubular

autoprotegido que resguarda al baño mediante la descomposición y vaporización del núcleo fundente en el calor del arco, el núcleo de flux produce una escoria que protege al metal depositado en el enfriamiento. Posteriormente se elimina la escoria.

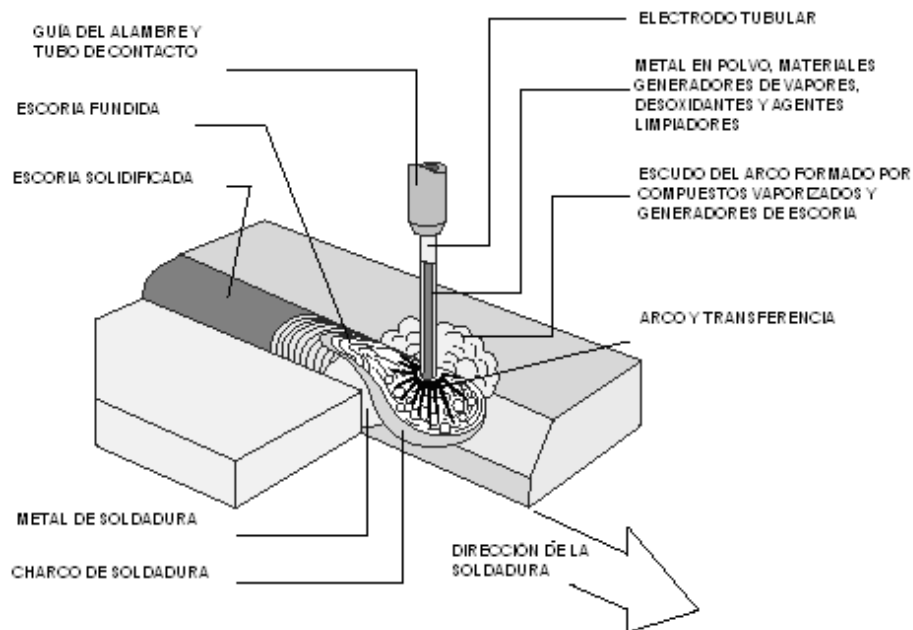


Fig. 2.47 Soldadura por arco con núcleo de fundente y autoprotección

Fuente: <http://www.indura.cl>

El otro tipo, es el tubular con protección externa gaseosa, este utiliza un flujo de gas que protege la zona de trabajo.

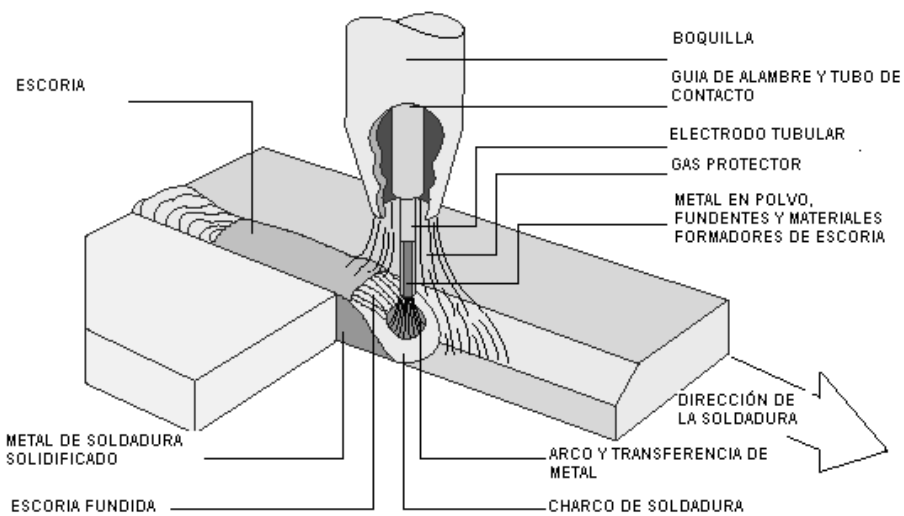


Fig. 2.48 Soldadura por arco con núcleo de fundente protegido con gas

Fuente: <http://www.indura.cl>

En ambos métodos, el material del núcleo del electrodo proporciona una capa de escoria abundante que protege el metal de soldadura durante su solidificación.

2.7.3.1 EQUIPO PARA SOLDAR FCAW

La figura 2.49 muestra los componentes para hacer soldadura al arco con núcleo de fundente.

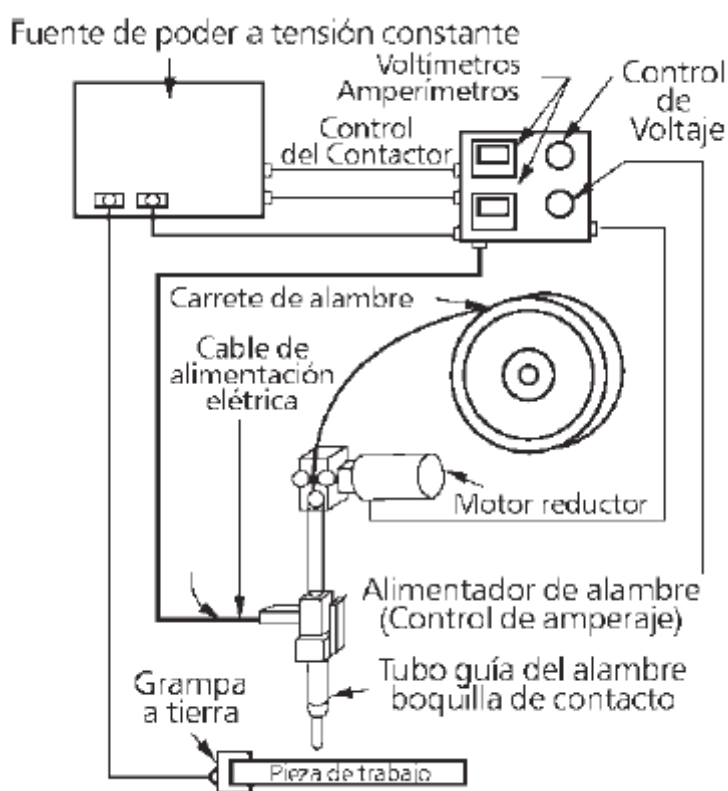


Fig. 2.49 Equipo para hacer soldadura al arco con núcleo de fundente

Fuente: <http://www.oerlikon.es>

El equipo básico para la soldadura por alambre tubular autoprotegido y con protección gaseosa es similar al equipo utilizado en la soldadura MIG/MAG. La principal diferencia radica en el suministro y regulación del gas para el arco en la variante con protección gaseosa. La fuente de poder recomendada es la de corriente continua y voltaje constante, similar a la que se usa para soldadura por sistema MIG/MAG. Esta fuente deberá ser capaz de trabajar en el nivel de corriente máximo requerido para la aplicación específica. La mayor parte de las aplicaciones semiautomáticas usan menos de 500 amperes, también se usan

fuentes de poder de corriente continua y corriente constante con la suficiente capacidad, controles y alimentadores de alambre apropiados, pero estas aplicaciones son poco comunes.

El alimentador lleva el alambre tubular automáticamente desde un carrete o bobina, vía ensamblaje de cable y pistola, al arco. El propósito del control de alimentación del alambre es suministrar el electrodo continuo al arco de soldadura con una velocidad constante previamente establecida. La rapidez de alimentación del electrodo determina el amperaje de soldadura suministrado por una fuente de poder de voltaje constante. Si se modifica esta rapidez, la máquina soldadora se ajustará automáticamente para mantener el voltaje de arco preestablecido.

La velocidad de alimentación del electrodo se puede controlar por medios mecánicos o electrónicos. La velocidad de alimentación del alambre determina la cantidad de corriente de soldadura que se suministra al arco. De esta manera, el control de velocidad de alimentación es, esencialmente, el ajuste de la corriente de soldar.

Este proceso requiere rodillos impulsores o alimentadores que no deformen el electrodo tubular. Se emplean diversos rodillos con superficies ranuradas y moleteadas. Algunos alimentadores de alambre tienen sólo un par de rodillos impulsores, mientras que otros cuentan con dos pares, en los que por lo menos uno de los rodillos de cada par está conectado a un motor

Se emplea una pistola y cables para conducir el alambre, el gas (cuando es necesario) y la corriente de la fuente de poder al arco. Están disponibles pistolas con cuello de cisne o pistolas con agarradera.

Para ciertas aplicaciones se monta un aditamento especial en la pistola, para proporcionar velocidades mas altas de deposición. Esto incluye una extensión aislada que, en cierto sentido, contribuye a un rendimiento más efectivo del alambre.

2.7.3.2 ALAMBRE PARA SOLDAR FCAW

El electrodo se forma, a partir de una banda metálica que es conformada en forma de U en una primera fase, en cuyo interior se deposita a continuación el flux y los elementos aleantes, cerrándose después mediante una serie de rodillos de conformado.

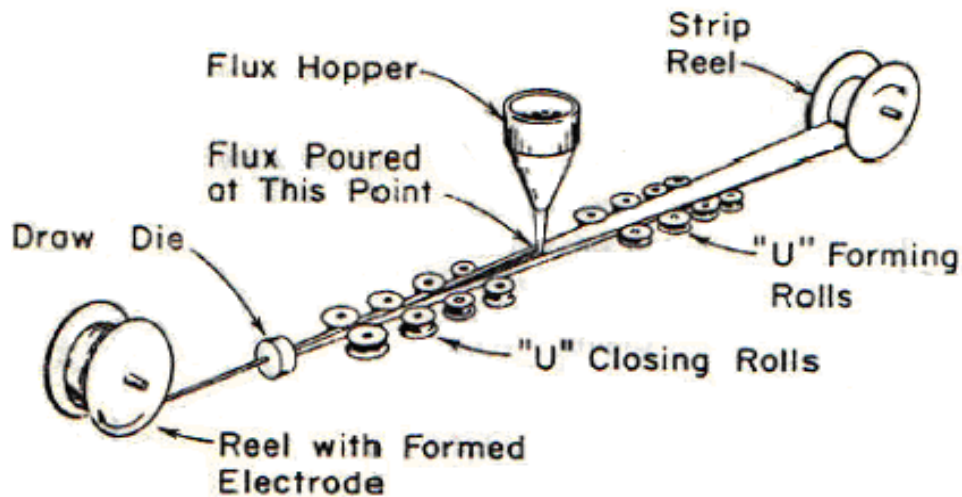


Fig. 2.50 Fabricación de alambres tubulares

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Hay que seleccionar el tipo de alambre tubular de acuerdo a la aleación, composición y nivel de resistencia del metal base a soldar. Están disponibles varios diámetros para permitir la soldadura en diferentes posiciones. Los alambres están disponibles en carretes y bobinas y están empaquetados en recipientes especiales para protegerlos de la humedad



Fig. 2.51 Electrodo tubular con núcleo de fundente

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

La AWS clasifica los alambres tubulares, usando una serie de números y letras. La clasificación esta basada en las propiedades mecánicas del depósito de soldadura.

Una típica clasificación FCAW para soldadura de acero al carbono es:

E71T-1C o E71T-1M (Sistema inglés)

E491T-1C o E491T- 1M (Sistema métrico)

1. La letra E indica electrodo.
2. El primer dígito (para el sistema inglés) o los dos primeros (para el sistema métrico), indican la resistencia mínima a la tracción del metal depositado al multiplicarlos por 10.000 psi o por 10 MPa dependiendo si se trata del sistema inglés o métrico respectivamente.
3. El dígito que precede a la letra "T" indica la posición de soldadura. Puede ser un "0" o un "1". El "0" indica adecuado para posición plana y horizontal, el "1" para toda posición.
4. La letra "T" indica que se trata de un alambre tubular con núcleo fundente.
5. El dígito ubicado después del guión, indica el uso adecuado del electrodo, en cuanto a polaridad y características generales de operación. Este puede ser un número de 1 a 14, o la letra "G" o "GS". La letra G indica que la polaridad y las características generales de operación no se especifican. La letra "S" ubicada después de la "G" indica que el electrodo es sólo adecuado para una pasada.
6. La letra final, indica el gas de protección requerido para alcanzar dicha clasificación del electrodo. La letra "C" indica 100% CO₂ y "M" mezcla 75-85% argón / balance CO₂. La ausencia de dichas letras, indica que se trata de un alambre tubular autoprotegido, el cual mediante la descomposición de su fundente protege al baño de soldadura.

CLASIFICACIÓN	COMPOSICIÓN QUÍMICA	PROPIEDADES MECÁNICAS	DESCRIPCIÓN / USOS / APLICACIONES TÍPICAS / POSICIÓN DE SOLDADURA (A) / TIPO DE CORRIENTE (B)
AWS A5.22 E308LT1-1/-4	C : 0,03% Mn : 1,90% Si : 0,79% Cr : 19,8% Ni : 10,2% Fe : balance	Resistencia a la tracción: 610 MPa Elongación (L=4d): 35%	<p>Descripción: Alambre tubular con protección gaseosa externa. Gas de protección 100% CO₂. Excelente soldabilidad y mejorada resistencia al creep a alta temperatura. El metal depositado contiene óptimo contenido de ferrita en su estructura austenítica, así su soldabilidad es excelente con baja susceptibilidad al agrietamiento.</p> <p>Usos: Diseñado para soldadura FCAW de aceros inoxidable tipo 18% Cr - 8% Ni de bajo contenido de carbono.</p> <p>Aplicaciones típicas: Aceros inoxidable AISI 304, 304L, 304LN, ASTM A 157 Gr. C9, A320 Gr. B8C D.</p> <p>Posiciones de soldadura: P, H, V, SC.</p> <p>Tipo de corriente: CCEP.</p>
AWS A5.22 E309LT1-1/-4	C : 0,03% Mn : 1,92% Si : 0,80% Cr : 23,8% Ni : 13,3% Fe : balance	Resistencia a la tracción: 600 MPa Elongación (L=4d): 38%	<p>Descripción: Alambre tubular con protección gaseosa externa, para la soldadura de aceros inoxidable. Gas de protección: 100% CO₂. El metal de soldadura contiene comparativamente bastante ferrita en su estructura austenítica, de esta forma proporciona mejor soldabilidad junto con una elevada resistencia a la temperatura y a la corrosión. Es fácil de operar con poderosa penetración con transferencia spray, mínima salpicadura y escoria autodesprendente.</p> <p>Usos: Fue diseñado para soldadura FCAW de acero inoxidable 22% Cr - 12% Ni de bajo carbono. Soldadura de uniones disímiles entre aceros de alta resistencia, aceros al carbono y aceros de baja aleación templables y revenidos, aceros ferríticos al Cr y austeníticos al Cr-Ni y aceros al manganeso. Para generar una primera capa resistente a la corrosión en soldadura de aceros ferríticos perlíticos en partes de estanques a presión y calderas.</p> <p>Aplicaciones típicas: Aceros inoxidable 309 y 309Cb, aceros disímiles y aceros al 12% Ni.</p> <p>Posiciones de soldadura: P, H, V, SC.</p> <p>Tipo de corriente: CCEP.</p>

<p>AWS A5.22 E-316LT1-1/-4</p>	<p>C : 0,03% Mn : 1,85% Si : 0,75% Cr : 18,7% Ni : 11,4% Mo : 2,5% Fe : balance</p>	<p>Resistencia a la tracción: 620 MPa</p> <p>Elongación (L=4d): 38%</p>	<p>Descripción: Alambre tubular con protección gaseosa externa, para soldadura de aceros inoxidable. Gas de protección: 100% CO₂. Posee escoria autodesprendente, transferencia tipo spray, excelente soldabilidad y elevada resistencia al creep a altas temperaturas. El metal de soldadura contiene óptimo contenido de ferrita en su estructura austenítica, de esta forma su soldabilidad es excelente con baja tendencia al agrietamiento.</p> <p>Usos: Fue diseñado para soldadura FCAW de acero inoxidable 18% Cr - 12% Ni - 2% Mo de bajo carbono. Posee bajo contenido de carbono lo cual le da buena resistencia para la mayoría de los tipos de corrosión del metal de soldadura.</p> <p>Aplicaciones típicas: AISI 316L, 316Ti, 316Cb</p> <p>Posiciones de soldadura: P, H, V, SC.</p> <p>Tipo de corriente: CCEP.</p>
<p>AWS A5.22 E-308LT0-3</p>	<p>C : 0,03% Mn : 0,5-2,5% Si : 1,0% Cr : 19,5-21% Ni : 9,0-11% Mo : 0,5% Fe : balance</p>	<p>Resistencia a la tracción: 520 MPa (mín)</p> <p>Elongación (L=4d): >35%</p>	<p>Descripción: Alambre tubular autoprotectido para soldadura de acero inoxidable. La composición del metal depositado es la misma que la del electrodo E-308T0-3 excepto por el contenido de carbono. Su bajo contenido de carbono le permite obtener resistencia a la corrosión intergranular, por precipitación de carburos, sin el uso de elementos estabilizadores tales como columbio y titanio. Su metal depositado no es tan resistente a elevadas temperaturas como el depósito obtenido con E-308 estabilizado con columbio y titanio.</p> <p>Aplicaciones típicas: Base de recubrimientos duros y relleno de polines. Su depósito Cr-Ni permite soldar aceros inoxidables calidades 302, 303, 304, 305, 308.</p> <p>Posiciones de soldadura: P, H.</p> <p>Tipo de corriente: CCEP.</p>

TABLA 2.14 Alambres para soldadura al arco con núcleo de fundente FCAW según al norma

AWS A5.22

Fuente: <http://www.indura.cl>

2.7.3.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Los beneficios del alambre tubular se obtienen al combinar tres características generales:

1. La productividad de la soldadura de alambre continuo.
2. Las cualidades metalúrgicas que pueden derivarse de un fundente.
3. Una escoria que sustenta y moldea el cordón de soldadura.

El proceso FCAW combina características de la soldadura por arco manual protegido (SMAW), soldadura MIG (GMAW) y la soldadura por arco sumergido (SAW).

En el método con protección gaseosa externa, generalmente se utiliza una mezcla de argón y dióxido de carbono, también se utiliza 100% dióxido de carbono. Por su parte, en el proceso tubular autoprotegido, la protección se obtiene a partir de ingredientes del fundente que se vaporizan y que desplazan el aire y además por la escoria que cubre las gotas de metal fundido y la poza de soldadura durante la operación.

Con ciertos tipos de electrodos autoprotegidos, la polaridad recomendable es la corriente continua electrodo negativo (CCEN), ya que produce menor penetración en el metal base.

2.7.3.4 APLICACIONES PRINCIPALES

Las aplicaciones de las dos variantes del proceso FCAW se traslapan, pero las características específicas de cada una las hacen apropiadas para diferentes condiciones de operación. El proceso se emplea para soldar aceros al carbono y de baja aleación, aceros inoxidables y hierro fundido. También sirve para soldar por punto uniones traslapadas en láminas y placas, así como para revestimiento y deposición en superficies duras.

El tipo de FCAW que se use, dependerá del tipo de electrodos de que se dispone, los requisitos de propiedades mecánicas de las uniones soldadas y los diseños y emplantillado de las uniones. En general, el método autoprotegido puede usarse en aplicaciones que normalmente se unen mediante soldadura por arco manual. El método con protección gaseosa puede servir para algunas aplicaciones que se unen con el proceso de soldadura MIG/MAG. Es preciso comparar las ventajas del proceso FCAW con las de esos otros procesos cuando se evalúa para una aplicación específica.

El proceso tubular tiene amplia aplicación en trabajos de fabricación en taller, mantenimiento y construcción en terreno. Se ha usado para soldar ensambles que se ajustan al código de calderas y recipientes de presión de la ASME, a las reglas del American Bureau of Shipping y a ANSI/AWS D1.1, código de soldadura estructural-acero. El FCAW tiene categoría de proceso precalificado en ANSI/AWS D1.1.

Se han usado electrodos de acero inoxidable con núcleo fundente, autoprotegidos y con protección gaseosa, para trabajos de fabricación en general, recubrimiento, unión de metales disímiles, mantenimiento y reparación.

2.7.4 EQUIPOS Y MATERIALES

- Una fuente de poder de soldadura
- Una fuente reguladora de gas de protección.
- Una fuente de electrodo.
- Cables de interconexión y mangueras.
- Mascara de soldar con lente N° 10
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.7.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Cortar platina para la práctica
- 3.- Limpiar la capa de oxido de la platina con un cepillo de cerdas de metal
- 4.-Reunir el equipo y materiales necesarios.
- 5.- Armar el circuito de soldadura de acuerdo a la Fig. 2.52

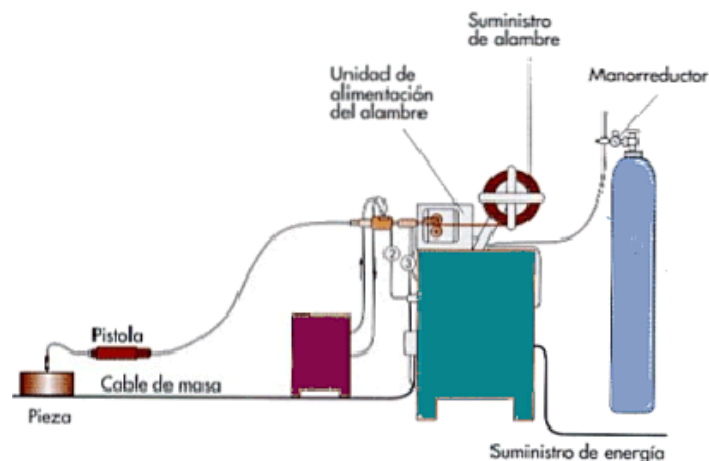


Fig. 2.52 Circuito de soldadura para el proceso FCAW

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 6.- Regular la velocidad de avance del electrodo.
- 7.- Oprimir el gatillo de la pistola hasta que sobresalgan 6 mm de electrodo de la boquilla. En caso de sobrepasar dicha medida, cortar el excedente con un alicate
- 8.- Abrir el cilindro de gas protector.
- 9.- Oprimir el gatillo de la pistola para purgar el aire de las mangueras y ajustar el manómetro al valor deseado (entre 18 y 20 psi)
- 10.- Frotar con la punta del alambre la platina para encender el arco eléctrico.
- 11.- Para extinguir el arco, separar la pistola del metal o bien soltar y volver a pulsar el gatillo
- 12.- Si el electrodo se pega al metal, soltar el gatillo y cortar el electrodo con alicate.
- 13.- Si se desea realizar un cordón o una costura, se deberá calentar el metal formando una zona incandescente, y luego mover la pistola a lo largo de la unión a una velocidad uniforme para producir una soldadura lisa y pareja.

14.- Mantener el electrodo en el borde delantero de la zona de metal fundido, conforme al avance de la soldadura.

15.- El ángulo que forme la pistola con la vertical es muy importante. Este deberá ser de no más de 5° a 10°. De no ser así, el gas no protegerá la zona de metal fundido.

14.- Apagar la fuente de poder

15.- Recoger los cables y mangueras

2.7.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.7.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar el equipo de seguridad como indica figura 2.53

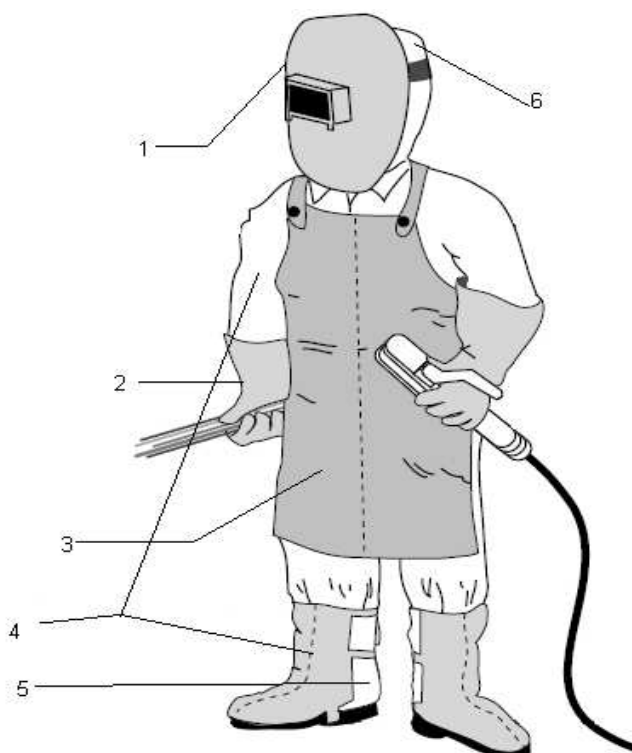


Fig. 2.53 Equipo de seguridad personal

Fuente: <http://www.indura.cl>

1. Máscara de soldar: para proteger los ojos, la cara, el cuello

2. Guantes de cuero: para proteger las manos y muñecas.

3. Delantal de cuero: para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.

4. Polainas y casaca de cuero: para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.

5. Zapatos de seguridad: que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.

6. Gorro: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.

- Conectar los extractores de gases antes de soldar.
- Desconectar la máquina de la red de alimentación para hacer cualquier conexión el equipo.
- Controlar la presión de los gases.
- Terminada la operación de soldadura, aliviar las mangueras de gas
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.7.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables ni mangueras del equipo de soldadura
- No enrollar los cables alrededor del soldador y tampoco alrededor de la maquina.
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- Al terminar de soldar nunca dejar la torcha sobre la mesa de trabajo.
- No tocar partes del circuito de soldadura que estén sin protección, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.

2.8 PRÁCTICA N° 08

2.8.1 TÍTULO: SOLDADURA ELÉCTRICA POR RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW)

2.8.2 OBJETIVO:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por resistencia por puntos (RSW).
- Estudiar los fundamentos de la tecnología de soldadura por resistencia por puntos (RSW).
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura por resistencia por puntos (RSW).

2.8.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

La soldadura por resistencia, (Resistance Welding, RW), es un grupo de procesos de soldadura por fusión que utiliza una combinación de calor y presión para obtener una coalescencia, el calor se genera mediante una resistencia eléctrica dirigida hacia el flujo de corriente en la unión que se va a soldar. Los principales componentes en la soldadura por resistencia se muestran en las figura 2.54

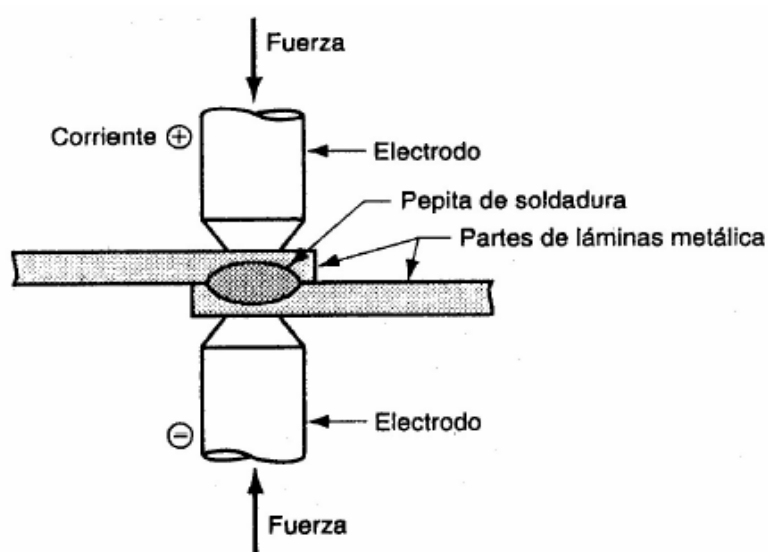


Fig. 2.54 Componentes de la soldadura por resistencia

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Los componentes incluyen las partes de trabajo que se van a soldar (por lo general partes de lámina metálica), dos electrodos opuestos, un medio para aplicar presión destinado a apretar las partes entre los electrodos y un transformador de corriente alterna desde el cual se aplica una corriente controlada.

La operación produce una zona de fusión entre las dos partes, denominada una pepita de soldadura en la soldadura de puntos.

En comparación con la soldadura con arco eléctrico, la soldadura por resistencia no usa gases protectores, fundentes o metal de aporte y los electrodos que conducen la corriente eléctrica para el proceso son no consumibles, la RW se clasifica como un proceso de soldadura por fusión porque el calor aplicado provoca la fusión de las superficies empalmantes. Sin embargo, hay excepciones. Algunas operaciones de soldadura basadas en el calentamiento de una resistencia usan temperaturas abajo del punto de fusión de los metales base, por lo que no ocurre una fusión.

2.8.3.1 FUENTE DE ENERGÍA EN LA SOLDADURA POR RESISTENCIA

La energía calorífica aplicada a la operación de soldadura depende del flujo de corriente, la resistencia del circuito y el intervalo del tiempo en que se aplica la corriente. Esto se expresa mediante la ecuación

$$H = I^2 R t$$

Donde

H = calor generado, en Ws o J;

I = corriente, en A;

R = resistencia eléctrica, en (W);

t = tiempo, en segundos.

La corriente usada en las operaciones de soldadura por resistencia es muy alta (por lo común de 5000 a 20 000 A), aunque el voltaje es relativamente bajo (normalmente menos de 10 V). La duración de la corriente es breve en la mayoría de los procesos, tal vez de 0.1 a 0.4 seg en una operación de soldadura de puntos normal.

Las razones por las que la corriente es tan alta en la soldadura por resistencia son:

- El término al cuadrado en la ecuación del calor generado amplifica el efecto de la corriente.
- La resistencia es muy baja (alrededor de 0.0001 Ω).

La resistencia en el circuito de soldadura es la suma de:

- La resistencia de los electrodos.
- La resistencia de las partes de trabajo.
- Las resistencias de contacto entre los electrodos y las partes de trabajo.
- La resistencia de contacto de las superficies empalmantes.

La resistencia de contacto de las superficies empalmantes son las resistencias más grandes en la suma, dado que ésta es la posición deseada para la soldadura. La resistencia de los electrodos se minimiza usando metales con resistividades muy bajas, tales como el cobre. La resistencia de las partes de trabajo es una función de las resistividades de los metales base implícitos y los espesores de las partes. La resistencia de contacto entre los electrodos y las partes se determina mediante las áreas de contacto (tamaño y forma del electrodo) y la condición de las superficies (por ejemplo, la limpieza de las superficies de trabajo y el óxido en el electrodo). Por último, la resistencia en las superficies empalmantes depende del acabado de la superficie, la limpieza, el área de contacto y la presión. No debe existir pintura, grasa, suciedad u otros contaminantes que separen las superficies que hacen contacto.

El éxito en la soldadura por resistencia depende tanto de la presión como del calor. Las principales funciones de la presión en la RW son:

- Obligar a que hagan contacto los electrodos y las partes de trabajo al igual que las dos superficies de trabajo antes de aplicar una corriente.
- Presionar las superficies empalmantes una contra otra para obtener una coalescencia cuando se alcance la temperatura para soldadura correcta.

Las ventajas generales de la soldadura por resistencia son:

- No se requiere un metal de relleno.
- Son posibles altas tasas de producción.
- Se presta para la mecanización y la automatización.
- El nivel de habilidad del operador es menor al que se requiere para la soldadura con arco eléctrico.
- Es fácil de repetir y es confiable.

Las desventajas son:

- El costo inicial del equipo es alto, por lo general mucho más costoso que la mayoría de las operaciones de soldadura con arco eléctrico.
- Los tipos de uniones que pueden soldarse están limitados a las uniones sobrepuestas para la mayoría de los procesos de RW.

2.8.3.2 SOLDADURA POR RESISTENCIA POR PUNTOS

La soldadura por resistencia por puntos, (Spot Welding RSW), es un proceso en el cual se obtiene la fusión en una posición de las superficies empalmantes de una unión superpuesta, mediante electrodos opuestos. El proceso se usa para unir partes de láminas metálicas con un grosor de 3 mm o menos, usando una serie de soldaduras de puntos en situaciones en donde no se requiere un ensamble hermético. El tamaño y la forma del punto de soldadura se determina por medio de la punta de electrodo, la forma de electrodo más común es redonda; pero también se usan formas hexagonales, cuadradas y otras. La pepita de soldadura resultante tiene normalmente un diámetro de 5 a 10 mm, con una zona afectada por el calor que se extiende un poco más allá de la pepita dentro de los metales base.

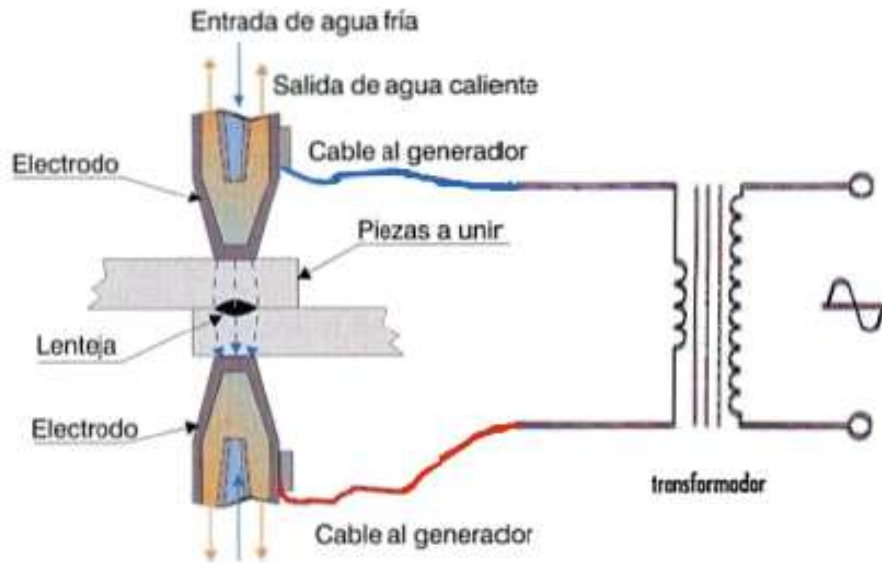


Fig. 2.55 Circuito de soldadura por resistencia por puntos RSW

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

Si la soldadura se hace correctamente, su resistencia es comparable con la del metal circundante. El ciclo en una operación de soldadura de puntos se muestra la figura 2.56

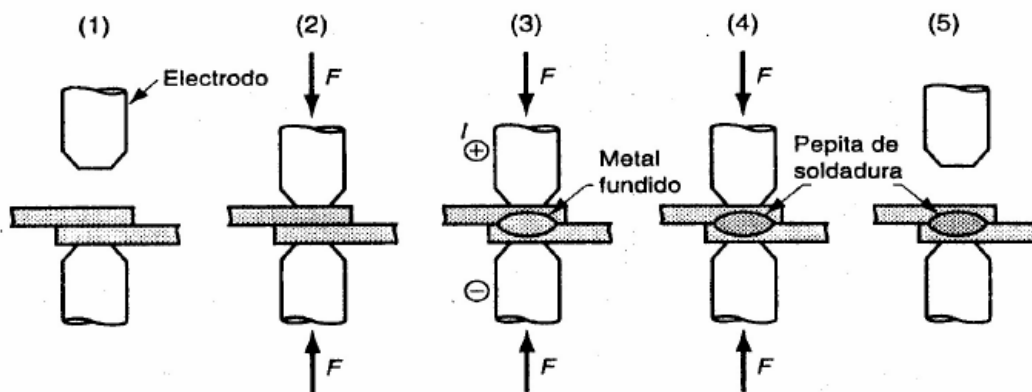


Fig. 2.56 Pasos en un ciclo de soldadura de puntos.

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

La secuencia es:

- (1) Partes insertadas entre los electrodos abiertos.
- (2) Los electrodos se cierran y se aplica una fuerza.
- (3) Tiempo de soldadura (se activa la corriente).

- (4) Se desactiva la corriente, pero se mantiene o se aumenta la fuerza (en ocasiones se aumenta una corriente reducida cerca del final de este paso para liberar la tensión en la región de la soldadura)
- (5) Se abren los electrodos y se remueve el ensamble soldado.

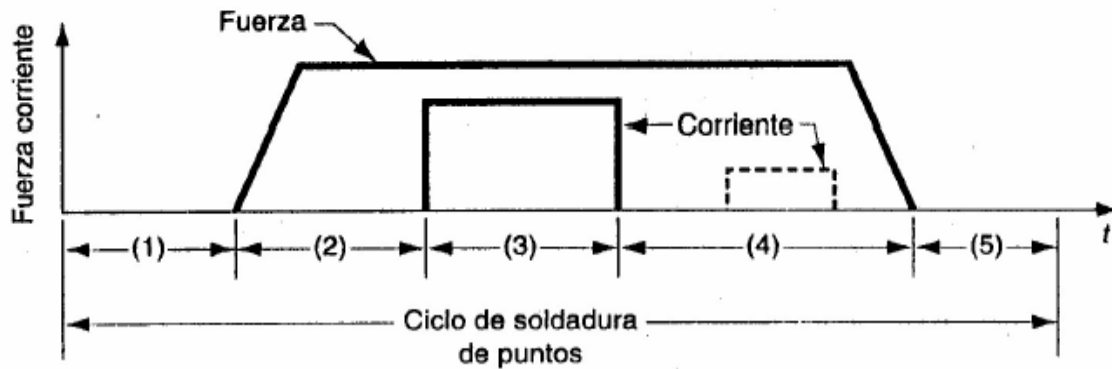


Fig. 2.57 Gráfica de la fuerza de presión y la corriente durante el ciclo.

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Los materiales usados para los electrodos en la RSW consisten en dos grupos principales:

- Aleaciones basadas en cobre. Los electrodos son usados de cobre, porque, comparado con la mayoría de los metales, el cobre tiene una resistencia eléctrica más baja y una conductividad térmica más alta, esto asegura que el calor será generado en la pieza de trabajo y no en los electrodos, en la tabla 2.15 se muestra algunas de estas propiedades.
- Compuestos de metales refractarios, tales como combinaciones de cobre y tungsteno. El segundo grupo tiene una mayor resistencia al desgaste. Igual que en la mayoría de los procesos de manufactura, las herramientas para la soldadura de puntos se desgastan gradualmente con el uso. Cuando, es posible llevarlo a cabo, los electrodos se diseñan con canales internos para enfriamiento con agua.

METAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/M-K)	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (OHMS-CM)	PUNTO DE FUSIÓN (°C)
Acero (1020)	52	17.4E ⁻⁶	1500
Aluminio	190	5.0E ⁻⁶	620
Zinc	112	5.9E ⁻⁶	420
Cobre	385	1.7E ⁻⁶	1085

TABLA 2.15 Propiedades de los materiales usados como electrodos en el proceso RSW

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Espesor Chapa mm	Diámetro Electrodo mm	Diámetro Punto Soldado mm	Soldadura Lenta			Soldadura Rápida		
			Presión Kg	Intensidad Corriente A	Tiempo Soldadura seg	Presión Kg	Intensidad Corriente A	Tiempo Soldadura seg
1	5	5	100	3000	0.4	250	8000	0.1
2	7	6.5	200	5000	1	500	14000	0.3
3	9	8.5	300	8000	2	800	15000	0.6
4	11	10.5	380	10000	3.2	1250	24000	0.9
5	13	12.5	450	12000	4.5	1700	28000	1.4
8	19	18	-	-	-	3700	34000	3

TABLA 2.16 Soldadura por puntos para aceros dulces y semiduros

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

2.8.4 EQUIPOS Y MATERIALES

- Maquina de soldadura RSW.
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platina
- Electrodo

2.8.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal

- 2.- Preparar las chapas a unir. Éstas deben acondicionarse dejándolas en chapa viva y limpias.
- 3.- Aplicar una protección anticorrosiva electrosoldable a las caras internas de las chapas que estarán en contacto tras la soldadura. Esta protección es necesaria para evitar focos de oxidación por filtraciones de humedad, etc.
- 3.- Elegir adecuadamente los electrodos. El diámetro y geometría de las puntas estarán en consonancia con el espesor de las chapas a unir. Han de alinearse con cuidado y estar perfectamente limpios y sin deterioros.
- 4.- Ajustar la distancia entre electrodos. La distancia entre los electrodos, una vez cerrados, ha de ser la correcta. Si estuvieran muy separados, la presión en las chapas sería insuficiente, siendo las puntas de los electrodos las que sufrirían el calentamiento y no las chapas a soldar. Si, por el contrario, los electrodos estuvieran muy juntos, se produciría una sobrepresión en las chapas, que pudiera dar lugar a la expulsión del núcleo del punto.
- 5.- Fijar el voltaje de acuerdo al espesor de la lámina.
- 6.- Fijar el tiempo de corto circuito de acuerdo al espesor de la lámina.
- 7.- Encender la fuente.
- 8.- Presionar los electrodos sobre la lámina para que se produzca el punto de soldadura.
- 9.- Retirar la lamina.
- 10.- Apagar la fuente

2.8.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.8.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar gafas de seguridad.
- Utilizar guantes de protección.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.8.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura..
- No manipular los controles de la maquina sin autorización del profesor.

2.9 PRÁCTICA N° 09

2.9.1 TITULO: SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA (RSEW)

2.9.2 OBJETIVO:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por resistencia de costura (RSEW).
- Estudiar los fundamentos de la tecnología de soldadura por resistencia de costura (RSEW).
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura por resistencia de costura (RSEW).

2.9.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

En la soldadura por resistencia de costura, (Resistance Seam Welding RSEW), los electrodos con forma de varilla de la soldadura de puntos se sustituyen con ruedas giratorias, como se muestran en la figura 2.58, y se hace una serie de soldaduras de puntos sobrepuestas a lo largo de la unión.

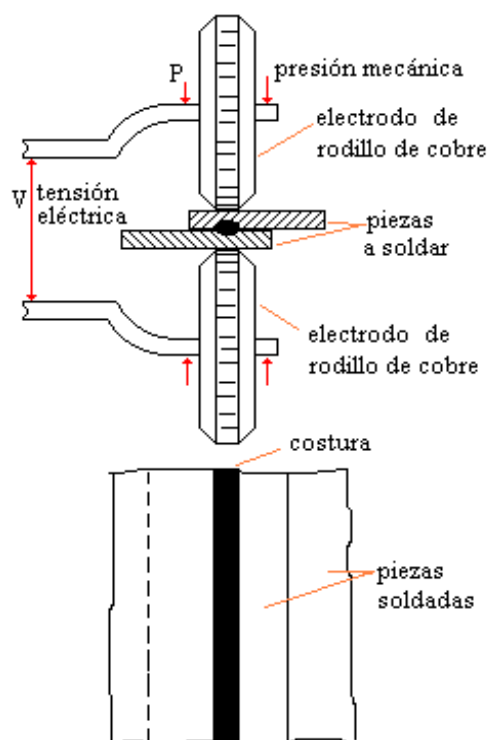


Fig. 2.58 Circuito de soldadura por resistencia de costura RSEW

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

El proceso produce uniones herméticas y sus aplicaciones industriales incluyen la producción de tanques de gasolina, silenciadores de automóviles y otros recipientes fabricados con láminas de metal. Técnicamente, la RSEW es igual que la soldadura de puntos, excepto que los electrodos en ruedas introducen ciertas complejidades. Dado que la operación generalmente se realiza en forma continua, y no separada, las formas engargoladas deben estar a lo largo de una línea recta o uniformemente curva. Las esquinas agudas e irregularidades similares son difíciles de manejar. Asimismo, la deformación de las partes es el factor más significativo en la soldadura RESW, por esta causa se requieren soportes bien diseñados para sostener el trabajo en la posición correcta y así reducir la distorsión.

El espaciamiento entre las pepitas de soldadura en la soldadura RESW depende del movimiento de las ruedas de electrodos relacionado con la aplicación de la corriente de soldadura. En el método usual de operación, denominado soldadura de movimiento continuo, la rueda gira en forma continua a una velocidad constante y la corriente se activa a intervalos de tiempo que coinciden con el espaciamiento deseado entre los puntos de soldadura a lo largo del engargolado. Normalmente, la frecuencia de las descargas de corriente se establece para que se produzcan puntos de soldadura sobrepuestos. Pero si se reduce bastante la frecuencia, habrá espacios entre los puntos de soldadura y este método se denomina soldadura de puntos con rodillo. En otra variable, la corriente de soldadura permanece en un nivel constante (en lugar de activarse y desactivarse), por lo que se produce un engargolado de soldadura verdaderamente continuo. Estas variaciones se muestran en la figura 2.59.

Una alternativa para la soldadura del movimiento continuo es la soldadura de movimiento intermitente, en la cual la rueda de electrodos se detiene periódicamente para hacer la soldadura de puntos. La cantidad de rotación de rueda entre las detenciones determina la distancia entre los puntos de soldadura a lo largo del engargolado, produciendo patrones similares a los de las partes (a) y (b) de la figura 2.59.

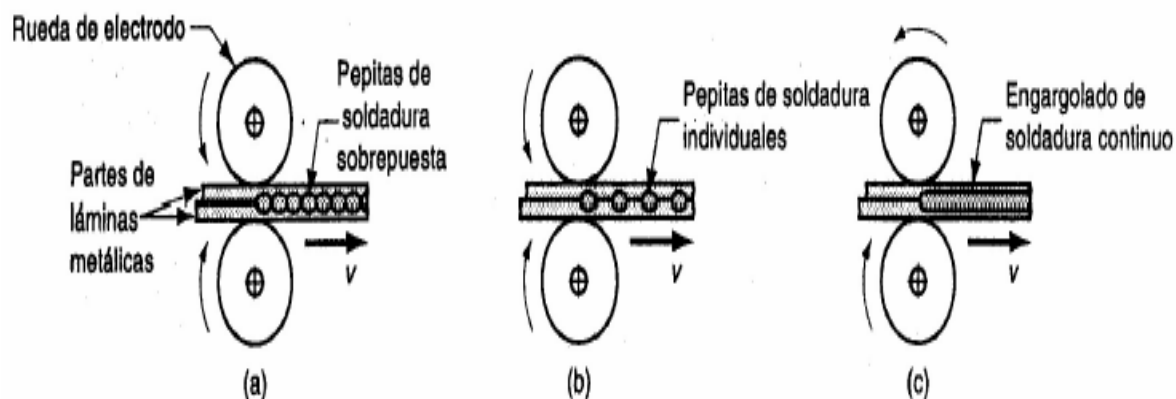


Fig. 2.59 Diferentes tipos de engargolados producidos por ruedas de electrodos: (a) soldadura de engargolado por resistencia convencional, en la cual se producen puntos sobre puestos, (b) soldadura de puntos en rollo y (c) soldadura por resistencia continua

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Las máquinas de soldadura RESW son similares a los soldadores por puntos de tipo presión, excepto que se usan ruedas de electrodos, en lugar de los electrodos normales con forma de varilla. Con frecuencia es necesario el enfriamiento del trabajo y las ruedas en la soldadura engargolada por resistencia, esto se consigue dirigiendo agua a las partes superior e inferior de las superficies de la parte de trabajo, cerca de las ruedas de electrodos.

2.9.4 EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de soldadura RESW.
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platinas
- Electrodos

2.9.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1.- Colocarse el equipo de protección personal

- 2.- Preparar las chapas a unir. Éstas deben acondicionarse dejándolas en chapa viva y limpias.
- 3.- Aplicar una protección anticorrosiva electrosoldable a las caras internas de las chapas que estarán en contacto tras la soldadura. Esta protección es necesaria para evitar focos de oxidación por filtraciones de humedad, etc.
- 3.- Elegir adecuadamente los electrodos de rodillos. Han de alinearse con cuidado y estar perfectamente limpios y sin deterioros.
- 4.- Ajustar la distancia entre electrodos de rodillos.
- 5.- Fijar el voltaje de acuerdo al espesor de la lámina.
- 6.- Fijar el tiempo de corto circuito de acuerdo al espesor de la lámina.
- 7.- Encender la fuente.
- 8.- Pasar los electrodos rodillos sobre la lámina para producir la soldadura.
- 9.- Retirar la lamina.
- 10.- Apagar la fuente

2.9.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.9.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar gafas de seguridad.
- Utilizar guantes de protección.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.9.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.

No manipular los controles de la maquina sin autorización del profesor.

2.10 PRÁCTICA N° 10

2.10.1 TÍTULO: SOLDADURA POR RESISTENCIA DE CHISPA

2.10.2 OBJETIVO:

- Comprender y aplicar el procedimiento de soldadura por resistencia de chispa.
- Estudiar los fundamentos de la tecnología de soldadura por resistencia de chispa.
- Conocer y utilizar el equipo de soldadura por resistencia de chispa.

2.10.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

La soldadura por resistencia de chispa es un proceso de soldadura donde la unión se produce simultáneamente por medio de calor obtenido de la corriente eléctrica entre las superficies y se completa por presión después del calentamiento. Las dos piezas que hay que soldar se sujetan entre unas mordazas por las que pasa la corriente, las cuales están conectadas a un transformador que reduce la tensión de red a la de la soldadura. Las superficies que se van a unir, a consecuencia de la elevada resistencia al paso de la corriente que circula por las piezas, se calientan hasta la temperatura conveniente para la soldadura. En este momento se interrumpe la corriente, y se aprietan las dos piezas fuertemente una contra otra

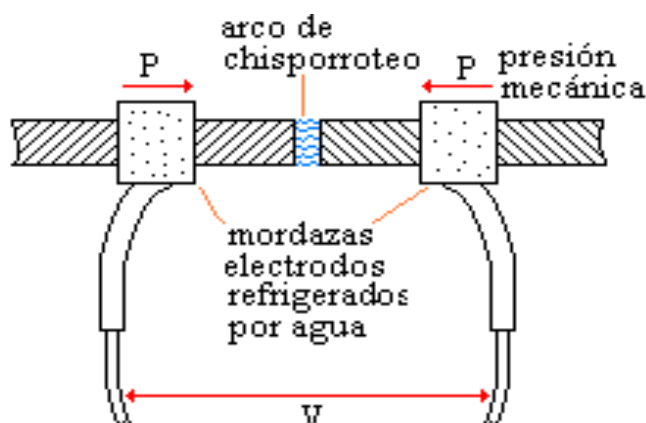


Fig. 2.60 Soldadura por resistencia de chispa

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

El proceso de soldadura por resistencia de chispa se aplica normalmente para obtener uniones empalmadas, si se ponen en contacto o se acercan las dos superficies que se van a unir y se aplica una corriente eléctrica para calentar las superficies hasta su punto de fusión, después de lo cual las superficies se oprimen juntas para formar la soldadura. Los dos pasos se detallan en la figura 2.61

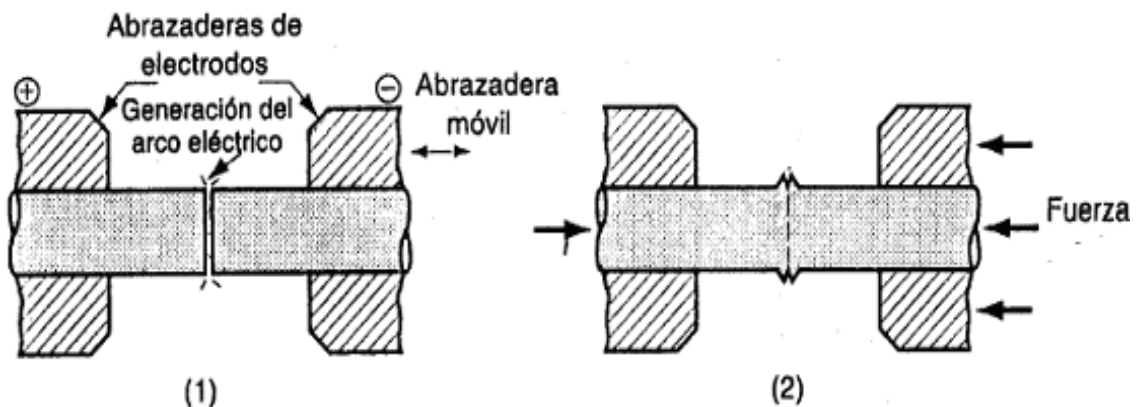


Fig. 2.61 Soldadura por resistencia de chispa
 (1) Calentamiento mediante resistencia eléctrica
 (2) Las partes se aprietan una contra la otra

Fuente: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm>

Además del calentamiento por resistencia, se generan ciertos arcos (llamados destellos instantáneos de ahí el nombre) dependiendo del alcance del contacto entre las superficies empalmantes, por lo que la soldadura por resistencia de chispa se la clasifica en ocasiones en el grupo de soldadura con arco eléctrico. Por lo general, la corriente se detiene durante el proceso en cual se aplica la presión. Se desborda un poco de metal de la unión, al igual contaminante en las superficies, que después debe maquinarse para proporcionar una unión de tamaño uniforme.

Las aplicaciones de la soldadura instantánea incluyen las soldaduras de tiras de acero en operaciones con laminadoras, la unión de extremos en el estirado de alambres y la soldadura de partes tubulares. Los extremos que se van a unir deben tener las mismas secciones transversales. Para estos tipos de aplicaciones de alta producción, la soldadura instantánea es rápida y económica, pero el equipo es costoso y de gran tamaño, pero pueden obtenerse muy buenas soldaduras a un alto ritmo de producción

2.10.4 EQUIPOS

- Maquina de soldadura por resistencia de chispa.
- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero
- Mandil
- Delantal de cuero
- Platinas

2.10.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Preparar las piezas a unir. Éstas deben acondicionarse dejándolas limpias.
- 3.- Aplicar una protección anticorrosiva electrosoldable a las caras internas que estarán en contacto tras la soldadura. Esta protección es necesaria para evitar focos de oxidación por filtraciones de humedad, etc.
- 3.- Ajustar las piezas en las mordazas electrodos de la maquina.
- 4.- Ajustar la distancia entre las piezas.
- 5.- Fijar el voltaje de acuerdo al material a soldar.
- 6.- Fijar el tiempo de corto circuito de acuerdo al material a soldar.
- 7.- Encender la fuente.
- 8.- Realizar la soldadura.
- 9.- Retirar la pieza.
- 10.- Apagar la fuente

2.10.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad necesarias para trabajar en esta práctica son las siguientes:

2.10.6.1 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar gafas de seguridad.

- Utilizar guantes de protección.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.10.6.2. LO QUE NO SE DEBE HACER

- No pisar los cables del equipo de soldadura
- No colocar objetos inflamables cerca del área de soldadura.
- No manipular los controles de la maquina sin autorización del profesor.

2.11 PRÁCTICA N° 11

2.11.1 TÍTULO: SOLDADURA FUERTE

2.11.2 OBJETIVO:

- Conocer el funcionamiento básico de los 3 procesos de soldadura Fuerte: con soplete (TB), con inmersión (DB) y de resistencia (RB).
- Conocer las ventajas y limitaciones del proceso de soldadura fuerte.
- Conocer el equipo necesario en la soldadura fuerte.

2.11.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.11.3.1 LA SOLDADURA FUERTE



Fig. 2.62 Soldadura fuerte

Fuente: www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pd

La soldadura fuerte también conocida en la terminología inglesa como brazing, es un proceso de unión térmica en el que el metal de aporte, se calienta hasta su fusión fluyendo por capilaridad entre la holgura que existe entre los materiales a soldar y uniendo sus superficies por atracción atómica y mediante difusión.

El material de aporte tiene un punto de fusión por encima de los 450°C, pero siempre por debajo del punto de fusión de los componentes que va a unir.

Las características físicas y químicas del material de aporte son completamente diferentes de las piezas que va a soldar.

Una característica notable de esta técnica es su capacidad para unir materiales disimilares y componentes con masas y tamaños distintos. Es capaz, por ejemplo de unir carburos de tungsteno con aceros.

2.11.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA SOLDADURA FUERTE

2.11.3.1.1.1 SOLDADURA FUERTE CON SOPLETE (TB)

El calor se aplica con un soplete de manera local en las partes del metal a unir, el metal de aporte en forma de alambre se derrite en la junta. El soplete puede funcionar por medio de oxiacetileno o hidrógeno y oxígeno

2.11.3.1.1.2 SODLADURA FUERTE CON INMERSIÓN (DB)

El metal de aporte previamente fundido se introduce entre las dos piezas que se van a unir, cuando este se solidifica, las piezas quedan unidas.

2.11.3.1.1.3 SOLDADURA FUERTE DE RESISTENCIA (RB)

La temperatura de las partes a unir y del metal de aporte se puede lograr por medio de resistencia a la corriente, por inducción o por arco, en los tres métodos el calentamiento se da por el paso de la corriente entre las piezas metálicas a unir.

2.11.3.1.1.4 SOLDADURA FUERTE EN HORNO (FB)

Es un proceso de soldadura fuerte en el cual las partes que se van a unir se colocan en un horno. (La pieza de trabajo se puede considerar como “horno” cuando la fuente de calor se coloca interna respecto a la pieza de trabajo). El horno se calienta luego a una temperatura conveniente.

2.11.3.2 VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA FUERTE

El proceso de soldadura fuerte es uno de los procesos de unión más versátiles utilizados hoy en día.

Las ventajas que ofrecen son:

- Costo efectivo, con muy poca cantidad de aleación se puede conseguir la unión de dos piezas, que realizada correctamente es comparable a cualquier otro método de soldeo a menor precio.
- La soldadura fuerte produce uniones resistentes. Al contrario de lo que se puede pensar, la resistencia de la unión no tiene nada que ver con las características del material de aporte. Sorprendentemente y dependiendo del material base, la unión de un brazing realizado adecuadamente proporciona una resistencia mucho mayor que el material de aporte.
- Produce uniones dúctiles capaces de soportar considerables choques y vibraciones.
- Capaz de unir metales cuyas secciones transversales difieren notablemente.
- Las uniones tienen una excelente distribución de esfuerzos, siendo el filete formado ideal para resistir fatiga.
- Esta técnica es ampliamente utilizada en instalaciones de tuberías de líquidos y gases debido al impedimento que ofrece a la presencia de fugas.
- Es idóneo en procesos donde no está permitida la fusión. Por ejemplo, la soldadura de pequeños soportes y casquillos a tuberías de motores, o en la unión de piezas de pequeño espesor y tamaño, donde las técnicas de fusión podrían destruir el material base.
- También este proceso ofrece una buena conductividad eléctrica, siendo usado en aplicaciones donde esta propiedad es importante.
- Es esencialmente una operación de un único proceso, si este se realiza adecuadamente. No requiere de rectificado o de acabados mecánicos después de que la unión se ha completado.

- Debido a que el soldeo utiliza el efecto capilar, uniones complejas son tan fáciles de unir como las simples.
- Permite la soldadura de los materiales base con recubrimientos y plaqueados, en el caso de *brazing* por horno de materiales base níquel que contengan titanio y aluminio, se requiere de un plaqueado de níquel en la zona de unión para mejorar el proceso.
- Las uniones soldadas presentan una buena apariencia con bordes lisos y limpios.
- El método de soldadura fuerte también ofrece ciertas limitaciones que se exponen a continuación:
- La preparación de las piezas puede resultar más costosa que en un proceso por fusión.
- El brazing proporciona para algunos casos menos resistencia mecánica y continuidad en la unión que un proceso de fusión, aunque una soldadura correctamente diseñada y ejecutada puede ser tan resistente como los materiales base.
- Las uniones óptimas están generalmente solapadas por lo que incrementa el peso del conjunto.
- Siempre va ser necesario una limpieza posterior al soldeo para eliminar los residuos del fundente.

2.11.3.3 NATURALEZA DEL MATERIAL DE APORTE

Las varillas utilizadas para soldar mediante Brazing y soldadura Brazing son de aleaciones de cobre y aleaciones de plata, principalmente.

Aleación de cobre.- Contiene generalmente un alto porcentaje de este metal y un apreciable porcentaje de zinc y es esta aleación la que produce una combinación óptima de alta resistencia a la tracción y gran ductilidad.

Como se requiere elementos adicionales en las varillas de soldar, i mejor dicho en el metal depositado al fabricar las varillas estas deben tener cantidades adicionales de estaño, hierro, níquel, manganeso, plata y silicio.

Aleaciones de Plata.- Contienen por lo general distintos porcentajes de plata, cobre y zinc. También se ha agregado en porcentaje variado elementos como

cadmio, fósforo, estaño, etc., según las necesidades de cada caso, para obtener determinadas propiedades de mayor fluidez y soldabilidad y poder destinarlas a determinadas aplicaciones.

2.11.3.4 FUNDENTES

En estos procesos se emplean agentes limpiadores, denominados fundente.

Los fundentes están destinados a disolver o arrastrar los óxidos, que durante su calentamiento se forman en la superficie de los diversos metales, para así evitar la formación de dichos óxidos.

No existen un “fundente universal” para todos los usos, en vista de que los óxidos de los diferentes metales y aleaciones varían grandemente en sus propiedades físicas y químicas.

Cada metal base y cada carilla de aportación requiere un fundente especial, de acuerdo a sus propias características.

Uno de los fundentes más utilizados es el borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Es una sal blanca del ácido bórico (H_3BO_3) (ácido bórico es una sustancia sólida). Borax se funde a una temperatura de unos $750\text{ }^\circ\text{C}$. Borax fundido disuelve muchos óxidos de metales. Por eso sirve de fundente para la soldadura fuerte (con latón).

2.11.4 EQUIPOS Y MATERIALES



Fig. 2.63 Equipos necesarios para la soldadura fuerte

Fuente:

- 1.- Soldadores eléctricos.
- 2.- Soplete con cartucho o botella de gas.
- 3.- Bórax
- 4.- Platinas
- 5.- Electrodo o material de aporte

2.11.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Colocarse el equipo de protección personal
- 2.- Diseño de la unión
- 3.- Elección del material de aporte
- 4.- Cortar platina o material base.
- 5.- Limpiar la capa de óxido del material base, mediante proceso químico o mecánico.
- 6.- Encender la máquina, en cuenta lo siguiente:

a) Conexión de los elementos del equipo.

1. Limpiar e inspeccionar cada uno de los componentes, asegurarse que no hay aceite o grasa en las conexiones de oxígeno.
2. Realizar el purgado de botellas.
3. Montar el equipo de soldeo con las válvulas cerradas, verificando las conexiones antes de abrir ninguna de ellas.

b) Apertura del oxígeno y del acetileno.

La secuencia de operación se realiza con uno de los gases y luego con el otro pero nunca simultáneamente:

1. Antes de abrir la válvula comprobar que el tornillo de regulación de manorreductor está aflojado.
2. Abrir el grifo de la botella lentamente. En la de oxígeno totalmente y en la de acetileno media vuelta.
3. Abrir la válvula de cierre del manorreductor.
4. Abrir válvula en el soplete.
5. Apretar el tornillo de regulación hasta que se obtenga la presión deseada. La presión de acetileno no debe superar 1 Kg/cm².

6. Dejar salir gas durante 5 segundos por cada 15 m de longitud y cerrar válvula de soplete.

c) Encendido y apagado del soplete

Nunca se debe apagar cerrando primero el oxígeno ya que puede quedarse la llama atrapada dentro del soplete.

1. Verificar el estado del soplete, estanqueidad y limpieza de boquillas.
2. Verificar conexiones de mangueras.
3. Comprobar presiones de trabajo.
4. Abrir válvula de acetileno, encender llama con el mechero y regular la llama con el oxígeno.
5. Para apagar cerrar primero la válvula de acetileno y luego de la oxígeno.
6. Manejar el soplete evitando movimientos bruscos.

d) Cierre de botellas

1. Cerrar válvulas de los cilindros
2. Aflojar el tornillo de los manorreductores.
3. Desalojar los gases de las mangueras abriendo las válvulas de los sopletes.
4. Atornillar la válvula de cierre del manómetro.
5. Cerrar las válvulas del soplete.
6. Abrir la válvula de oxígeno del soplete para dejar salir todo el gas.

7.- Adecuado utilaje de sujeción, (debe soportar altas temperaturas y ciclos térmicos.)

8.- Calentamiento de la unión y aplicación de la aleación, controlando (tiempo y volumen de flujo)

9.- Observar los resultados de la soldadura.

10.- Apagar la máquina.

11.- Retirar la pieza soldada con una pinza, a un lugar ventilado.

12.- Realizar la limpieza post soldeo, dependiendo del fundente (químicos o mecánicos)

2.11.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Tanto los materiales de aporte como los fundentes contienen elementos que sobrecalentados producen humos que pueden ser perjudiciales para la salud. Por tanto el brazing debe ser:

1. Se debe llevar a cabo en áreas bien ventiladas y evitando la inhalación de humos.
2. Las instalaciones extractoras son recomendadas cuando se utilizan cadmio.
3. Los fundentes pueden originar irritaciones moderadas en la piel y cualquier contacto prolongado debe ser evitado.

2.11.7 LO QUE SE DEBE HACER

- Utilizar el equipo de seguridad como indica figura 2.64



Fig. 2.64 Equipo de seguridad personal

Fuente:

www.ministrabajo.go.cr/consejo%20salud%20ocupacional/Articulos/Riesgos%20en%20proceso%20de%20soldadura_3.ppt

- Verificar que los extractores estén encendidos.

- Usar guantes para evitar el contacto del fundente con la piel.
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- Utilizar los elementos de seguridad necesarios (mascarilla, guantes. Gafas de protección) cuando se limpia la escoria.
- Cualquier duda preguntar al instructor.

2.11.8 LO QUE NO SE DEBE HACER

- Tocar las piezas que han sido soldadas con guantes o sin ellos.
- Proceder a la soldadura sin tener el conocimiento básico.
- Enfriar la pieza soldada con agua, esperar hasta que esta se enfríe con el ambiente y luego proceder a realizar la limpieza post soldeo.
- Trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo.

2.12 PRÁCTICA N° 12

2.12.1 TITULO: SOLDADURA BLANDA

2.12.2 OBJETIVO:

- Conocer y utilizar correctamente el equipo de soldadura blanda.
- Adquirir la destreza necesaria para soldar con caudín.
- Conocer los principales fundamentos de la soldadura blanda.
- Conocer las principales aplicaciones de la soldadura blanda.

2.12.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.12.3.1 LA SOLDADURA BLANDA



Fig. 2.65 Soldadura blanda

Fuente: www.sourcingparts.com

Es la unión de dos piezas de metal por medio de otro metal llamado de aporte, éste se aplica entre ellas en estado líquido. La temperatura de fusión de estos metales no es superior a los 430°C. En este proceso se produce una aleación entre los metales y con ello se logra una adherencia que genera la unión. En los metales de aporte por lo regular se utilizan aleaciones de plomo y estaño los que funden entre los 180 y 370°C.

Este tipo de soldadura es utilizado para la unión de piezas que no estarán sometidas a grandes cargas o fuerzas. Una de sus principales aplicaciones es

la unión de elementos a circuitos eléctricos. Por lo regular el metal de aporte se funde por medio de un cautín y fluye por capilaridad.

2.12.3.2 APLICACIONES

- Electrónica. Para soldar componentes en placas de circuitos impresos.
- Soldaduras de plomo. Se usan en fontanería para unir tuberías de plomo, o tapar grietas existentes en ellas.
- Soldadura de cables eléctricos.
- Soldadura de chapas de hojalata.

Aunque la soldadura blanda es muy fácil de realizar, presenta el inconveniente de que su resistencia mecánica es menor que la de los metales soldados; además, da lugar a fenómenos de corrosión.

2.12.3.3 CLASIFICACIÓN DE LA SOLDADURA BLANDA

2.12.3.3.1 SOLDADURA BLANDA CON SOPLETE (TS)

Soldadura Blanda con Antorcha, Torch Soldering (TS). Un proceso de soldadura blanda que emplea calor de una llama con gas combustible.

2.12.3.3.2 SODLADURA BLANDA CON INMERSIÓN (DS)

Soldadura Blanda por Inmersión, Dip Soldering (DS). Un proceso de soldadura blanda empleando el calor suministrado por un baño de metal fundido que proporciona el metal de relleno de soldadura blanda.

2.12.3.3.3 SOLDADURA BLANDA CON CAUTÍN (HS)

Este tipo de soldadura es una operación esencial en la fabricación de aparatos electrónicos.

El soldador manual es una herramienta sencilla, pero muy útil e importante, cuyo manejo también se desarrolla en el campo industrial.

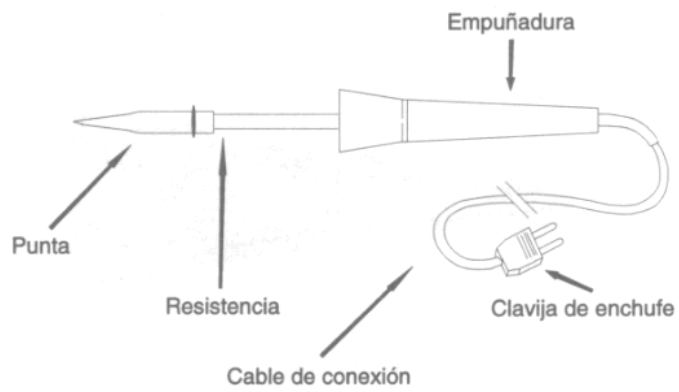


Fig. 2.66 Partes de un cautín*

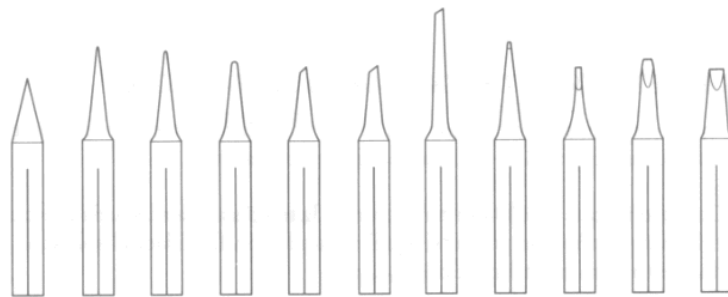


Fig. 2.67 Tipos de puntas de cautín*

- 1.- Base de cobre
- 2.- Capa de hierro
- 3.- Capa de níquel
- 4.- Capa de cromo
- 5.- Prestañado

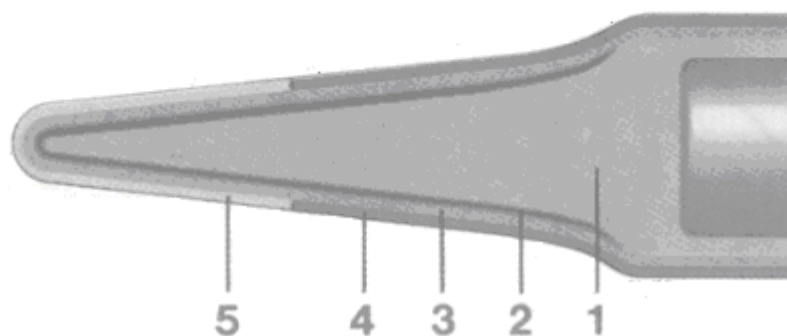


Fig. 2.68 Partes de la punta de un cautín.*

*Fuente: www.pnte.cfnavarra.es/tecnologia/weborriak/castellano/soldadura.doc

2.12.3.3.1 SEGURIDAD PARA LA SOLDADURA CON CAUTÍN

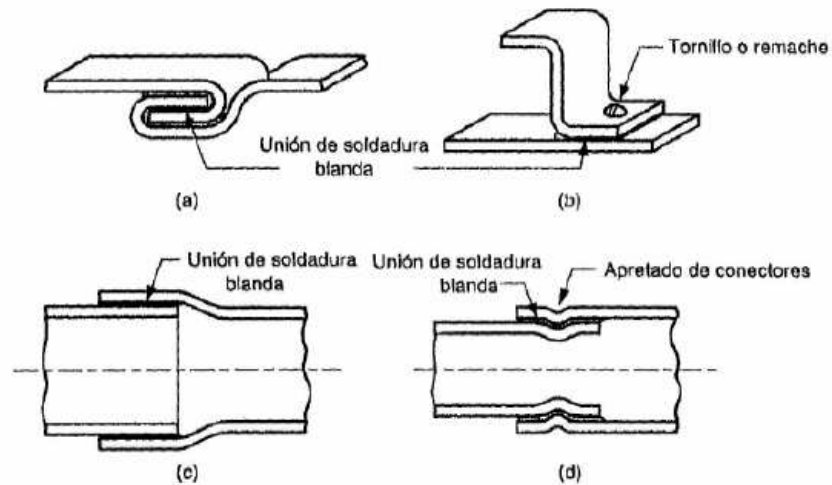
- Utilizar lentes especiales para seguridad.
- Evitar inhalar el humo de la soldadura, pues contiene plomo que va directo a los pulmones.
- Colocar el cautín en sujetador en un lugar que no obstaculice el acceso a los elementos de trabajo.
- Usar el tamaño de punta del cautín adecuado a la tarea.
- Asegurarse que la punta del cautín esta firmemente sujeta.
- Mantener limpia la punta del cautín usando una esponja húmeda.
- No sacudir el cautín para quitar el excedente de soldadura de la punta.
- No olvidar desconectar el cautín al terminar la jornada o la tarea de soldar.
- No utilizar la punta del cautín como desarmador u otra actividad que no sea la propia.
- Informar de todos los accidentes o posibles riesgos al INSTRUCTOR.

2.12.3.4 SOLDADURA BLANDA CON RESISTENCIA (RS)

Soldadura Blanda por Resistencia, Resistance Soldering (RS). Un proceso de soldadura blanda que emplea la resistencia al flujo de la corriente eléctrica en un circuito del cual las piezas de trabajo son una parte.

2.12.3.5 VENTAJAS QUE OFRECE LA SOLDADURA BLANDA

- Poca energía requerida.
- Control preciso en cantidad de material de aporte.
- Variedad en métodos de calentamiento.
- Automatización fácil y económica.
- Aleaciones de los materiales de aporte
- pueden ser seleccionadas según atmósfera.
- Aumentar resistencia mecánica:



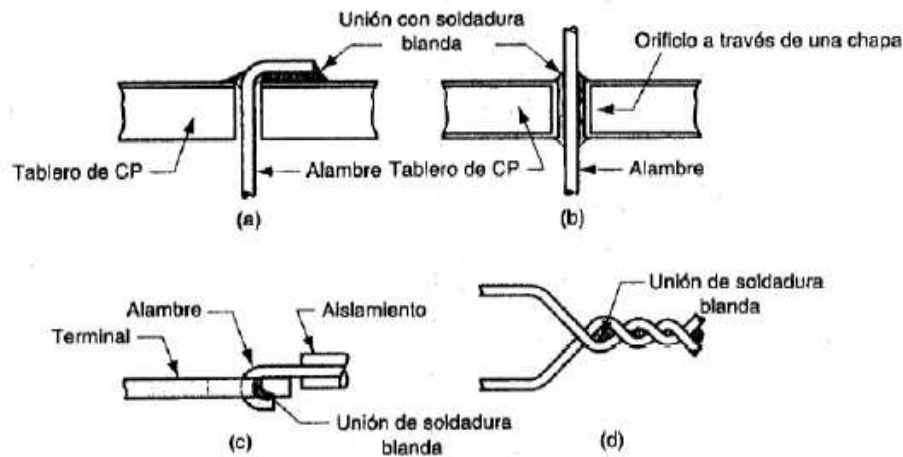
Entrelazado mecánico en uniones soldadas en blando para aumentar la resistencia: (a) engargolado sellado plano; (b) unión con tornillo o remache; (c) ajustes en conductos de cobre (unión cilíndrica sobrepuesta) y (d) apretado (formado) de conectores de unión cilíndrica sobrepuesta.

Fig. 2.69 Aumenta la resistencia mecánica.

Fuente:

www.aemifesa.com/publicaciones/Articulo%20Tcnico%20SOLDADURA%20BLANDA%202

➤ Uniones para fines eléctricos:



Técnicas para asegurar la unión mediante medios mecánicos antes de la soldadura blanda en conexiones eléctricas: (a) alambre de plomo apretado en el tablero de PC, (b) orificio enchapado en tablero de PC para maximizar la superficie de contacto de la soldadura blanda (c) alambre enganchado en terminal plana y (d) alambres trenzados.

Fig. 2.70 Uniones con fines eléctricos.

Fuente:

www.aemifesa.com/publicaciones/Articulo%20Tcnico%20SOLDADURA%20BLANDA%202

2.12.3.6 FUNDENTES

2.12.3.6.1 CARACTERÍSTICAS

- Fundirse a temperatura de fundición blanda.
- Remover películas de oxido y manchas en superficies.
- Evitar la oxidación durante el calentamiento.
- Dejar un residuo que no sea corrosivo ni conductivo.

Orgánicos:

- Resina (resina natural) o ingredientes solubles en agua (alcoholes, ácidos orgánicos).
- Conexiones eléctricas y electrónicas

Inorgánicos:

- Ácidos inorgánicos (combinaciones de cloruros de zinc y amonio).
- Fundente rápido y activo.

2.12.4 EQUIPOS Y MATERIALES



Fig. 2.71 Equipo necesario para la soldadura blanda

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdfw

- 1.- Soldadores eléctricos.
- 2.- Soplete con cartucho o botella de gas.
- 3.- Platinas
- 4.- Electrodo o material de aporte.

2.12.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.12.5.1 PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR CON CAUTÍN.

1. Tener la temperatura adecuada para el cautín.
2. Preparamos las piezas a ser soldadas.
3. Limpiar la punta del cautín con una esponja húmeda.
4. Colocar la punta del cautín sobre la unión a soldar con una inclinación de 30 a 50 grados por un tiempo aproximado de 2 segundos antes de aplicar la soldadura
5. Aplicar la soldadura entre la punta del cautín y la unión a soldar en un tiempo que no pase de 2 segundos.
6. Asegurarse que la soldadura esta cubriendo alrededor de la unión.
7. Retirar la soldadura y no le haga aire ni le sople para que endurezca correctamente.
8. Retirar el cautín, teniendo cuidado de no separar las piezas.
9. Limpiar el excedente de soldadura con acetona o alcohol.

2.12.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Los problemas higiénicos que se generan en este tipo de soldaduras provienen fundamentalmente de los humos metálicos (suelen ser de estaño y plomo en una relación de 60 por 100 de Pb aproximadamente), con el consiguiente riesgo de saturnismo por inhalación a través de vías respiratorias como ingestión (manos sucias en contacto con comidas, cigarrillos, etc.).

2.12.6.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD AL SOLDAR CON CAUTÍN

- Coloque la herramienta en su soporte después de usarla y déjela enfriar antes de almacenarla.
- El uso incorrecto de la herramienta puede ser la causa de un incendio, sea prudente.

2.12.7 LO QUE SE DEBE HACER

- Usar el equipo adecuado de protección personal, dependiendo el caso. Si se esta soldando con cautín se debe utilizar una mascarilla para evitar

la inhalación del humo generado, guantes apropiados, para evitar el contacto con la piel, gafas para evitar el contacto con los ojos.

- Si tiene cualquier duda o inquietud, comunicarle al supervisor.
- Tener a la mano un extintor para usarlo en caso de incendio.
- Mantener las piezas inmovilizadas hasta que el estaño se hay enfriado y solidificado.
- Comprobar que la soldadura quede brillante, sin poros y cóncava.

2.12.8 LO QUE NO SE DEBE HACER

- Soplar la soldadura, pues solo se conseguiría un enfriamiento prematuro que daría como resultado una soldadura fría, mate y en definitiva defectuosa.
- Utilizar elementos de soldadura defectuosos y que puedan causar algún tipo de daño a la persona.

CAPITULO III

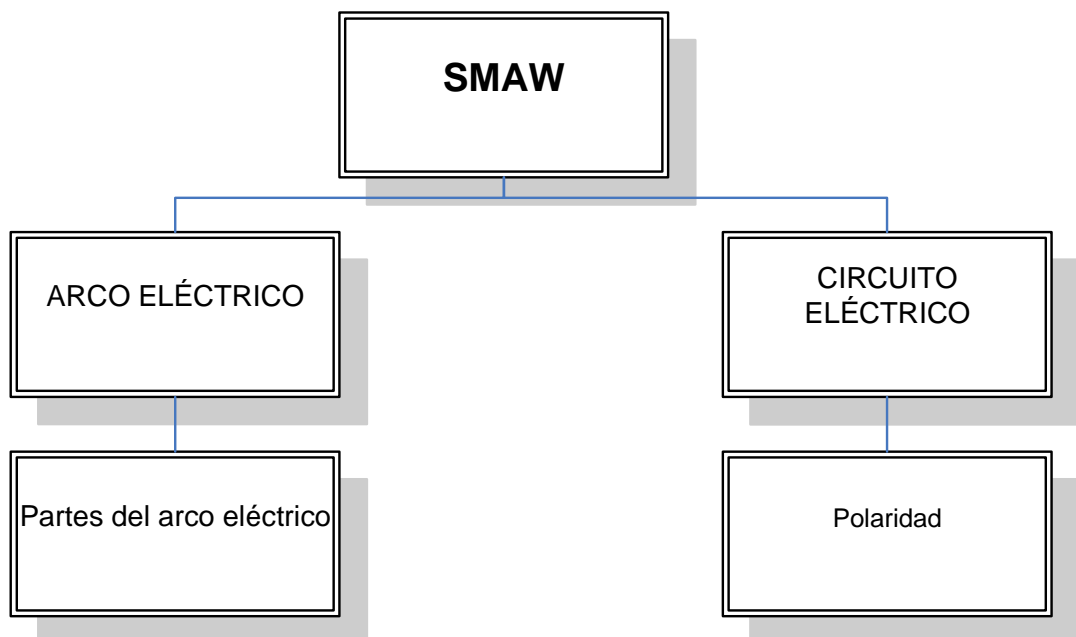
3.1 PRÁCTICA N° 01

3.1.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO.

3.1.2 OBJETIVOS:

- Enseñar a armar el circuito básico de soldadura SMAW.
- Enseñar los principales fundamentos prácticos y teóricos de la soldadura SMAW.
- Verificar que el estudiante utilice correctamente el equipo de protección personal.

3.1.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW



3.1.4 EQUIPO NECESARIO:

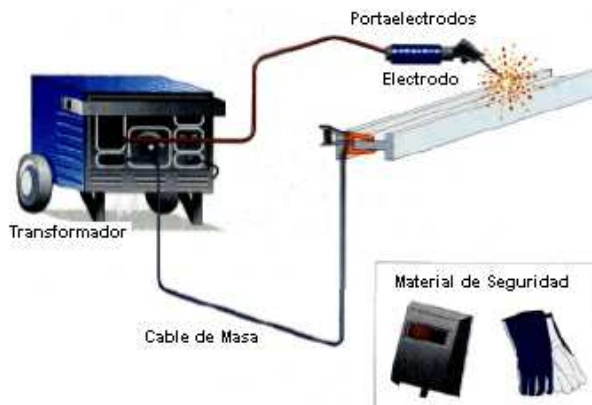


Fig. 3.1 Equipo para la soldadura SMAW

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Generador de corriente (fuente de poder)
- 2.- Cable de Poder
- 3.- Porta Electrodo
- 4.- Masa o Tierra
- 5.- Electrodo
- 6.- Pieza de Trabajo
- 7.- EPP (Equipos de protección personal)

3.1.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

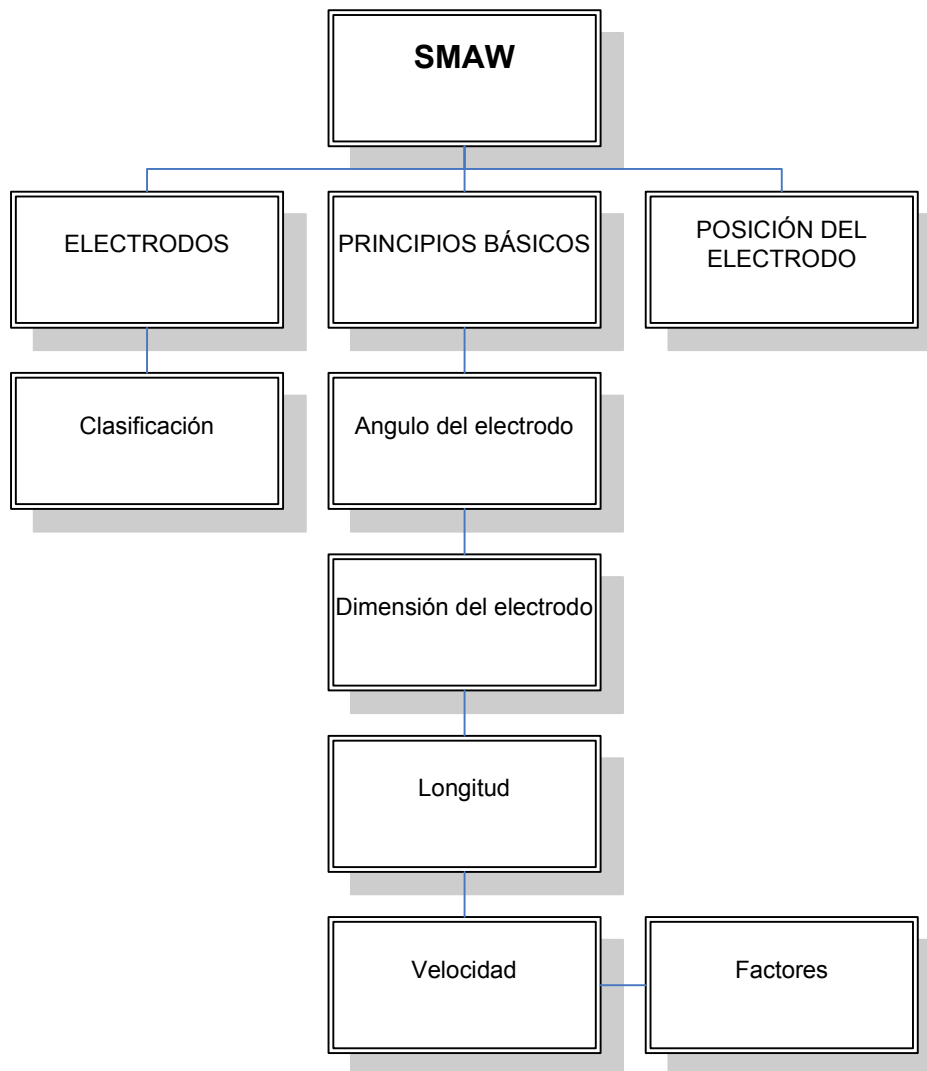
3.2 PRÁCTICA N° 02

3.2.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO.

3.2.2 OBJETIVOS:

- Enseñar a mantener el arco eléctrico en forma estable.
- Enseñar los parámetros principales del arco eléctrico.
- Enseñar a formar cordones de soldadura.

3.2.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW



3.2.4 EQUIPO NECESARIO:



Fig. 3.2 Equipo para la soldadura SMAW

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Generador de corriente (fuente de poder)
- 2.- Cable de Poder
- 3.- Porta Electrodo
- 4.- Masa o Tierra
- 5.- Electrodo
- 6.- Pieza de Trabajo
- 7.- EPP (Equipos de protección personal)

3.2.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

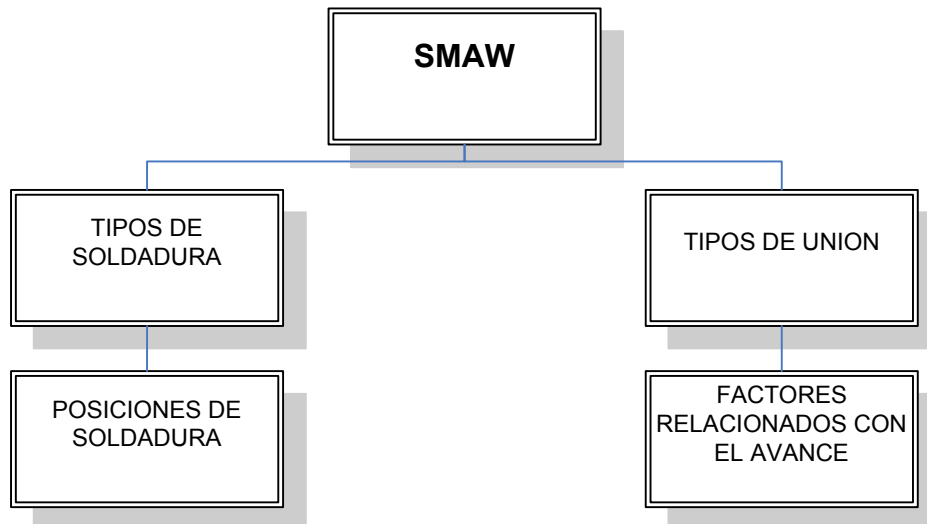
3.3 PRÁCTICA N° 03

3.3.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO.

3.3.2 OBJETIVOS:

- Enseñar a realizar una junta a tope, sin bisel.
- Enseñar a obtener destreza en una junta a tope sin bisel con buenas características mecánicas.

3.3.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW



3.3.4 EQUIPO NECESARIO:



Fig. 3.3 Equipo para la soldadura SMAW

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Generador de corriente (fuente de poder)
- 2.- Cable de Poder
- 3.- Porta Electrodo
- 4.- Masa o Tierra
- 5.- Electrodo
- 6.- Pieza de Trabajo
- 7.- EPP (Equipos de protección personal)

3.3.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

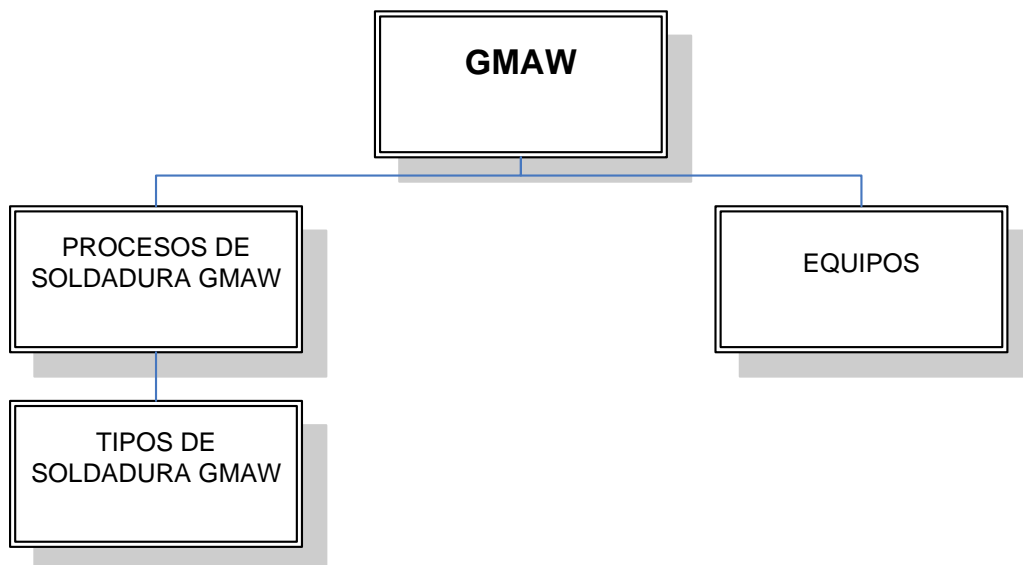
3.4 PRÁCTICA N° 04

3.4.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO BAJO PROTECCIÓN DE GAS CON ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO SÓLIDO (GMAW)

3.4.2 OBJETIVO:

- Enseñar los fundamentos básicos de este proceso de soldadura.
- Enseñar a utilizar el equipo de soldadura.
- Enseñara a realizar cordones de soldadura con este proceso.

3.4.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA BAJO PROTECCIÓN DE GAS CON ALIMENTACIÓN DE ELECTRODO SÓLIDO (GMAW).



3.4.4 EQUIPO NECESARIO:

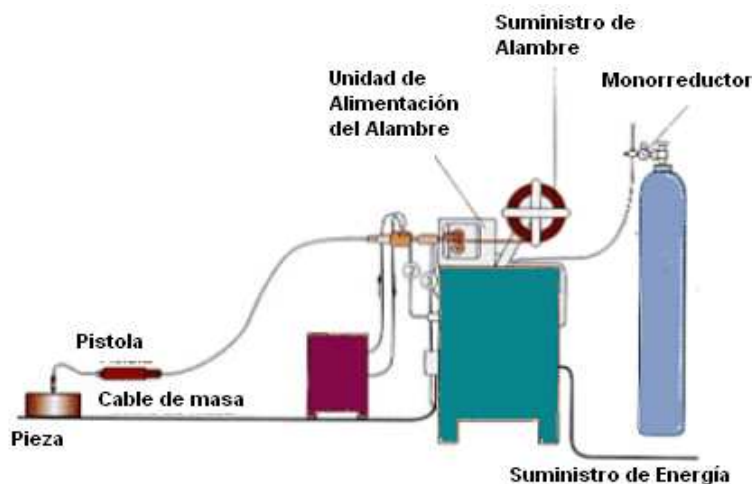


Fig. 3.4 Equipo necesario para la soldadura bajo protección de gas con alimentación de electrodo sólido

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Máquina de soldar (Fuente de Poder)
- 2.- Motor para la alimentación de alambre y controles
- 3.- Pistola o ensamblaje de cables para soldadura semiautomática, la pistola para soldadura automática.
- 4.- Suministro de gas protector y controles
- 5.- Alambres
- 6.- EPP

3.4.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

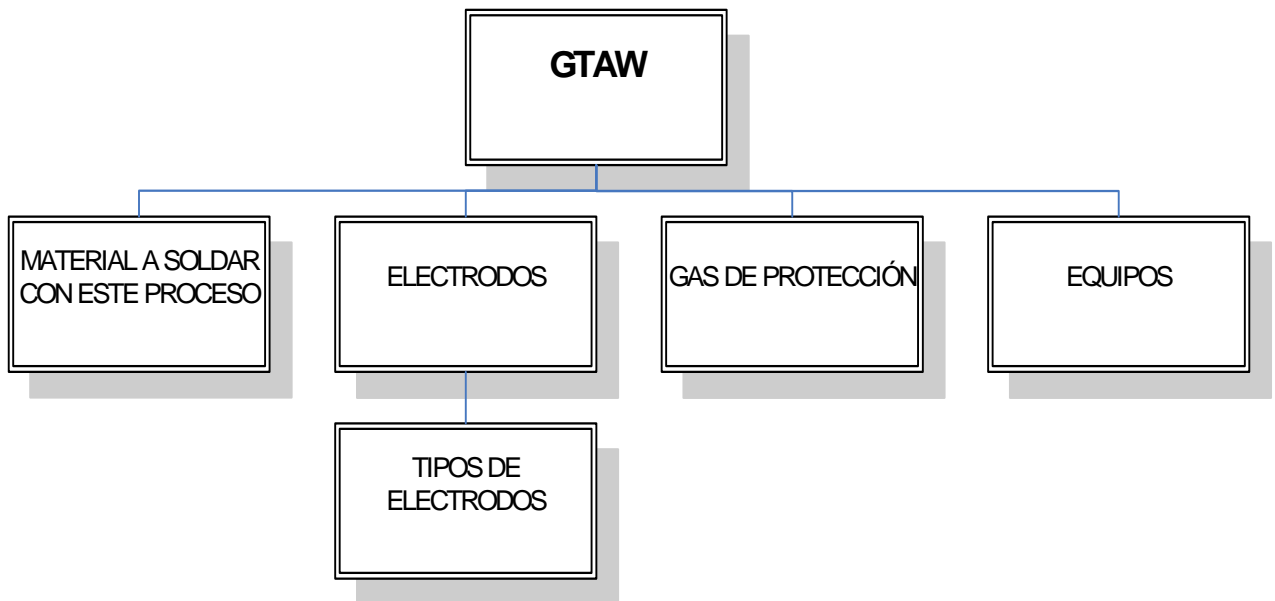
3.5 PRÁCTICA N° 05

3.5.1 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO (GTAW)

3.5.2 OBJETIVO:

- Enseñar las características del proceso de soldadura GTAW.
- Enseñar la correcta utilización de la pistola o torcha.
- Enseñar la utilización del equipo de soldadura.
- Enseñar la formación del cordón de soldadura

3.5.3. ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICO.



3.5.4 EQUIPO NECESARIO:

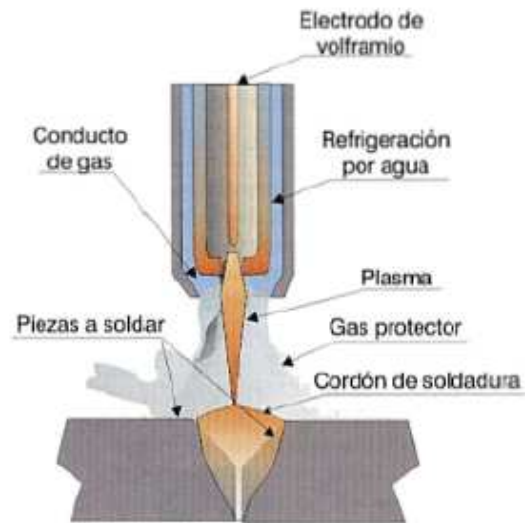


Fig. 3.5 Equipo necesario para soldadura GTAW.

Fuente:

[/www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf](http://www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf)

- 1.- La máquina de soldar, fuente de poder
- 2.- Pistola y los electrodos de tungsteno
- 3.- Alambres para metal de relleno
- 4.- Gas protector y controles

3.5.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

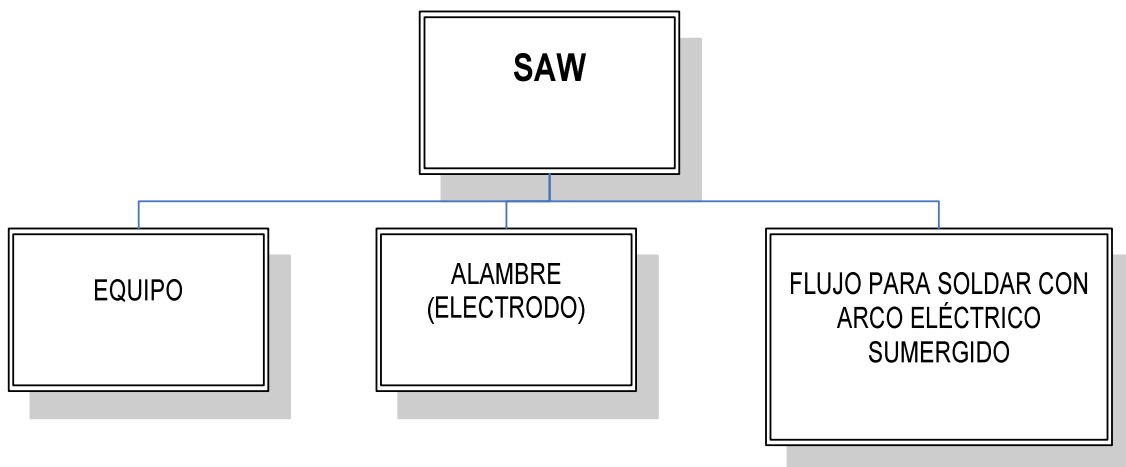
3.6 PRÁCTICA N° 06

3.6.1 SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO (SAW)

3.6.2 OBJETIVO:

- Enseñar el procedimiento de soldadura por arco sumergido.
- Enseñar los fundamentos de la tecnología SAW.
- Enseñar a formar un cordón de soldadura SAW.

3.6.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO SUMERGIDO (SAW).



3.6.4 EQUIPO NECESARIO:

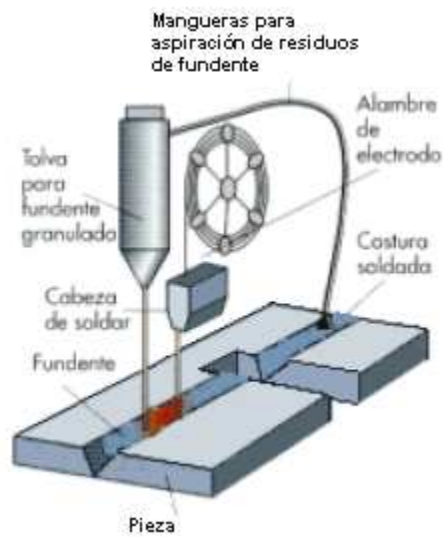


Fig. 3.6 Equipo necesario para soldadura por arco sumergido

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Máquina de soldar (Fuente de Poder)
- 2.- El mecanismo de controles para la alimentación de alambre.
- 3.- Cabezal para soldadura automática, pistola y conjunto de cables para soldadura semi-automática.
- 4.- Embudo para el flujo, mecanismos de alimentación; normalmente, un sistema para recuperación de flujo.
- 5.- Mecanismos de avance para la soldadura automática.
- 6.- EPP

3.6.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

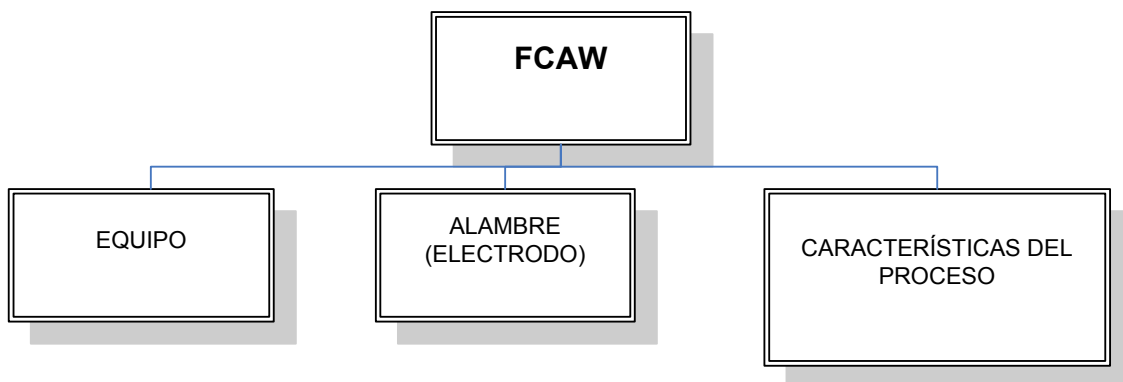
3.7 PRÁCTINA N° 07

3.7.1 SOLDADURA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE (FCAW)

3.7.2 OBJETIVO:

- Enseñar el procedimiento de soldadura FCAW.
- Enseñar a utilizar el equipo de soldadura.
- Enseñar a formar un cordón de soldadura.

3.7.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE (FCAW).



3.7.4 EQUIPO NECESARIO:

- 1.- Máquina de soldar (Fuente de Poder)
- 2.- El sistema para el avance del alambre y los controles.
- 3.- La pistola y los cables.
- 4.- El alambre con núcleo de fundente.
- 5.- EPP

3.7.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

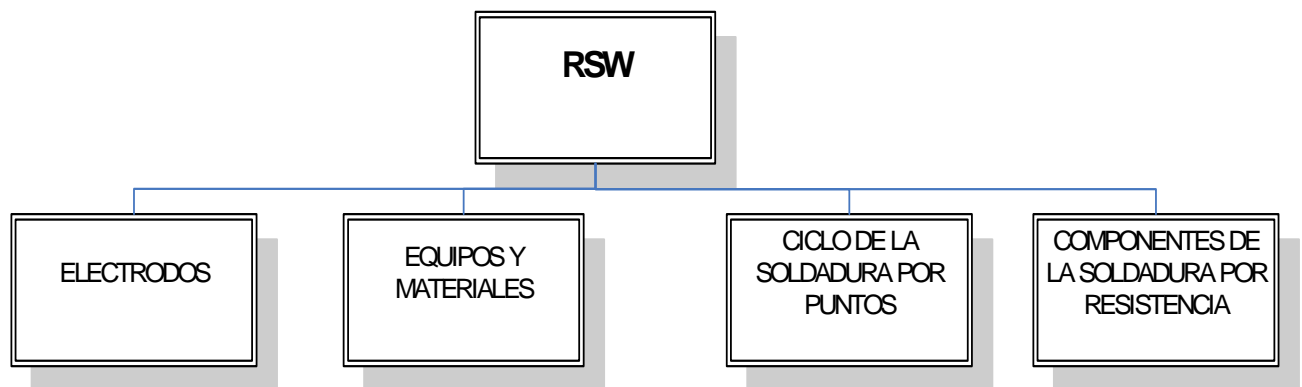
3.8 PRÁCTICA N° 08

3.8.1 SOLDADURA POR RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW)

3.8.2 OBJETIVO:

- Enseñar a aplicar el procedimiento de soldadura por resistencia por puntos.
- Enseñar a utilizar el equipo de soldadura.

3.8.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW).



3.8.4 EQUIPO NECESARIO:

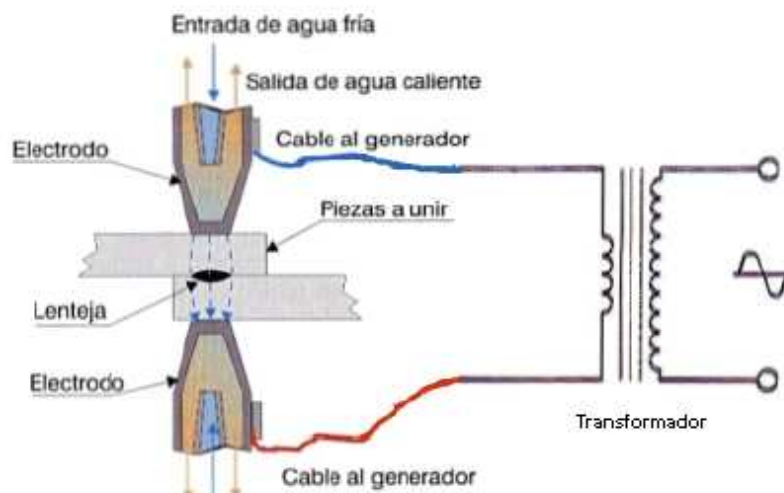


Fig. 3.7 Equipo necesario para la soldadura por puntos

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Caja
- 2.- Pedal
- 3.- Electrodo
- 4.- Brazo de Electrodo
- 5.- Mangueras
- 6.- Switch Timer
- 7.- Ojo Electrónico
- 8.- Perilla de Tiempo de Ciclo
- 9.- Perilla de Materiales
- 10.- Fusible
- 11.- Switch ABIERTO/CERRADO
- 12.- Caja Fusibles
- 13.- Tubería

NOTAS IMPORTANTES:

La soldadura por puntos puede soldar cualquier metal de acero inoxidable
El espesor de las láminas que se pueden soldar con este tipo de soldadora va de 5 hasta 3 mm.

No se puede soldar el estaño, el plomo y el zinc.

3.8.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

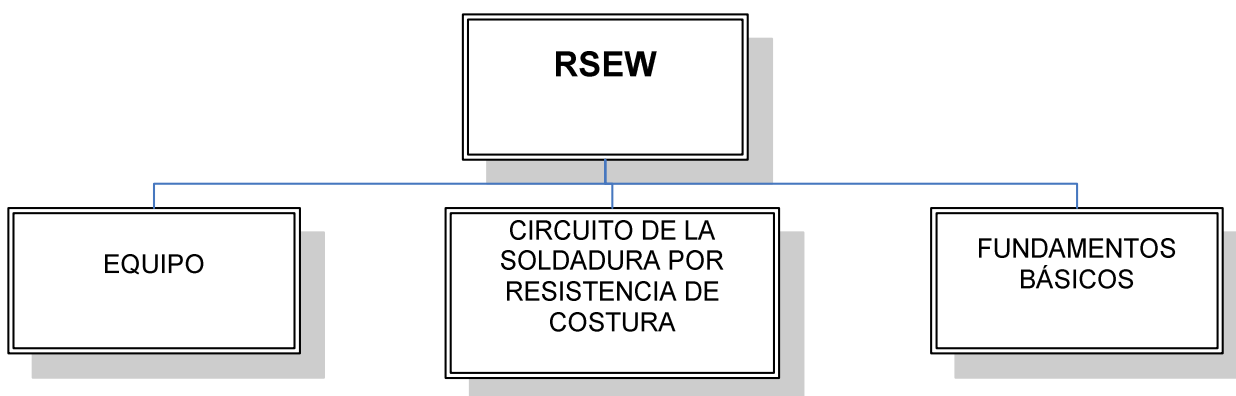
3.9 PRÁCTICA N° 09

3.9.1 SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA O RÓLDANAS (RSEW)

3.9.2 OBJETIVO:

- Enseñar a aplicar el procedimiento de soldadura de resistencia por costura.
- Enseñar a utilizar el equipo de soldadura.

3.9.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA DE COSTURA O ROLDANAS.



3.9.4 EQUIPO NECESARIO:

Utiliza un equipo similar al de soldadura por puntos, la soldadura de costura confía en dos electrodos para aplicar la presión y la corriente para juntar hojas de metal. Sin embargo, en vez de electrodos de punto, los electrodos con forma de rueda, ruedan a lo largo y a menudo alimentan la pieza de trabajo, haciendo posible las soldaduras continuas largas. Tal como se observa en la figura 3.8 soldadura por roldanas.

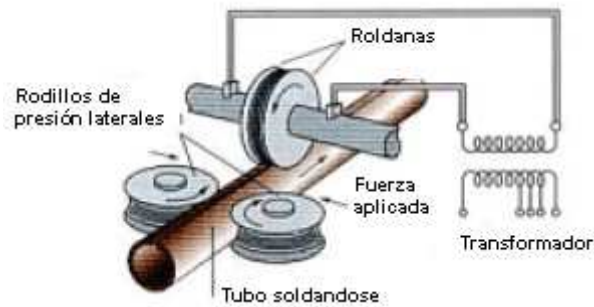


Fig. 3.8 Equipo necesario para la soldadura por costura

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

3.9.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio	20%
Prácticas	30%
Exámenes (1 y 2)	50%

TOTAL 100%

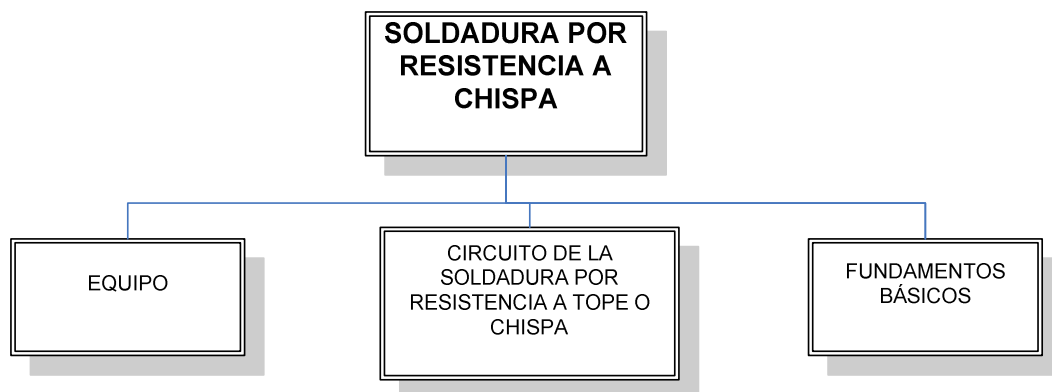
3.10 PRÁCTICA N° 10

3.10.1 SOLDADURA POR RESISTENCIA A TOPE

3.10.2 OBJETIVO:

- Enseñar a aplicar el procedimiento de soldadura de resistencia a tope o chispa.
- Enseñar a utilizar el equipo de soldadura.

3.10.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA A TOPE.



3.10.4 EQUIPO NECESARIO:

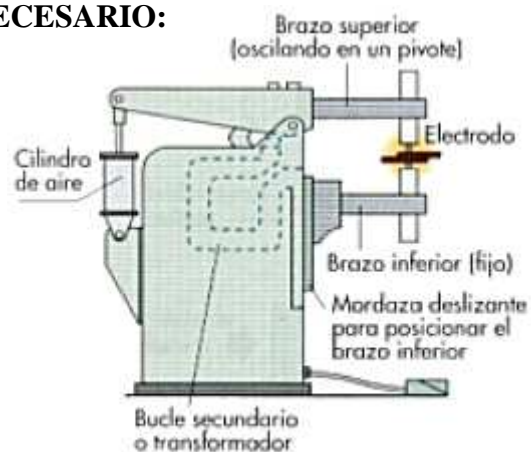


Fig. 3.9 Equipo necesario para la soldadura a tope

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Máquina de soldar (Fuente de Poder)
- 2.- El sistema para el avance del alambre y los controles.
- 3.- La pistola y los cables.
- 4.- El alambre con núcleo de fundente.
- 5.- EPP

3.10.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio	20%
Prácticas	30%
Exámenes (1 y 2)	50%
TOTAL	100%

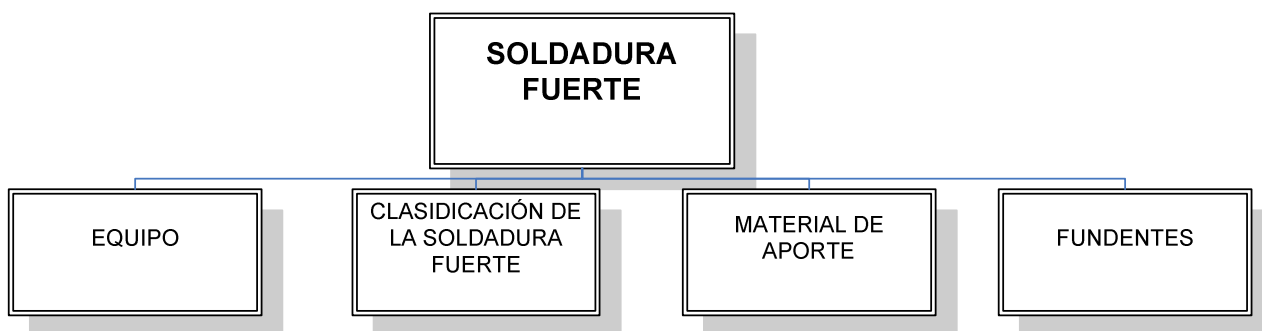
3.11 PRÁCTICA N° 11

3.11.1 SOLDADURA FUERTE

3.11.2 OBJETIVO:

- Enseñar a aplicar el procedimiento de soldadura fuerte
- Enseñar a utilizar el equipo de soldadura.
- Enseñar las principales ventajas y limitaciones de este método de soldadura.

3.11.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA FUERTE



3.11.4 EQUIPO NECESARIO:



Fig. 3.10 Equipo necesario para la soldadura fuerte

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- Soplete a gas
- Material de aportación (aleaciones de plata, cobre o zinc.)
- Bórax

3.11.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Colquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

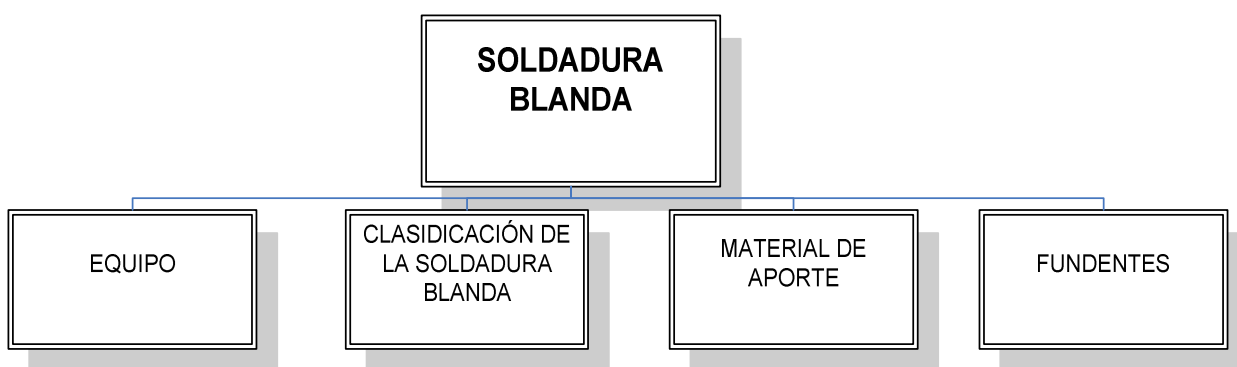
3.12 PRÁCTICA N° 12

3.12.1 SOLDADURA BLANDA

3.12.2 OBJETIVO:

- Enseñar el funcionamiento básico del proceso de soldadura blanda.
- Enseñar las principales ventajas de ese proceso de soldadura.
- Enseñar las medidas de seguridad de la soldadura blanda.

3.12.3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA BLANDA



3.12.4 EQUIPO NECESARIO:



Fig. 3.11 Equipo necesario para la soldadura blanda

Fuente:

www.iescristobaldemonroy.org/Departamentos/Tecnologia/Temas/bachill/Soldadura.pdf

- 1.- Soldadores eléctricos.
- 2.- Soplete con cartucho o botella de gas.

3.12.5 EVALUACIÓN

La evaluación será realizada en 2 partes:

1.- Conocimiento Teórico

Coloquio

2.- Práctica

Evaluación de cordones de soldadura

Para la evaluación práctica se utilizará la siguiente designación de letras:

A= 10

B= 8

C= 6

D= No aceptable, volver a repetir.

EVALUACIÓN GENERAL Y PORCENTAJES:

Coloquio 20%

Prácticas 30%

Exámenes (1 y 2) 50%

TOTAL 100%

CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.1 CONCLUSIONES

- Este manual sistematiza las prácticas de la materia Teoría de Procesos de Soldadura de la carrera Tecnología en Procesos de Producción Mecánica.
- Este manual reduce el tiempo de introducción teórico, ampliando el tiempo utilizado para el desarrollo práctico.
- Este manual sirve como guía de consulta de los procesos de soldadura más empleados en el Ecuador.
- Al ser tan extensa la teoría de soldadura se hace indispensable dividir cada proceso de soldadura buscando desarrollar una habilidad específica de cada uno de ellos.
- Todo lo que se realiza en las prácticas afianza en las prácticas, las leyes, conceptos, de la teoría de procesos de soldadura.
- Todos los procesos de soldadura tienen variables y características que pueden ser semejantes, o en algunos, diferentes.
- El manual del profesor es un mecanismo que tiene como fin, servir como un medio para enseñar y evaluar al estudiante, de acuerdo al conocimiento teórico práctico que se halla dentro del manual.
- Un excelente marco teórico y práctico harán que el estudiante se enriquezca del conocimiento básico de la materia de Teoría de Procesos de Soldadura.

4.1.2 RECOMENDACIONES

- Este manual esta dirigido a estudiantes de tecnología con previos conocimientos.
- Seguir las normas de seguridad indicadas en este manual.
- Cualquier duda que se le presente preguntar al instructor.
- Conectar los extractores de gases antes de soldar.
- Tenga cerca un extintor en caso de incendio.
- No colocar cosas inflamables cerca del área de soldadura.
- No tocar sin protección partes del circuito de soldadura, por cuanto puede llegar a soportar choques eléctricos con consecuencias fatales.
- No cambiar la polaridad de la maquina en funcionamiento.
- Leer primero los objetivos antes del inicio de cada práctica.
- Trabajar en el área de soldadura con responsabilidad, para prevenir los accidentes.
- Realizar su propio cordón en cada práctica que se requiera hacerlo, ya que eso ayudará a fortalecer su destreza.
- Ser observador de cualquier fenómeno que se presente en la realización de la práctica y analizarlo con ayuda del profesor.

4.2 BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE COLLAGUAZO, Jonathan Andrés, “ *Elaboración de un manual para prácticas de la materia de soldadura de mantenimiento*”, 19 de Septiembre del 2007, Quito - Ecuador
- BAKKER, F.J, HOVESTREIJDT, A.J.W., “*Soldadura por arco*”, Madrid, Philips, 1968.
- DRAPINSKI Janusz, (1979), “*Elementos de Soldadura*”, Editorial Mac Graw Hill, México,
- GONZALES VASQUEZ, J, Segunda edición “*Manual de soldadura con llama*” Barcelona, CEAC, 1980.
- GUERRA MACHADO Iván,(1996), “*Soldadura y Técnicas de Proceso*”, Editorial UFRGS.
- HOULDROFT P, (1979), “*Tecnología de soldadura*”, España.
- KALPAKJIAN, S. SCHMID, S, (2002), “*Manufactura, ingeniería y Tecnología*”, Editorial Prentice Hall, México.
- MAZILLI, Luigi, Tercera edición “*Soldadura al arco, nociones y lecciones prácticas para uso de técnicos y operarios soldadores*”, Barcelona, Científico-Médica, 1959
- MENA MERCHÁN Bienvenido, MARCOS PORRAS Manuel, MENA MARCOS Juan José, (1996), “*Didáctica y Nuevas Tecnologías*”, Editorial Escuela Española.
- METALS HANDBOOK, (1988), Volúmenes 6, “*Welding and Brazing*”, ASM INTERNATIONAL – Ohio.

- OKUMURA Toshie, (1982), *“Ingeniería de soldadura y Aplicaciones”*, Editorial LTC.
- PATTON, W.,J., *“Ciencia y técnica de la soldadura”*, Bilbao, Urmo, 1967.
- UNESCO, (1980), *“Nuevas tendencias en la enseñanza integrada de las ciencias”*, Montevideo.
- www.indura.cl
- www.oerlikon.es
- www.lincolnelectric.com.mx
- www.drweld.com/submergedarc.html
- www.encyclopedia.us.es/index.php/Tecnologíamecanica/aula/aulatecnologia.htm
- www.iesmigueldecervantes.com/privada/pdf/soldadura_mig.pdf
- www.materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/capitulo4.htm
- www.mailxmail.com/curso/vida/soldaduras/capitulo9

ANEXOS

ANEXO 1

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 01

PRÁCTICA N° 01

Titulo: Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

1. ¿Cuál es el concepto de arco eléctrico?
2. Grafique el esquema básico del arco eléctrico.
3. ¿Cuáles son las clase de corriente eléctrica, y describa 1 de ellas?
4. ¿Explique la diferencia entre polaridad directa e inversa?
5. Enumere el equipo de seguridad personal al realizar una soldadura?
6. Mencione tres cosas que no se deben realizar en el transcurso de la soldadura.

ANEXO 2

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 02

PRÁCTICA N° 02

Titulo: Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

1. ¿ Qué es un electrodo?
2. ¿Cuáles son las funciones básicas del electrodo revestido, en el proceso SMAW?
3. Explique sobre las partes del electrodo revestido
4. ¿Cuál es la clasificación de los electrodos?, y explique la especificación E-XYZ
5. ¿Cuál es la clasificación de los electrodos por la posición?
6. Explique las variables fundamentales del proceso SMAW
7. ¿Qué factores se relacionan con el avance y por qué?
8. Enumere el equipo de seguridad personal para realizar el proceso SMAW?

ANEXO 3

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 03

PRÁCTICA N° 03

Titulo: Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

1. Mediante gráficos, enumere las clases de uniones en soldadura
2. ¿Qué es una junta y que factores deben tomarse en cuenta al seleccionarla?
3. Mediante gráficos, describa los tipos básicos de juntas
4. Explique sobre las diversas formas de soldadura de filete
5. Mencione y grafique los tipos de soldadura con bisel
6. ¿Ilustre las posiciones básicas y sus variantes en la soldadura SMAW?
7. Enumere los tipos de uniones de soldadura y características
8. Escriba el equipo de protección de seguridad personal

ANEXO 4

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTINCA N° 04

PRÁCTICA N° 04

Título: Soldadura por arco eléctrico con alambre electrodo bajo protección gaseosa (GMAW)

1. Defina el proceso GMAW
2. ¿Cuál es el equipo para soldadura GMAW?
3. Explique sobre la transferencia metálica
4. ¿Qué gases protectores se emplean en el proceso GMAW y para que materiales?
5. ¿Qué tipo de máquina soldadora se emplea en el proceso GMAW y por qué?
6. ¿Qué factores intervienen en el proceso GMAW, explique?
7. Escriba el equipo de protección de seguridad personal

ANEXO 5

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 05

PRÁCTICA N° 05

Título: Soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno (GTAW)

1. ¿Qué es la soldadura GTAW?
2. ¿Cuál es la característica más importante de este proceso GTAW?
3. Realizar el esquema del proceso de soldadura GTAW
4. ¿Qué características sobresalen la soldadura GTAW con corriente continua?
5. ¿Qué características sobresalen la soldadura GTAW con corriente alterna?
6. ¿Qué gases protectores se emplean y por qué?
7. ¿Qué tipos de electrodos se emplean y por qué?
8. ¿Qué equipo de seguridad personal se debe utilizar?

ANEXO 6

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 06

PRÁCTICA N°06

Titulo: Soldadura por arco sumergido (SAW)

1. ¿Qué es la soldadura por arco sumergido?
2. ¿Cuál es el principio de funcionamiento de la soldadura SAW?
3. ¿Qué clases de fundentes se utilizan y como influye en la soldadura SAW?
4. ¿Cómo se representa un fundente?
5. ¿Cuáles son las normas de seguridad personal a emplearse en la soldadura SAW?

ANEXO 7

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 07

PRÁCTICA N°07

Título: Soldadura por arco eléctrico con electrodo cilíndrico y fundente en el centro (FCAW)

1. ¿Qué es la soldadura FCAW?
2. ¿En que se diferencia de los otros procesos de soldadura?
3. ¿Cuál es la clasificación para aceros al carbono en la soldadura FCAW?
4. Indique tres características principales de los alambres para soldadura al arco con núcleo de fundente
5. ¿Qué aplicación tiene el proceso FCAW?
6. ¿Cuáles son las normas de seguridad personal a emplearse en la soldadura SAW?

ANEXO 8

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 08

PRÁCTICA N°08

Título: Soldadura por resistencia por puntos (RSW)

1. ¿Qué es la soldadura por resistencia?
2. ¿Cuáles son los principales componentes en la soldadura por resistencia? Grafique.
3. ¿Cuáles son las variables de la energía calórico empleada en el proceso de soldadura por resistencia?
4. ¿Qué cantidad de corriente se emplea aproximadamente, explique?
5. ¿De qué depende una buena soldadura por resistencia, explique?
6. ¿Cuáles son las ventajas de la soldadura por resistencia?
7. ¿Cuáles son las desventajas de la soldadura por resistencia?
8. ¿Qué es la soldadura por resistencia por puntos?
9. ¿Qué materiales para los electrodos se emplean en la soldadura RSW?
10. Indique las propiedades de los materiales usados como electrodos en el proceso RSW
11. ¿Cuáles son las normas de seguridad personal a emplearse en la soldadura RSW?

ANEXO 9

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 09

PRÁCTICA N°09

Título: Soldadura por resistencia De costura (RSEW)

1. ¿Cuál es el funcionamiento de la soldadura RSEW?
2. Realizar el circuito de soldadura por resistencia de costura RSEW
3. ¿Cuáles son las variables en la soldadura RSEW?
4. ¿Qué máquinas de soldar se emplean en la soldadura RSEW?
5. ¿Cuáles son las normas de seguridad personal a emplearse en la soldadura RSEW?

ANEXO 10

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 10

PRÁCTICA N° 10

Título: Soldadura por resistencia de chispa

1. ¿Qué es la soldadura por resistencia de chispa?
2. Grafique e identifique las partes del proceso de soldadura de chispa
3. ¿Cuál es el funcionamiento de la soldadura por resistencia de chispa?
4. ¿Cuál es la aplicación de la soldadura por resistencia de chispa?
5. ¿Cuáles son las normas de seguridad personal a emplearse en la soldadura por resistencia de chispa?

ANEXO 11

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 11

PRÁCTICA N°11

Título: Soldadura fuerte

1. ¿Qué es la soldadura fuerte?
2. ¿Cuál es la característica principal del material de aporte?
3. ¿Cuál es la clasificación de la soldadura fuerte? Explique cada una.
4. ¿Cuáles son las ventajas de la soldadura fuerte?
5. ¿Cuáles son las desventajas de la soldadura fuerte?
6. ¿Qué tipo de material de aporte se utiliza en la soldadura fuerte?
7. ¿Qué tipo de fundentes se emplean en la soldadura fuerte?
8. ¿Cuáles son las normas de seguridad personal a emplearse en la soldadura fuerte?

ANEXO 12

BANCO DE PREGUNTAS PRÁCTICA N° 12

PRÁCTICA N° 12

Título: Soldadura blanda

1. ¿Qué es la soldadura blanda?
2. ¿Cuál es la aplicación de la soldadura blanda?
3. ¿Cuál es la clasificación de la soldadura blanda? Explique cada una.
4. ¿Cuáles son las ventajas de la soldadura blanda?
5. ¿Cuáles son las características principales del fundente en la soldadura blanda?
6. ¿Cuáles son las normas de seguridad personal a emplearse en la soldadura blanda?

ANEXO 13

BANCO DE PREGUNTAS ACTITUDINAL

ACTITUDINAL:

1. El estudiante muestra interés en la práctica a realizarse
2. Trabaja en grupo
3. Cumple las normas de seguridad en la práctica
4. Mantiene el orden y limpieza de su área de trabajo
5. Hace uso adecuado de la energía eléctrica al momento de realizar la práctica
6. Utiliza las herramientas y materiales adecuado para la realización de la práctica

ANEXO 14

ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE

ELECTRODOS DE ACERO
INOXIDABLE


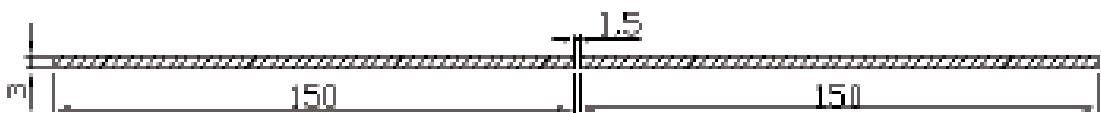
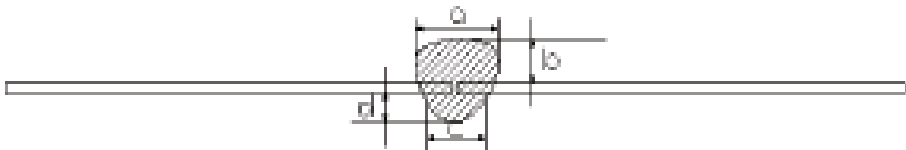
TIPO NORMA AWS	USOS Y CARACTERISTICAS	RESISTENCIA TENSIL ELONGACION No. DE FERRITA	ANÁLISIS QUÍMICO TÍPICO						
			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Cb
308L E 308L- 16 A5.4	ARCO SUAVE, MÍNIMO CHISPORROTEO, EXCELENTE APARIENCIA. PARA EQUIPOS MÉDICOS, SANITARIOS, QUÍMICOS, TANQUES, RECIPIENTES, TUBERÍAS.	RT=83.000LB/Pu ² E=44% FN=8	0.02 MAX	0.60	0.90	19.5	10.55		
309L E 309L- 16 A5.4	ELECTRODO DE ACERO INOXIDABLE DE BAJO CONTENIDO DE CARBÓN, SE USA PARA REVESTIR ACEROS DONDE LA CORROSIÓN INTERGRANULAR DEBE MANTENERSE AL MÍNIMO.	RT=84.000LB/Pu ² E=42% FN=13	0.02 MAX	1.80	0.90	25.2	12.5		
309-Cb E 309- Cb-16 A5.4	ELECTRODO ESPECIAL CON CONTENIDO DE COLUMBIO PARA SOLDAR ACEROS INOXIDABLES TIPO: 301, 302, 304, 308, 309 Y 321, EXPUESTOS A ALTAS TEMPERATURAS, HASTA 1100°C.	RT=96.000LB/Pu ² E=40% FN=8	0.09 MAX	1.82	0.90	25.2	12.5		0.80
309-Mo E 309- Mo-16 A5.4	ELECTRODO DE FACIL APLICACION CON ADICION DE MOLIBDENO PARA MAYOR RESISTENCIA A LA CORROSION.	RT=94.000LB/Pu ² E=36% FN=8	0.08 MAX	1.72	0.90	25.2	13.35	2.22	
310 310-16 A5.4	PARA SOLDAR TODO TIPO DE ACEROS INOXIDABLES PARA REPARAR PARTES EXPUESTAS A SEVERAS CONDICIONES DE CORROSIÓN Y CALOR.	RT=90.000LB/Pu ² E=40% FN=0	0.15 MAX	1.80	0.75	26.5	21.5		
310-Cb E 310- Cb-16 A5.4	ELECTRODO ESPECIAL CON CONTENIDO DE COLUMBIO PARA SOLDAR ACEROS INOXIDABLES TIPO: 310Cb, 310, 347 Y 321. ACEROS AL CARBONO Y ACEROS DE ALEACION.	RT=90.000LB/Pu ² E=35% FN=0	0.11 MAX	1.81	0.75	26.10	21.20		0.80
310-Mo (E 310- Mo-16) A5.4	ELECTRODO DE REVESTIMIENTO BASICO CON MOLIBDENO, POSEE ALTA RESISTENCIA MECANICA AL CALOR Y LA CORROSION.	RT=90.000LB/Pu ² E=40% FN=0	0.10 MAX	1.80	0.75	26.10	21.2	2.50	
312 (E 312- 16) A5.4	PARA SOLDAR ACEROS EXPUESTOS A MÁXIMA TENSIÓN, RESISTE ALTAS TEMPERATURAS, ABRASIÓN SEVERA, BASE PARA RECUBRIMIENTOS	RT=120.000LB/Pu ² E=32% FN=30	0.12 MAX	1.75	0.90	29.5	9.9		

	DUROS.								
TIPO NORMA AWS	USOS Y CARACTERISTICAS	RESISTENCIA TENSIL ELONGACION No. DE FERRITA	ANÁLISIS QUÍMICO TÍPICO						
			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Cb
347 (E 347-16) A5.4	ELECTRODO ESPECIAL PARA SOLDAR ACEROS INOXIDABLES TIPO: 301, 302, 304, 308, 321 Y 347, ESTABILIZADO CON CROMIO PARA EVITAR LA PRECIPITACION DE CARBURO DE CROMO.	RT=90.000LB/Pu ² E=40% FN=8	0.06 MAX	1.85	0.90	19.6	9.52		0.81
410 (E 410-16) A5.4	ELECTRODO DEL TIPO MARTENSITICO RESISTENTE A LA OXIDACION Y CORROSION A TEMPERATURAS HASTA 750°C	RT=85.000LB/Pu ² Relevado de esfuerzo E=30 - 35%	0.08 MAX	1.00	0.90	12.0	0.60		td>
502 (E 502-16) A5.4	ELECTRODO ESPECIAL CON DEPOSITO TIPO PERLITICO - MARTENSITICO RESISTENTE A LA CORROSION HASTA 600°C	RT=95.000LB/Pu ² Relevado de esfuerzo E=29%	0.08 MAX	1.00	0.90	5.0	0.40	0.50	

Díámetro	3/32	1/8	5/32	3/16
Corriente óptima (Amperes) CD+ CA	80	120	160	220

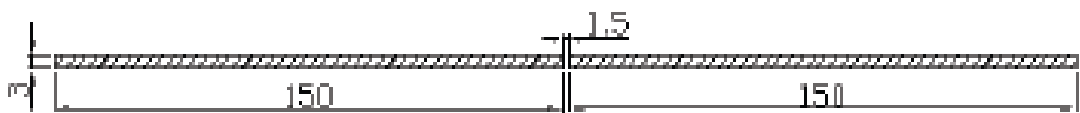
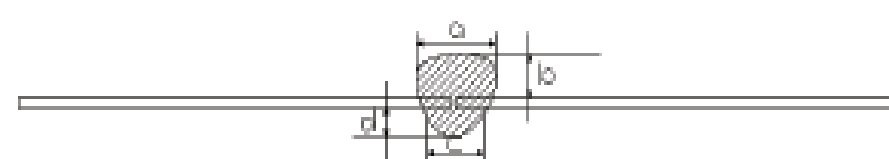
ANEXO 15

FORMATO WPS SMAW

 E.F.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)				ASME SECCIÓN IX	
		WPS Nº: 01		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09	
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SMAW				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE:			
MATERIAL: Acero de bajo carbono				ELECTRODO: AGA E 6010			
TIPO: Platina	ESPESOR: 3 mm			DIÁMETRO: 3 mm			
TAMAÑO NOMINAL: 150x130x3							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 8,5mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero			
Altura refuerzo (b): 1mm				MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril			
Ancho refuerzo (c): 1mm				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Altura penetración (d): 1mm				INTENSIDAD: 25 VOLTIOS			
				CORRIENTE: 90 AMPERIOS			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{e}{t}$ (Distancia de soldadura) (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	SMAW	E 6010	3	DC-	90	25	0,0026 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			

ANEXO 16

FORMATO WPS SMAW


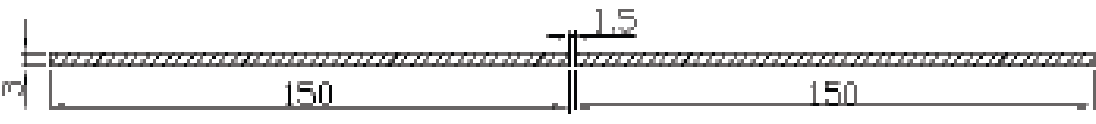
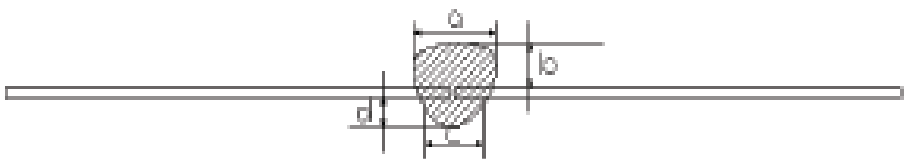
 E.F.P.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)				ASME SECCIÓN IX	
		WPS Nº: 02		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09	
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SMAW				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE:			
MATERIAL: Acero de bajo carbono				ELECTRODO: AGA E 6011			
TIPO: Platina	ESPESOR: 3 mm			DIÁMETRO:		3 mm	
TAMAÑO NOMINAL: 150x130x3							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 9mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril			
Altura refuerzo (b): 1,2mm				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Ancho refuerzo (c): 1,3mm				INTENSIDAD: 25 VOLTIOS			
Altura penetración (d): 1mm				CORRIENTE: 90 AMPERIOS			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{e}{t}$ (Distancia de soldadura) (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	SMAW	E 6011	3	DC+	90	25	0,0047 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			

ANEXO 17

FORMATO WPS SMAW

 E.F.P.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)				ASME SECCIÓN IX	
		WPS Nº: 03		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09	
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SMAW				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE:			
MATERIAL: Acero de bajo carbono				ELECTRODO: AGA E 6013			
TIPO: Platina		ESPESOR: 3 mm		DIÁMETRO: 3 mm			
TAMAÑO NOMINAL: 150x130x3							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 9,2mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril			
Altura refuerzo (b): 1,3mm				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Ancho refuerzo (c): 1,2mm				INTENSIDAD: 22 VOLTIOS			
Altura penetración (d): 0,9mm				CORRIENTE: 90 AMPERIOS			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{a \cdot t}{l}$ (Distancia de soldadura / tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	SMAW	E 6013	3	DC-	90	22	0,0041 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			

ANEXO 18
FORMATO WPS SMAW

 E.F.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)			ASME SECCIÓN IX		
		WPS Nº: 04	REVISIÓN: 1	FECHA: 21/04/09			
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SMAW			SISTEMA DE SOLDADURA: Manual				
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope			POSICIÓN: 1G				
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE			MATERIAL APORTE:				
MATERIAL: Acero de bajo carbono			ELECTRODO: AGA E 7018				
TIPO: Platina	ESPESOR: 3 mm		DIÁMETRO: 3 mm				
TAMAÑO NOMINAL: 150x130x3							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN			LIMPIEZA:				
Ancho (a): 9,4mm			MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril				
Altura refuerzo (b): 1,4mm			CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
Ancho refuerzo (c): 1,2mm			INTENSIDAD: 22 VOLTIOS				
Altura penetración (d): 1,1mm			CORRIENTE: 90 AMPERIOS				
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{e \cdot f}{l}$ e (Distancia de soldadura) f (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	SMAW	E 7018	3	DC+	90	22	0,004 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA			APROBADO POR:				
MANUEL YAURIPOMA			ING. MARIO GRANJA				

ANEXO 19
FORMATO WPS GMAW

 E.F.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS) ASME SECCIÓN IX					
WPS Nº: 05		REVISIÓN: 1	FECHA: 21/04/09				
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: MAG (GMAW)		SISTEMA DE SOLDADURA: Manual					
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope		POSICIÓN: 1G					
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE		MATERIAL APORTE:					
MATERIAL: Acero Bajo Carbono		ELECTRODO: ER 70S-6					
TIPO: Platina	ESPESOR: 3 mm	DIÁMETRO: 2 mm					
TAMAÑO NOMINAL: 130x150x3							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN		LIMPIEZA:					
Ancho (a): 9mm		MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril					
Altura refuerzo (b): 2.5mm		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS					
Ancho refuerzo(c): 5mm		INTENSIDAD: 17 VOLTIOS					
Altura penetración (d): 1mm		CORRIENTE: 105 AMPERIOS					
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD ALAMBRE	FLUJO GAS	VELOCIDAD DE AVANCE V= aR
CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE				
ER 70S-6	1,2	DC+	105	17	100 pul/min	14 l/s	0.0034 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA		APROBADO POR:					
MANUEL YAURIPOMA		ING. MARIO GRANJA					

ANEXO 20
FORMATO WPS GTAW

 E.F.P.H.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)			ASME SECCIÓN IX		
		WPS N°: 06	REVISIÓN: 1	FECHA: 21/04/09			
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: TIG (GTAW)			SISTEMA DE SOLDADURA: Manual				
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope			POSICIÓN: 1G				
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE			MATERIAL APORTE:				
MATERIAL: Acero Bajo Carbono			ELECTRODO: EWTh-2 2 % Th				
TIPO: Platina	ESPESOR: 2,5mm		DIÁMETRO: 3 mm				
TAMAÑO NOMINAL: 150x140x2,5			MATERIAL APORTE: ER 70S-6				
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN			LIMPIEZA:				
Ancho (a): 6mm			MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril				
Altura refuerzo (b): 0.8mm			CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
Ancho refuerzo (c): 4mm			INTENSIDAD: 16 VOLTIOS				
Altura penetración (d): 1mm			CORRIENTE: 100 AMPERIOS				
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{e}{t}$ (Distancia de soldadura) / (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	GTAW	ER 70S-6	3mm	DC-	100	16	0,0027 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA			APROBADO POR:				
MANUEL YAURIPOMA			ING. MARIO GRANJA				

ANEXO 21
FORMATO WPS GTAW

 E.F.P.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)				ASME SECCIÓN IX	
		WPS Nº: 07		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09	
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: TIG (GTAW)				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE:			
MATERIAL: Acero Inoxidable				ELECTRODO: EWTh-2 2 % Th			
TIPO: Platina		ESPESOR: 2,5mm		DIÁMETRO: 3 mm			
TAMAÑO NOMINAL: 150x110x2,5				METAL DE APORTE: ER 308 L AGA			
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 6mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril			
Altura refuerzo (b): 0.8mm				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Ancho refuerzo (c): 4mm				INTENSIDAD: 16 VOLTIOS			
Altura penetración (d): 1mm				CORRIENTE: 100 AMPERIOS			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{ef}{t}$ (Distancia de soldadura) (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	GTAW	ER 308 L	3mm	DC-	100	16	0,0022 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			

ANEXO 22

FORMATO WPS GTAW

 E.F.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)				ASME SECCIÓN IX	
		WPS Nº: 08		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09	
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: TIG (GTAW)				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE:			
MATERIAL: Aluminio				ELECTRODO: EWTh-2 2 % Th			
TIPO: Platina		ESPESOR: 2,5mm		DIÁMETRO: 3 mm			
TAMAÑO NOMINAL: 150x110x2,5				METAL DE APORTE: ER 4043 AGA 5% SI			
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 9mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril			
Altura refuerzo (b): 1mm				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Ancho refuerzo (c): 7mm				INTENSIDAD: 16 VOLTIOS			
Altura penetración (d): 1,2mm				CORRIENTE: 125 AMPERIOS			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{e}{t}$ e (Distancia de soldadura) t (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	GTAW	ER-4043	3mm	AC	125	16	0,0022 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			

ANEXO 23
FORMATO WPS SAW


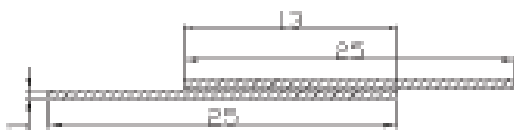
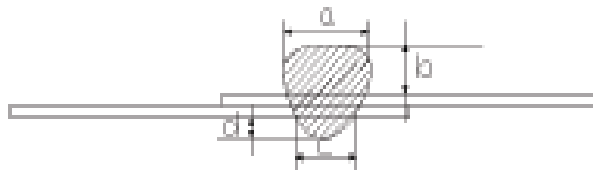
 E.P.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS) ASME SECCIÓN IX					
		WPS Nº: 09	REVISIÓN: 1	FECHA: 21/04/09			
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SAW			SISTEMA DE SOLDADURA: Manual				
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope			POSICIÓN: 1G				
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE			MATERIAL APORTE:				
MATERIAL: Acero Bajo Carbono			ELECTRODO: ER 70S-6				
TIPO: Platina	ESPESOR: 3mm		DIÁMETRO: 1.2 mm				
TAMAÑO NOMINAL: 150x130x3			FUNDENTE: F7AO-EL12				
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN			LIMPIEZA:				
Ancho (a): 15mm			MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril				
Altura refuerzo (b): 5mm			CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
Ancho refuerzo (c): 5mm			INTENSIDAD: 12 VOLTIOS				
Altura penetración (d): 1mm			CORRIENTE: 200 AMPERIOS				
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	FUNDENTE	VELOCIDAD DE AVANCE V=wt
	CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE			
SAW	ER 70S-6	1,2	DC+	200	12	F 7AO-EL12	0.0012 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA			APROBADO POR:				
MANUEL YAURIPOMA			ING. MARIO GRANJA				

ANEXO 24
FORMATO WPS FCAW

 E.F.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS) ASME SECCIÓN IX					
WPS Nº: 10		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09			
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: FCAW			SISTEMA DE SOLDADURA: Manual				
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope			POSICIÓN: 1G				
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE			MATERIAL APORTE:				
MATERIAL: Acero Bajo Carbono			ELECTRODO: E 71T-1				
TIPO: Platina	ESPESOR: 2.5 mm		DIÁMETRO: 0.45 mm				
TAMAÑO NOMINAL: 150x130x2.5							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN			LIMPIEZA:				
Ancho (a): 8mm			MANUAL: Cepillo de cerda de acero				
			MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril				
Altura refuerzo (b): 3mm			CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
Ancho refuerzo (c): 5mm			INTENSIDAD: 20 VOLTIOS				
Altura penetración (d): 1mm			CORRIENTE: 100 AMPERIOS				
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V=e/t$
		CLASE	DIÁMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	FCAW	E 71T-1	0,45	DC+	100	20	0.00254 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA			APROBADO POR:				
MANUEL YAURIPOMA			ING. MARIO GRANJA				

ANEXO 25

FORMATO WPS SOLDADURA POR PUNTOS

		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)			ASME SECCIÓN IX		
WPS Nº: 11		REVISIÓN: 1			FECHA: 21/04/09		
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SOLDADURA POR PUNTOS				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: Traslape				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE / MÁQUINA			
MATERIAL: Acero Bajo Carbono				MÁQUINA: FOOT OPERATE SPOT WELDERS			
TIPO: Platina		ESPESOR: 1 mm					
TAMAÑO NOMINAL: 25X40X1							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 3 mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero			
Altura refuerzo (b): 0,5 mm				MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril			
Ancho feruerzo (c): 1				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Altura penetración (d): 0,5 mm				INTENSIDAD: 180 - 220 VOLTIOS			
				CORRIENTE: 9000 AMPERIOS			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{e \cdot t}{t}$ (Distancia de soldadura) (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIAMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	X PUNTOS	-	-	CD	9000	180 V	-
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			


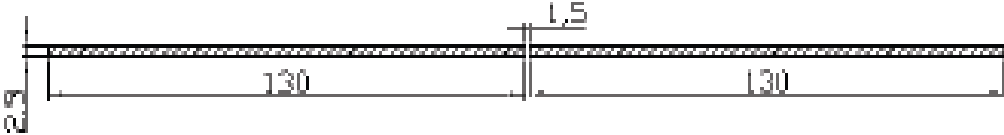
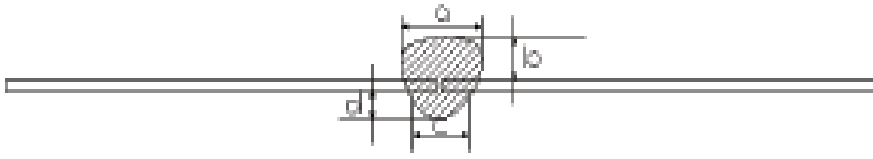
ANEXO 26

FORMATO WPS SOLDADURA POR CHISPA

 E.F.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)			ASME SECCIÓN IX		
		WPS N°: 12		REVISIÓN: 1	FECHA: 21/04/09		
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SOLDADURA POR CHISPA				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE / MÁQUINA			
MATERIAL: Acero de bajo carbono				MÁQUINA: ROCKWELL			
TIPO: Alambre		DIAMETRO: 3 mm					
TAMAÑO NOMINAL: 80mm							
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 9mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero			
Altura refuerzo (b): 2.5mm				MECANICAMENTE: Pulidora o disco de			
Ancho reverso (c): 5mm				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Altura penetración (d): 1mm				INTENSIDAD: 115 VOLTIOS			
				CORRIENTE: 30 AMPERIOS			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Punto							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CORRIENTE		VOLTIOS	VELOCIDAD DE AVANCE $V = \frac{e}{t}$ (Distancia de soldadura) t (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIAMETRO	POLARIDAD	AMPERAJE		
1	X CHISPA	-	-	CD	30	115	-
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			

ANEXO 27

FORMATO WPS SOLDADURA FUERTE

 E.F.P.N.		ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS)				ASME SECCIÓN IX	
		WPS Nº: 13		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09	
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SOLDADURA FUERTE				SISTEMA DE SOLDADURA: Manual			
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope				POSICIÓN: 1G			
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE				MATERIAL APORTE:			
MATERIAL: Acero Bajo Carbono				ELECTRODO: Varilla RG-60			
TIPO: Platina		ESPESOR: 2,5 mm		DIÁMETRO: 2 mm			
TAMAÑO NOMINAL: 130X110X2.5				FUNDENTE: BRASS FLUX			
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN				LIMPIEZA:			
Ancho (a): 6mm				MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril			
Altura refuerzo (b): 1.5mm				CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES			
Ancho reverso (c): 2mm				PRESIÓN DEL OXIGENO: 5psi			
Altura penetración (d): 1mm				PRESIÓN DEL ACETILENO: 20psi			
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES		FUNDENTE	VELOCIDAD DE AVANCE $v = e \cdot t$ e (Distancia de soldadura) t (tiempo del proceso de soldadura)
		CLASE	DIÁMETRO	OXIGENO	ACETILENO		
1	Fuerte	RG-60	2.5	5 psi	20 psi	BRASS FLUX	0,09 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA				APROBADO POR:			
MANUEL YAURIPOMA				ING. MARIO GRANJA			

ANEXO 28

FORMATO WPS SOLDADURA BLANDA

 E.P.N.	ESPECIFICACIONES PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS) ASME SECCIÓN IX						
	WPS Nº: 14		REVISIÓN: 1		FECHA: 21/04/09		
FACULTAD: ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS							
PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LA MATERIA TEORÍA DE PROCESOS DE SOLDADURA							
PROCESO DE SOLDADURA: SOLDADURA BLANDA			SISTEMA DE SOLDADURA: Manual				
NÚMERO DE SOLDADORES: 1							
DISEÑO DE LA JUNTA: A tope			POSICIÓN: 1G				
DISEÑO DE LA JUNTA							
							
UNIÓN SOLDADA							
							
MATERIAL BASE			MATERIAL APORTE:				
MATERIAL: Acero Bajo Carbono			ELECTRODO: Varilla Bronce RbCuZn-C				
TIPO: Platina	ESPESOR: 2.5 mm		DIÁMETRO: 2 mm				
TAMAÑO NOMINAL: 150x100x2.5			FUNDENTE: BRASS FLUX				
CARACTERÍSTICAS DEL CORDÓN			LIMPIEZA:				
Ancho (a): 10mm			MANUAL: Cepillo de cerda de acero MECANICAMENTE: Pulidora o disco de esmeril				
Altura refuerzo (b): 2mm			CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES				
Ancho refuerzo (c): 2.5mm			PRESIÓN DEL OXIGENO: 5psi				
Altura penetración (d): 1mm			PRESIÓN DEL ACETILENO: 20psi				
TÉCNICA DE SOLDADURA: Cordoneado							
N PÁGINAS	PROCESO	MATERIAL DE APORTE		PRESIÓN DE LOS GASES		FUNDENTE	VELOCIDAD DE AVANCE V= m/m
		CLASE	DIÁMETRO	OXIGENO	ACETILENO		
1	BLANDA	RbCuZn-C	Varilla	5psi	20psi	BRASS FLUX	0.0012 m/s
ELABORADO POR: JUAN MASABANDA			APROBADO POR:				
MANUEL YAURIPOMA			ING. MARIO GRANJA				