

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA PARA CALIFICACIÓN DE INSPECTORES DE SOLDADURA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

JUAN DIEGO ARIAS MALDONADO

E MAIL: juand585@hotmail.com

ANDRÉS EDUARDO GUANUCHI CHÁVEZ

E MAIL: aegch_ilmj@hotmail.com

DIRECTOR: ING. HOMERO BARRAGÁN CAMPOS, Msc.

E MAIL: hbarragan@hotmail.es

Quito, Febrero 2011

DECLARACIÓN

Yo, Juan Diego Arias Maldonado y Andrés Eduardo Guanuchi Chávez, 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 he 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.

Juan Diego Arias Maldonado

Andrés Eduardo Guanuchi Chávez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Juan Diego Arias Maldonado y Andrés Eduardo Guanuchi Chávez, bajo mi supervisión.

ING. HOMERO BARRAGÁN.

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. DIEGO ESPINOSA.

COLABORADOR DEL PROYECTO

ING. MIGUEL VILLACRÉS.

COLABORADOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios por darme la vida, y la capacidad suficiente para poder seguir caminando en la vida pese a las limitaciones y obstáculos que esta me ha puesto.

A mis padres, Eduardo Y Fabián por darme su ejemplo de lucha y esfuerzo en cada situación de la vida, por el cariño y ternura demostrado hacia mí, por la comprensión y apoyo en cada etapa de mi vida y más cuando las cosas se han puesto difíciles, por sus consejos y correcciones que han hecho de mi un hombre de bien.,

A mi madre, Martha, gracias por darme la vida y la alegría de vivir, usted siempre será el pilar fundamental en la vida de sus hijos, su amor, determinación y carácter mantienen a nuestra familia unida, feliz y en paz. Toda mi vida le agradeceré por ser mi madre.

A mi hermano Esteban, quien siempre ha sido el consentido y el delirio de nuestra familia, su apoyo, locuras, cariño y alcahuetería han sido no solo las de un buen hermano sino más bien la de un buen amigo.

Al ingeniero Homero Barragán y al ingeniero Gabriel Velasteguí por su dirección, y consejos en la realización de este proyecto de titulación, pero además, le agradezco por darme la oportunidad de trabajar y de realizarme no solo como un profesional sino también como persona, al aprender de sus vivencias, experiencias, lo cual lo han llevado a ser un excelentes jefes y una personas excepcionales.

A mi Amigo el Ing. Galo Mosquera que no solo ha colaborado en la realización de este proyecto de titulación, sino me ha brindado su amistad en los buenos y malos momentos, demostrando sus grandes valores morales y su alegría de vivir.

A mis amigos y amigas, por ser una parte fundamental en mi vida, y durante mi carrera.

Andrés Eduardo Guanuchi

Mi sincero agradecimiento va dirigido en primera instancia a Dios por ser mi luz, mi guía y a su vez permitirme cumplir con mis aspiraciones y sueños.

A mi padre, porque gracias a su cariño, apoyo y buenos consejos he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida. A mi madre por brindarme su inmenso apoyo, amor y confianza, con los cuales he logrado culminar mis estudios profesionales y que por esto viviré eternamente agradecido.

A mi hermana Delia y mi segundo padre Edgar por ser las personas que me brindaron su cariño, apoyo y me ayudaron en los momentos más difíciles.

A la Escuela Politécnica Nacional que por intermedio de la Facultad de Ingeniería Mecánica, pusieron en mi camino buenos ingenieros que supieron ilustrarme en esta hermosa profesión, haciendo de mí un profesional íntegro y con buenas bases en conocimiento.

Al Ing. Homero Barragán por ser una figura a seguir y por brindarme todo su apoyo para que este proyecto llegue a su culminación con grandes éxitos. De igual manera el Ing. Gabriel Velasteguí por su interés y orientación en este trabajo.

A mis compañeros y amigos que han estado en los buenos y malos momentos y que han hecho que este largo camino que he recorrido sea más fácil y grato, junto a ellos.

Juan Diego Arias

DEDICATORIA

A mi hermano Esteban,
Tú tienes todo para hacerlo mejor,
se perfecto siempre.

Andrés Eduardo Guanuchi

A mi madre y hermanos por ser
la razón por la cual estoy luchando
y de los que me siento orgulloso.

A la memoria de mi padre, por su ejemplo de vida,
valor y entrega a los demás, que llenaron mi corazón
de alegría y orgullo. Siempre estarás en mi mente
y corazón. Te quiero papá.

A Karla por demostrarme que la vida
siempre tiene retos y estos son superables.

Juan Diego Arias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIX
RESUMEN	XXI
PRESENTACION	XXIII
CAPITULO 1	1
IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA PARA CALIFICACIÓN DE INSPECTORES DE SOLDADURA	1
1.1 ANTECEDENTES:	1
1.2 OBJETIVOS:	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL:	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	2
1.3 ALCANCE:	3
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:	3
CAPÍTULO 2	5
DEFECTOLOGÍA DE LAS UNIONES SOLDADAS	5
2.1 NORMAS DE ADMISIBILIDAD	5
2.1.1 ORIGEN DE LAS NORMAS	6
2.1.2 APLICABILIDAD DE LAS NORMAS	7
2.1.3 DESCRIPCIÓN DE NORMAS UTILIZADAS EN SOLDADURA E INSPECCIÓN DE SOLDADURA	8
2.1.3.1 NORMA API 1104	8
2.1.3.2 NORMA ASME IX	9

2.1.3.3 CÓDIGO ANSI/AWS D1.1 DE SOLDADURA ESTRUCTURAL - ACERO	10
2.2 DEFECTOLOGÍA DE LAS UNIONES SOLDADAS	12
2.3 ESTUDIO DE LAS DISCONTINUIDADES Y DEFECTOS	12
2.4 DISCONTINUIDADES	14
2.4.1 DISCONTINUIDADES SUPERFICIALES	14
2.4.1.1 EXCESO DE PENETRACIÓN	15
2.4.1.2 FALTA DE PENETRACIÓN	16
2.4.1.3 CONCAVIDAD EXTERNA	16
2.4.1.4 CONCAVIDAD INTERNA	17
2.4.1.5 SOCAVADURAS O MORDEDURAS DE BORDE	18
2.4.1.6 QUEMONES	19
2.4.1.7 SALPICADURAS	20
2.4.1.8 FALTA DE CONTINUIDAD DEL CORDÓN	20
2.4.1.10 SOBREESESOR DE LA JUNTA	22
2.4.1.11 FALTA DE FUSIÓN EN LA SUPERFICIE DE SOLDADURA	23
2.4.1.12 SOLAPADO	23
2.4.1.13 INCLUSIONES DE ESCORIA SUPERFICIALES	24
2.4.1.14 POROSIDAD SUPERFICIAL	25
2.4.1.14.1 POROS EN LOS PRIMEROS CENTÍMETROS DEL CORDÓN	25
2.4.1.14.2 POROS ALINEADOS	26
2.4.1.14.3 POROS QUE SE PRESENTAN EN FORMA REGULAR SOBRE TODA LA LONGITUD DEL CORDÓN	26
2.4.1.14.4 NIDOS DE POROS EN LA SUPERFICIE	27
2.4.1.15 CORTE DEL ARCO	27
2.4.1.16 FALTA DE FUSIÓN POR DESALINEAMIENTO (HIGH-LOW, IPD)	28
2.4.1.17 SOPLO MAGNÉTICO	28
2.4.2 DISCONTINUIDADES INTERNAS	29
2.4.2.1 FISURAS LONGITUDINALES	29

2.4.2.2 FISURAS TRANSVERSALES	30
2.4.2.2.1 FISURAS EN CALIENTE.....	31
2.4.2.2.2 FISURAS EN FRÍO.....	32
2.4.2.2.3 FISURA DE INTERRUPCIÓN O ARRANQUE (O DE CRÁTER).....	33
2.4.2.2.4 FISURAS ALREDEDOR DEL CORDÓN (ZAC)	34
2.4.2.3 DESGARRE LAMINAR.....	35
2.4.2.4 FALTA DE PENETRACIÓN.....	36
2.4.2.5 FALTA DE FUSIÓN	38
2.4.2.5.1 FALTA DE FUSIÓN ENTRE PASADAS	39
2.4.2.6 LAMINACIÓN	39
2.4.2.7 GRIETAS Y PLIEGUE DE LAMINACIÓN	40
2.4.2.8 POROSIDAD	40
2.4.2.8.1 POROSIDAD ESFÉRICA AISLADA O DISTRIBUIDA	41
2.4.2.8.2 POROSIDAD AGRUPADA (NIDO DE POROS).....	41
2.4.2.8.3 POROSIDAD ALINEADA	41
2.4.2.9 INCLUSIONES DE ESCORIA	42
2.4.2.9.1 INCLUSIONES NO METÁLICAS.....	43
2.4.2.9.2 INCLUSIONES AISLADAS DE ESCORIA.....	43
2.4.2.9.3 ESCORIAS ALINEADAS	45
2.4.2.9.4 LÍNEA DE ESCORIA (HUELLA DE CARRO)	46
2.4.2.9.5 INCLUSIONES METÁLICAS	46
2.4.2.10 DESALINEADO (HIGH LOW).....	47
CAPITULO 3	49
FUNDAMENTOS DE INSPECCIÓN	49
3.1. INSPECCIÓN DE SOLDADURA	49
3.2. TIPOS DE INSPECCIÓN.....	51
3.2.1 INSPECCIÓN VISUAL	52
3.2.1.1 ETAPAS DEL ENSAYO:.....	53

3.2.1.1.1 INSPECCIÓN PREVIA AL SOLDEO:	53
3.2.1.1.2 INSPECCIÓN DURANTE EL SOLDEO:	53
3.2.1.1.3 INSPECCIÓN DESPUÉS DEL SOLDEO:	54
3.2.2 INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES.....	54
3.2.2.1 REQUISITOS PARA LA INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES	55
3.2.2.2 ETAPAS DE LA INSPECCIÓN	55
3.2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS LÍQUIDOS PENETRANTES.....	57
3.2.3 INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	57
3.2.3.1 REQUISITOS PARA LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	58
3.2.3.2 CORRIENTE DE MAGNETIZACIÓN	59
3.2.3.3 DESMAGNETIZACIÓN	59
3.2.4 INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO	60
3.2.4.1 REQUISITOS PARA LA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO.....	61
3.2.4.2 SELECCIÓN DEL PALPADOR Y EL CABLE COAXIAL.....	61
3.2.5 INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA.....	62
3.2.5.1 REQUISITOS Y SECUENCIA DE LA INSPECCIÓN POR RADIOGRAFÍA.	63
3.3 LIMITES DE ADMISIBILIDAD.....	65
3.4 INSPECTOR DE SOLDADURA.....	73
3.4.1 FUNCIONES.....	73
3.4.2. ACTITUDES, HABILIDADES Y HÁBITOS	74
CAPITULO 4	81
EVALUACIÓN DEL INSPECTOR DE SOLDADURA.	81
4.1 PROCEDIMIENTO PARA RENDIR LAS PRUEBAS.....	81
4.1.1 INICIO DEL PROCESO	83
4.1.2 INSCRIPCIÓN.....	85
4.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	87
4.2.1 PRUEBAS REFERENTES A FUNDAMENTOS DE SOLDADURA.....	88

4.2.2 PRUEBAS PRÁCTICAS DE INSPECCIÓN VISUAL.....	90
4.2.3 PRUEBAS REFERENTES A CONOCIMIENTOS DE LA NORMA	
API 1104.....	91
4.3 METODOLOGÍA DE CALIFICACIÓN Y APROBACIÓN.	91
CAPITULO 5	95
ELABORACIÓN DEL KIT DE CALIFICACIÓN A INSPECTORES	95
5.1 ESTUDIO DE PARÁMETROS PARA CALIFICACIÓN DE INSPECTORES	95
5.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL KIT.	95
5.2.1 CALIBRADOR VERNIER.....	96
5.2.2 REGLA ESTÁNDAR	97
5.2.4 MICRÓMETRO DE EXTERIORES	98
5.2.5 CALIBRADOR BRIDGE CAM	99
5.2.6 GALGAS PARA SOLDADURAS DE FILETE	103
5.2.7 REGLA MEDIDORA PARA ANCHOS DE GRIETAS	104
5.2.8 LUPA.....	105
5.2.9 LINTERNA DE LEDS	105
5.2.10 REGLAS PLÁSTICAS MILIMETRADAS	106
5.3 ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE	
LAS PROBETAS.....	106
5.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	106
5.3.2 MATRICES DE PONDERACIÓN	108
5.3.3. ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN.....	110
5.3.3.1. PROBETAS DE ALUMINIO HECHAS POR FUNDICIÓN.....	110
5.3.3.2. PROBETAS DE RESINA HECHAS CON MOLDE DE CAUCHO	
SILICONA.	111
5.3.3.3. PROBETAS HECHAS DE PLÁSTICO POR INYECCIÓN	112
5.3.3.4. PROBETAS DE RESINA HECHAS CON MOLDE DE YESO.....	113
5.3.4. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	113
5.3.4.1. EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE CADA CRITERIO. ..	114

5.3.4.2 EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE LA REPRODUCIBILIDAD DE DETALLES Y GEOMETRÍA DE LAS JUNTAS.	115
5.3.4.3 EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE TRANSPORTABILIDAD.	115
SOLUCIÓN A > SOLUCIÓN B = SOLUCIÓN C	116
5.3.4.4 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO DE ERGONOMÍA.....	116
5.3.4.5 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO DE COSTO.	117
5.3.4.6 CONCLUSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	117
5.3.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	118
5.3.6 PROPIEDADES DEL CAUCHO SILICONA	119
5.4. DISEÑO DEL MALETÍN CONTENEDOR DEL KIT	120
5.5 ELABORACIÓN DE LAS PRUEBAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ASPIRANTES A INSPECTORES DE SOLDADURA.....	123
5.6 SOFTWARE PARA LA CALIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS	123
5.6.1 SEGURIDAD.....	124
5.6.2 VENTANA PRINCIPAL	125
5.6.3 REGISTRO DE EXAMINADOS.....	127
5.6.3.1 NUEVO	127
5.6.3.1.1 LLENAR EL FORMULARIO	127
5.6.3.1.2 EDICIÓN, IMPRESIÓN DE ACTAS Y RESULTADOS	131
5.6.3.1.3 EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS Y NIVELES ALCANZADOS	136
5.6.3.1.4 CONTROL DE PARTICIPANTES PENDIENTE Y REPETIR	137
5.6.4 LA EVALUACIÓN.....	141
5.6.5 EDICIÓN E INGRESO DE PREGUNTAS	147
5.6.6 LAS ESTADÍSTICAS	153
5.6.7 HORARIO DE PRUEBAS	157
5.6.8 CONEXIÓN EN RED	158

CAPITULO 6	163
MEMORIA TÉCNICA	163
6.1 NIVELES DE CERTIFICACIÓN	163
6.1.1 INSPECTOR DE SOLDADURA EPN-- AISC.....	164
6.1.2 INSPECTOR DE SOLDADURA EPN--ISC.	165
6.2 REQUERIMIENTOS DE CONOCIMIENTOS TÉCNICOS.	167
6.2.1 FUNDAMENTOS DE SOLDADURA Y CORTE.	167
6.2.2 PROPIEDADES LOS METALES.	168
6.2.3 TRATAMIENTO TÉRMICO.....	169
6.2.4 CONSUMIBLES DE SOLDADURA.....	169
6.2.5 CALIFICACIÓN DE SOLDADORES.	170
6.2.6 MÉTODOS DE INSPECCIÓN.....	171
6.2.7 IMPERFECCIONES DE LAS SOLDADURAS	173
6.2.8 UNIONES SOLDADAS, SÍMBOLOS Y PLANOS.....	174
6.2.9 CONTROL DE CALIDAD	174
6.2.10 ASPECTOS GENERALES.....	175
6.3 REQUERIMIENTOS DE ESTUDIO Y EXPERIENCIA.	175
6.4 CERTIFICACIÓN.....	177
6.4.1 RENOVACIÓN DEL CERTIFICADO.....	177
6.5 CÓDIGO DE ÉTICA.....	178
6.5.1 DE LOS DEBERES DEL INSPECTOR DE SOLDADURA.....	178
6.5.2 DE LOS DEBERES PARA CON SUS COLEGAS.....	179
6.5.3 DE LOS DEBERES PARA CON LAS PERSONAS.....	180
6.5.4 DE LOS DEBERES PARA CON SU PROFESIÓN	181
6.5.5 DE LOS DEBERES PARA CON LA SOCIEDAD	181
6.6 PRINCIPIOS DE CONDUCTA.....	181
CAPITULO 7	183
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	183
7.1 CONCLUSIONES.....	183

7.2 RECOMENDACIONES	186
TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	187
BIBLIOGRAFÍA	190
ANEXOS	192
ANEXO 1	193
EPN-LDS-DPP-001 SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN	193
ANEXO 2.....	205
EPN-LDS-DPP-002 APTITUD VISUAL	205
EXAMEN DE APTITUD VISUAL	206
ANEXO 3.....	207
EPN-LDS-RDS-003 NOTIFICACIÓN CÓDIGO DE ÉTICA	207
NOTIFICACIÓN CÓDIGO DE ÉTICA	208
1. DE LOS DEBERES DEL INSPECTOR DE SOLDADURA	208
2. DE LOS DEBERES PARA CON SUS COLEGAS	209
3. DE LOS DEBERES PARA CON LAS PERSONAS	209
4. DE LOS DEBERES PARA CON SU PROFESIÓN.....	209
5. DE LOS DEBERES PARA CON LA SOCIEDAD.....	210
ANEXO 4.....	211
GUÍA DE USO DEL SOFTWARE	211
PARA EL PARTICIPANTE	211
ANEXO 5.....	217
SOFTWARE DE CALIFICACIÓN PARA INSPECTORES DE SOLDADURA.....	217

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 2

DEFECTOLOGÍA DE LAS UNIONES SOLDADAS

FIGURA 2. 1 JUNTA SOLDADA CON EXCESO DE PENETRACIÓN.	15
FIGURA 2. 2 JUNTA SOLDADA CON FALTA DE PENETRACIÓN.	16
FIGURA 2. 3 JUNTA SOLDADA CON CONCAVIDAD EXTERNA.	17
FIGURA 2. 4 JUNTA SOLDADA CON CONCAVIDAD INTERNA.	17
FIGURA 2. 5 A) JUNTA SOLDADA CON MORDEDURAS EN EL PASE DE ACABADO (EU). B) JUNTA SOLDADA CON MORDEDURAS EN EL PASE DE RAÍZ (IU).	18
FIGURA 2. 6 SOCAVADURAS EN JUNTAS A TOPE Y A FILETE.	19
FIGURA 2. 7 JUNTA SOLDADA CON QUEMÓN EN LA RAÍZ.	19
FIGURA 2. 8 SALPICADURAS EN EL CORDÓN DE SOLDADURA.	20
FIGURA 2. 9 FALTA DE CONTINUIDAD EN EL CORDÓN DE SOLDADURA.	21
FIGURA 2. 10 SOBRESPEJOR DE AMBOS LADOS DE LA JUNTA.	22
FIGURA 2. 11 SOBRESPEJOR EN LA PARTE SUPERIOR DEL CORDÓN.	23
FIGURA 2. 12 FALTA DE FUSIÓN AL BORDE DEL CORDÓN.	23
FIGURA 2. 13 SOLAPADO EN EL CORDÓN DE SOLDADURA.	24
FIGURA 2. 14 SOLAPADO DE LA JUNTA ORIGINADA ENTRE PASES.	24
FIGURA 2. 15 INCLUSIONES SUPERFICIALES DE ESCORIA.	25
FIGURA 2. 16 POROS ALARGADOS AL INICIO DEL CORDÓN.	26
FIGURA 2. 17 POROS ALINEADOS EN LA SUPERFICIE DEL CORDÓN.	26
FIGURA 2. 18 POROS REGULARES EN LA SUPERFICIE DEL CORDÓN.	27
FIGURA 2. 19 NIDOS DE POROS EN LA SUPERFICIE DEL CORDÓN.	27
FIGURA 2. 20 CORTE DE ARCO EN UN ACERO MARTENSÍTICO.	28
FIGURA 2. 21 DESALINEAMIENTO EN EL TALÓN DE LA JUNTA.	28
FIGURA 2. 22 IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DE FISURAS LONGITUDINALES AL INTERIOR DEL CORDÓN DE SOLDADURA.	30
FIGURA 2. 24 FISURAS TRANSVERSALES EN LA JUNTA SOLDADA.	31
FIGURA 2. 25 FISURA EN FRÍO EN LA JUNTA SOLDADA.	32

FIGURA 2. 26 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE FISURAS EN FRÍO.	33
FIGURA 2. 27 FISURAS DEBIDAS AL ARRANQUE DEL ARCO.....	34
FIGURA 2. 28 FISURAS ALREDEDOR DE LA ZAC EN JUNTAS A TOPE Y EN FILETE.....	35
FIGURA 2. 29 JUNTAS EN FILETE EXPUESTAS A POSIBLE DESGARRE LAMINAR.	36
FIGURA 2. 30 ESQUEMA DE JUNTAS SOLDADAS CON BISEL EN V Y EN X QUE PRESENTAN PENETRACIÓN PARCIAL.	37
FIGURA 2. 31 ESQUEMA DE JUNTAS SOLDADAS CON DISTINTOS ÁNGULOS DE BISEL QUE PRESENTAN PENETRACIÓN PARCIAL.	37
FIGURA 2. 32 FALTA DE FUSIÓN DEBIDO AL ÁNGULO DE BISEL DE LA JUNTA SOLDADA.	38
FIGURA 2. 32 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE FALTA DE FUSIÓN ENTRE LOS DIFERENTES PASES DE LA SOLDADURA.....	39
FIGURA 2. 36 FISURA EN EL MATERIAL BASE POR PRESENCIA DE LAMINACIÓN.....	40
FIGURA 2. 37 GRIETAS Y PLIEGUES DEL MATERIAL BASE DEBIDO A SU PROCESO DE FABRICACIÓN.	40
FIGURA 2. 38 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE LA PRESENCIA DE POROS DISPERSOS EN LA JUNTA SOLDADA.	41
FIGURA 2. 39 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE NIDOS DE POROS EN LA JUNTA SOLDADA.	41
FIGURA 2. 40 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE POROS ALINEADOS EN LA JUNTA SOLDADA.	42
FIGURA 2. 41 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE POROS ALARGADOS EN LA JUNTA SOLDADA.	42
FIGURA 2. 42 JUNTAS SOLDADAS CON INCLUSIONES NO METÁLICAS.....	43
FIGURA 2. 43 JUNTAS SOLDADAS CON INCLUSIONES DE ESCORIA AISLADAS.	44
FIGURA 2. 44 IMAGEN RADIOGRÁFICA CON INCLUSIONES DE ESCORIA AISLADAS EN LA JUNTA SOLDADA.	45

FIGURA 2. 45 JUNTAS SOLDADAS CON INCLUSIONES DE ESCORIA ALINEADAS.....	45
FIGURA 2. 46 IMAGEN RADIOGRÁFICA CON INCLUSIONES DE ESCORIA ALINEADAS EN LA JUNTA SOLDADA.....	46
FIGURA 2. 47 IMAGEN RADIOGRÁFICA CON LÍNEAS DE ESCORIA O HUELLAS DE CARRO EN LA JUNTA SOLDADA.	46
FIGURA 2. 48 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE INCLUSIONES DE TUNGSTENO EN LA JUNTA SOLDADA.	47
FIGURA 2. 49 DESALINEAMIENTO EN AMBAS PARTES DEL METAL BASE A SER SOLDADAS.....	47
FIGURA 2. 50 IMAGEN RADIOGRÁFICA DE DESALINEAMIENTO EN LA JUNTA SOLDADA.....	48

CAPÍTULO 3 FUNDAMENTOS DE INSPECCIÓN

FIGURA 3. 1 DIBUJO DE FABRICACIÓN	51
FIGURA 3. 2 MOJABILIDAD.....	54
FIGURA 3. 3 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN CON LÍQUIDOS PENETRANTES	56
FIGURA 3. 4 PRUEBA POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.....	58
FIGURA 3. 5 PRUEBA POR ULTRASONIDO.....	61
FIGURA 3. 6 EJEMPLO RADIOGRAFÍA PATRÓN.....	63
FIGURA 3. 7 DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE LOS POROS EN ESPESORES DE TUBERÍA MENORES O IGUALES A 0,5" (12,7 MM).....	71
FIGURA 3. 8 DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE LOS POROS EN ESPESORES DE TUBERÍA MAYORES QUE 0,5" (12,7 MM).....	72

CAPÍTULO 4
EVALUACIÓN DEL INSPECTOR DE SOLDADURA

FIGURA 4. 1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN DIAGRAMA DE GRANTT 84

CAPÍTULO 5
ELABORACIÓN DEL KIT DE CALIFICACIÓN A INSPECTORES

FIGURA 5.1 CALIBRADOR VERNIER.	96
FIGURA 5.2 REGLA DE ALUMINIO DE 30CM.	97
FIGURA 5.3 CALIBRADOR SKEW-T.	97
FIGURA 5.4 MEDICIÓN EN ÁNGULO OBTUSO.	98
FIGURA 5.5 MEDICIÓN EN ÁNGULO AGUDO.	98
FIGURA 5.6 MICRÓMETRO DE EXTERIORES.	99
FIGURA 5.7 CALIBRADOR BRIDGE CAM.	99
FIGURA 5.8 MEDIDA DE LA ALTURA DE FILETE.	100
FIGURA 5.9 MEDIDA DEL ÁNGULO DEL BISEL.	101
FIGURA 5.10 MEDICIÓN DE UNA MORDEDURA.	101
FIGURA 5.11 MEDICIÓN DEL DESALINEAMIENTO EN LA JUNTA A SOLDAR. ...	102
FIGURA 5.12 MEDICIÓN DE LA SOBREMONTA. EN EL CORDÓN DE SOLDADURA.	102
FIGURA 5.13 MEDICIÓN DE LA CONVEXIDAD EN UNA JUNTA DE FILETE.	103
FIGURA 5.14 CALIBRADOR DE SOLDADURAS DE FILETE.	104
FIGURA 5.15 MEDIDOR DE ANCHOS DE GRIETAS.	104
FIGURA 5.16 LUPA.	105
FIGURA 5.17 LINTERNA DE LEDS.	105
FIGURA 5.18 REGLAS PLÁSTICAS MILIMETRADAS.	106
FIGURA 5.19 PROBETA CON JUNTA A TOPE.	118
FIGURA 5.20 PROBETA CON JUNTA A FILETE.	118
FIGURA 5.19 BOSQUEJO DEL MALETÍN CONTENEDOR DEL KIT.	120
FIGURA 5.20 MEDIDAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS JUNTAS A TOPE.	121

FIGURA 5.21 MEDIDAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS JUNTAS EN FILETE.	121
FIGURA 5.22 SOLICITUD DE CLAVE.	124
FIGURA 5.23 FECHA DEL SISTEMA.	125
FIGURA 5.24 ERROR EN FECHA.	125
FIGURA 5.25 PANTALLA DE LA VENTANA PRINCIPAL DEL SOFTWARE.	126
FIGURA 5.26 PANTALLA DE INGRESO DE CONTRASEÑA.	126
FIGURA 5.27 PANTALLA DE REGISTRO DE EXAMINADOS.	127
FIGURA 5.28 PANTALLA DE MATRICULACIÓN E INSCRIPCIÓN.	128
FIGURA 5.29 PANTALLA DE INGRESO DE DATOS.	128
FIGURA 5.30 PANTALLA DE INGRESO DE DATOS PARA PERSONAS PARTICULARES.	129
FIGURA 5.31 CALENDARIO DE INGRESO DE FECHAS.	130
FIGURA 5.32 ADVERTENCIA DE CAMPO SIN LLENAR.	130
FIGURA 5.33 ADVERTENCIA DE FECHA DE EXAMEN.	131
FIGURA 5.34 AVISO DE GRABACIÓN DEL REGISTRO.	131
FIGURA 5.35 PANTALLA DE EDICIÓN, RESULTADOS E IMPRESIÓN DE RESULTADOS.	131
FIGURA 5.36 PANTALLA DE SELECCIÓN DE REGISTRO.	132
FIGURA 5.37 ADVERTENCIA DE FECHA DE EXAMEN.	133
FIGURA 5.38 ADVERTENCIA DE INSCRIPCIÓN DE FECHA ERRADA.	133
FIGURA 5.39 FORMULARIO DE CALIFICACIONES POR POSTULANTE.	134
FIGURA 5.40 INFORME FINAL DE LA CALIFICACIÓN DEL POSTULANTE.	134
FIGURA 5.41 IMPRESIÓN DE RESPUESTAS ESCOGIDAS POR EL POSTULANTE.	135
FIGURA 5.42 AVISO DEL ESTADO DE LA IMPRESIÓN.	136
FIGURA 5.43 PANTALLA DE REGISTROS EXAMINADOS PENDIENTES.	138
FIGURA 5.44 PANTALLA DE PERSONAS QUE DEBEN RENDIR EXÁMENES PENDIENTES.	138
FIGURA 5.45 ADVERTENCIA DE FECHA DE EXAMEN ADICIONAL.	138
FIGURA 5.46 FORMULARIO DE REGISTROS ADICIONALES.	139

FIGURA 5.47 MENSAJE DE ADVERTENCIA EN EL INGRESO DE FECHA ATRASADA.....	139
FIGURA 5.48 MENSAJE DE ADVERTENCIA EN EL INGRESO DE FECHA ADELANTADA.....	140
FIGURA 5.49 PANTALLA DE RESULTADOS DE LOS EXÁMENES.....	140
FIGURA 5.50 BASE DE DATOS DE LAS PERSONAS QUE PUEDEN RENDIR LOS EXÁMENES.....	142
FIGURA 5.51 EJEMPLO DE LAS PREGUNTAS DEL EXAMEN.....	143
FIGURA 5.52 MENSAJE DE FIN DE REGISTRO.....	144
FIGURA 5.53 MENSAJE DE ÚLTIMO REGISTRO.....	144
FIGURA 5.54 MENSAJE DE CULMINACIÓN DEL TIEMPO DEL EXAMEN.....	145
FIGURA 5.55 PRUEBA PENDIENTE.....	146
FIGURA 5.56 PANTALLA DE INGRESO Y EDICIÓN DE PREGUNTAS.....	147
FIGURA 5.57 FORMATO DE EDICIÓN O INGRESO DE LA PREGUNTA.....	148
FIGURA 5.58 MENSAJE DE NUEVO REGISTRO.....	149
FIGURA 5.59 PANTALLA DEL NUEVO REGISTRO CREADO.....	150
FIGURA 5.60 INGRESO DE UN NUEVO OBJETO.....	151
FIGURA 5.61 PANTALLA DE BÚSQUEDA DEL OBJETO NUEVO.....	151
FIGURA 5.62 ESTADÍSTICAS DE LAS PREGUNTAS DE LOS EXÁMENES.....	153
FIGURA 5.63 INFORME DE LAS ESTADÍSTICAS DE CADA PREGUNTA.....	154
FIGURA 5.64 ESTADÍSTICAS DE FUNDAMENTOS.....	155
FIGURA 5.65 EJEMPLO DE ESTADÍSTICAS PARA LOS EXÁMENES PRÁCTICO Y DE LA NORMA API 1104.....	156
FIGURA 5.66 EJEMPLO DE UN INFORME ESTADÍSTICO DE LAS REFERENTES A LA NORMA.....	156
FIGURA 5.67 CALENDARIO PARA RENDIR LAS PRUEBAS.....	157
FIGURA 5.68 LISTADO DE POSTULANTES A RENDIR LAS PRUEBAS.....	158

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTOS DE INSPECCIÓN

TABLA 3. 1 CLASIFICACIÓN DE LOS LÍQUIDOS PENETRANTES.	57
TABLA 3. 2 LÍMITES DE ADMISIBILIDAD PARA LAS DISCONTINUIDADES.....	66
TABLA 3. 3 AÑOS DE EXPERIENCIA EN SOLDADURA	77
TABLA 3. 4 CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, HÁBITOS Y ACTITUDES DE UN INSPECTOR DE SOLDADURA.....	80

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN DEL INSPECTOR DE SOLDADURA

TABLA 4. 1 CALENDARIO PARA EL EXAMEN DE EVALUACIÓN DE INSPECTORES DE SOLDADURA.....	83
TABLA 4. 2 CRONOGRAMA DE CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN	83
TABLA 4. 3 PORCENTAJE DE EVALUACIÓN DE LOS TEMAS DE CONOCIMIENTO GENERAL	88
TABLA 4. 4 PORCENTAJE DE EVALUACIÓN DE LOS TEMAS DE INSPECCIÓN VISUAL.	90
TABLA 4. 5 PORCENTAJE DE EVALUACIÓN DE LOS TEMAS REFERENTE A LA NORMA API 1104.	91
TABLA 4.6 PORCENTAJE DE APROBACIÓN DE LOS EXÁMENES PARA ISC-EPN.....	92
TABLA 4.7 PORCENTAJE DE APROBACIÓN DE LOS EXÁMENES PARA AISC-EPN	93

CAPÍTULO 5

ELABORACIÓN DEL KIT DE CALIFICACIÓN A INSPECTORES

TABLA 5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	107
TABLA 5.2 MATRIZ DE PONDERACIÓN GENERAL.	109

TABLA 5.3 EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS PARA LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	114
TABLA 5.4 EVALUACIÓN DE LA REPRODUCIBILIDAD DE DETALLES Y GEOMETRÍA DE LAS JUNTAS.....	115
TABLA 5.5 EVALUACIÓN DE LA TRANSPORTABILIDAD.....	116
TABLA 5.6 EVALUACIÓN DE LA ERGONOMÍA.....	116
TABLA 5.7 EVALUACIÓN DEL COSTO PARA EL SISTEMA DE VIBRACIÓN.....	117
TABLA 5.8 CONCLUSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL CRITERIO DE REPRODUCIBILIDAD.....	117

CAPÍTULO 6 MEMORIA TÉCNICA

TABLA 6. 1 FUNDAMENTOS DE SOLDADURA Y CORTE.....	167
TABLA 6. 2 PROPIEDADES DE LOS METALES.....	168
TABLA 6. 3 FUNDAMENTOS SOBRE TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	169
TABLA 6. 4 FUNDAMENTOS SOBRE CONSUMIBLES DE SOLDADURA.....	169
TABLA 6. 5 FUNDAMENTOS SOBRE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES.....	170
TABLA 6. 6 FUNDAMENTOS SOBRE MÉTODOS DE INSPECCIÓN.....	171
TABLA 6. 7 FUNDAMENTOS SOBRE IMPERFECCIONES DE LAS SOLDADURAS.....	173
TABLA 6. 8 FUNDAMENTOS SOBRE UNIONES SOLDADAS, SÍMBOLOS Y PLANOS.....	174
TABLA 6. 9 FUNDAMENTOS SOBRE CONTROL DE CALIDAD.....	174
TABLA 6. 10 ASPECTOS GENERALES.....	175
TABLA 6. 11 REQUISITOS DE ESTUDIO Y EXPERIENCIA SEGÚN EL NIVEL DE CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN.....	175

RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación consta de 6 capítulos claramente detallados para comprender la Implementación del Programa de Calificación de Inspectores de Soldadura. El capítulo 1 justifica los objetivos planteados para el desarrollo de este documento, los mismos que se van cumpliendo progresivamente durante el avance de este trabajo.

En el capítulo 2 se hace una breve descripción sobre las normas a utilizar en este trabajo con la finalidad de establecer los parámetros con los cuales se va a evaluar a los aspirantes a Inspector de Soldadura. Además se realiza una introducción sobre las diferentes discontinuidades internas y superficiales que se pueden encontrar en una junta soldada.

En los Fundamentos de Inspección tratados en el capítulo 3, se hace un estudio de los diferentes tipos de ensayos no destructivos (END), especialmente los empleados en la inspección de tuberías y se hace un cuadro resumiendo los límites de admisibilidad de las diferentes discontinuidades establecidos en las Normas API 1104 y AWS D1.1. También se habla sobre las funciones, actitudes habilidades y hábitos que el Inspector de Soldadura debe tener para realizar un trabajo impecable.

La parte modular del Proyecto de Titulación es el capítulo 4, ya que es en donde se realiza todo el procedimiento para la calificación a los aspirantes a Inspectores de Soldadura. Aquí se desarrolla el procedimiento para rendir las pruebas, la metodología de evaluación, calificación y aprobación.

Complementario al procedimiento de evaluación, es necesario realizar un Kit de Calificación a Inspectores. Este material consta de un software especialmente diseñado para evaluar a los aspirantes en tres aspectos; conocimiento general sobre fundamentos de soldadura, conocimiento sobre la Norma API 1104 y una prueba práctica de inspección visual. También consta con un juego de probetas de soldaduras a tope y a filete que contienen diferentes discontinuidades basadas en la

Norma API 1104 y que el aspirante deberá evaluar y decidir si es o no aceptable. Todo esto se detalla claramente en el capítulo 5.

El capítulo 6 es una memoria técnica que contiene temas como los niveles de certificación que otorga la Escuela Politécnica Nacional, los requisitos de conocimientos técnicos, los años de estudio y experiencia que debe poseer el aspirante para ser calificado y obtener una certificación. Además habla sobre la certificación, el código de ética y los principios de conducta que debe cumplir el Inspector de Soldadura para poder ser certificado.

PRESENTACION

La inspección de conexiones soldadas es de gran importancia en la industria ya que permite determinar si cumple con los estándares de calidad y diseño para los cuales fueron creados, esto garantiza el cumplimiento del uso de normas nacionales e internacionales que abalizan el trabajo realizado. Esta ejecución está enfocada en determinar el estado mecánico y la probable vida útil de estas conexiones soldadas, generando posteriormente la programación oportuna para el cambio o reparación de los mismos.

En el mundo de hoy hay un énfasis creciente focalizado en la necesidad de calidad y la calidad en la soldadura es una parte importante en esta rama. Si bien no hay un único responsable por el logro de una soldadura de calidad, el Inspector de Soldadura juega un rol importante en el control de calidad de soldadura ya que debe observar que todos los pasos requeridos en el proceso de manufactura hayan sido completados adecuadamente.

El presente Proyecto de Titulación con el fin de calificar y certificar profesionales responsables con un alto sentido de ética orientados a la Inspección de Soldadura, ha establecido un procedimiento en el cual se evalué los conocimientos técnicos generales sobre soldadura y el correcto manejo de la Norma API 1104. Dicho procedimiento cuenta con todos los pasos necesarios para rendir las pruebas, calificarlas y aprobarlas. Además consta de un Kit de calificación en cual contiene un software diseñado para evaluar a los aspirantes y guardar un registro sobre cada uno de ellos, para tener una base de datos sobre los Inspectores de Soldadura certificados por la EPN. También consta de un juego de probetas de soldadura a tope y a filete con distintos tipos de discontinuidades con la finalidad de evaluar de manera práctica al aspirante

CAPITULO 1

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA PARA CALIFICACIÓN DE INSPECTORES DE SOLDADURA

1.1 ANTECEDENTES:

Debido al incremento de la aplicación del proceso de soldadura en la mayoría de los campos de la industria moderna, la ingeniería también se desarrolló paralelamente en este campo, resultando una tarea fundamental el diseño de juntas, la inspección y la calificación de procedimientos y soldadores.

En el transcurso de los siguientes años y debido al importante lugar que ocupan las soldaduras en los procesos productivos, se han ido creando organismos que regulan los procesos, aplicaciones, personal técnico y de inspección de soldadura. Los mismos que están conformados por diferentes expertos representantes de las entidades más importantes relacionadas con el tema, ya que desarrollan, corrigen y adicionan permanentemente diferentes normas y requerimientos según sea necesario para la industria y su mejor rendimiento.

Gracias a los estudios realizados, se han determinado diferentes campos de calificación que son: calificación de soldadores, calificación de inspectores de soldadura y calificación de procedimientos de soldadura. Sin embargo, a pesar de la importancia del proceso de calificación, en nuestro país son pocas las entidades que regulan dichos procesos. Y, uno de los organismos internacionales que se encarga de emitir los documentos y requerimientos necesarios para la calificación es la American Welding Society (AWS), documentos en los cuales se basará este estudio.

1.2 OBJETIVOS:

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

- Implementar un sistema de evaluación para la calificación de inspectores de soldadura, certificados por el Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional.
- Elaborar un kit completo de probetas, placas, etc., necesarias para la calificación de inspectores de soldadura, según las norma API 1104.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar una guía que incluya los temas esenciales a ser conocidos y evaluados.
- Establecer los requisitos que deberá cumplir la persona a ser calificada, de acuerdo ala especificación EPN-ISC-XXX-XX
- Elaborar kits que contengan probetas de soldadura con defectos, para inspección visual.
- Estudiar las características de las probetas, es decir: peso, durabilidad, ergonomía, costo, mantenimiento y precisión; así como la selección del proceso de fabricación adecuado para la elaboración de ciertas partes del kit.
- Elaborar un banco de preguntas con relación a los fundamentos y normativas de inspección visual con sus respectivas respuestas (basadas en los defectos de las probetas), tomando en cuenta la metodología de inspección visual especificada en las normas.
- Elaborar un programa en computadora de fácil manipulación, que permita seleccionar del banco de preguntas, diferentes pruebas de evaluación y que además se visualicen sus respuestas con el fin de agilizar el proceso de calificación.
- Describir el equipo, instrumentos y herramientas para la inspección visual.

1.3 ALCANCE:

Desarrollar un programa completo de calificación de inspectores de soldadura para usar en el Laboratorio de Soldadura de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional, el cual constará de los siguientes elementos:

- Banco de preguntas para pruebas referentes a fundamentos de soldadura.
- Banco de preguntas para pruebas referentes a conocimiento de la norma API1104.
- 10 Kits para pruebas prácticas de inspección visual, cada uno de los cuales contendrá: 2 tipos de probetas y un banco de preguntas para el informe respectivo de la inspección.
- Programa informático para el proceso de calificación y codificación de pruebas.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

La Inspección de Soldaduras es un proceso que ha tomado fuerza a partir de que se estableció como un proceso industrial. Pues gracias a ello se han ido desarrollando las pautas que determinan una inspección visual confiable, como consecuencia de esto es necesaria la calificación de inspectores que garanticen una revisión basada en estándares y normas. Si a ello se le suma el nivel en crecimiento de la aplicación de la soldadura en nuestro país tanto a pequeña como a gran escala, es necesaria la mano de obra calificada de soldadores como de inspectores de soldadura. Esta demanda desemboca en el requerimiento de un ente calificador acorde a las exigencias.

Actualmente en el INEN se están desarrollando normas para aplicación de soldadura en estructuras metálicas, las que requieren instituciones que estén en la capacidad de calificar, inspeccionar y certificar a los inspectores y soldadores.

Por lo antes mencionado y considerando que La Escuela Politécnica Nacional (EPN) y en especial la Facultad de Ingeniería Mecánica (FIM), se esfuerzan en el desarrollo

e implementación de nuevos servicios al sector productivo. Por lo que se ha visto la necesaria elaboración de un método completo de calificación de inspectores de soldadura, para brindar un beneficio al medio externo mediante la capacitación y certificación.

CAPÍTULO 2

DEFECTOLOGÍA DE LAS UNIONES SOLDADAS

2.1 NORMAS DE ADMISIBILIDAD.

Aplicar normas y códigos asegura que una estructura o componente tendrá un nivel de calidad adecuado para una función específica, con condiciones de seguridad y uniformidad (similitud entre instalaciones semejantes).

Una encuesta de fin de siglo entre los socios de una importante revista de ingeniería mecánica dio por resultado que dentro de los diez mayores logros de la humanidad en el área de la ingeniería en el Siglo XX están el desarrollo y uso de normas y códigos.

Los códigos, normas y especificaciones son documentos que rigen y regulan actividades industriales que establecen lineamientos para las actividades relacionadas, cuyo propósito es de asegurar que solo se producirán bienes soldados seguros, confiables y que las personas relacionadas con las operaciones de soldadura no estarán expuestas a peligros indebidos ni a condiciones que pudieran resultar dañinas a su salud.

Todo el personal que participa en la producción de bienes soldados, ya sean: diseñadores, fabricantes, proveedores de productos y servicios, personal de montaje, soldadores o inspectores, tienen la necesidad de conocer las porciones particulares de las normas que aplican a sus actividades. Es por ello que es necesario conocer sobre los códigos, normas y especificaciones que se van a utilizar para un determinado trabajo.

Estos documentos son de uso común en la industria y tienen diferencias en cuanto a su extensión, alcance, aplicabilidad y propósito. A continuación se mencionan las características claves de algunos de estos documentos:

- **Código (CODE):** Es un conjunto de requisitos y condiciones, generalmente aplicables a uno o más procesos que regulan de manera integral el diseño, materiales, fabricación, construcción, montaje, instalación, inspección, pruebas, reparación, operación y mantenimiento de instalaciones, equipos, estructuras y componentes específicos.
- **Normas (STANDARDS):** El término “norma” tal y como es empleado por la AWS, la ASTM, la ASME y el ANSI, se aplica de manera indistinta a especificaciones, códigos, métodos, prácticas recomendadas, definiciones de términos, clasificaciones y símbolos gráficos que han sido aprobados por un comité patrocinador (vigilante) de cierta sociedad técnica y adoptados por esta.
- **Especificación:** Una especificación es una norma que describe clara y concisamente los requisitos esenciales y técnicos para un material, producto, sistema o servicio. También indica los procedimientos, métodos, clasificaciones o equipos a emplear para determinar si los requisitos especificados para el producto han sido cumplidos o no.

2.1.1 ORIGEN DE LAS NORMAS

Las normas son desarrolladas, publicadas y actualizadas por organizaciones y entidades gubernamentales y privadas con el propósito de aplicarlas a las áreas y campos particulares de sus intereses. Algunas de las principales entidades que generan las normas relacionadas con la industria de la soldadura son las siguientes:

- American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportación)
- American Bureau of Shipping – ABS (Oficina Americana de Barcos)
- American Institute of Steel Construction – AISC (Instituto Americano de Construcción de Aceros)
- American National Standards Institute – ANSI (Instituto Nacional Americano de Normas)
- American Petroleum Institute – API (Instituto Americano del Petróleo)

- American Society of Mechanical Engineers – ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
- American Water Works Association – AWWA (Asociación Americana de Trabajos de Agua)
- American Welding Society – AWS (Sociedad Americana de Soldadura)
- Association of American Railroads – AAR (Asociación de Ferrocarriles Americanos)
- ASTM, American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales)
- International Organization for Standardization – ISO (Organización Internacional para la Normalización)
- SAE, The Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

Las normas reflejan el consenso de las partes relacionadas con su campo de aplicación, por lo que cada organización que las prepara tiene comités o grupos de trabajo compuestos por diferentes representantes de las distintas partes interesadas. Todos los miembros de esos comités son especialistas en sus campos y preparan borradores o versiones preliminares de las normas, los mismos que son revisados por grupos más amplios antes de que las versiones finales sean aprobadas.

2.1.2 APLICABILIDAD DE LAS NORMAS

El cumplimiento de los requisitos de las normas es obligatorio cuando tales normas están referidas o especificadas en las jurisdicciones gubernamentales, o cuando estas están incluidas en contratos u otros documentos de compra.

El cumplimiento de las prácticas recomendadas o las guías es opcional. Sin embargo, si estos son referidos en los códigos o especificaciones aplicables su uso se hace obligatorio. Si los códigos o acuerdos contractuales contienen secciones o apéndices no obligatorios, el empleo de las guías o prácticas recomendadas quedan a la discreción del usuario.

2.1.3 DESCRIPCIÓN DE NORMAS UTILIZADAS EN SOLDADURA E INSPECCIÓN DE SOLDADURA.

2.1.3.1 Norma API 1104

Esta norma se aplica para la soldadura de juntas a tope, de filete y de embone en tuberías de acero al carbono y acero de baja aleación. Es utilizada en la comprensión, el bombeo y la transmisión de petróleo crudo, productos de petróleo, gases combustibles, dióxido de carbono y nitrógeno y, cuando sea aplicable, cubre la soldadura en sistemas de distribución. Esto se lo puede efectuar por el proceso de soldadura metálica por arco protegido, soldadura por arco sumergido, soldadura por arco de tungsteno y gas, soldadura por arco metálico y gas, soldadura por arco con alambre con Núcleo de Fundente, soldadura por Arco de Plasma, soldadura oxiacetilénica, o por un proceso de soldadura a tope por arco, o una combinación de éstos; utilizando una técnica para soldadura manual, semiautomática, o automática o una combinación de estas técnicas.

Presenta métodos para la producción de soldaduras aceptables realizadas por soldadores calificados que usan procedimientos y equipo de soldadura y materiales aprobados. También presenta métodos para la producción de radiografías adecuadas, realizadas por técnicos que empleen procedimientos y equipo aprobados, a fin de asegurar un análisis adecuado de la calidad de la soldadura. También incluye los estándares de aceptabilidad y reparación para defectos de soldadura. A continuación se citan las secciones que forman parte de esta norma:

Sección 1 – Generalidades

Sección 2 - Calificación de Procedimientos de Soldadura para Soldaduras con

Metal de Aporte

Sección 3 - Calificación de Soldadores

Sección 4 - Diseño y Preparación de una Junta para Soldaduras de Producción

Sección 5 - Inspección y Pruebas de Soldaduras de Producción

Sección 6 - Estándares de Aceptación para Pruebas no Destructivas

Sección 7 - Reparación y Remoción de Defectos

Sección 8 - Procedimientos para Pruebas no Destructivas

Sección 9 - Soldadura Automática

Sección 10 - Soldadura Automática sin Adiciones de Metal de Aporte

Apéndice – Estándares Alternativos de Aceptación para Soldaduras

2.1.3.2 Norma ASME IX

La sección IX del código ASME se refiere calificación de los soldadores y los procedimientos empleados en la soldadura; que van de acuerdo con las calderas y recipientes a presión ASME y el Código ASME B31 para tuberías de presión.

Esta sección establece los criterios básicos para los procesos de soldadura que se observan en la preparación y soldadura fuerte que afectan a los requisitos de procedimiento y de desempeño.

El propósito de la Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS) y el Registro de Calificación de Procedimiento (PQR), es determinar que la propuesta de soldadura para la construcción es capaz de tener las propiedades necesarias para su aplicación prevista.

Existe un principal problema con el código ASME que es el de tratar a todos los procesos de soldadura por separado e imponer restricciones para cada uno de los procedimientos y calificaciones. Por tanto, es prudente revisar lo que el código dice sobre el proceso de soldadura que va a utilizar antes de realizar cualquiera de las pruebas de soldadura.

El código ASME abarca una gama muy amplia de procesos de soldadura y aplicaciones tales como: recubrimientos duros, soldadura de pernos, soldadura fuerte y débil, etc.

Las normas de aplicación para tuberías son las B31 y puede imponer requisitos adicionales y limitaciones en algunos casos.

El código está dividido en 4 partes de la siguiente manera:

QW100: Introducción general a los requisitos de calificación y pruebas

QW200: Procedimiento detalles sobre los requisitos.

QW300: Calificaciones de rendimiento (Soldador Aprobaciones) detalles.

QW400: Datos de la soldadura. Esta es la parte más grande del código, y la recolección de información tanto de procedimiento como el desempeño de la calificación. Además incluye:

- Material e información útil.
- Requerimientos de las pruebas de calificación.
- Rangos de aprobación de espesores, diámetros, tipos de juntas y posiciones de soldadura.
- Definiciones utilizadas en el código.

2.1.3.3 Código ANSI/AWS D1.1 de Soldadura Estructural -Acero

Este Código cubre los requisitos aplicables a estructuras de acero al carbono y de baja aleación. Está previsto para ser empleado conjuntamente con cualquier código o especificación que complemente el diseño y construcción de estructuras de acero.

Quedan fuera de su alcance los recipientes y tuberías a presión, metales base de espesores menores a 1/8 Pulg (3.2 mm), metales base diferentes a los aceros al

carbono y de baja aleación y los aceros con un límite de fluencia mínimo mayor a 100,000 lb/pulg² (690 MPa). A continuación se indican las secciones que lo componen y un resumen esta norma:

- **Requisitos Generales:** Contiene la información básica sobre el alcance y limitaciones del código.
- **Diseño de Conexiones Soldadas:** Contiene requisitos para el diseño de conexiones soldadas compuestas por perfiles tubulares y no tubulares.
- **Precalificación:** Es la excepción de las pruebas de calificación de los WPS (Especificaciones de los Procedimientos de Soldadura) requeridos en la sección 4 de esta norma. Todos los WPS precalificados deberán estar por escrito. Para que un WPS esté precalificado, deberá requerirse la total conformidad con todos los requisitos aplicables de la sección 3.
- **Calificación:** Contiene los requisitos de calificación para especificaciones de procedimientos y personal (soldadores, operadores de equipo para soldar y "punteadores") de soldadura necesarios para realizar trabajos de código.
- **Fabricación:** Cubre los requisitos para la preparación, ensamble y mano de obra de las estructuras de acero soldadas.
- **Inspección:** Contiene los criterios para la calificación y las responsabilidades de inspectores, los criterios de aceptación para soldaduras de producción y los procedimientos estándar para realizar la inspección visual y las pruebas no destructivas.
- **Soldadura de Pernos:** Esta sección contiene los requisitos aplicables a la soldadura de pernos a acero estructural.
- **Reforzamiento y Reparación de Estructuras Existentes:** Contiene la información básica relacionada con la modificación o reparación de estructuras de acero ya existentes.
- **Anexos - Información Obligatoria**
- **Anexos no Obligatorios**
- **Comentarios sobre el Código de Soldadura Estructural de Acero**

2.2 DEFECTOLOGÍA DE LAS UNIONES SOLDADAS

Una de las partes más importantes dentro de los procesos de soldadura es la evaluación de los resultados obtenidos mediante la utilización de los distintos procesos, para de esta manera determinar el comportamiento para el servicio programado. En un análisis de defectología, la fiabilidad de las uniones soldadas debe ser el eje principal, en base a este criterio, se puede establecer las posibles causas de la falla desde la naturaleza de los efectos adversos producidos por el tiempo hasta detalles más específicos como la calidad inadecuada del material y la mano de obra mal seleccionada, además de otros efectos propios de las imperfecciones humanas.

Cualquiera de estos fenómenos no deseables, son experimentados no solo en el campo de la soldadura sino en cualquier campo en el que exista la tarea y la necesidad de diseñar, producir y posteriormente vender a un mercado de clientes.

Para lograr una inspección lo más fiable posible, es esencial conocer qué tipo de defectología se puede encontrar en una junta soldada, tener el conocimiento y la experiencia para distinguir un defecto o una discontinuidad, ya que de este reconocimiento depende la calificación y la aceptación o no de las juntas soldadas.

2.3 ESTUDIO DE LAS DISCONTINUIDADES Y DEFECTOS

Antes de describir los tipos de discontinuidades y defectos, es extremadamente necesario conocer la diferencia entre discontinuidades, defectos e indicaciones. Debido que a menudo se intercambia estos términos erróneamente.

Una discontinuidad es la interrupción de la típica estructura de un material, es decir, una irregularidad en una estructura que de otra manera sería uniforme. Se puede realizar una analogía utilizando una carretera de pavimento, en la cual una discontinuidad sería un hueco o pozo el cual altera la uniformidad del camino. En términos técnicos una discontinuidad estaría dada por la falta de homogeneidad

metalúrgica o de las características físicas del material. Una discontinuidad no es necesariamente un defecto.

Una indicación es la evidencia obtenida mediante el ensayo no destructivo y pueden dividirse en lo siguiente:

- **Indicaciones relevantes:** Son aquellas indicaciones provenientes de fallas suficientemente serias como para afectar la aptitud para el servicio de la pieza.
- **Indicaciones no relevantes:** Son aquellas indicaciones que provienen de discontinuidades que no afectarían la aptitud para el servicio de la pieza.
- **Indicaciones falsas:** Son aquellas indicaciones causadas por interferencias eléctricas y electrónicas, superficies muy rugosas etc.

Un defecto es una discontinuidad o discontinuidades específicas, que puede comprometer el comportamiento de la estructura para el propósito que fue diseñada. Además los efectos acumulados de su presencia producen que una parte o todo el producto no reúnan el mínimo necesario para la aceptación de las normas o especificaciones.

Para determinar si una discontinuidad es un defecto, existen especificaciones que definen los límites aceptables de la discontinuidad; cuando su tamaño o concentración excedan esos límites es considerado como defecto. Por eso se puede decir que un defecto es una discontinuidad rechazable y por consiguiente requiere de alguna clase de tratamiento posterior para llevarlo a los límites de aceptación de algún código.

Sea cual fuera el tipo de defectología encontrado, el análisis deberá ser basado en las características, causas y efectos, sin hacer referencia específica a los estándares de aceptación o rechazo. Solamente después de su evaluación y de acuerdo con la especificación aplicable se puede hacer un juicio de valor y tomar una resolución. En general se habla de la criticidad o de los efectos de ciertas discontinuidades y es por eso que algunas discontinuidades son inaceptables sin tomar en cuenta su tamaño o

extensión, mientras que la presencia de una menor cantidad de defectos son considerados como aceptables.

2.4 DISCONTINUIDADES

Una discontinuidad es la pérdida de la homogeneidad del material que afecta la regularidad de un cordón de soldadura y puede aparecer en cualquier momento durante la elaboración del cordón. Basados en este criterio se tiene la siguiente clasificación:

- **Discontinuidad inherente.**- Se crea durante la producción inicial, es decir desde el estado de fusión del material base o de aporte.
- **Discontinuidad de proceso.**- Se produce durante procesos posteriores de fabricación o terminado.
- **Discontinuidades de servicio.**- Se producen durante el uso del producto debido a circunstancias ambientales, de carga, o ambas.

De la clasificación anterior se puede dar una descripción más particular de las discontinuidades, describiendo la forma y las circunstancias en las que se producen. Por lo tanto a las discontinuidades se las puede dividir en dos grupos:

- Discontinuidades Superficiales
- Discontinuidades Internas

2.4.1 DISCONTINUIDADES SUPERFICIALES

Son aquellas que se han formado en la superficie del cordón de soldadura. Su criterio de aceptación o rechazo puede depender en algunos casos únicamente de la inspección visual, utilizando los diferentes instrumentos de medida o realizando ensayos no destructivos. Estas discontinuidades son:

2.4.1.1 Exceso de penetración

Se produce debido a una corriente muy elevada o a la mala posición del electrodo que hace que el material depositado en el bisel penetre excesivamente hacia el interior y caiga por debajo del mismo. Este defecto puede producirse en soldaduras de gasoductos y desgaste por erosión. La imagen radiográfica da una densidad más clara en el centro del ancho de la imagen ya sea extendida a lo largo de la soldadura o en gotas circulares aisladas, pudiendo presentar en su interior una mancha deforme negra.

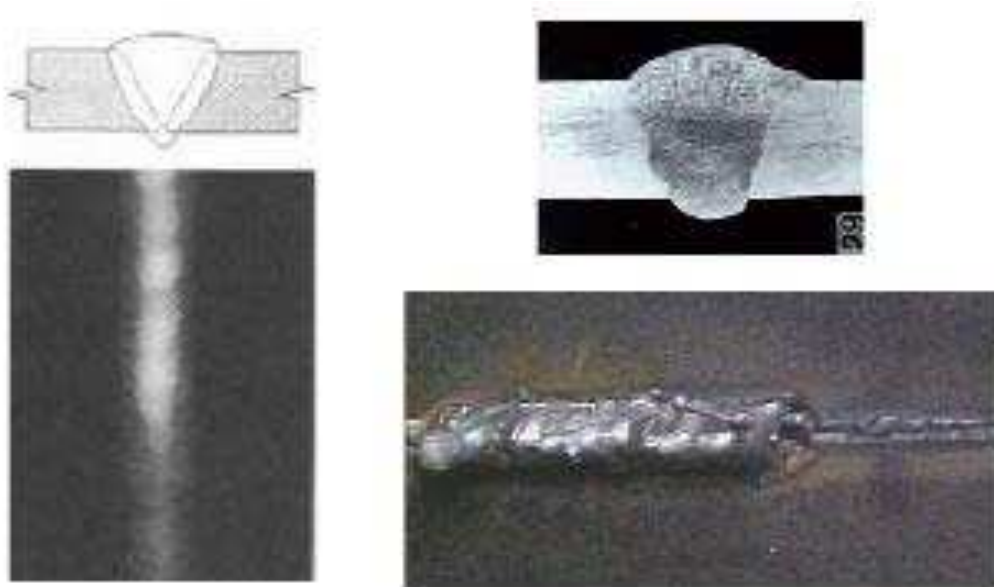


Figura 2. 1 *Junta soldada con exceso de penetración.*

2.4.1.2 Falta de penetración

Como los biseles en U o en V son visibles por la cara posterior, esta imperfección puede considerarse superficial. A menudo la raíz de la soldadura no quedará adecuadamente rellena con metal, dejando un vacío que aparecerá en la radiografía como una línea negra firmemente marcada, gruesa, continua o intermitente reemplazando el cordón de la primera pasada. Puede ser debido a una separación excesivamente pequeña de la raíz, un electrodo demasiado grueso, una corriente de soldadura insuficiente, una velocidad excesiva de pasada o una penetración incorrecta en la ranura. Este defecto por lo general no es aceptable y requiere la eliminación del cordón de soldadura anterior y repetición del proceso.

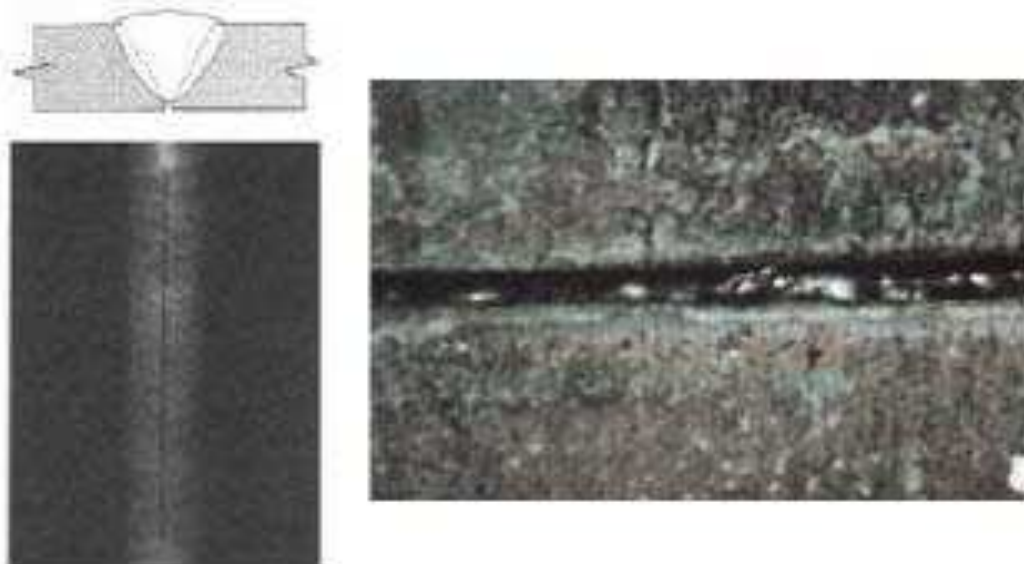


Figura 2. *Junta soldada con falta de penetración.*

2.4.1.3 Concavidad externa

Presenta una disminución de refuerzo externo, por poco depósito de material de aporte en las capas superficiales del cordón. La imagen radiográfica muestra una densidad de la soldadura más oscura que la densidad de las piezas a soldarse, la cual se extiende a través del ancho completo de la imagen.

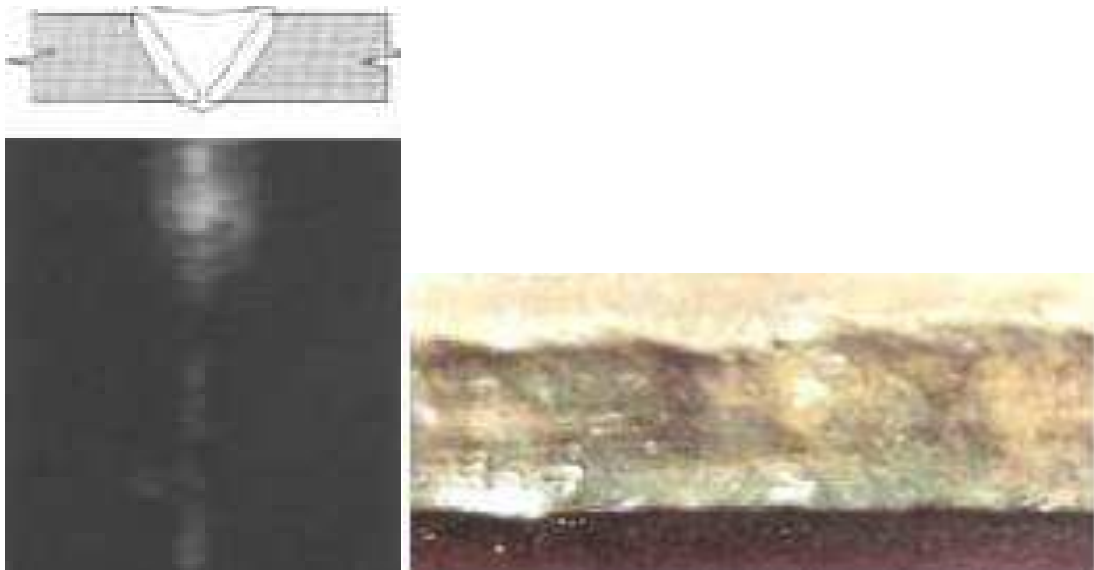


Figura 2.3 *Junta soldada con concavidad externa.*

2.4.1.4 Concavidad interna

Insuficiente refuerzo interno de la soldadura en su cordón de primera pasada, el cual al enfriarse disminuye su espesor pasando a ser menor que el del material base.

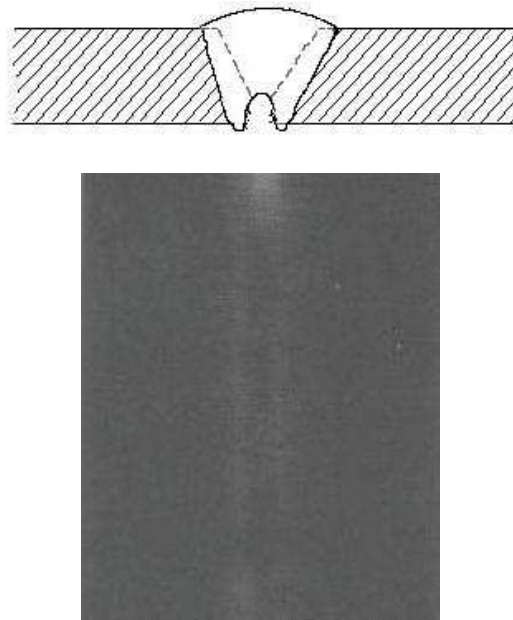


Figura 2.4 *Junta soldada con concavidad interna.*

2.4.1.5 Socavaduras o mordeduras de borde

La socavadura es una ranura fundida en el metal base, adyacente a la raíz de una soldadura o a la capa exterior, que no ha sido llenada por el metal de soldadura.

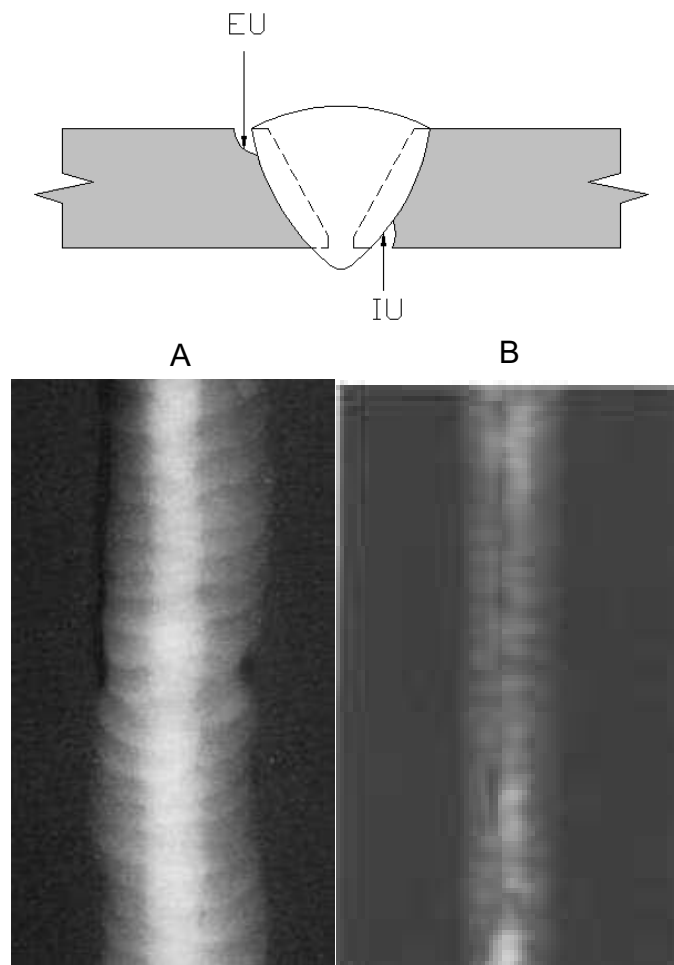


Figura 2. 5 A) Junta soldada con mordeduras en el pase de acabado (EU). B) Junta soldada con mordeduras en el pase de raíz (IU).

Dado que es una condición superficial, es particularmente peligrosa para todas aquellas estructuras que vayan a estar sometidas a cargas de fatiga. En la figura se muestra la apariencia típica de una socavación en una junta de filete y una a tope. Es interesante notar que para las juntas a tope, la socavación puede ocurrir tanto en la superficie de soldadura como en la superficie de la raíz.

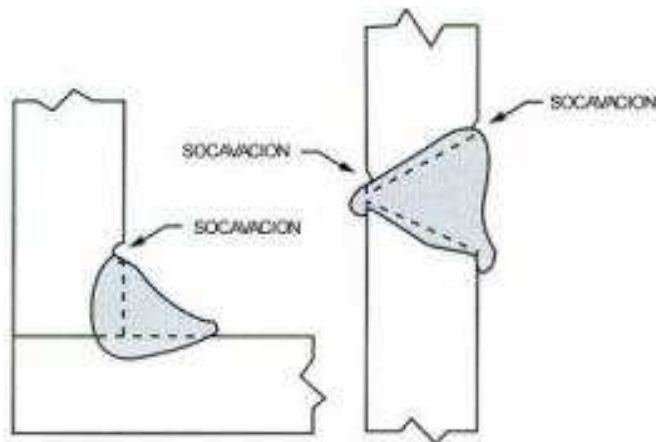


Figura 2. 6 *Socavaduras en juntas a tope y a filete.*

2.4.1.6 Quemones

Es definida como una porción del cordón de raíz donde la fusión excesiva ha causado que la soldadura se haya soplado dentro de la tubería. Los factores que producen excesivo calor en un área determinada y que producen esta discontinuidad son: excesiva corriente, velocidad lenta del electrodo, manejo incorrecto del electrodo. Hay destrucción completa de los biseles.

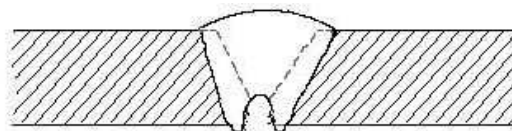
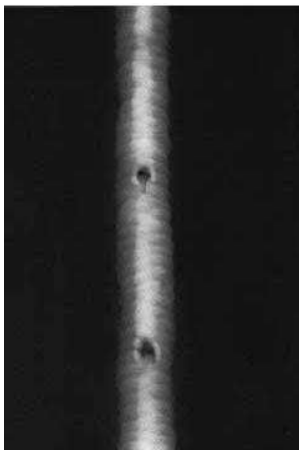


Figura 2. 7 *Junta soldada con quemón en la raíz.*

2.4.1.7 Salpicaduras

Son imperfecciones consistentes de metal fundido depositadas aleatoriamente sobre el cordón y su vecindad. Pueden ser provocadas por humedad en el revestimiento del electrodo. Generalmente no tienen importancia respecto a la calidad de la soldadura. En la imagen radiográfica, aparecen como manchitas blancas, redondeadas, aisladas o en colonias. En algunas técnicas de soldadura que emplean electrodos de tungsteno, las salpicaduras de este metal se dibujan como pequeños círculos muy claros y nítidos. Entonces conviene asegurarse de que se trata, efectivamente, de salpicaduras y no de inclusiones.



Figura 2. 8 Salpicaduras en el cordón de soldadura.

2.4.1.8 Falta de continuidad del cordón

Se origina al interrumpir el cordón de soldadura y no empatar bien la reanudación del trabajo. Su severidad es muy variable ya que en los casos más severos pueden considerarse auténticas faltas de fusión transversales, en tanto que en otras ocasiones, son simples surcos normales al eje del cordón. Su aspecto radiográfico es el de una línea oscura u oblicua, relativamente nítida.

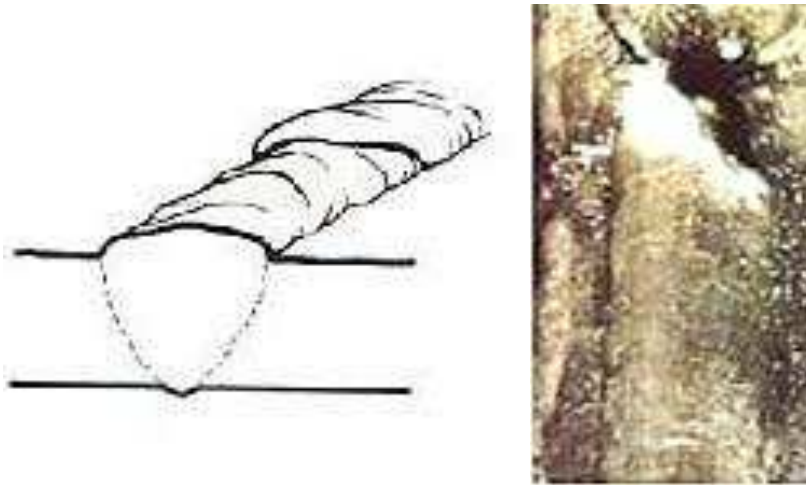


Figura 2. 9 *Falta de continuidad en el cordón de soldadura.*

2.4.1.9 Erosiones y huellas

Son un grupo de defectos que tienen un origen mecánico de abrasión, deformación o arranque de material y pueden dividirse en:

- **Exceso de rebajado.-** Producido durante el mecanizado o esmerilado excesivo del cordón, quedándose éste ligeramente cóncavo. En un análisis de radiografía aparece como áreas ligeramente más oscuras que el campo adyacente, con contornos difusos, difíciles de percibir y que siguen la trayectoria del cordón.
- **Huellas de esmerilado o burilado.-** Surcos en la superficie del metal base o del cordón, marcados por la muela o el buril manejados inhábilmente. Radiográficamente aparecen como sombras ligeramente oscuras, rectilíneas y paralelas.
- **Huellas de mecanizado.-** Erosiones producidas por herramientas que preparan la soldadura o por imperfecto mecanizado de la misma. La radiografía las muestra como líneas ligeramente oscuras, dibujadas nítidamente y paralelas.

- **Martillazos o golpes en general.**- Son deformaciones locales producidas por choques de objetos contra el metal base o contra el cordón. Radiográficamente los martillazos se señalan como arcos ligeramente oscuros, con un borde bien marcado, más denso, a partir del cual se difunde la mancha, las marcas del granete como puntos.
- **Restos de electrodos.**- Cuando se suelda con equipos automáticos en atmósfera inerte y electrodo continuo, pueden quedar, al efectuar el cordón de penetración restos del alambre que sobresalen varios centímetros de la base de la unión soldada. En la radiografía aparecen como unos palitos claros que parten del eje del cordón. También pueden aparecer restos de electrodos cuando éstos han sido abandonados, por ejemplo, en el interior de una tubería. En este caso solo es un material superpuesto, fácilmente eliminable por no ser solidario con la unión.

2.4.1.10 Sobreepesor de la Junta

Es similar a la convexidad, excepto que describe una condición que solamente puede estar presente en la soldadura de bisel. El sobreepesor de la junta es descrito como un metal de soldadura en exceso de la cantidad requerida para rellenar la junta. El sobreepesor de raíz describe la presencia de este exceso en el lado opuesto de la junta.



Figura 2. 10 *Sobreepesor de ambos lados de la junta.*



Figura 2. 11 *Sobreespesor en la parte superior del cordón.*

2.4.1.11 Falta de fusión en la superficie de soldadura

Es la falta de fusión entre el metal de soldadura y el metal base. También se puede generar en las distintas pasadas de los cordones de soldadura, especialmente cuando se utiliza GMAW.



Figura 2. 12 *Falta de fusión al borde del cordón.*

2.4.1.12 Solapado

Es otra discontinuidad superficial que puede ocurrir por emplear técnicas inadecuadas de soldadura. El solapado es descrito como el avance no deseado del metal de aporte por delante del talón o raíz de la soldadura. Aparece cuando el metal soldado inunda la junta y yace en la superficie del metal de base adyacente. Debido a su apariencia característica, el solapado es conocido como enrollado (rollover), pero este último no es un término técnicamente aceptable. Como en el caso de la

socavación del cordón, el solapado puede ocurrir tanto en la superficie como en la raíz de las juntas a tope con bisel.



Figura 2. 13 *Solapado en el cordón de soldadura.*



Figura 2. 14 *Solapado de la junta originada entre pases.*

2.4.1.13 Inclusiones de escoria superficiales

Son regiones dentro de la sección de soldadura o sobre su superficie donde el fundente utilizado para proteger al metal fundido es atrapado dentro del metal solidificado, es decir es la parte de la sección de soldadura donde el metal no se fundió a sí mismo.



Figura 2. 15*Inclusiones superficiales de escoria.*

2.4.1.14 Porosidad Superficial

Es un tipo de discontinuidad que forma una cavidad provocada por gases que quedan atrapados durante la soldadura, es por eso que se puede pensar en la porosidad como una bolsa de gas dentro del metal de soldadura. Debido a su forma característicamente esférica la porosidad normal es considerada como la menos dañina de las discontinuidades, sin embargo en algunos casos donde la soldadura es utilizada en tanques de presión o contenedores de algún gas o líquido, cualquier porosidad es considerada como peligrosa debido a la posibilidad de generar una zona de debilidad. Se puede tener las siguientes configuraciones de poros superficiales:

2.4.1.14.1 Poros en los primeros centímetros del cordón

Son frecuentemente producidos por electrodos húmedos que debido al calentamiento del electrodo durante la operación de soldadura, la humedad en el revestimiento se vaporiza, produciéndose la formación de poros. Los electrodos básicos tienen tendencia a la formación de poros iniciales, en caso de soldar con arco demasiado largo. También pueden presentarse poros al haber contacto con un electrodo de revestimiento básico en una base completamente fría.



Figura 2. 16 *Poros alargados al inicio del cordón.*

2.4.1.14.2 Poros alineados

Se presentan cuando se suelda con un electrodo el cual tiene una sobrecarga de corriente, lo que produce un calentamiento y por esta razón alcanza la temperatura de fusión del alambre. Puede evitarse reduciendo el amperaje.

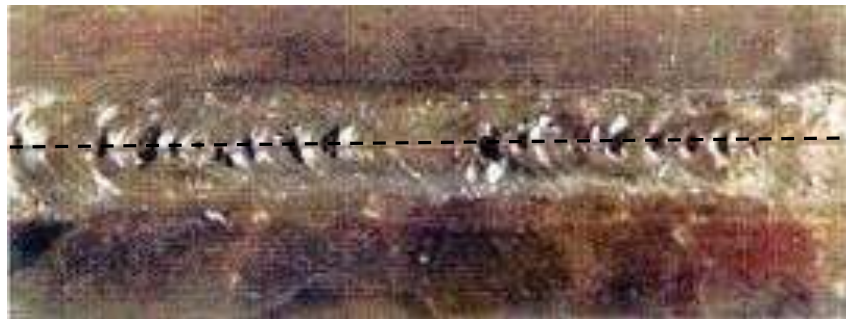


Figura 2. 17 *Poros alineados en la superficie del cordón.*

2.4.1.14.3 Poros que se presentan en forma regular sobre toda la longitud del cordón

La causa reside generalmente en el material base, por ejemplo, los aceros con alto contenido de azufre o fósforos no pueden soldarse libres de poros cuando se usan electrodos con revestimiento ácido. En muchos casos el remedio es usar electrodos básicos.



Figura 2. 18 *Poros regulares en la superficie del cordón.*

2.4.1.14.4 Nidos de poros en la superficie

Se deben, por lo general, a un manejo incorrecto del electrodo debido a una oscilación demasiado pronunciada o una separación excesiva entre los bordes de las placas a soldar. El metal de aporte se solidifica por acceso del aire e insuficiente protección de la escoria, volviéndose poroso y se presenta como un grupo de poros concentrados alrededor de un punto.



Figura 2. 19 *Nidos de poros en la superficie del cordón.*

2.4.1.15 Corte del Arco

Este tipo de discontinuidad puede ser muy perjudicial, especialmente en las aleaciones de alta resistencia y en las de baja aleación. Los cortes de arco son generados cuando el arco es iniciado sobre la superficie del metal base fuera de la junta soldada, ya sea accidental o intencionalmente. Cuando esto ocurre, hay un área localizada de la superficie del metal base que es fundida y enfriada rápidamente debido a la pérdida de calor a través del metal base circundante.

Los cortes de arco son causados generalmente por la técnica inapropiada de soldadura, esto se debe corregir como una cuestión de disciplina y actitud de trabajo para el soldador.



Figura 2. 20 Corte de arco en un acero martensítico.

2.4.1.16 Falta de fusión por desalineamiento (high-low, IPD)

Es el llenado incompleto de la raíz debido a que existe un extremo de la raíz está desligado porque la tubería adyacente o unión de accesorios están mal alineados.

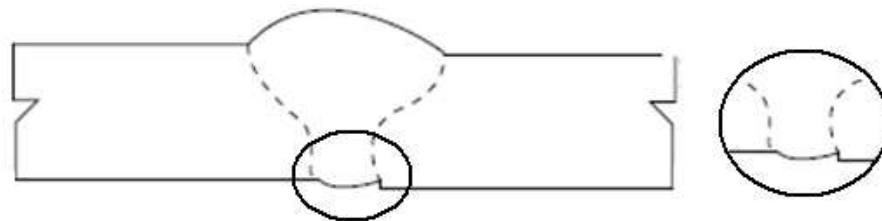


Figura 2. 21 Desalineamiento en el talón de la junta.

2.4.1.17 Soplo magnético

Se produce con el uso de corriente continua, por efecto del soplo del arco (ARC BLOW)¹. Para remediar este defecto se puede conectar un segundo cable de tierra entre la fuente de poder y la pieza de trabajo teniendo en este caso que aplicar los

¹ AISI/AWS A3.0-94, STÁNDAR WELDING TERMS AND DEFINITIONS, Pág.4

dos cables en puntos lo más alejados en la pieza base. Otras opciones son: cambiar la ubicación del cable de tierra, cambiar la polaridad o bajar la corriente.

2.4.2 DISCONTINUIDADES INTERNAS

2.4.2.1 Fisuras longitudinales

Pueden producirse en el centro del cordón (generalmente por movimientos durante o posteriores a la soldadura) o en la interface del material base con el de aporte (por causa de un enfriamiento brusco o falta de un correcto precalentamiento en grandes espesores). Cuando este defecto aparece en el material de la soldadura se le denomina “fisura de solidificación”, mientras que si se produce en la zona afectada por el calor (ZAC) se llama “fisura de licuación” (intergranular).

Estos dos tipos comprenden la fisuración en caliente y se producen por la combinación de una composición química desfavorable (elementos que forman precipitados de bajo punto de fusión, por ejemplo el azufre que forma sulfuro de hierro SFe – solidificación de bordes de grano) y tensiones de solidificación, restricción o deformación. En este caso el precalentamiento no tiene influencia sobre los defectos. La única precaución posible es soldar con bajo aporte térmico. Son típicas de los aceros inoxidables estabilizados como el AISI 321, y algunos bonificados como el HY 80².

La fisuración en frío de hidrógeno (longitudinal) es menos frecuente que la transversal. La imagen radiográfica es una línea ondulante muy negra y fina en el centro del cordón en la base del mismo (similar al espesor de un cabello).

²AISI SPECIFICATIONS, *HIGH YIELD (HY) HIGH STRENGTH STEELS*, STEELS CHARTS.

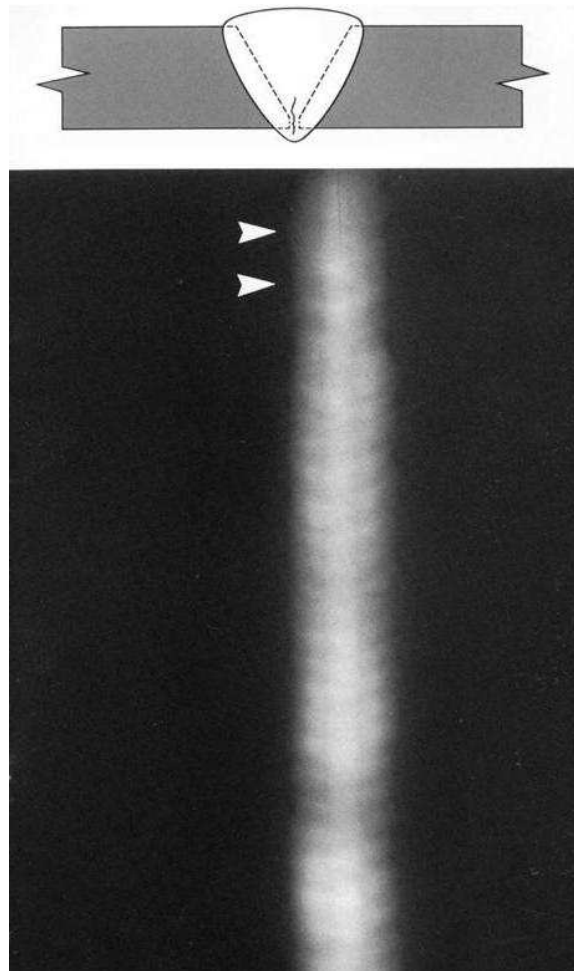


Figura 2. 22 *Imágenes radiográficas de fisuras longitudinales al interior del cordón de soldadura.*

2.4.2.2 Fisuras transversales

Producidas generalmente en aceros de alta dureza, por combinación de elementos que al enfriarse a la temperatura normal producen la fisura que puede o no prolongarse al metal base.

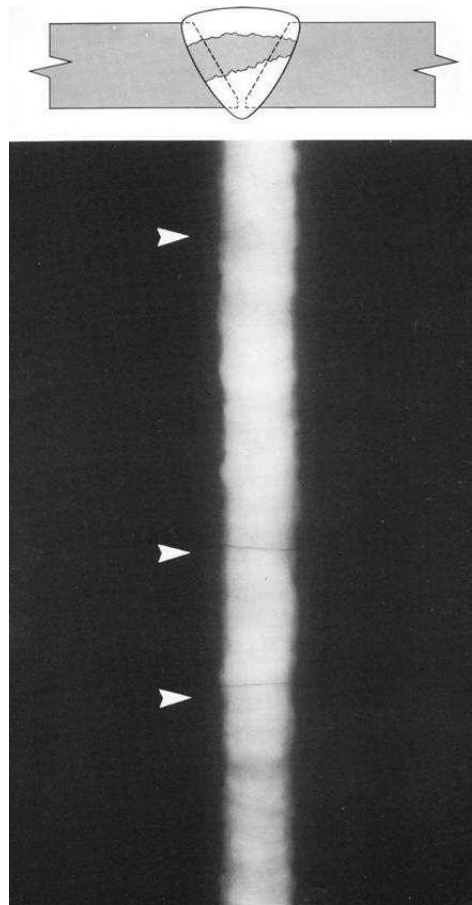


Figura 2. 23 *Fisuras transversales en la junta soldada.*

Las fisuras transversales pueden tener la siguiente clasificación:

2.4.2.2.1 Fisuras en caliente

Se producen durante la solidificación de la junta. Las causas principales de este defecto en acero al carbono no aleados o de baja aleación son:

- Porcentaje Medio o alto de carbono en el metal base.
- Alto porcentaje de impurezas de P y S en el metal base.
- Elevados esfuerzos de tensión o compresión (depende de la mayor o menor plasticidad del material de la junta).

Las fisuras en caliente se pueden manifestar en todos los materiales metálicos, ferrosos y no ferrosos. Son intergranulares y pueden tener orientaciones diversas.

2.4.2.2.2 Fisuras en frío

Se forman cuando el material se acerca o alcanza la temperatura ambiente. Se producen por las siguientes causas:

- Principalmente, el elevado contenido de hidrógeno en la zona fundida.
- Elevada velocidad de enfriamiento.
- Tensiones producidas sobre el cordón por el enfriamiento.
- En soldaduras de aceros dulces y aquellos de baja aleación con manganeso.



Figura 2. 24 *Fisura en frío en la junta soldada.*

Las fisuras son muy pequeñas (llamadas fisuras de hidrógeno) y frecuentemente se reagrupan en un cierto número en la misma zona fundida de la junta. En aceros de elevada resistencia, las fisuras son generalmente más grandes pudiendo atravesar todo el cordón en dirección transversal. Se observa radiográficamente como una línea fina muy negra y recortada, de poca ondulación y transversal al cordón soldado.

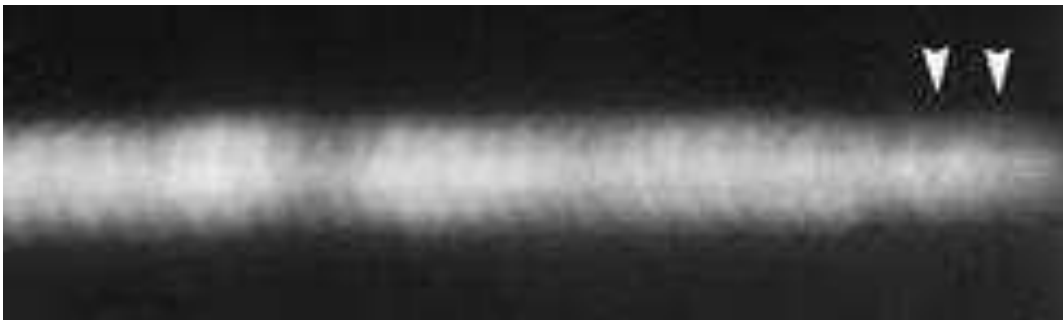


Figura 2. 25 *Imagen radiográfica de fisuras en frío.*

2.4.2.2.3 Fisura de interrupción o arranque (o de cráter)

En el arranque de la soldadura y por el cambio de electrodo pueden producirse fisuras en forma de estrella por efecto del brusco enfriamiento y recalentamiento del material (son fisuras en caliente). Cuando se interrumpe el arco se forma un cráter de contracción si la cavidad del arco no se rellena con una cantidad de material fundido adecuado. Los cráteres de arco son frecuentemente los puntos defectuosos en la soldadura en razón a que el último material que se solidifica lo hace a tensiones muy elevadas, pudiendo producir segregación.



Figura 2. 26 *Fisuras debidas al arranque del arco.*

2.4.2.2.4 Fisuras alrededor del cordón (ZAC)

Se produce por la falta de precalentamiento en aceros de alta dureza (estructura martensítica en la ZAC como resultado del ciclo térmico de soldadura) o de mucho espesor. Se presentan invariablemente en los granos más gruesos de la ZAC del acero.

Esto se atribuye al efecto del hidrógeno disuelto liberado por el electrodo (humedad) o por el metal que solidifica, por lo que se puede evitar con precalentamiento y manteniendo el material soldado alrededor de 200°C un tiempo determinado, o por el uso de electrodos básicos.

También afectan las tensiones alcanzadas como resultado de la contracción de la junta o geometrías con entalles. Tienen generalmente una dirección longitudinal. Algunas veces pueden ser transversales, pueden ser internas (esto bajo el cordón de soldadura) o aflorar al lado del cordón.

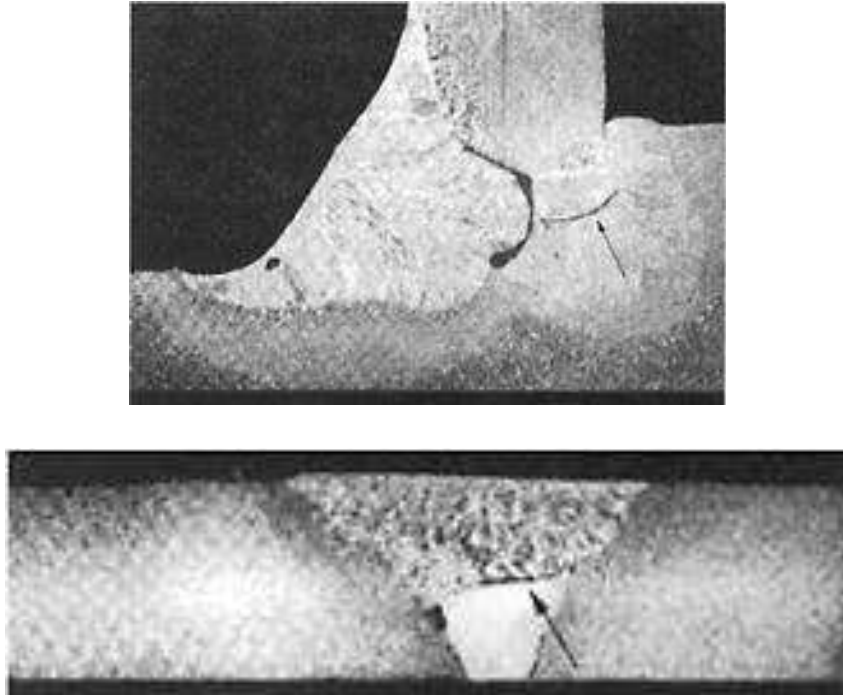


Figura 2. 27 *Fisuras alrededor de la ZAC en juntas a tope y en filete.*

2.4.2.3 Desgarre laminar

Son fisuras que pueden aparecer en los aceros dulces y de baja aleación, frecuentemente asociadas con soldaduras cuya geometría produce tensiones perpendiculares al plano de laminación sobre el metal base. Aparecen frecuentemente debajo de la ZAC (material base no afectado) y son típicas de juntas en T o en L. Los factores que producen estos defectos son:

- Tensiones de enfriamiento más o menos intensas, en función de la rigidez de la estructura.
- Geometría de la junta tal que la sollicitación actúe desfavorablemente sobre el metal base. Como se muestra en las siguientes figuras (las flechas indican las configuraciones en las cuales puede ocurrir un desgarre laminar):

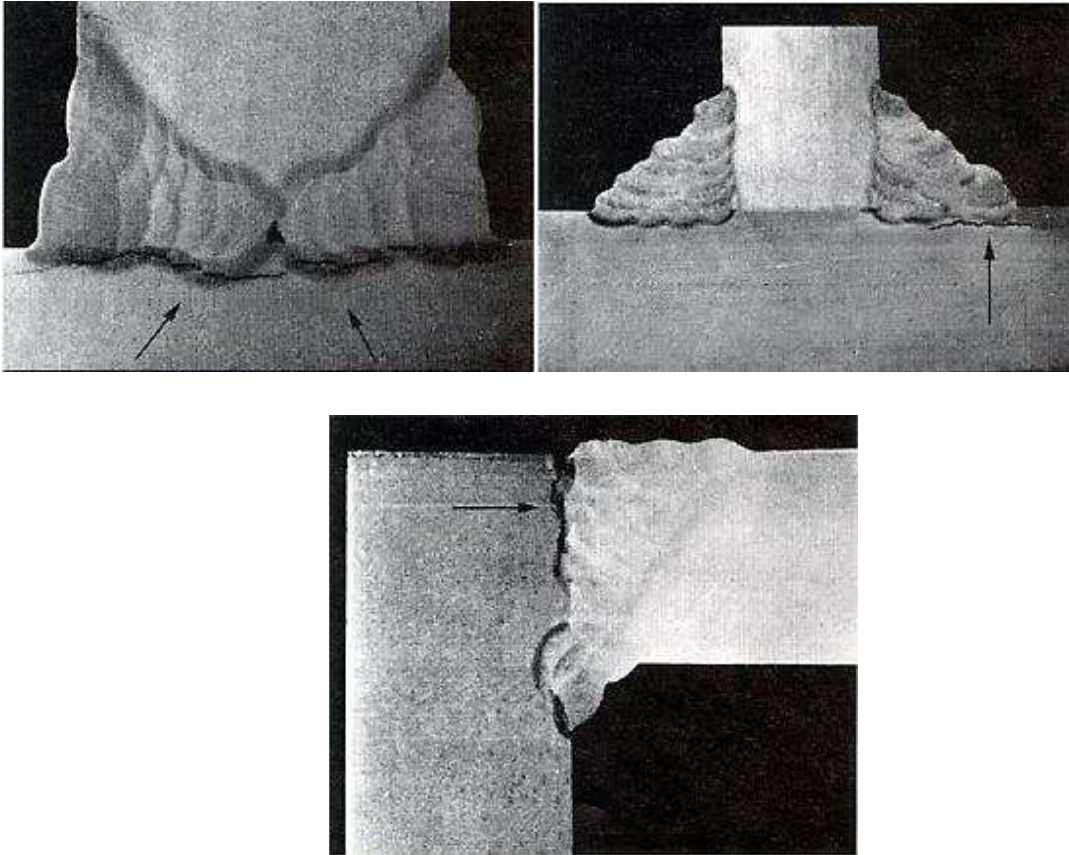


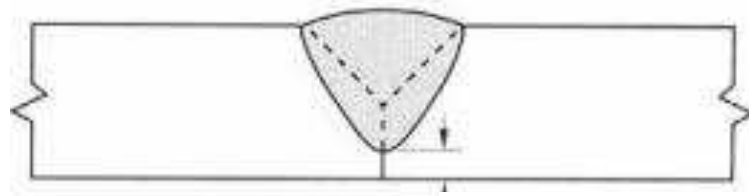
Figura 2. 28 *Juntas en filete expuestas a posible desgarre laminar.*

- Material base laminado de medio y alto espesor (9 – 20 mm) susceptibles a desgarrarse.

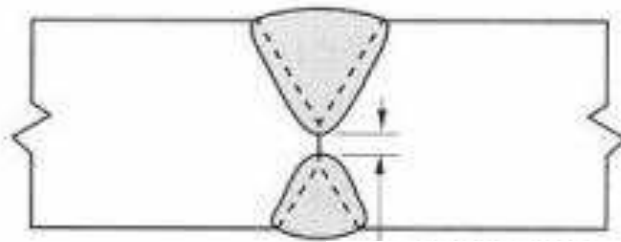
2.4.2.4 Falta de penetración

La falta de penetración, a diferencia de la falta de fusión, es un defecto que se produce únicamente en las juntas a tope con bisel. Es una condición donde el metal de soldadura no se extiende completamente a través del espesor de la junta. Su ubicación es siempre adyacente a la raíz de la soldadura.

En las figuras que se muestran a continuación, se observa una penetración parcial. La mayoría de los códigos y normas ponen límites a la cantidad y el grado de penetración parcial admisible, y varios códigos no aceptan ninguna penetración parcial.

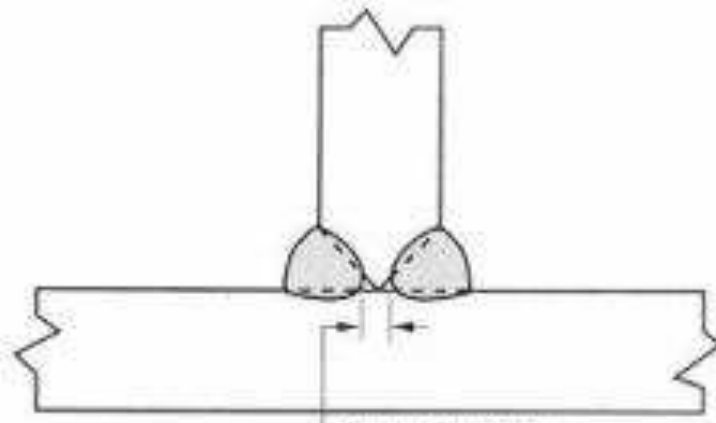


Junta con faltade penetración

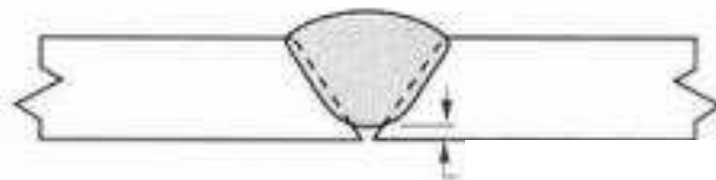


Junta con falta de penetración interna

Figura 2. 29Esquema de juntas soldadas con bisel en V y en X que presentan penetración parcial.



Junta con falta de penetración



Junta con falta de

Figura 2. 30Esquema de juntas soldadas con distintos ángulos de bisel que presentan penetración parcial.

2.4.2.5 Falta de fusión

Este tipo de problema puede ser causado por la intervención de diferentes condiciones. Probablemente la causa más común de esta discontinuidad sea la manipulación inapropiada de electrodos por el soldador. Algunos procesos son más proclives a este problema porque no hay suficiente calor para fundir adecuadamente los metales. En el caso de utilizar GMAW en transferencia por cortocircuito, el arco de soldadura debe dirigir a cada ubicación de la junta soldada que debe ser fundida, caso contrario habrán áreas que no se fundirán completamente. En otros casos, la configuración de la junta soldada puede limitar la cantidad de fusión que se alcanza.

Un ejemplo de esto es en la soldadura que se utiliza un ángulo de bisel insuficiente para el proceso y el diámetro de electrodo empleado. Finalmente la contaminación externa, incluyendo impurezas del material o capas de óxidos pueden también ocasionar fusión completa.

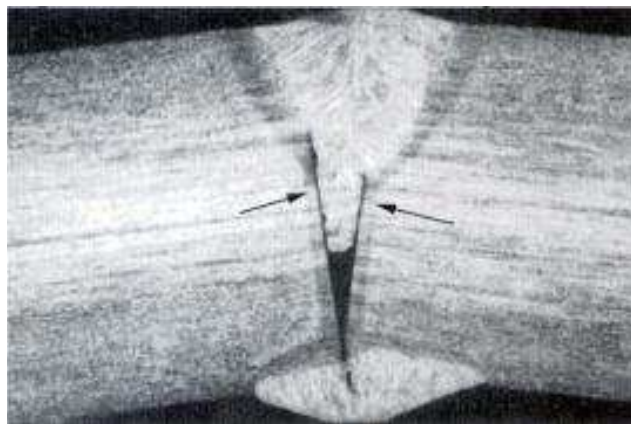


Figura 2. 31 *Falta de fusión debido al ángulo de bisel de la junta soldada.*

Es muy difícil detectar la falta de fusión con radiografía, esto solo se consigue si el ángulo de radiación está orientado adecuadamente (frecuentemente 0°). Esta discontinuidad generalmente aparece adyacente a la superficie del bisel original y tiene un ancho y un volumen pequeño, dificultando el contrasteradiográfica. A menos que el camino de haz de rayos sea paralelo y este alineado con la discontinuidad.

2.4.2.5.1 Falta de fusión entre pasadas

Se produce en las interfaces de la soldadura, donde las capas adyacentes del metal, o el metal base y el metal de soldadura no se fusionan debidamente, por lo general debido a una capa muy fina de óxido que se forma en las superficies. Esta capa de óxido puede deberse a una falta de calentamiento del metal base o al depósito previo del metal de soldadura en volumen suficientemente alto que impide que cualquier capa de óxido, escoria, impurezas, etc. migre a la superficie., el cual al producirse más sobre uno, deja al otro sin fundir. Radiográficamente se observa como una franja negra con densidad en disminución desde el borde hacia el centro. El lateral es recto.

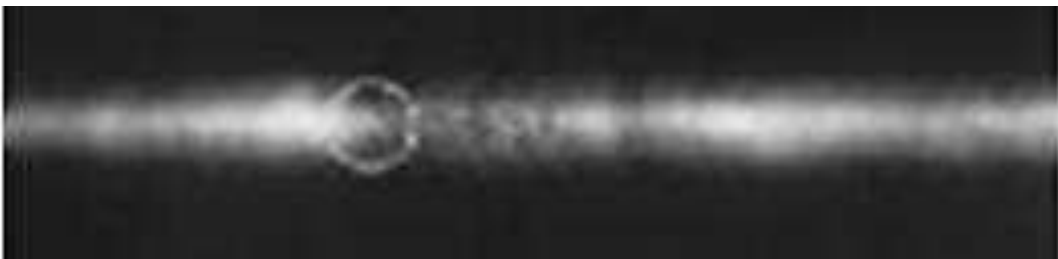


Figura 2. 32 *Imagen radiográfica de falta de fusión entre los diferentes pases de la soldadura.*

2.4.2.6 Laminación

Esta discontinuidad particular es un defecto del metal base. La laminación resulta de la presencia de inclusiones no metálicas que pueden aparecer en el acero cuando es producido. Estas inclusiones son normalmente formas de óxidos que son producidos cuando el acero todavía está fundido. Durante las operaciones subsiguientes de laminado, estas inclusiones se alargan formando una banda. Si estas bandas son largas, y toman una forma plana, son conocidas como laminaciones.

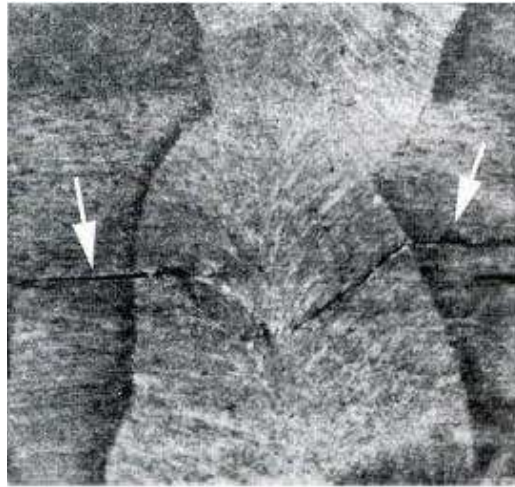


Figura 2. 33 *Fisura en el material base por presencia de laminación.*

2.4.2.7 Grietas y pliegue de laminación

Son defectos del material base relacionados con el proceso de fabricación en el acero. Difieren de la laminación en que están abiertas hacia la superficie laminada del metal en lugar de los bordes.

En la sección transversal del material tienen una dirección paralela a la superficie laminada a lo largo de cierta distancia y después se desvían hasta la superficie.

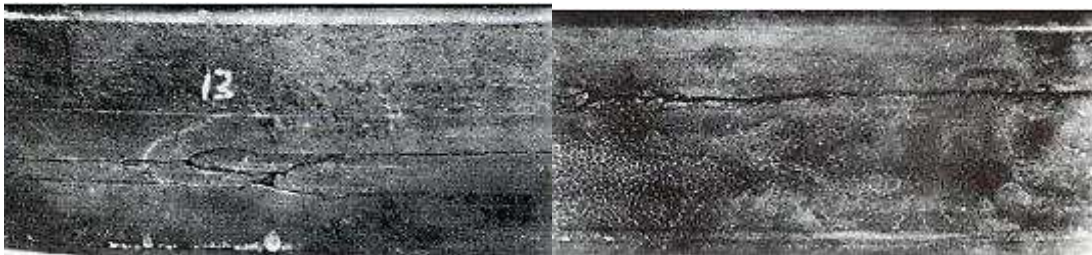


Figura 2. 34 *Grietas y pliegues del material base debido a su proceso de fabricación.*

2.4.2.8 Porosidad

Es un gas atrapado por la solidificación del metal de soldadura antes de que el gas tenga la oportunidad de elevarse hasta la superficie de la mezcla fundida y escapar. Se puede clasificar de la siguiente manera:

2.4.2.8.1 Porosidad esférica aislada o distribuida

Su característica, bolsa de gas de forma esférica producidas por una alteración en el arco, una oxidación en el revestimiento del electrodo, un electrodo húmedo y/u oxidado, o una variación en la relación Voltaje-Amperaje-Velocidad en la soldadura automática. La imagen radiográfica da puntos negros en cualquier ubicación.



Figura 2. 35 Imagen radiográfica de la presencia de poros dispersos en la junta soldada.

2.4.2.8.2 Porosidad agrupada (nido de poros)

La imagen radiográfica da puntos redondeados o ligeramente alargados de una densidad más oscura agrupados, pero irregularmente espaciados.

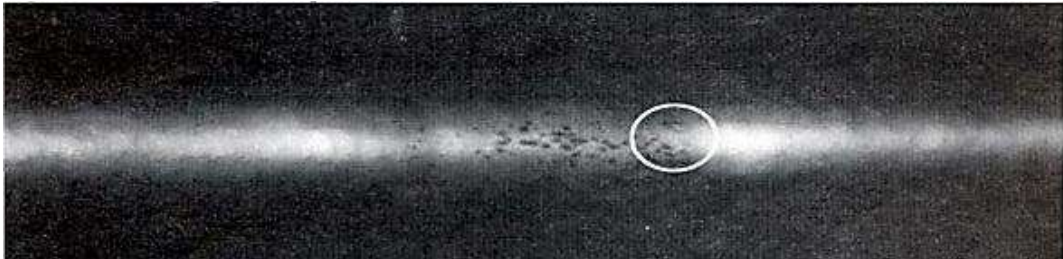


Figura 2. 36 Imagen radiográfica de nidos de poros en la junta soldada.

2.4.2.8.3 Porosidad alineada

Generalmente surge en la pasada de base del cordón soldado, por efecto de la dificultad de penetrar con el electrodo, por mala regulación eléctrica en correspondencia con el fundente utilizado por máquinas automáticas y por acumulación de algunos de los elementos del mismo. Radiográficamente se

observan círculos alineados, negros, que pueden ir decreciendo o permanecer de igual diámetro.

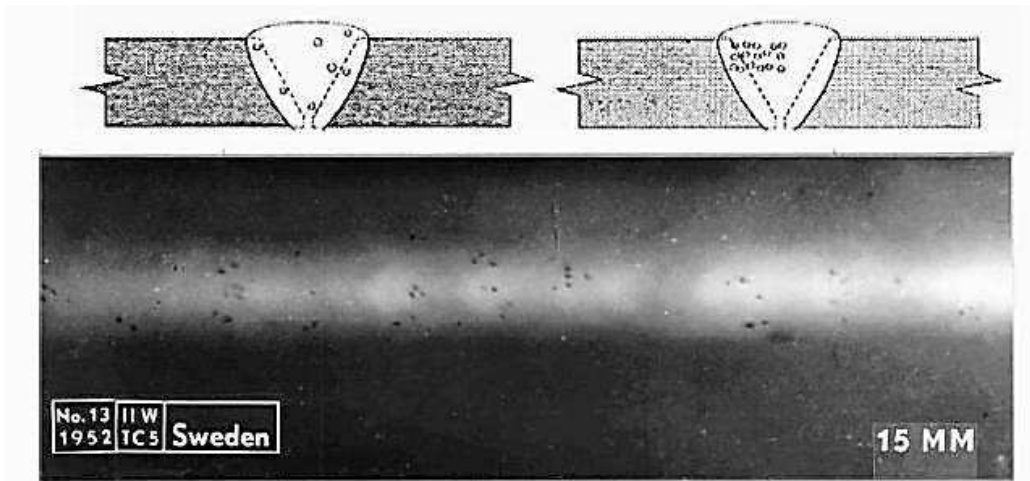


Figura 2. 37 *Imagen radiográfica de poros alineados en la junta soldada.*

También pueden aparecer poros alargados de primera pasada “Cordón hueco”, surgidos por la imposibilidad del hidrógeno producido en electrodos de alta velocidad de escapar, generalmente por insuficiente separación de los biselés. La imagen radiográfica da formas grises inclinadas, semejantes al espinazo de un pez, confluyendo al centro, pudiendo llegar a formar un nervio central.

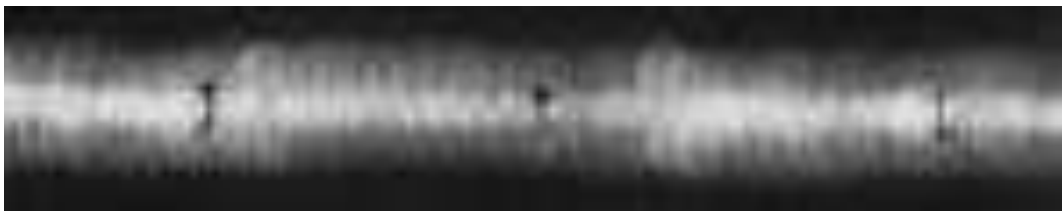


Figura 2. 38 *Imagen radiográfica de poros alargados en la junta soldada.*

2.4.2.9 Inclusiones de Escoria

Es un sólido no metálico atrapado en el metal de soldadura o entre el metal de soldadura y el metal de la tubería. Existe diferentes tipos de inclusiones, teniendo los siguientes casos:

2.4.2.9.1 Inclusiones no metálicas

Son los óxidos no metálicos que se encuentran a veces en forma de inclusiones alargadas y globulares en los cordones de soldadura. Durante la formación del depósito y la subsecuente solidificación del metal de la soldadura, tienen lugar muchas reacciones químicas entre los materiales (fundente), o con la escoria producida. Algunos de los productos de dichas reacciones son compuestos no metálicos, solubles solo en cierto grado en el metal fundido. Debido a su menor densidad, tienden a buscar la superficie exterior del metal fundido, salvo que encuentren restricciones para ello.

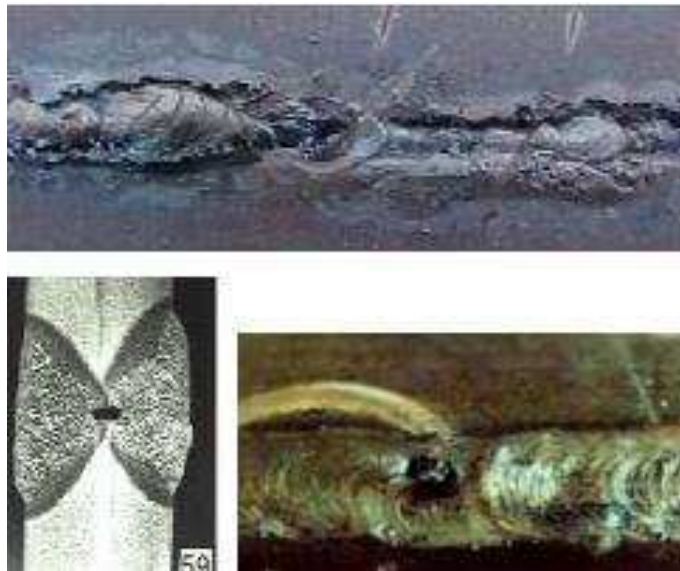


Figura 2. 39 *Juntas soldadas con inclusiones no metálicas.*

2.4.2.9.2 Inclusiones aisladas de escoria

La mayoría de las soldaduras contienen escorias que han sido atrapadas en el metal depositado durante la solidificación. Son depósitos de carbón, óxidos metálicos y silicatos principalmente.

Las escorias pueden provenir del revestimiento del electrodo o del fundente empleado. El flujo tiene como finalidad eliminar las impurezas del metal. Si este no permanece derretido durante un período suficientemente largo como para permitir

que la escoria se eleve a la superficie, parte de esa escoria quedaría atrapada en el metal. Ésta a su vez puede quedar atrapada en el metal en pasadas posteriores. Las superficies sucias e irregulares, las ondulaciones o cortes insuficientes contribuirán al atrapado de escoria.

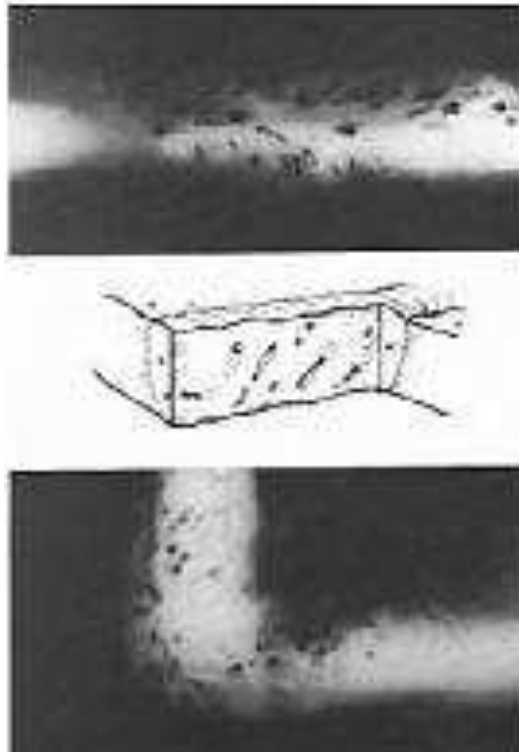


Figura 2. 40 *Juntas soldadas con inclusiones de escoria aisladas.*

Las inclusiones de escoria se asocian frecuentemente a la falta de penetración, fusión deficiente, talón de raíz suficientemente grande, soldadura en V muy estrecha y deficiente habilidad del soldador. La imagen radiográfica presenta manchas negras irregulares sobre el cordón de soldadura.

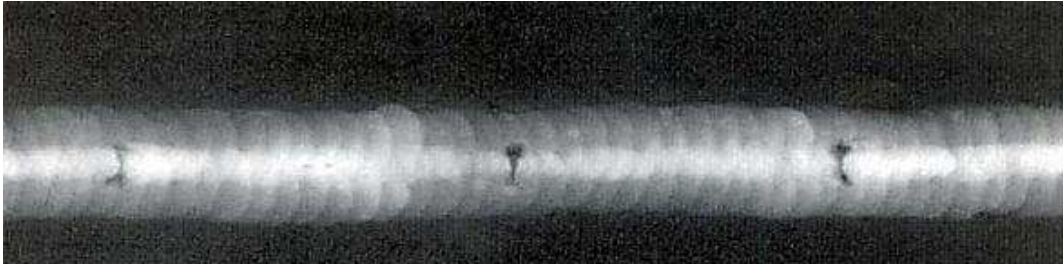


Figura 2. 41 *Imagen radiográfica con inclusiones de escoria aisladas en la junta soldada.*

2.4.2.9.3 Escorias alineadas

Se producen por movimientos inadecuados del electrodo por parte del soldador. Quedan alineadas sobre el costado del cordón soldado. En el caso de la soldadura automática, el fundente suele quedar atrapado por una mala regulación de la máquina o por falta de limpieza, pero en este caso estará en el centro del cordón. Este tipo de defecto es muy agresivo.

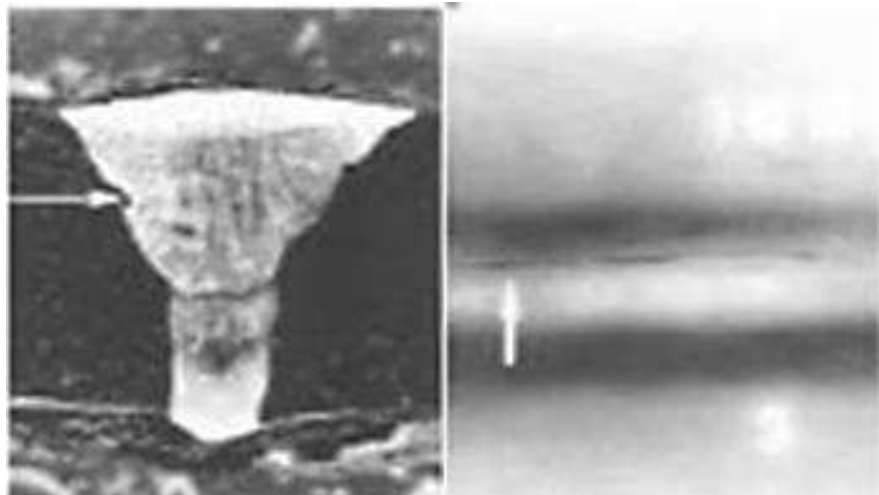


Figura 2. 42 *Juntas soldadas con inclusiones de escoria alineadas.*

La imagen radiográfica muestra sobre uno de los laterales del cordón base una línea ancha con un borde casi recto y el otro disperejo, color negro, pero densidad homogénea. Para el caso de soldadura automática, se observará en el centro del

cordón un triángulo alargado en el sentido de giro de las agujas del reloj de color negro.

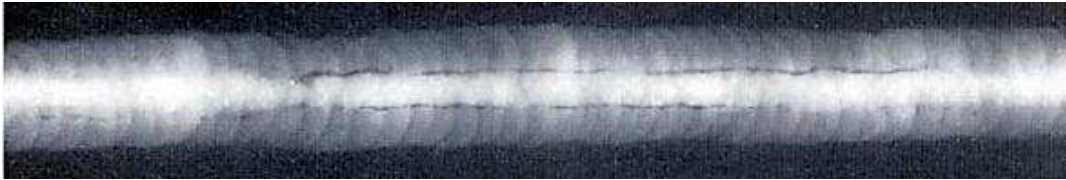


Figura 2. 43 *Imagen radiográfica con inclusiones de escorias alineadas en la junta soldada.*

2.4.2.9.4 Línea de escoria (huella de carro)

Ubicadas entre el cordón de primera y segunda pasada. Por efecto de una mala limpieza en la zona de mordeduras que se forman sobre el bisel al efectuar la primera pasada, se depositan escorias a ambos lados de este cordón. La imagen radiográfica muestra líneas paralelas interrumpidas de ancho variable, bastante parejas.

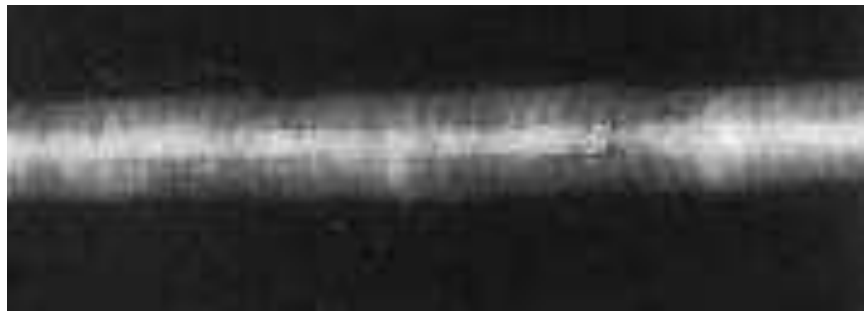


Figura 2. 44 *Imagen radiográfica con líneas de escoria o huellas de carro en la junta soldada.*

2.4.2.9.5 Inclusiones metálicas

A veces, en la masa del material fundido quedan englobadas partículas de otros metales que pueden ser detectados radiográficamente. Por ejemplo las Inclusiones

de tungsteno, sólo aparecen en el proceso GTAW y son causadas por la presencia de tungsteno, cuando el electrodo de tungsteno es sumergido en el baño del metal fundido. Aparecen como puntos blancos en radiografía.



Figura 2. 45 *Imagen radiográfica de inclusiones de Tungsteno en la junta soldada.*

2.4.2.10 Desalineado (highlow)

Desalineamiento de las partes a ser soldadas.



Figura 2. 46 *Desalineamiento en ambas partes del metal base a ser soldadas.*

En la radiografía se observa un cambio abrupto en la densidad del film a través del ancho de la soldadura.

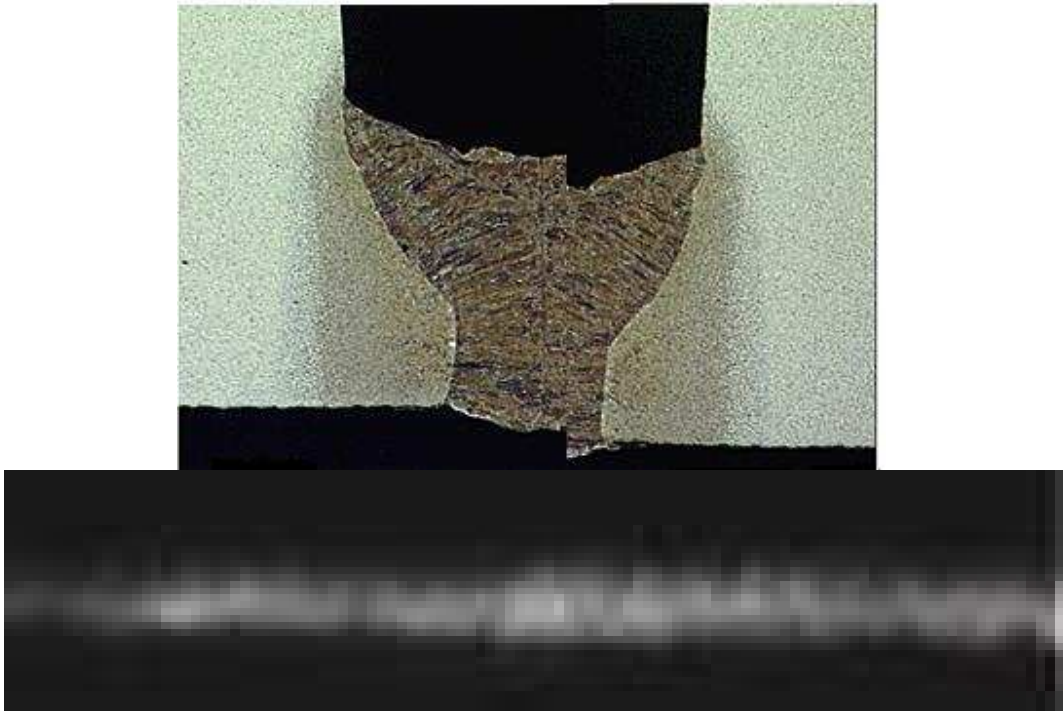


Figura 2. 47 *Imagen radiográfica de Desalineamiento en la junta soldada.*

CAPITULO 3

FUNDAMENTOS DE INSPECCIÓN

La inspección de conexiones soldadas es de gran importancia en la industria ya que permite determinar si cumple con los estándares de calidad y diseño para los cuales fueron creados, esto garantiza el cumplimiento del uso de normas nacionales e internacionales que avalizan el trabajo realizado. Es por eso que se necesita la calificación y certificación de las personas para realizar esta función.

En este capítulo se va a dar a conocer las diferentes herramientas que el inspector de soldadura posee para el desenvolvimiento de sus labores. Entre estos están los diferentes tipos de inspección que son necesarios conocerlos para su correcto uso en una determinada aplicación o a su vez para respaldar lo determinado de otro proceso de inspección. Además es importante dar a conocer los distintos criterios de aceptación de las discontinuidades presentes en la junta soldada según las normas AWS D1.1 y API 1104, los mismos que serán de gran ayuda para los diferentes tipos de inspección.

A parte de los tipos de inspección es necesario dar a conocer las diferentes funciones que tiene el Inspector de soldadura, los años de estudio y experiencia que deben poseer. Aquí se va a hablar de manera general de acuerdo a lo que establece la AWS y serán debidamente aclaradas en el capítulo 6 de este proyecto de titulación, según la certificación que otorga el Laboratorio de soldadura de la Escuela Politécnica Nacional.

3.1. INSPECCIÓN DE SOLDADURA

En el mundo de hoy hay un énfasis creciente focalizado en la necesidad de calidad y la calidad en la soldadura es una parte importante en esta rama. Esta preocupación por buscar la conformidad en el consumidor del producto se debe a varios factores, incluyendo económicos, de seguridad, regulaciones gubernamentales, competencia

global y el empleo de diseños de menor calidad. Si bien no hay un único responsable por el logro de una soldadura de calidad, el inspector de soldadura juega un rol importante en el control de calidad de soldadura ya que debe observar que todos los pasos requeridos en el proceso de manufactura hayan sido completados adecuadamente.

Muchas características de una unión soldada pueden ser evaluadas en el proceso de inspección, algunas relacionadas con las dimensiones y otras relativas a la presencia de discontinuidades. El tamaño de una soldadura es muy importante porque se relaciona directamente con la resistencia mecánica de la unión y sus relativas consecuencias. Tamaños de soldaduras inferiores a los requeridos no podrán resistir las cargas aplicadas durante su servicio.

Las discontinuidades en los cordones también pueden ser significativas. Estas son las imperfecciones dentro o adyacentes a la soldadura, que pueden o no dependiendo de su tamaño y / o ubicación, disminuir la resistencia para la cual fue diseñada. Normalmente estas discontinuidades, de inaceptables dimensiones y localización se denominan defectos de soldadura y pueden ser causas prematuras de falla, reduciendo la resistencia de la unión a través de concentraciones de esfuerzos dentro de los componentes soldados.

Hay varias razones para realizar la inspección de una unión soldada. Quizás la razón más importante es determinar si dicha unión es de la calidad adecuada para su aplicación. Para determinar la calidad de una unión soldada, primero debemos tener alguna forma de evaluar y comparar sus características. Es poco práctico tratar de evaluar una soldadura, sin algún criterio de aceptación específico.

Los criterios de aceptación de la calidad de soldadura pueden provenir de diversas fuentes. Dentro de ellas tenemos los dibujos de fabricación que suelen mostrar el tamaño de los cordones, su longitud y ubicación. Estos requisitos dimensionales generalmente han sido establecidos a través de cálculos tomados de diseños que cumplen los requerimientos de la unión soldada.

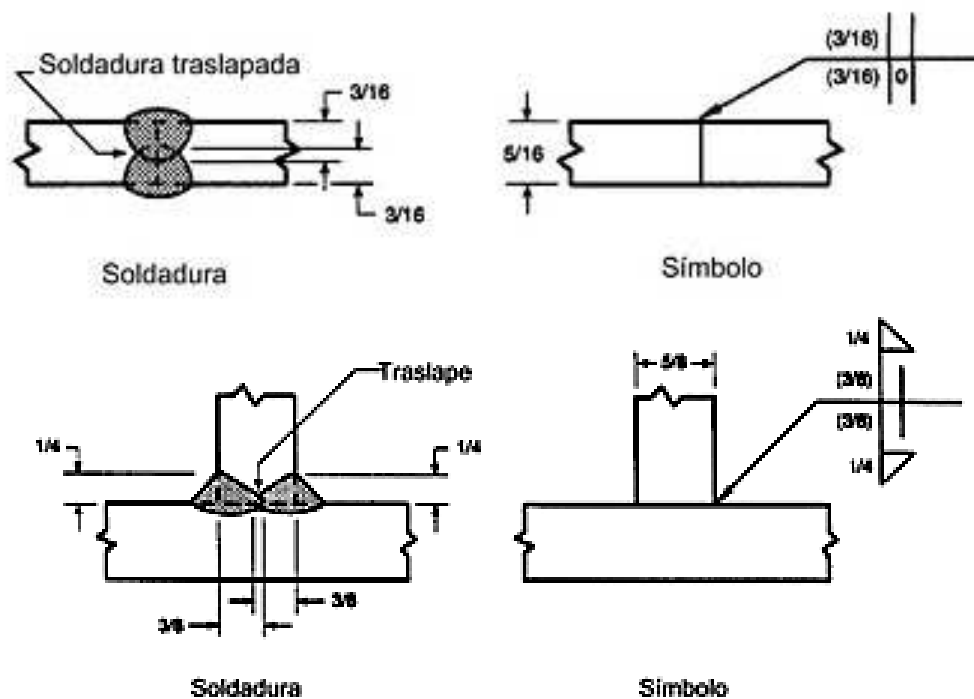


Figura 3. 1 Dibujo de fabricación

De los códigos y normas de soldadura se obtienen los criterios de aceptación de las dimensiones y de las discontinuidades. Los códigos y las normas han sido desarrollados basándose en la fabricación de juntas soldadas. Es importante elegir un estándar de soldadura que considere la industria o la aplicación específica en la que se está involucrado. En este caso, el kit para la calificación de inspectores de soldadura requiere que el inspector sepa de las normas API 1104, ASME 9 y AWS D1.1.

3.2. TIPOS DE INSPECCIÓN

Existen varios tipos de inspección de soldadura entre las cuales se tienen las siguientes:

3.2.1 INSPECCIÓN VISUAL

La inspección visual es una secuencia de operaciones que se realizan a lo largo de todo el proceso productivo y que tiene como fin asegurar la calidad de las uniones soldadas. Se inicia con la recepción de los materiales en el almacén, continúa durante todo el proceso de soldadura y finaliza cuando el inspector examina y marca, si es necesario, las zonas a reparar y completa el informe de inspección.

Es una técnica que se caracteriza por:

- Facilitar la corrección de defectos que se producen durante el proceso de fabricación, evitando de este modo su posterior rechazo.
- Debe realizarse siempre, incluso cuando está prevista la ejecución de otro tipo de ensayos.
- Identificar materiales que incumplen su especificación.
- Reduce la necesidad de ensayos no destructivos posteriores.

Para facilitar la inspección visual, es necesario el empleo de ciertos instrumentos que son las herramientas de trabajo:

- **Dispositivos de iluminación:** la iluminación mínima de la superficie para la realización de la inspección visual debe ser de al menos 350 lx^3 , para cumplir este requisito se *pueden emplear dispositivos de iluminación como son linternas, lámparas portátiles y demás, así como también medir con un luxómetro para verificar las especificaciones de la norma.*
- **Medios ópticos auxiliares:** son instrumentos que remedian las limitaciones de agudeza visual del inspector. Estos pueden ser proyectores de perfiles, endoscopios, sistemas fotoeléctricos, lupas, etc.

³LUX (lx): Es la medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, este es un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano. (1 lx= 1 lm/m²)

- **Cintas métricas y reglas:** son instrumentos que se emplean para comprobar que los equipos inspeccionados son dimensionalmente correctos.
- **Galgas:** son instrumentos que permiten verificar el correcto montaje y dimensiones finales de los cordones de soldadura.
- **Falsas escuadras:** son instrumentos que permiten verificar tanto la dimensión como la alineación de boquillas e injertos.
- **Equipos para medir temperaturas:** son instrumentos que permiten medir la temperatura de precalentamiento y la temperatura entre pasadas.

3.2.1.1 Etapas del ensayo:

La inspección visual es una secuencia de operaciones que se realizan a lo largo de todo el proceso productivo de la soldadura, distinguiéndose las siguientes etapas:

3.2.1.1.1 Inspección previa al soldeo:

- Verificar que los metales base y de aportación cumplen lo indicado en los planos y especificaciones de construcción.
- Medir los materiales para verificar que las longitudes, diámetros anchos y espesores cumplen con los requisitos.
- Inspeccionar las superficies para detectar posibles defectos que interfieran en la operación de soldadura.
- Verificar las secciones punteadas para soldadura comprobando que se cumplen las especificaciones relativas a preparación de bordes, dimensiones y acabados superficiales.
- Revisar las especificaciones de los procesos, procedimientos y consumibles.

3.2.1.1.2 Inspección durante el soldeo:

- Comprobar el cumplimiento del WPS (parámetros de soldadura).
- Examinar la raíz de soldadura.
- Examinar las capas de soldadura.

3.2.1.1.3 Inspección después del soldeo:

- Fijar el ajuste dimensional de las soldaduras.
- Establecer la conformidad en el tamaño y en el contorno de los cordones.
- Estipular la aceptabilidad de la apariencia, referida a rugosidad, salpicaduras y limpieza.
- Determinar la presencia de defectos superficiales, como faltas de relleno, mordeduras, solapes, fisuras.

3.2.2 INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES

El método de líquidos o tintas penetrantes es aquel que permite determinar las discontinuidades superficiales mediante la aplicación de un líquido con buenas características de penetración en pequeñas aberturas sobre la superficie del cordón de soldadura.

“La capacidad de penetración o capilaridad depende principalmente de las propiedades de mojabilidad (ángulo de contacto entre líquido y sólido α), tensión superficial (T) y viscosidad (μ). Un buen poder de penetración se consigue con un líquido de elevada tensión superficial, pequeño ángulo de contacto (menor a 90 grados) y baja viscosidad”.⁴

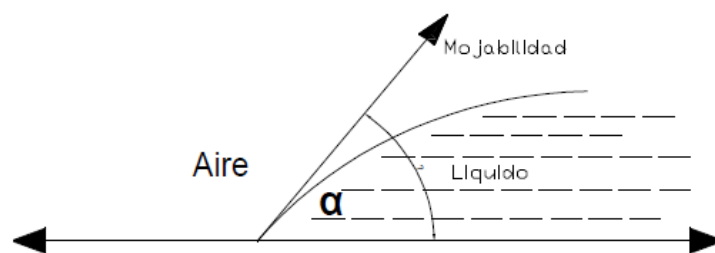


Figura 3. 2Mojabilidad

⁴EPN; Guía de Prácticas de Principios y Control de Soldadura; Septiembre-Abril 2009. Pág. 70

3.2.2.1 Requisitos para la Inspección por Líquidos Penetrantes

Para utilizar el método de inspección por Líquidos Penetrantes, es aconsejable tomar en cuenta los siguientes datos:

- Definir las características de las discontinuidades y el nivel de sensibilidad con que se las quiere detectar.
- Verificar la condición de la superficie a inspeccionar.
- Una vez seleccionado uno o varios proveedores, nunca se debe mezclar sus productos; como por ejemplo, emplear el revelador de proveedor A con un penetrante del proveedor B o viceversa

3.2.2.2 Etapas de la Inspección

Los pasos que se deben seguir para obtener una buena inspección por tintas penetrantes es el siguiente:

- **Preparación y limpieza de la pieza:** Se limpia cuidadosamente la superficie a inspeccionar, retirando de ella la pintura, aceite, grasas y otros contaminantes
- **Aplicación del penetrante:** puede ser aplicado mediante inmersión, rociado con cepillo o brocha, vertiendo el líquido sobre la pieza o cualquier otro método que cubra por completo la zona donde se va a realizar la inspección. El penetrante debe formar una película fina y uniforme sobre toda la superficie y deberá permanecer sobre ella un tiempo que oscila entre los 5 y 15 minutos dependiendo del material.
- **Eliminación del exceso de penetrante:** se debe retirar la capa superficial del penetrante de forma que lo único que permanezca sea el que se hubiera alojado en las discontinuidades. Se debe hacer con mucho cuidado ya que no se debe eliminar el penetrante introducido en los defectos y evitar falsa grietas o enmascaramiento de las mismas. Este es una etapa crítica ya que de esto depende el resultado final de la inspección.

- **Aplicación del revelador:** El revelador es aquel que hace visible, al ojo humano, la posición de las discontinuidades.
- **Inspección final de la pieza:** Una vez transcurrido el tiempo de revelado, se procede a la inspección de los posibles defectos de las piezas procesadas. La inspección se realiza antes de que el penetrante comience a exudar sobre el revelador hasta el punto de ocasionar la pérdida de definición.

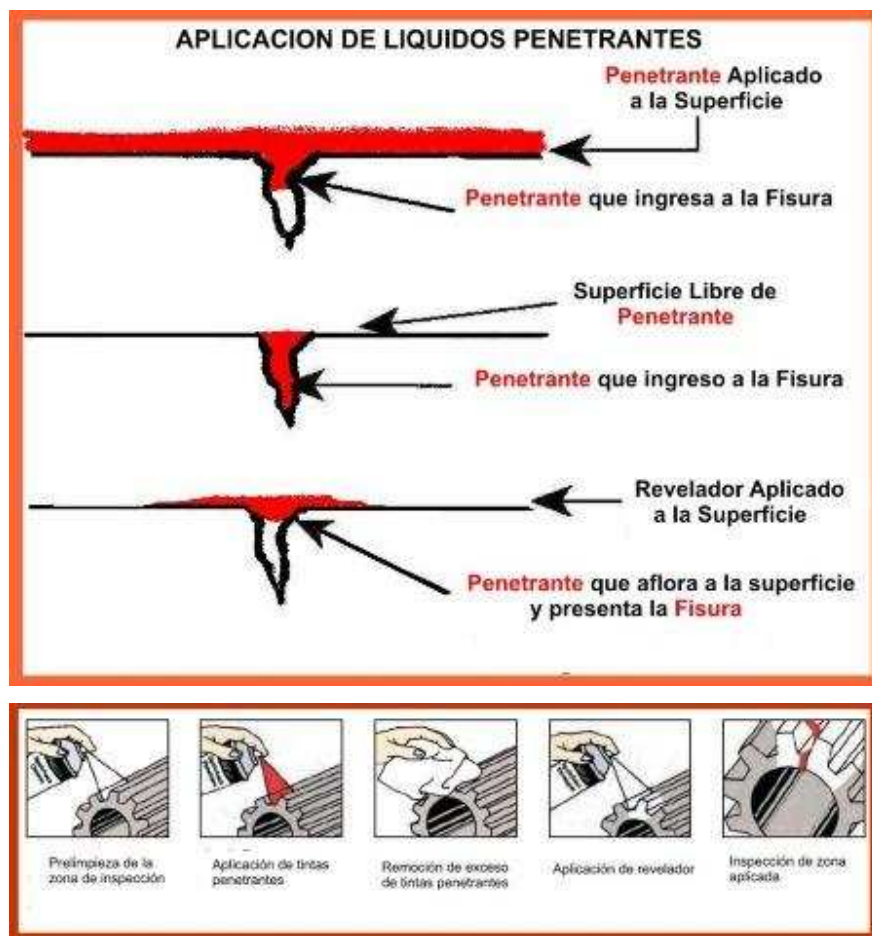


Figura 3. 3 Procedimiento de aplicación con líquidos penetrantes

3.2.2.3 Clasificación de los Líquidos Penetrantes⁵

Según la norma ASTM E-165, los líquidos penetrantes se clasifican en:

Tabla 3. 1 *Clasificación de los líquidos penetrantes.*

MÉTODO	TIPO	PROCESO	PIGMENTO	REMOCIÓN DEL PENETRANTE
A	1	A1	Fluorescente	Lavable con agua
A	2	A2	Fluorescente	Post-emulsificable
A	3	A3	Fluorescente	Removible con solvente
B	1	B1	Coloreada	Lavable con agua
B	2	B2	Coloreada	Post-emulsificable
B	3	B3	Coloreada	Removible con solvente

3.2.3 INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

El método de partículas magnéticas se basa en el principio físico conocido como Magnetismo, el cual consiste en someter a un material ferromagnético a la acción de una fuerza magnetizante el cual se induce formando un campo magnético alrededor de la pieza cuyo valor depende de la permeabilidad del material. Cuando las líneas de flujo de campo inducido encuentran a su paso una discontinuidad, se deforman, salen de la pieza y atraviesan el aire formando un campo de fuga.

Al esparcir finas partículas magnéticas sobre la superficie a inspeccionar, estas quedan atrapadas en el campo de fuga, dando una indicación de discontinuidad. La acumulación de partículas indica que en ese lugar se encuentra localizada alguna

⁵ Guía de Practicas del Laboratorio de Principios y Control de Soldadura, Quito-Ecuador 2005, Pág. 41

discontinuidad ya sea superficial o sub-superficial. Esto depende de la cantidad de partículas que se acumulen; si hay una gran cantidad de partículas la discontinuidad es superficial, mientras que, si hay poca acumulación de partículas la discontinuidad es sub-superficial.

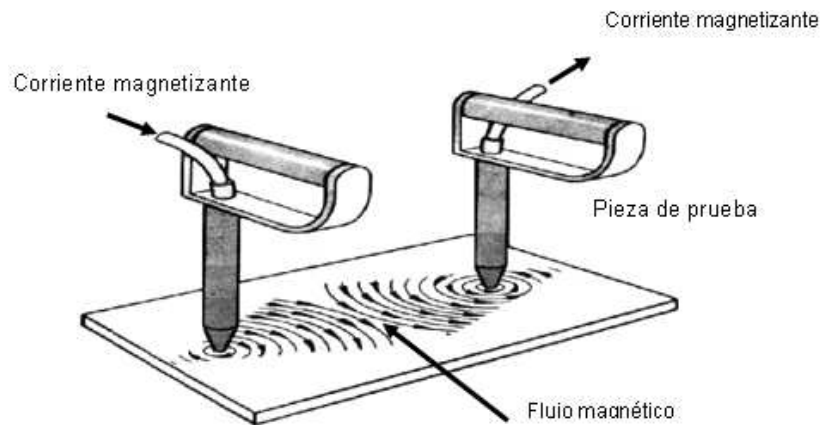


Figura 3. 4 Prueba por partículas magnéticas

Este método tiene dos medios por los cuales se puede aplicar y son: vía seca y vía húmeda. Cuando las partículas magnéticas se aplican vía seca, estas se encuentran suspendidas en aire, mientras que, cuando las partículas se aplican vía húmeda, estas se encuentran suspendidas en un medio líquido ya sea aceite o agua.

Las principales partículas magnéticas se clasifican en: partículas magnéticas visibles con luz blanca o artificial y partículas magnéticas cuya observación es mediante luz negra o ultravioleta comúnmente llamadas partículas fluorescentes.

3.2.3.1 Requisitos para la Inspección por Partículas Magnéticas

Es conveniente tomar los siguientes consejos antes de iniciar este método de inspección:

- La planificación de este tipo de inspecciones se inicia al conocer cuál es la condición de la superficie del material y el tipo de discontinuidad a detectar. Así mismo deben conocerse las características metalúrgicas y magnéticas del material a inspeccionar; ya que de esto dependerá el tipo de corriente, las

partículas a emplear y el medio de eliminar el magnetismo residual que queda entre la pieza.

- Una vez seleccionado uno o varios por veedores, nunca se deben mezclar sus productos, como puede ser el caso de emplear las partículas del proveedor A con un agente humectante del proveedor B.

3.2.3.2 Corriente de magnetización

Se seleccionará en función de la localización probable de las discontinuidades. Si se desea detectar solo discontinuidades superficiales, debe emplearse la corriente alterna, ya que está proporciona una mayor densidad de flujo en la superficie y por lo tanto mayor sensibilidad para la detección de discontinuidades superficiales; pero es insuficiente para la detección de discontinuidades subsuperficiales.

Si lo que se desea es encontrar defectos superficiales y subsuperficiales, es necesario emplear la corriente rectificada de media onda. Ya que ésta presenta un mayor penetración de flujo de la pieza, permitiendo la detección de discontinuidades por debajo de la superficie. Sin embargo, es probable que se susciten dificultades para desmagnetizar las piezas.

La utilización de corriente continua es utilizada para defectos subsuperficiales, se obtiene buenos resultados en la detección de discontinuidades, debido a su mayor poder de penetración, se emplea para detectar básicamente grietas desde 6 a 12mm de profundidad.

3.2.3.3 Desmagnetización

Es la acción de reducir el campo magnético remanente de la pieza a un valor mínimo aceptable, de ser posible cero.

La desmagnetización de una pieza solo se lo logra si cumple lo siguiente: Aplicar un campo magnético con un valor pico mayor al usado durante la inspección, enseguida

decrecerlo gradualmente e invertir alternadamente su dirección. Repetir este proceso hasta obtener un valor mínimo aceptable de magnetismo residual.

Para lograr una desmagnetización adecuada es necesario observar lo siguiente:

- Se requiere de 10 a 30 pasos alternos de reducción e inversión de la corriente eléctrica.
- Usar el mismo tipo de corriente empleada durante la inspección.
- El flujo magnético producido debe ser cercanamente igual en la misma dirección que el empleado durante la inspección.
- Preferentemente orientar la pieza de este a oeste.

3.2.4 INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO

El ultrasonido se basa en la generación, propagación y detección de ondas elásticas (sonido) a través de los materiales. Para ello es necesario de un sensor o transductor, el cual contiene un elemento piezoeléctrico cuya función es convertir pulsos eléctricos en pequeños movimientos o vibraciones, las cuales generan sonido, con una frecuencia en el rango de los megahertz.

Este sonido o vibraciones en forma de ondas elásticas se propagan a través del material hasta que pierde por completo su intensidad o hasta que choca con una interface o discontinuidad, es decir algún otro material como aire o agua; esto provoca que la onda sufra reflexión y nuevamente sea captado por el piezoeléctrico para convertir esta onda en pulsos que son decodificados en un aparato, el mismo que nos indica el lugar exacto donde se encuentra la discontinuidad.



Figura 3. 5Prueba por ultrasonido

Como se puede observar, el método de ultrasonido permite obtener una evaluación de la condición interna del material a inspeccionar. Al ser una técnica muy compleja tanto en la práctica como en la teoría, este demanda un personal calificado para su aplicación e interpretación de resultados.

3.2.4.1 Requisitos para la Inspección por Ultrasonido.

Antes de iniciar una inspección por ultrasonido, es necesario definir los siguientes parámetros, a fin de hacer una correcta selección del equipo de trabajo:

- Cuál es el tipo de discontinuidad que puede encontrarse.
- Que extensión y orientación puede tener la pieza.
- Que tolerancias se pueden aplicar para aceptar o rechazar la indicación.

Todo instrumento de inspección ultrasónica debe ser revisado y en caso necesario recalibrado por un taller de servicio autorizado por el fabricante.

3.2.4.2 Selección del palpador y el cable coaxial

Los cables son del tipo coaxial para prevenir problemas de interferencia eléctrica y sus conexiones deben ser compatibles con las del instrumento y el palpador a emplear.

Los factores a ser tomados en cuenta para la selección de un palpador son:

- Número de cristales piezoeléctricos.
- El tipo de inspección (contacto, inmersión, alta temperatura).
- El diámetro del elemento piezoeléctrico.
- La frecuencia de emisión.
- El ángulo de refracción.
- El tipo de banda.
- El tipo de protección de anti-desgaste.

Por lo común las normas establecen las condiciones mínimas que deben cumplir los palpadores.

3.2.5 INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

La radiografía industrial se fundamenta en hacer incidir radiación electromagnética sobre el objeto examinado. Esta radiación puede ser obtenida por rayos X y rayos gama. Los rayos X son radiaciones electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz ($300.000 \text{ km s}^{-1}$), aunque tienen menor longitud de onda, mayor energía y más penetración. Estos rayos no sufren desviación alguna por efecto de campos magnéticos o eléctricos; se propagan en línea recta, excitan lassesales fosforescentes e impresionan placas fotográficas.

La principal característica de los rayos X es que atraviesan los cuerpos opacos sin reflejarse ni refractarse, siendo absorbidos en mayor o menor grado según el espesor y la densidad del material, y la longitud de onda de la radiación. Alcanzan así a impresionar una película o placa fotográfica, situada en el lado opuesto del material.

Los defectos de los materiales como: grietas, bolsas e inclusiones de distintas densidades, absorben las radiaciones en distinta proporción que el material base, de forma que estas diferencias generan detalles de contraste claro-oscuro en la placa fotográfica colocada detrás de la pieza. Esto es lo que permite identificar defectos en

la inspección de una soldadura por radiografía. Para facilitar la labor se usan colecciones de radiografías patrón, en las cuales los defectos están claramente identificados para unas condiciones dadas de tipo de material y tipo de soldadura.

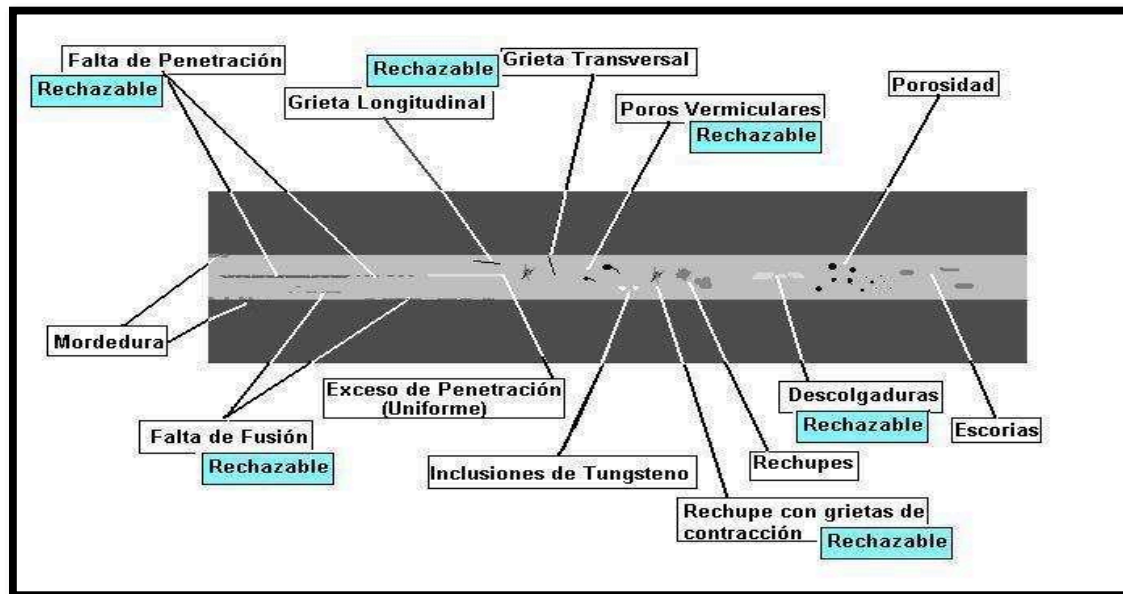


Figura 3. 6Ejemplo radiografía patrón

3.2.5.1 Requisitos y secuencia de la Inspección por Radiografía.

Para realizar la inspección de discontinuidades utilizando el método de radiografía se debe seguir con los siguientes pasos:

- Inicialmente, deben conocerse algunas características del material que se va a examinar, como son : tipo de metal, su configuración, el espesor de la pared a ser radiografiada, etc. Todo ello con el fin de seleccionar el radioisótopo o el kilovoltaje más adecuado.
- Una vez establecida la fuente de radiación, se debe calcular las distancias entre la fuente, el objeto y la película; para así poder obtener la nitidez deseada.

- Igualmente se selecciona la película con ciertas características que permite una exposición en un tiempo razonable y una calidad de imagen óptima. Esta se coloca dentro de un porta película que sirve como protección para evitar que la luz dañe la emulsión fotográfica y que además contiene las pantallas intensificadoras que sirve para reducir el tiempo de exposición. Con esto se mejora la calidad de la imagen. Este último proceso se efectúa en el laboratorio.
- A continuación se hace el arreglo para colocar la fuente a la distancia calculada con respecto al objeto y se coloca la película radiográfica del otro lado de éste para registrar la radiación que logre atravesar al material sujeto de inspección.
- Esta radiación provoca la impresión de la película radiográfica, que corresponde al negativo de la fotografía. Entre mayor sea la cantidad de radiación que incida sobre la película, más se ennegrecerá ésta. Con el objeto de determinar la sensibilidad y la calidad de una radiografía, se emplean indicadores de calidad de imagen, mal llamados penetrámetros, Al analizar la inspección, los indicadores de calidad de imagen se eligen normalmente de manera que el espesor de éstos represente aproximadamente el 2 % del espesor de la parte a inspeccionar y siempre que sea humanamente posible, se colocarán de lado de la fuente de radiación.
- La radiación se realiza, bien sea sacando la cápsula que contiene al radioisótopo o encendiendo al aparato de rayos X; esto se lleva a cabo durante el tiempo previamente calculado para realizar la exposición. Una vez terminada la exposición, se recupera la cápsula o se apaga el instrumento de rayos X y al película se lleva a revelar.
- Si se comprueba que la imagen es satisfactoria, entonces se interpreta para conocer que tipo de indicación está presente; las cuales posteriormente serán evaluadas para conocer su nivel de severidad y su posible efecto en el material que se inspecciona.

3.3 LIMITES DE ADMISIBILIDAD

A continuación se muestra una tabla en la cual se resume los límites de admisibilidad de las diferentes discontinuidades que contiene cada una de las normas tanto en la API 1104 como en la AWS D1.1.

Tabla 3. 2 Límites de admisibilidad para las discontinuidades

DISCONTINUIDAD	CÓDIGO	
	API 1104	AWS D1.1
Falta de penetración (IP)	a. $L_{IP} = 1''$ b. $SUM L_{IP} = 1''$ en $L_{sold} = 12''$ c. $SUM L_{IP} = 8\%$ si $L_{sold} = 12''$	Todo IP
Falta de penetración por desalineamiento (IPD)	a. $L_{IPD} = 2''$ b. $SUM L_{IPD} = 3''$ en $L_{sold} = 12''$	Todo IPD
Falta de fusión (IF)	a. $L_{IF} = 1''$ b. $SUM L_{IF} = 1''$ en $L_{sold} = 12''$ c. $SUM L_{IF} = 8\%$ si $L_{sold} = 12''$	Todo IF
Falta de fusión entre pases (IFD)	a. $L_{IFD} = 2''$ b. $SUM L_{IFD} = 2''$ en $L_{sold} = 12''$ c. $SUM L_{IFD} = 8\%$ si $L_{sold} < 12''$	Todo IFD
Fisura (C)	Toda fisura excepto los del tipo cráter superficial o estrella cuya longitud no exceda $5/32''$	Todo C
Concavidad interna (IC)	Cualquier IC es aceptable si la densidad de la imagen radiográfica no excede a la del material base. Para el caso en que se exceda la densidad se califica con el criterio de quemón BT	Todo IC

<p>Quemón (BT)</p>	<p>Si $D_{ext} = 2\frac{3}{8}$"</p> <p>a. $L_{BT} = \frac{1}{4}$"</p> <p>b. $L_{BT} = t$</p> <p>c. $SUM L_{BT} = \frac{1}{2}$"</p>	<p>Todo BT</p>
	<p>Si $D_{ext} = 2\frac{3}{8}$"</p> <p>a. $L_{BT} = \frac{1}{4}$"</p> <p>b. $L_{BT} = t$</p> <p>c. Si hay más de una BT de cualquier tamaño y la densidad de más de una es $L_{BT} = t$</p>	<p>Todo BT</p>
<p>Inclusiones de escoria</p>	<p>Si $D_{ext} = 2\frac{3}{8}$"</p> <p>a. $L_{ESI} = 2$"</p> <p>b. $SUM L_{ESI} = 2$" en $L_{sold} = 12$"</p> <p>c. $A_{ESI} = 1/16$"</p> <p>d. $SUM L_{ISI} = \frac{1}{2}$" en $L_{sold} = 12$"</p> <p>e. $A_{ISI} = 1/8$"</p> <p>f. Más de 4 ISI con un $A_{ISI} = 1/8$" en $L_{sold} = 12$"</p> <p>g. $SUM (L_{ESI} + L_{ISI}) = 8\%$ la L_{sold}</p>	<p>Soldadura a tensión</p> <p>a. $L_{ISI} = 1/6$"</p> <p>A compresión</p> <p>a. $L_{ISI} = 1/8$"</p> <p>b. $SUM L_{ISI} = 3/8$" en L_{sold} a tensión o compresión.</p>

	<p>Si $D_{\text{ext}} = 2\frac{3}{8}$"</p> <p>a. $L_{\text{ESI}} = 3t$</p> <p>b. $A_{\text{ESI}} = 1/16$"</p> <p>c. $\text{SUM } L_{\text{ISI}} = 2t$ si $A_{\text{ISI}} = \frac{1}{2} t$</p> <p>d. $\text{SUM } (L_{\text{ESI}} + L_{\text{ISI}}) = 8\%$ la L_{sold}</p>	<p>A tensión (interpolar)</p> <p>Si $t = 3/16$" , $\text{ESI} = 1/16$"</p> <p>Si $t = 1\frac{1}{2}$" , $\text{ESI} = \frac{1}{2}$"</p> <p>A compresión (interpolar)</p> <p>Si $t = 3/16$" , $\text{ESI} = 1/8$"</p> <p>Si $t = 1\frac{1}{2}$" , $\text{ESI} = \frac{3}{4}$"</p>
Poros aislados (P)	<p>a. $P = 1/8$"</p> <p>b. $P = 25\% t$</p> <p>c. Rechazar según figura 3.7 y 3.8.</p>	<p>Soldadura de tensión</p> <p>a. $P = 1/16$"</p> <p>A compresión</p> <p>a. $P = 1/8$"</p> <p>b. $\text{SUM } P_{\text{S}} = 3/8 L_{\text{sold}}$ =1" a tensión y compresión</p>
Poros agrupados (CP)	<p>a. Diámetro de CP $> \frac{1}{2}$"</p> <p>b. $\text{SUM } CP = \frac{1}{2}$" en $L_{\text{sold}} = 12$"</p> <p>c. L de un poro = $1/16$" dentro de una agrupación</p>	<p>Para distancias mínimas entre poros, ver figura 3.9</p>
Poros alargados (HB)	<p>a. $L_{\text{HB}} = \frac{1}{2}$"</p> <p>b. $\text{SUM } L_{\text{HB}} = 2$" en $L_{\text{sold}} = 12$"</p>	<p>A tensión (interpolar)</p> <p>Si $t = 3/16$" , $\text{HB} = 1/16$"</p>

	<p>c. Dos poros cuya longitud individual = $\frac{1}{4}$" si la distancia entre poros < 2"</p> <p>d. $SUM L_{HB} = 8\%$ en L_{sold}</p>	<p>Si $t = 1 \frac{1}{2}$" , $HB = \frac{1}{2}$"</p> <p>Acompresión (interpolar)</p> <p>Si $t = \frac{3}{16}$" , $HB = \frac{1}{8}$"</p> <p>Si $t = 1 \frac{1}{2}$" , $HB = \frac{3}{4}$"</p>
Mordeduras (IU,EU)	<p>a. $P = \frac{1}{32}$" ó $> 12.5\%$ espesor de pared de tubería, cual sea más pequeño no se se acepta ninguna longitud</p> <p>b. $P = \frac{1}{64}$" (0.4 mm) ó $> 6\% - 12.5\%$ de espesor de pared de tubería, cual sea más pequeño. $L_{IU/EU} = 2$" en $L_{sold} = 12$"</p> <p>c. $P \leq \frac{1}{64}$" (0.4 mm) ó $> 6\%$ de espesor de pared de tubería, cual sea más pequeño. Aceptable sin importar su longitud.</p>	<p>Para soldaduras sometidas a tensión</p> <p>a. Profundidad de mordedura = 0,01"</p> <p>Para otras soldaduras</p> <p>a. Profundidad de mordedura = $\frac{1}{32}$"</p>
Sobreespesor (SE)	No aplica	No aplica

Definición de abreviaturas:

- SUM = Suma
- L = Longitud
- D_{ext} = Diámetro externo
- t = Espesor de pared nominal
- A = Ancho de la discontinuidad
- P = Profundidad
- L_{sold} = Longitud de la soldadura

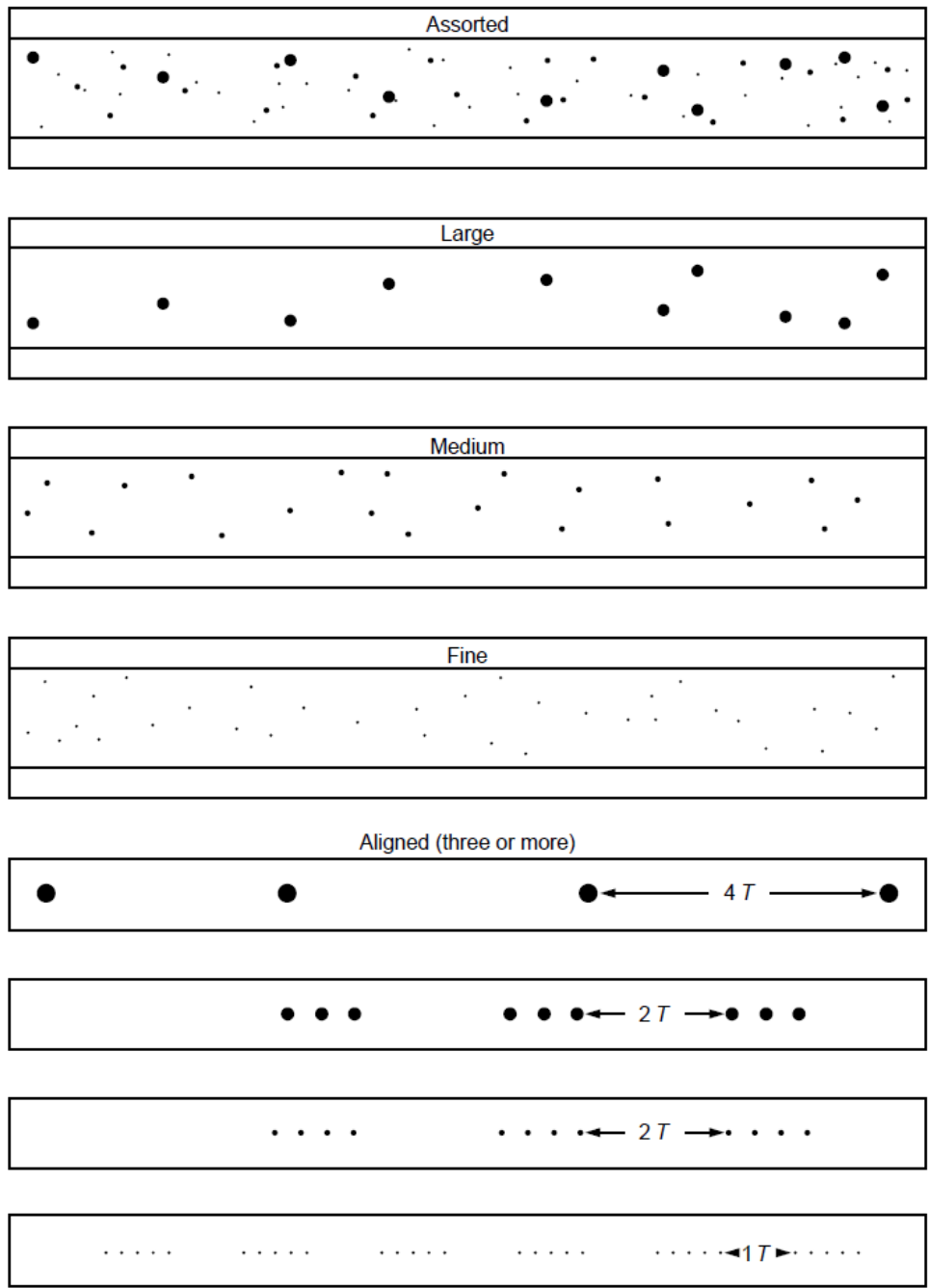


Figura 3. 7 Distribución máxima de los poros en espesores de tubería menores o iguales a 0,5" (12,7 mm)⁶

⁶ El tamaño de los poros no está dibujado a escala; para dimensiones refiérase a la tabla 3.1

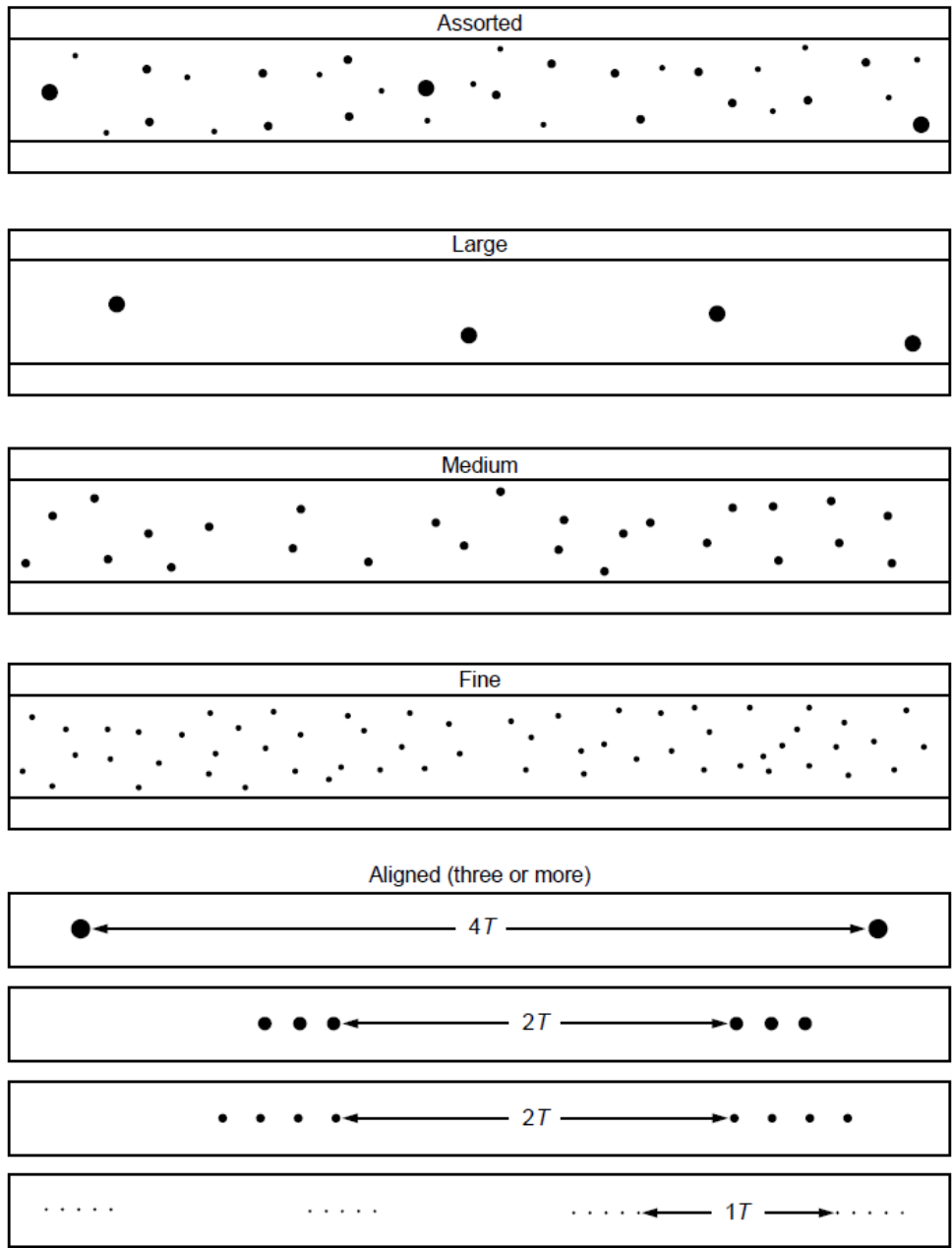


Figura 3. 8 Distribución máxima de los poros en espesores de tubería mayores que 0,5" (12,7 mm)⁷

⁷ El tamaño de los poros no está dibujado a escala; para dimensiones refiérase a la tabla 3.1

3.4 INSPECTOR DE SOLDADURA

El inspector de soldadura es una persona responsable, encargada en determinar si un conjunto soldado cumple con los criterios de aceptación o rechazo de acuerdo a los códigos aplicables y/o especificaciones.

3.4.1 FUNCIONES

Las tres categorías generales en las que se puede agrupar las funciones de los inspectores de soldadura son:

- Supervisor
- Especialista
- Combinación de supervisor y especialista

Un supervisor es un individuo con ciertas características, capaz de manejar ciertos aspectos prácticos y teóricos de la tecnología de la soldadura, aplicables en la supervisión de labores de fabricación, construcción o mantenimiento con soldadura. Esta persona debe ser responsable en la dirección y ejecución de las operaciones con el fin de asegurar que todas las actividades relacionadas con la soldadura reúnan los requisitos de las normas o códigos con las cuales se está trabajando.

Las funciones que cumple el supervisor son:

- Dirige las actividades de soldadura y al personal relacionado.
- Prepara los planes de trabajo
- Suministrar instrucciones de trabajo
- Evalúa el desempeño de los trabajadores

El especialista, es una persona que realiza tareas específicas en el proceso de inspección. Un especialista puede o no actuar independientemente de un supervisor. Los especialistas en ensayos destructivos, especialistas en ensayos no destructivos, inspectores de código, inspectores gubernamentales o militares, representantes del dueño, inspectores internos y demás personas relacionadas a estos cargos están en

esta categoría. Estas personas han limitado sus responsabilidades en el proceso de inspección de soldadura.

Es común ver inspectores que trabajan simultáneamente como supervisor y especialista. Esta persona puede ser responsable por la calidad general de la soldadura en cada uno de las varias etapas de fabricación y también puede ser requerido para realizar ensayos no destructivos si es necesario. Los fabricantes pueden emplear diferentes tipos de supervisores de inspección, teniendo cada uno de ellos a su responsabilidad su propia área de inspección general de soldadura. Como la responsabilidad está dividida, en estos casos, los inspectores pueden delegar en otras personas los aspectos específicos del programa de inspección total.

3.4.2. ACTITUDES, HABILIDADES Y HÁBITOS

Es importante que un inspector de soldadura posea cualidades específicas para desarrollar una correcta inspección. Una cualidad importante es que posea una actitud profesional que muchas veces es el factor clave para el éxito del inspector de soldadura. La actitud del inspector determina el grado de respeto y cooperación recibido de otras personas durante la ejecución de las tareas de inspección. Además debe poseer la habilidad de tomar decisiones basadas en hechos debidamente demostrables de manera que las inspecciones sean justas, imparciales y consistentes; caso contrario va a afectar en gran medida la credibilidad del inspector. Así mismo debe estar completamente familiarizado con los requerimientos del trabajo, de manera que las decisiones nunca sean demasiados críticas ni a la ligera. Los inspectores van a sentirse muchas veces “probados” por otras personas en el trabajo, especialmente cuando sean recién asignados a una tarea. Mantener una actitud profesional ayuda a sobreponerse a los obstáculos para lograr un desempeño exitoso.

La condición física de un inspector de soldadura es otro factor muy importante ya que el trabajo primariamente involucra inspección visual. “Uno de los requisitos más evidente es que el inspector debe tener una agudeza visual suficiente para realizar

una inspección adecuada. La visión debe ser suficiente para visión natural cercana y lejana o con visión corregida”⁸. Se requiere una agudeza visual mínima de 20/40, natural o corregida y complementar un examen de percepción de colores.

Otro aspecto es que debe estar en una condición física buena para ir a cualquier lugar donde un soldador haya estado ya que las soldaduras pueden estar ubicadas en cualquier lugar o sobre estructuras muy grandes y los inspectores deben ir a esas áreas y realizar evaluaciones. Esto no implica que los inspectores deban violar regulaciones de seguridad para cumplir con sus tareas.

La inspección en algunas ocasiones son impedidas si no se realizan inmediatamente después de soldar, porque algunos instrumentos para el soldador como escaleras y andamios pueden ser removidos haciendo imposible o peligroso el acceso para la inspección. Dentro de los lineamientos de seguridad, los inspectores de soldadura no pueden permitir que su condición física les impida realizar la inspección apropiadamente.

Otra cualidad que el inspector debe desarrollar es una habilidad para interpretar, evaluar y aplicar varios documentos que describen los requerimientos de la soldadura como son:

- Dibujos estructurales y planos estructurales.
- Documentos contractuales.
- Certificados de materiales.
- Códigos y especificaciones.
- Maquinaria y equipos.

A menudo, esta revisión va a revelar los puntos de inspección requeridos, calificación que es solicitada de los procedimientos y los soldadores, preparaciones especiales

⁸AWS B1.11:2000; Guide for the Visual Examination of Welds. Pág. 2

del proceso o deficiencias de diseño como inaccesibilidad de la soldadura durante la fabricación. Estos documentos de referencia deben estar disponibles en todo momento durante el proceso de fabricación. Generalmente los inspectores son las personas más familiarizadas con todos estos documentos de manera que ellos pueden ser llamados por cualquier otra persona por información e interpretación con respecto a la soldadura.

La mayoría de la gente asociada con la inspección de soldadura concuerda con que tener experiencia en inspección de soldadura es muy importante. Los libros de texto y el conocimiento impartido en las clases no pueden enseñar al inspector todas las cosas que se necesitan para inspeccionar efectivamente. La experiencia va a ayudar en que el inspector de soldadura se vuelva más eficiente. Es por eso que para que una persona califique como inspector, este debe cumplir con ciertos requisitos de acuerdo al nivel de calificación.

Según la norma AWS QC1:2007 establece tres niveles de calificación posibles:

- Inspector de Soldadura **Nivel I** (Asociado de Inspector de Soldadura Certificado; por sus siglas en inglés: **C AWI**)
- Inspector de Soldadura **Nivel II** (Inspector de Soldadura Certificado; por sus siglas en inglés: **CWI**)
- Inspector de Soldadura **Nivel III** (Inspector de Soldadura Senior Certificado, por sus siglas en inglés: **SCWI**)

Entre los requisitos establece que para cada nivel de calificación se establezca un determinado número de años como se observa en la tabla 3.3.

Tabla 3. 3Años de experiencia en soldadura⁹

NIVEL DE EDUCACIÓN	AÑOS DE EXPERIENCIA		
	INSPECTORES		
	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
PRIMARIO	4	8	16
SECUNDARIO	2	4	8
SUPERIOR	2	3	4

Es decir que un Inspector de Soldadura que haya sido certificado en un nivel II (WI) y que tenga un nivel de educación primario debe tener como mínimo 8 años de experiencia trabajando en el campo de la soldadura.

Esta experiencia laboral se refiere a la realización de algunas de las siguientes actividades:

- Diseño: Preparación de planos o dibujos para soldaduras.
- Producción: Planeación y control de materiales de soldadura, procedimientos de soldadura.
- Construcción: Fabricación de materiales soldados.
- Examen: Detección y medición de discontinuidades en soldadura.
- Reparación: Reparación de soldaduras defectuosas.

⁹ AWS B5.1:2003; Especificaciones para la Calificación de Inspectores de Soldadura; Año 2003; Pág. 2 y 5

Mejores maneras de pensar y trabajar las va a ir desarrollando con el tiempo. La experiencia ganada trabajando con varios códigos y especificaciones mejora la efectividad del trabajo. Para enfatizar la necesidad de tener experiencia en la inspección, en ocasiones vemos un inspector novicio junto con uno experimentado de manera que las técnicas apropiadas se traspasen.

Otra cualidad deseable para el inspector de soldadura es un conocimiento básico de soldadura en los siguientes procesos:

- Shielded Metal Arc Welding (SMAW)
- Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)
- Submerged Arc Welding (SAW)
- Flux Cored Arc Welding (FCAW)
- Oxifuel Welding (OFW)
- Gas Metal Arc Welding (GMAW)
- Electro Slag Welding (ESW)
- Electro Gas Welding (EGW)
- Laser Beam Welding (LBW)
- Plasma Arc Welding (PAW)
- Electro BeamWelding (EBW)
- Brazing (Soldadura Fuerte)
- Soldering (Soldadura Blanda)
- ThermalCutting (Corte Térmico)

A raíz de esto, muchos soldadores son elegidos para convertirse en inspectores de soldadura. Con un conocimiento básico sobre estos temas, el inspector está mejor preparado para entender los problemas que el soldador pueda tener. Esto ayuda a obtener respeto y cooperación de los soldadores. Más allá de esto, el entendimiento ayuda al inspector a predecir qué discontinuidades podrán ser encontradas en una situación específica. Además podrá monitorear las variables críticas de la soldadura para ayudar en la prevención de estos problemas. Inspectores experimentados en

varios procesos de soldadura, que entiendan las ventajas y limitaciones de cada proceso, probablemente puedan identificar problemas potenciales antes de que estos ocurran.

El conocimiento sobre métodos de ensayo destructivos y no destructivos son de gran ayuda para el inspector de soldadura (aunque los inspectores no necesariamente realizan los ensayos) de cuando en cuando pueden presenciar los ensayos o revisar los resultados al ser aplicados a la inspección.

Como en los procesos de soldadura, el inspector es ayudado por un entendimiento básico de los métodos de ensayo. Es importante, muchas veces, para esta persona estar enterado de métodos alternativos que puedan ser aplicados para realzar la inspección visual. Los inspectores de soldadura pueden no realizar un ensayo determinado, pero pueden ser llamados para decidir si los resultados cumplen con los requerimientos del trabajo.

La habilidad de ser entrenado es una necesidad para la función del inspector de soldadura. A menudo, una persona es elegida para esta ocupación por este atributo. Los inspectores hacen su trabajo con más efectividad cuando reciben entrenamiento en una variedad de temas. Adquiriendo más conocimiento, los inspectores se vuelven más valiosos para sus empleadores.

Otra responsabilidad muy importante del inspector de soldadura es tener hábitos seguros de trabajo; buenos hábitos de seguridad juegan un papel significativo en evitar lesiones. Trabajar de una manera segura requiere un cuidadoso conocimiento de hasta donde es seguro arriesgarse, una actitud de que todos los accidentes pueden ser evitados, aprender los pasos necesarios para evitar exposiciones inseguras. El entrenamiento en seguridad debe ser una parte de cada programa de entrenamiento en inspección.

Un atributo final, que no debe ser tomado a la ligera, es la habilidad del inspector de mantener y completar registros de inspección. El inspector de soldadura debe comunicar precisamente todos los aspectos de las inspecciones, incluyendo los

resultados. Todos los registros desarrollados deben ser comprendidos para cualquier persona familiarizada con el trabajo. Los registros que solamente pueden ser descifrados por el inspector de soldadura son inútiles cuando él o ella están ausentes. Por ello, la prolijidad es tan necesaria como que esté correcto. El inspector de soldadura puede mirar estos registros cuando más tarde surja una pregunta. Cuando los reportes son generados, pueden contener información indicando como la inspección fue hecha, de manera que pueda ser repetida por alguien con resultados similares. Una vez que los registros han sido desarrollados, el inspector de soldadura debe tener una fácil referencia de ellos, más tarde.

En síntesis un inspector debe cumplir con todos los requisitos que se muestran a continuación:

Tabla 3. 4 *Conocimientos, habilidades, hábitos y actitudes de un Inspector de soldadura.*



CAPITULO 4

EVALUACIÓN DEL INSPECTOR DE SOLDADURA.

El entender que la certificación de inspectores de soldadura no es solo un requisito para la fiscalización en los sectores de producción, sino más bien, es una necesidad porque la creciente corriente de mejoramiento continuo en la fiabilidad, la calidad de productos y servicios que afectan directamente con el desarrollo tecnológico hacen necesario la realización de una evaluación eficaz, coherente y sobre todo que refleje e inserte en la realidad socio-económica del país.

El inspector de soldadura debe estar en condiciones de demostrar el conocimiento necesario, correcto desenvolvimiento y experiencia en el campo o campos afines a su actividad, esto quiere decir, que el inspector de soldadura debe estar bien familiarizado con los procesos de soldadura, procedimientos de soldadura, calificaciones de soldadores, los materiales, la limitación de las pruebas de soldadura, ser capaz de entender planos, preparar y mantener registros, preparar y presentar informes y hacer juicios responsables, además de un dominio amplio de la simbología de soldadura, el conocimiento y manejo de ensayos no destructivos; todos estos aspectos antes mencionados deben formar parte de su rutina diaria.

4.1 PROCEDIMIENTO PARA RENDIR LAS PRUEBAS

El siguiente procedimiento se aplica para establecer la metodología con la cual se va a calificar y certificar por parte de la Escuela Politécnica Nacional a los Inspectores de soldadura AISC-EPN (Asistente de Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional) y ISC-EPN (Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional) tomando como referencia otras experiencias como los de la norma AWS QC1:2007.

Para este proceso se debe instalar una junta calificadora la misma que se va a encargar de llevar todo el proceso para la calificación y certificación de los aspirantes a Inspectores de Soldadura. Esta junta tendrá las siguientes responsabilidades:

- Fijar los lugares y las fechas de examen.
- Aprobar las circulares para llamado a calificación y renovación de inspectores de soldadura con una antelación no menor que 3 meses calendario.
- Fijar los aranceles correspondientes para calificación y renovación de inspectores.
- Preparar el material y los elementos necesarios para los exámenes teórico y práctico.
- Elaborar el temario de examen de acuerdo con las pautas establecidas en la norma AWS QC1:2007 mediante la utilización del software.
- Efectuar la evaluación de antecedentes, tomar los exámenes y emitir sus resultados.
- Participar en todo el proceso de calificación.
- Completar y firmar el acta de evaluación final.
- Las decisiones de la Junta Calificadora deberán alcanzarse por unanimidad.

Además se deberá contar con una secretaria técnica del laboratorio de soldadura cuyas funciones serán:

- Implementar las acciones técnico-administrativas que requiera el Sistema de Calificación de ISC (Inspector de Soldadura Calificado).
- Mantener actualizado el listado de inspectores de soldadura certificados y asegurar el acceso público a los mismos.
- Asegurar el mantenimiento actualizado de los registros de los inspectores de soldadura certificados.
- Suministrar la información, a quien lo solicite, de los inspectores de soldadura certificados.

- Vetar o anular el Examen de Calificación, en caso que no se cumplan con todos los requisitos del presente procedimiento.

4.1.1 INICIO DEL PROCESO

La junta calificadora define dos fechas de examen por año puede planificar una fecha de calificación de acuerdo a la petición de alguna institución que requiera la evaluación de sus trabajadores. Sin embargo, el calendario tentativo del año para la calificación y certificación de Inspectores de soldadura es el siguiente:

Tabla 4. 1 *Calendario para el examen de evaluación de Inspectores de Soldadura*

EXAMEN	FECHA
1er Examen	3er viernes de abril
2do examen	3er viernes de agosto

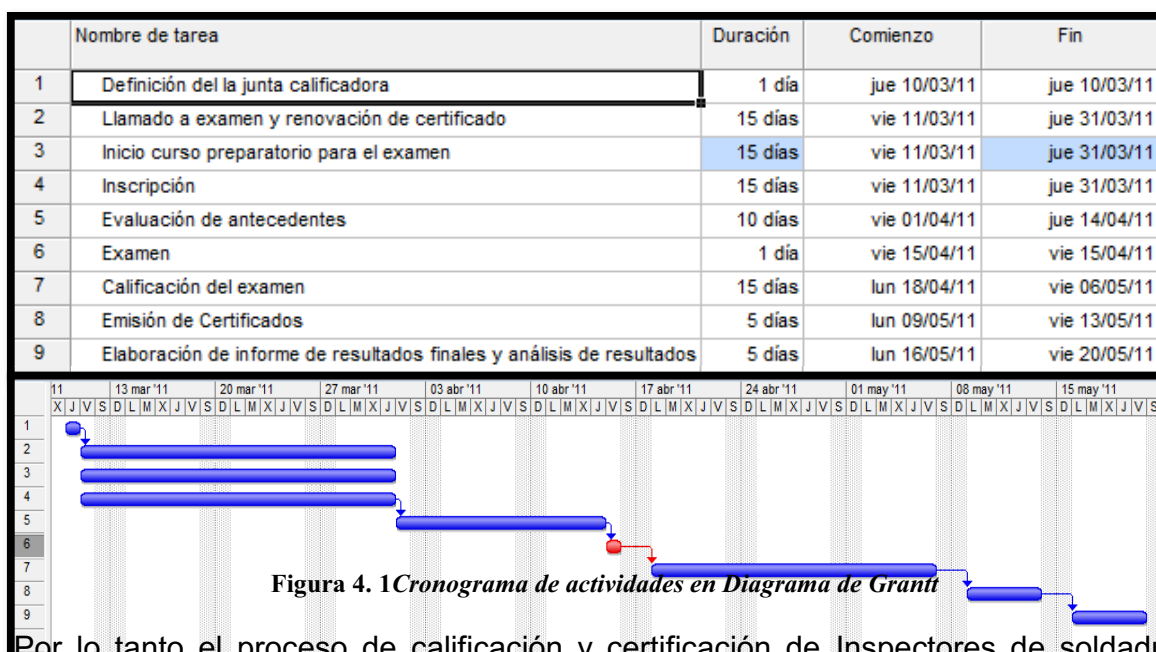
Tomando en cuenta una de esas fechas se realiza el cronograma para el proceso de calificación y certificación de Inspectores de soldadura.

Tabla 4. 2 *Cronograma de calificación y certificación*

FECHA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
35 días antes del examen	Definición de la junta calificadora	Jefe del departamento
35 a 30 días antes del examen	Llamado a examen, renovación de certificados e inscripción a curso preparatorio para el examen	Secretaria técnica y aspirante
30 a 10 días antes del examen	Inicio del curso preparatorio para rendición del examen	Ingeniero que dicta el curso y aspirante
30 a 10 días antes del examen	Inscripción	Aspirante

15 a 0 días antes del examen	Evaluación de antecedentes	Junta calificadora
Día 0	Examen	Junta calificadora
0 a 15 días después del examen	Calificación del examen	Junta calificadora
15 a 20 días después del examen	Emisión de Certificados	Secretaria técnica
20 a 25 días después del examen	Elaboración de informe de resultados finales y análisis de resultados	Junta calificadora

A continuación se muestra un Diagrama de Gantt el cual muestra el cronograma de actividades para el año 2011 (la barra en rojo representa el día en el cual el aspirante se presenta a rendir las pruebas).



Por lo tanto el proceso de calificación y certificación de inspectores de soldadura comienza 35 días previos al examen con la formación de la junta calificadora, los cuales van a definir la fecha exacta de la evaluación y los costos que van a ser

cobrados por los servicios prestados para la certificación. Además se envía un comunicado a todos los Inspectores de Soldadura, ayudantes y a los posibles interesados (empresas relacionadas a la soldadura), sobre la certificación que va a promover el Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional; donde consta:

- Fecha del examen.
- Lugar de Realización.
- Plazo de inscripción.
- Aranceles según lo establecido por la junta calificadora.
- Documentación a presentar.

Además se envía los formularios:

- EPN-LDS-DPP-001 Solicitud de inscripción y certificación.
- EPN-LDS-DPP-002 Aptitud visual.
- EPN-LDS-RDS-003 Notificación código de ética.

También se ha establecido para los aspirantes que deseen, un curso preparatorio previo al examen. En este se estudiarán todos los aspectos que serán evaluados y serán fortalecidos con ejercicios prácticos. La persona que dicte el curso deberá tener el título de Inspector de Soldadura Certificado, el cual permitirá compartir, expresar sus anécdotas y conocimientos sobre el tema.

4.1.2 INSCRIPCIÓN

El plazo de inscripción para rendir las pruebas de certificación es de 30 días previo al examen, donde el aspirante deberá presentar los siguientes documentos:

- Presentar el formulario EPN-.LDS-DPP-001 solicitud de inscripción.
- Formulario EPN-.LDS-002 Aptitud Visual, en donde el aspirante se debe realizar un examen de vista, ya sea con o sin la utilización de lentes y acreditar una

agudeza visual en medida en Jaeger¹⁰ J1 a una distancia no menor de 30 cm (12 pulgadas). Asimismo deberán tomar un examen de percepción de color. Estos exámenes deberán ser realizados por un oftalmólogo, optometrista o en general por personal médico oftálmico, en un periodo no mayor a 7 meses antes de la fecha del examen de certificación.

- Formulario EPN-.LDS-DDS-003 Notificación código de ética.
- Certificados de trabajo, correspondientes a la experiencia laboral.
- Curriculum Vitae
- Copias de certificados de estudios
- Certificados de cursos realizados

Importante: Si la documentación presentada por el aspirante está incompleta o incorrecta, la secretaria técnica no realizara la correspondiente inscripción. Por otro lado, la documentación presentada por el aspirante tendrá carácter de Declaración Juramentada.

La inscripción de los aspirantes tanto para la calificación como para la renovación de certificados de Inspectores de Soldadura será registrada en la base de datos del software que se adjunta y que está debidamente detallado en el capítulo 5 de este proyecto de titulación.

Una vez que el aspirante haya presentado toda la documentación, la junta calificadora evalúa los antecedentes y verifica el cumplimiento de los requisitos necesarios para rendir el examen. Como resultado de la evaluación la junta

¹⁰Jaeger: Es una medida de la agudeza visual donde se muestra una carta de lectura de varios tipos de tamaño. La escala va desde J1 a J20, siendo J1 la escala más pequeña y que tiene un ángulo de visión de 5' a 450mm del ojo.

calificadora acepta o rechaza la solicitud. En el caso que se haya rechazado la solicitud la junta calificadora se encarga de informar al aspirante las razones por las cuales fue refutada su solicitud. Si un miembro de la junta identifica un conflicto de intereses con alguno de los aspirantes, este deberá denunciarlo por escrito mediante el formulario EPN-.LDS-RDS-003 (Notificación código de Ética, Confidencialidad y Conflicto de Intereses). A las personas cuya solicitud ha sido aceptada, la junta se encarga de comunicarlos para que asistan a los exámenes de certificación.

4.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El examen de certificación consta de tres partes, cada una de ellas con una duración de horas. La parte A es una prueba referente a fundamentos de soldadura en la cual se evalúa conocimientos generales. La parte B es una prueba práctica de inspección visual la misma que está enfocada al manejo práctico de instrumentos y conocimientos en criterios de aceptación o rechazo de una determinada soldadura. Y por último la parte C que es una prueba de conocimiento de una determinada norma que evalúa la habilidad de manejo de dicha norma.

La persona encargada de tomar los exámenes deberá llevar los registros que se imprimen de la base de datos, los cuales constan con los nombres, apellidos y número de cédula del aspirante. Los mismos que serán firmados para constatar la asistencia a las diferentes pruebas.

Por otra parte para la realización de las diferentes etapas del examen, el aspirante debe traer sus propios códigos y normas; caso contrario el laboratorio NO puede proporcionarle una copia certificada. Además al momento de rendir las pruebas cada persona deberá portar su cédula de identidad para el registro de asistencia.

Los exámenes se los puede realizar mediante dos metodologías, la primera es usando un computador y el software creado en este proyecto de titulación. En la pantalla aparecerá el examen con diferentes opciones de respuesta que el aspirante deberá ir seleccionando. Este programa tiene un cronómetro que mide el tiempo

correspondiente para realizar la prueba y cuando este se termina, avisa al usuario, lo guarda y lo cierra automáticamente. La calificación de los exámenes es instantánea, pero solamente una persona autorizada puede ver el resultado, además el mismo programa emite una estadística sobre los resultados de las preguntas de los distintos temas tratados en la evaluación.

La segunda metodología de calificación es mediante un examen escrito, en donde el aspirante al momento de la evaluación recibe dos documentos, el uno con las preguntas y el otro con una hoja de posibles respuestas que deberá marcar rellenando la casilla.

La ventaja del software es que para cada aspirante se imprime un examen diferente y a su vez imprime otra hoja con las respuestas correctas a las preguntas. Esto facilita la calificación al momento de evaluar los resultados. La desventaja es que no se puede conocer automáticamente e instantáneamente las estadísticas de los diferentes temas tratados en los exámenes.

4.2.1 PRUEBAS REFERENTES A FUNDAMENTOS DE SOLDADURA

Básicamente es una prueba de conocimientos generales, la cual incluye pero no se limita a: procesos de soldadura, ensayos no destructivos, seguridad industrial, tareas del inspector de soldadura, discontinuidades en las juntas soldadas, simbología de soldadura, diseño de juntas, propiedades mecánicas de los metales y conocimientos de matemáticas básicas aplicables en el campo de trabajo.

La prueba de conocimientos será distribuida en 14 temas de evaluación, los cuales a su vez, constan de un valor en porcentaje que posteriormente determinará la aprobación o rechazo de esta prueba.

De esta manera, las preguntas de conocimientos generales tienen la siguiente distribución y porcentajes como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 3 Porcentaje de evaluación de los temas de conocimiento general

PARTE A. FUNDAMENTOS	
TEMA	PORCENTAJE %
Procesos de Soldadura	11
Tratamientos térmicos y metalurgia (aceros al carbono y de baja aleación)	8
Inspección de Soldadura	10
Desempeño de la Soldadura	10
Definiciones y Terminología	12
Simbología de la Soldadura y Ensayos No Destructivos	10
Métodos de Prueba para Ensayos No Destructivos	9
Realización de Registros e Informes	7
Tareas y Responsabilidades	5
Normas de Seguridad Industrial	4
Ensayos Destructivos	5
Corte	4
Soldadura Fuerte (Brazing)	3
Soldadura Blanda (Soldering)	2

4.2.2 PRUEBAS PRÁCTICAS DE INSPECCIÓN VISUAL

Corresponde a la parte del examen en donde se utilizan ciertas herramientas de medición que son normalmente empleadas por un inspector de soldadura para la inspección de probetas soldadas a tope y en filete. Las cuales contienen intencionalmente defectos que los aspirantes deberán determinar si cumplen o no con los criterios de aceptación que dice la norma.

De igual manera que en la prueba anterior esta evaluación se divide en 5 temas, los cuales constan de un valor en porcentaje que posteriormente determinará la aprobación o rechazo de esta prueba.

De esta manera, las preguntas de inspección práctica tienen la siguiente distribución y porcentajes como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. 4 *Porcentaje de evaluación de los temas de inspección visual.*

PARTE B. INSPECCIÓN VISUAL	
TEMA	PORCENTAJE %
Procedimiento y Calificación de Soldadores	32
Pruebas y Propiedades Mecánicas	10
Inspección de Soldadura y Fallas	38
Ensayos No Destructivos	10
Utilización de Especificaciones y Planos	10

4.2.3 PRUEBAS REFERENTES A CONOCIMIENTOS DE LA NORMA API 1104

Corresponde a la parte del examen que utiliza un código abierto, el número de preguntas para el Código API 1104:2004, edición 20, es de 60 (sesenta) preguntas y se divide en 4 temas, los cuales constan de un valor en porcentaje que posteriormente determinará la aprobación o rechazo de esta prueba.

Dichas preguntas se distribuyen de la siguiente manera como se muestra a continuación en la tabla:

Tabla 4. 5 *Porcentaje de evaluación de los temas referente a la norma API 1104.*

PARTE C. APLICACIONES DE LA NORMA	
TEMA	PORCENTAJE %
Materiales y Diseño	15
Procesos de Fabricación	30
Inspección	25
calificación	30

4.3 METODOLOGÍA DE CALIFICACIÓN Y APROBACIÓN.

Los aspirantes para ISC-EPN reunirán satisfactoriamente los requerimientos contenidos en las secciones 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3. La calificación se llevará a cabo por medio de porcentajes de aprobación, los cuales se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4.6 Porcentaje de aprobación de los exámenes para ISC-EPN.

PRUEBAS	NÚMERO MÍNIMO DE PREGUNTAS	PORCENTAJE MÍNIMO DE RESPUESTAS CORRECTAS	NÚMERO MÍNIMO DE RESPUESTAS CORRETAS
PARTE A. Fundamentos	150	72%	108
PARTE B. Inspección Visual	46	72%	33
PARTE C. Aplicaciones de la Norma	60	72%	43

Los aspirantes que alcancen un 72% del puntaje total (el promedio de las tres partes de la prueba) y falle en algunos de los requerimientos de las secciones 4.2, 4.3 y 4.4, pueden retomar aquellas partes en las que haya fallado, es decir tendrá la oportunidad de una reexaminación.

Tomar una reexaminación será considerado como tomar el examen nuevamente. Los aspirantes podrán tomar una reexaminación dentro de un año a partir de la fecha original del primer examen. El número máximo de veces que se puede retomar el examen es de tres, en cualquier periodo de tres años.

Aquellos aspirantes que no hayan alcanzado el porcentaje adecuado en las secciones 4.2, 4.3 y 4.4, podrán ser reconocidos como Asistente de Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional (AISC-EPN), siempre que cumplan con los porcentajes que se indican en la tabla a continuación:

Tabla 4.7 Porcentaje de aprobación de los exámenes para AISC-EPN

PRUEBAS	NÚMERO MÍNIMO DE PREGUNTAS	PORCENTAJE MÍNIMO DE RESPUESTAS CORRECTAS	NÚMERO MÍNIMO DE RESPUESTAS CORRETAS
PARTE A. Fundamentos	150	60%	90
PARTE B. Aplicaciones de la Norma	60	60%	36
PARTE C. Inspección Visual	46	60%	28

Una vez obtenido los resultados finales de los exámenes, estos serán guardados e impresos por el software, el cual se adjunta al resto de registro para contar con una base de datos respaldada con toda la información de los aspirantes que se han convertido en Inspectores de Soldadura Certificados por la Escuela Politécnica Nacional.

Cada Asistente de Inspector e Inspector de Soldadura Certificados por la Escuela Politécnica Nacional, tendrá una codificación propia y única, como se muestra a continuación:

EPN-ISC-YYMM2-###

EPN-AISC- YYMM1-###

Donde:

EPN-ISC = Inspector de Soldadura Certificado.

EPN-AISC = Asistente de Inspector de Soldadura Certificado.

YY= Año en el cual se realizó la certificación

MM= Mes en el cual se realizó la certificación

2=Segundo nivel de calificación equivalente a Inspector de Soldadura Certificado

1=Primer nivel de calificación equivalente a Asistente de Inspector de Soldadura Certificado

=Indica el número de Inspector o Asistente de Soldadura que se ha certificado durante el año indicado.

Luego de finalizada la evaluación de cada aspirante, la junta calificadora le informa sobre su calificación de manera reservada y personal, donde los aspirantes podrán solicitar ver sus exámenes y pedir la aclaración que consideren necesarias.

Una vez aprobada la certificación por parte de la Escuela Politécnica Nacional, la institución entregará un certificado, un carnet y un sello que avalen la certificación y sean utilizados para el trabajo del Asistente o Inspector de Soldadura.

CAPITULO 5

ELABORACIÓN DEL KIT DE CALIFICACIÓN A INSPECTORES

5.1 ESTUDIO DE PARÁMETROS PARA CALIFICACIÓN DE INSPECTORES

La globalización de la economía hace imprescindible la ubicación de productos altamente competitivos, razón suficiente para que los sectores industriales del país enfoquen sus esfuerzos en producir bajo los parámetros internacionales de normalización o estandarización.

Existen diferentes documentos técnicos que hacen referencia a cada sector productivo en función de: los materiales, diseño, procedimientos y procesos implícitos. Para garantizar un alto nivel de competitividad, la inspección de soldadura estará presente en las actividades de control de calidad de productos soldados, en la verificación, cualificación y calificación de los procesos, procedimientos y recurso humano.

Para que esta actividad sea conducente a certificación internacional se requiere de personal con vasta experiencia, conocimientos y destrezas en ésta disciplina. Con responsabilidad propia de un inspector certificado, debidamente registrado ante una institución reconocida internacionalmente conforme al estándar para la calificación y certificación de Inspectores de Soldadura.

5.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL KIT.

El Kit para calificación de inspectores de soldadura constará de 10 probetas de un material más liviano que el acero normal que es utilizado para la realización de

elementos soldados, ASTM A-36, para que de esta manera se mejorare la transportabilidad, durabilidad y ergonomía.

Estas probetas estarán divididas en dos grupos iguales de 10 juntas a tope y 10 juntas en filete, en las cuales existirán diferentes tipos de defectos y discontinuidades. Que deberán ser evaluadas por el aspirante a inspector de soldadura.

También se incluirán distintas herramientas de medida, entre las cuales se tiene:

5.2.1 CALIBRADOR VERNIER

Un calibrador vernier es un instrumento que se ajusta para la medición de espesor, diámetro, distancia entre superficies y profundidades. Utiliza una escala Vernier que permite realizar lecturas a una fracción de una división de la escala principal.



Figura 5.1 *Calibrador Vernier.*

Siendo el calibrador Vernier un instrumento de medición extremadamente preciso; el error de lectura es de $1/20\text{mm} = 0.05\text{ mm}$. Las longitudes estándar son: 6", 12", 24", 36" y 48". Los tres tipos de calibradores usados son el Vernier, el de Carátula y el calibrador digital.

5.2.2 REGLA ESTÁNDAR



Figura 5.2 Regla de aluminio de 30 cm.

Fabricadas en aluminio con tratamiento de dureza y acabado especial. Ofrece un bisel de medición de un lado y un perfil especial para corte del otro. El perfil especial es ideal para trabajos de corte, por su protección para los dedos y el dentado inferior que permite sujetar correctamente el elemento a cortar. Existen reglas de varias medidas siendo la más común la de 30 cm y posee una precisión de 0,5 mm.

5.2.3 EL CALIBRADOR DE SOLDADURA - SKEW-T

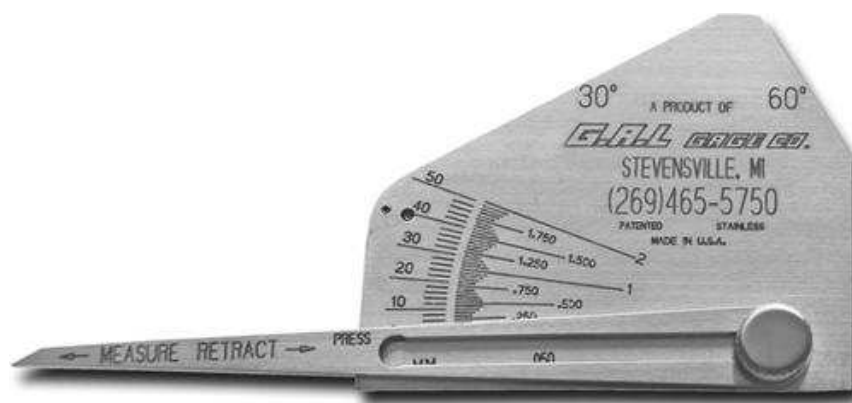


Figura 5.3 Calibrador Skew-T.

El Calibrador de Soldadura - Skew-T es una combinación de todos los calibradores de soldadura. Se usa para medir filetes de soldaduras en elementos inclinados o miembros soldados en una gran variedad de ángulos:

- Ángulos obtusos



Figura 5.4 *Medición en ángulo obtuso.*

- Ángulos Agudos



Figura 5.5 *Medición en ángulo agudo.*

- Ángulos Rectos

5.2.4 MICRÓMETRO DE EXTERIORES

El micrómetro es un dispositivo ampliamente usado en ingeniería mecánica, para medir con precisión el grosor de bloques y medidas externas. Los micrómetros tienen

varias ventajas respecto a otros instrumentos de medida como el vernier y el calibrador, son fáciles de usar y sus lecturas son consistentes.



Figura 5.6 *Micrómetro de exteriores.*

Es también llamado Tornillo de Palmer, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir con alta precisión del orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001mm) (micra) las dimensiones de un objeto.

5.2.5 CALIBRADOR BRIDGE CAM

El calibrador “*Bridge Cam*” es una herramienta de control destinada al profesional de verificación ya que es un instrumento de gran precisión, reducidas dimensiones y de muy fácil aplicación.

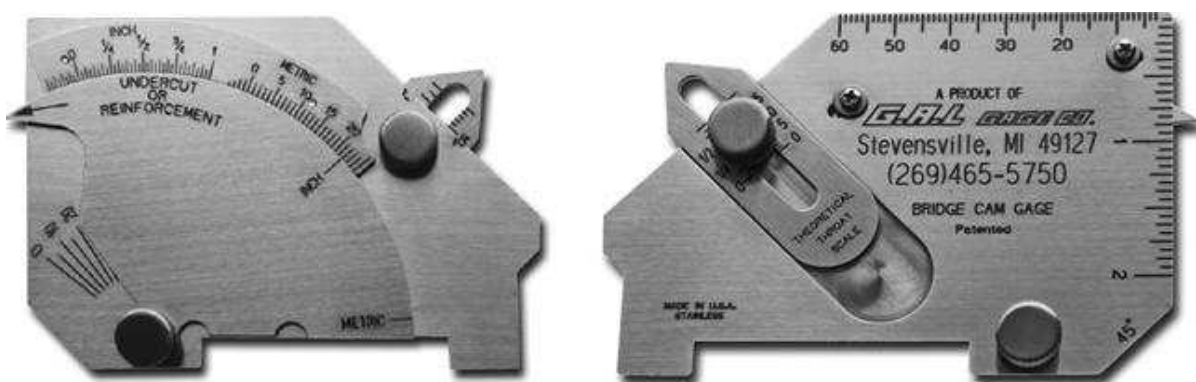


Figura 5.7 *Calibrador Bridge Cam.*

Dispone de escalas métricas, incluyendo aguja y uña con bloqueo. La escala de la uña puede ser compensada por la incidencia de cualquier imperfección sobre el material base.

A continuación se muestran varios ejemplos prácticos de aplicación del calibrador Bridge Cam:

- Para determinar la altura del filete

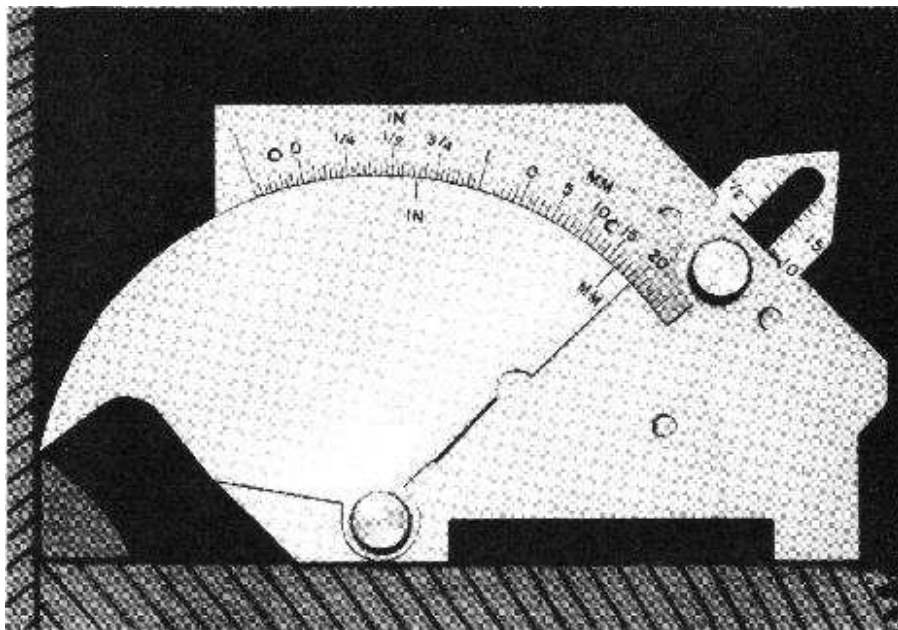


Figura 5.8 *Medida de la altura de filete.*

- Para verificar el ángulo de preparación del bisel.

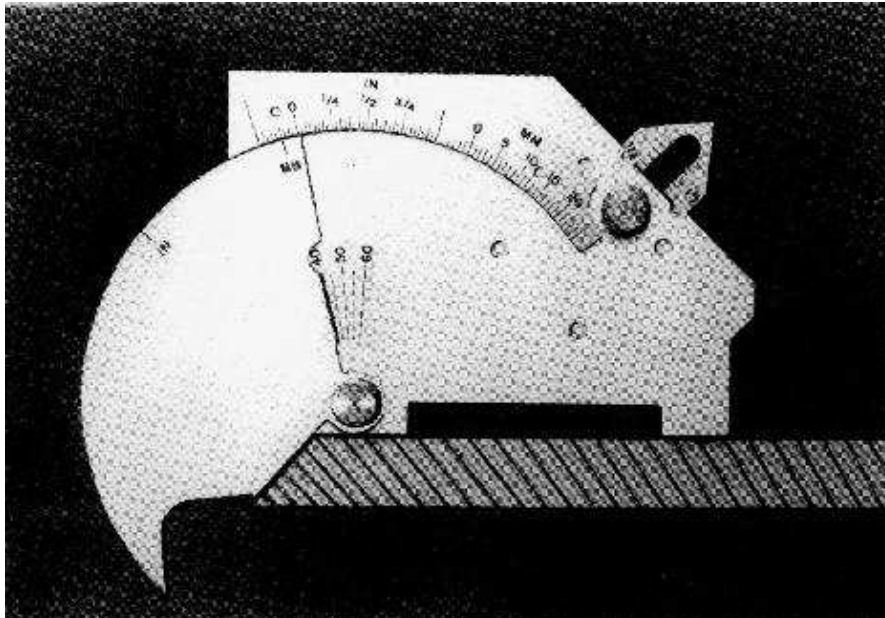


Figura 5.9 *Medida del ángulo del bisel.*

- Para determinar la profundidad o nivel de mordeduras.

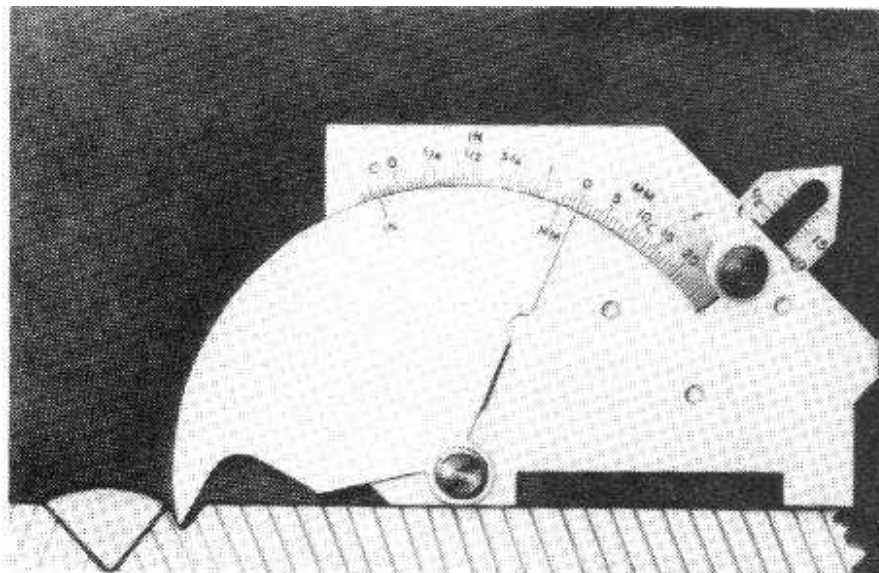


Figura 5.10 *Medición de una mordedura.*

- Para verificar el desalineamiento entre el metal base.

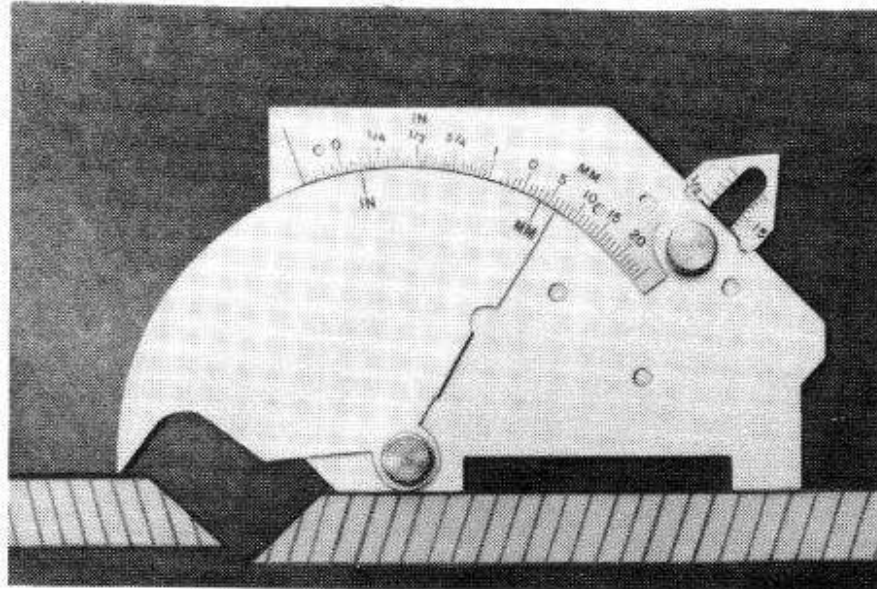


Figura 5.11 *Medición del desalineamiento en la junta a soldar.*

- Para control de la sobremonta

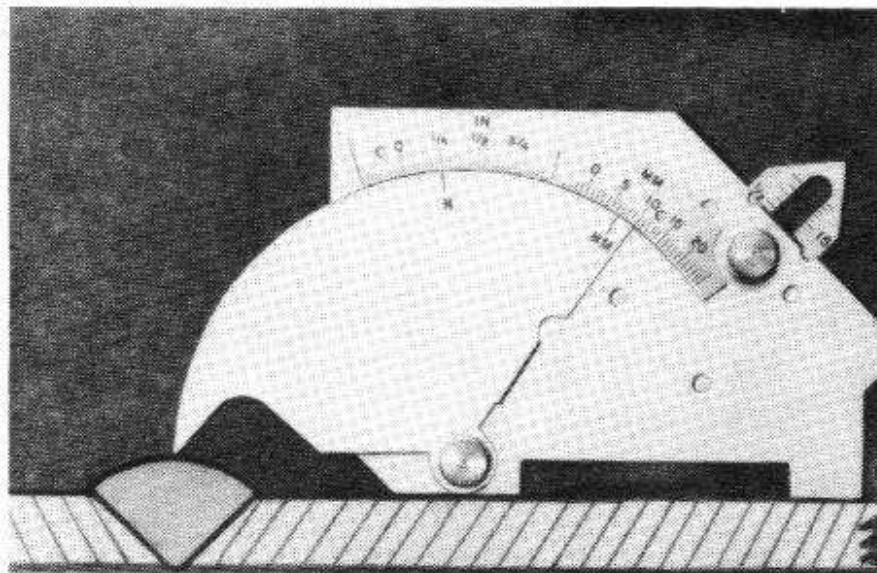


Figura 5.12 *Medición de la sobremonta en el cordón de soldadura.*

- Para el control de la garganta, concavidad y convexidad en juntas de filetes.

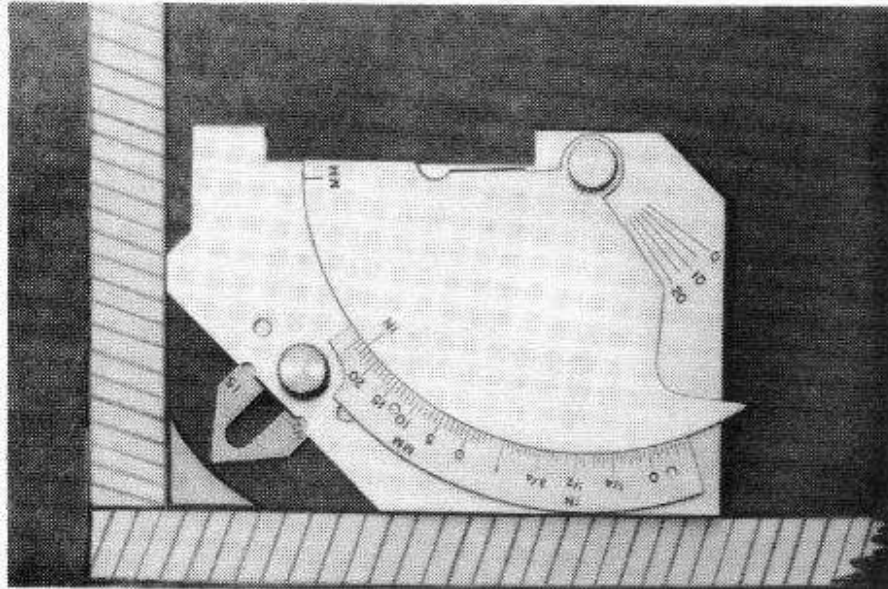
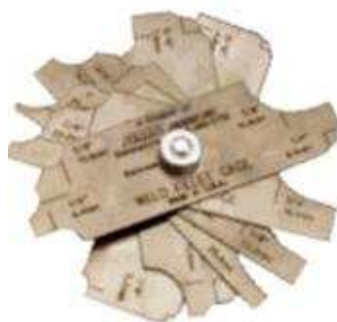


Figura 5.13 Medición de la convexidad en una junta de filete.

5.2.6 GALGAS PARA SOLDADURAS DE FILETE

Este calibrador ofrece un medio rápido para medir la soldadura más utilizada, la de filete, con espesores desde 1/8" hasta 1". Puede medirse la longitud de pierna y determinar concavidad y convexidad. Son calibradores pasa/no pasa.



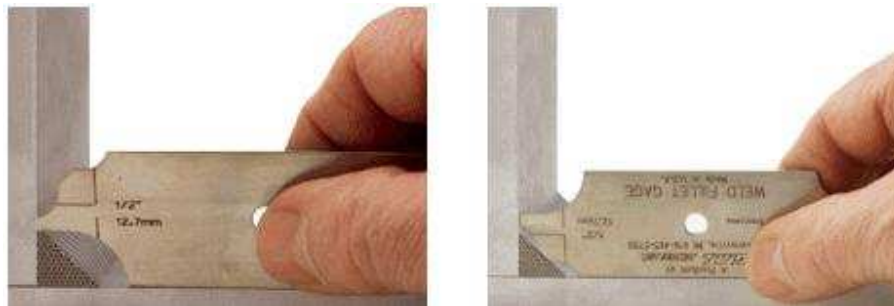


Figura 5.14 Calibrador de soldaduras de filete.

5.2.7 REGLA MEDIDORA PARA ANCHOS DE GRIETAS

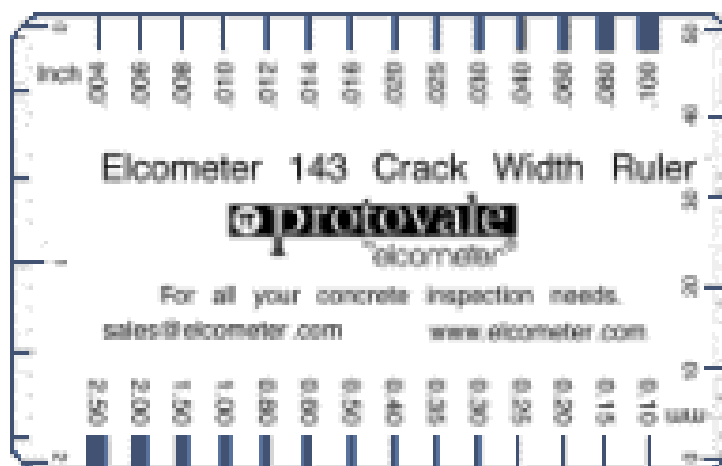


Figura 5.15 Medidor de anchos de grietas.

Este sencillo medidor se ha diseñado para proporcionar a los inspectores una alternativa de bajo costo a un microscopio graduado para determinar la anchura de una grieta en el cemento u otros materiales de construcción.

De un tamaño similar a una tarjeta de crédito, este medidor transparente está marcado con un rango de líneas graduadas. Cada línea tiene una anchura especificada. Para utilizarla, sitúe el medidor encima de la grieta e identifique la línea que presenta una anchura similar a la grieta. Realice la lectura del valor de la anchura.

5.2.8 LUPA

Una lupa es un instrumento óptico cuya parte principal es un lente convergente que se emplea para obtener una visión ampliada de un objeto. Montada en un soporte, generalmente circular, que dependiendo de su diseño y del uso específico en cierta aplicación, puede o no tener un mango para facilitar su manejo.



Figura 5.16*Lupa.*

5.2.9 LINTERNA DE LEDS

Este tipo de linternas poseen una potencia muy superior a las linternas convencionales. Los diodos son de un color blanco azulado y la luz llega a una gran distancia. El aparato en sí tiene una vida mucho mayor a la que podría tener otra linterna ya que los LEDs son mucho menos frágiles que la clásica bombilla.



Figura 5.17*Linterna de Leds.*

5.2.10 REGLAS PLÁSTICAS MILIMETRADAS

El uso de reglas milimétricas plásticas da al inspector la facilidad de medición debido a la flexibilidad de su material, igualmente presentan ventajas adicionales como su bajo costo, gran resistencia al desgaste y fácil lectura de las escalas.



Figura 5.18 Reglas plásticas milimetradas.

5.3 ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS

5.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El siguiente cuadro nos muestra las especificaciones técnicas para la elaboración de las probetas que lleva el Kit de inspección.

Tabla 5.1 Especificaciones técnicas.

Empresa		Producto		Fecha inicial: 29/06/2010
EPN		Probetas para calificación de Inspectores de Soldadura		Última revisión: 08/01/2011
Laboratorio de Soldadura				Página 1/2
Facultad de Ingeniería Mecánica				
ESPECIFICACIONES				
Concepto	Fecha	Propone	R/D	Descripción
Función	29/06/2010	C	R	Realizar probetas para calificación de inspectores de soldadura.
	29/06/2010	C	R	Ser transportables en un maletín contenedor.
	29/06/2010	C	R	Ser livianas, resistentes a la corrosión y desgaste.
Dimensión	29/06/2010	C	R	Mostrar con gran detalle y dimensiones reales de discontinuidades y defectos.
	29/06/2010	C	R	Las probetas deben contener defectos propios del proceso de soldadura, y deben estar divididas en secciones iguales a lo largo de su longitud.
	29/06/2010	C	R	Poder medir a escala real los defectos y discontinuidades sobre el cordón de soldadura, así como espesores y longitudes relevantes en el material base.
	29/06/2010	C	R	Probetas de 300x200x8

	30/06/2010	C	NR	Probetas de 180x200x8
Materiales	29/06/2010	C	R	Construidas de materiales poliméricos.
Vida útil	29/06/2010	C	NR	5 años de duración en cada probeta
Impacto Ambiental	29/06/2010	C+I	D	El material de las probetas no debe producir residuos tóxicos que deban ser desechados o almacenados.
Aspecto Legal	29/06/2010	C+I	R	Cumplimiento de las normativas y especificaciones del Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional.

Propone: C=cliente I=ingeniero

R/D: R=Requerimiento D=Deseo NR=Nuevo requerimiento
MR=Modificar requerimiento

5.3.2 MATRICES DE PONDERACIÓN

Las matrices de ponderación son herramientas muy utilizadas debido a su sencillez en la toma de decisiones acerca de temas que ofrezcan múltiples soluciones. Su aplicación es variada y muchas veces sumamente necesaria. Este método se ha venido utilizando desde hace ya algún tiempo en algunos trabajos de referencias indirecta con la aplicación de matrices similares. Sin embargo, las características de las matrices de ponderación no deben confundirse con las viejas tablas de decisión, las cuales se basan en una serie de condiciones y cada una de ellas puede ser considerada como verdadera o falsa en cualquier momento. A partir de esto se van descartando las posibilidades hasta llegar a una solución final.

La forma general de la matriz de ponderación es presentar en la primera columna las características a ser evaluadas y en las siguientes columnas los criterios. Además se debe incluir los respectivos criterios y rangos de sus pesos y las restantes casillas de la matriz para realizar la valoración propiamente dicha. Se conserva la última columna para completar la evaluación de cada alternativa, sumando los puntos acumulados por la misma en la respectiva fila.

Tabla 5.2 *Matriz de Ponderación general.*

ALTERNATIVAS	Criterio 1 Peso x a X	Criterio 1 Peso y a Y	Criterio 1 Peso w a W	Criterio 1 Peso z a Z	TOTAL
Alternativa 1	P1,1	P1,2	P1,n-1	P1,n	Total 1
Alternativa 1	P2,1	P2,2	P2,n-1	P2,n	Total 2
Alternativa m	Pm-1,1	Pm-1,2	Pm-1,n-1	Pm-1,n-2	Total m-1
Alternativa m-1	Pm,1	Pm,2	Pm, n-1	Pm,n	Total m

En el caso más general los rangos son todos iguales es decir $x=y=w=z$ en general igual a cero (0) o uno (1) como valor inicial, o $X=Y=W=Z=$ a un valor fijo igual a diez (10), veinte (20), mil (1000), diez mil (10000), dependiendo de lo difícil que puede ser diferenciar entre una alternativa y otra. La otra alternativa se da al tener rangos con diferentes valores, en este caso x,y,w,z no son necesariamente igual a cero o uno y los valores de X,Y,W,Z . Suelen ser diferentes entendiéndose que entre mayor sea este último valor, mayor peso se le desea dar a ese criterio y entre mayor sea la diferencia del mayor valor de un criterio menos en menor valor del mismo ($X-x$, $Y-y$, $Z-z$) se necesita ser más diferenciador en cuanto a este criterio.

Las recomendaciones generales para la realización de matrices de ponderación se basan especialmente en la definición clara del objetivo de la decisión, además la

participación en grupo para la búsqueda y selección de las posibles alternativas. Todos los criterios seleccionados que reúnan todas las características que se desean obtener deben ser evaluados y ningún criterio debe quedar sin evaluación.

5.3.3. ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN

Las alternativas de selección para encontrar el proceso y el material más apropiado para la fabricación de las probetas, se basaran en las normativas del diseño concurrente, es decir, se basaran en el objetivo de obtener productos que no solo satisfagan los requerimientos de Laboratorio de Soldadura, sino que además brinden la mayor garantía a lo largo de su vida útil.

Es por esto que se enlistaran los posibles materiales de fabricación y mediante matrices de ponderación se obtendrá el más idóneo para el trabajo propuesto.

5.3.3.1. Probetas de aluminio hechas por fundición.

VENTAJAS

- Es de fácil construcción debido a la simplicidad del colado para la fundición.
- Es un material barato en comparación con el acero y fácil de conseguir en el mercado.
- Tiene una buena resistencia a la corrosión y desgaste.
- Es fácilmente adaptable para la realización de las probetas.

DESVENTAJAS

- El aluminio presenta porosidades debido al proceso de fundición, lo cual no garantiza un material con un acabado superficial adecuado.
- A pesar de tener una baja densidad, al combinar el peso de las diez probetas, su transportabilidad se va a ver comprometida junto a su ergonomía.
- El proceso para soldar aluminio es costoso debido a la utilización de gases de protección así como de materiales de aporte especiales.

- La tecnología necesaria para la fundición de aluminio de acuerdo con los requerimientos del Laboratorio de Soldadura para la realización de las probetas, no se encuentra dentro de la misma facultad, lo cual hace necesario buscar fábricas especializadas fuera del perímetro urbano o inclusive en otras ciudades.

5.3.3.2. Probetas de resina hechas con molde de caucho silicona.

VENTAJAS

- La reproducibilidad de detalles, maquinado y rectificado de elementos en resina es de alta precisión y no se utilizan máquinas o herramientas sofisticadas.
- Es un material de muchas aplicaciones industriales, por lo cual su disponibilidad en el mercado es extensa.
- Tiene una buena resistencia a la corrosión y desgaste.
- El peso de este material es bajo, por lo cual la transportación y manejo no presenta dificultades.
- Su capacidad de moldeo es elevada, debido a la facilidad de su colado inclusive para elementos de tamaño pequeño.

DESVENTAJAS

- El costo de las resinas y los elementos aglomerantes, aglutinantes y colorantes son elevados, lo cual aumenta el costo de fabricación de las probetas.
- El contraste de los detalles en la resina no es claro, debido a las propiedades físicas del material.
- A pesar de las mejoras de las fórmulas de las resinas los sistemas modernos presentan mayores inconvenientes debido a la polimerización que ocurre durante las reacciones químicas.
- Baja resistencia a la tracción y fractura.

- Tienen a la absorción de agua, lo cual ocasiona cambios en la composición y propiedades del material debido a la interacción agua- material.

5.3.3.3. Probetas hechas de plástico por inyección

VENTAJAS

- Actualmente es el método más empleado por la industria en la producción de piezas pequeñas y compactas, ya que facilita grandes volúmenes de producción a bajos costos.
- No es atacado por los ácidos, resistente al agua a 100°C y a la mayoría de los disolventes ordinarios.
- El plástico es resistente a la corrosión y al desgaste.
- Su peso es bajo, por lo que la transportabilidad y ergonomía no presenta problemas.
- Solo se necesita de un molde matriz para la obtención de cualquier elemento con geometría y dimensiones precisas.

DESVENTAJAS

- En el curso de las reacciones de polimerización de los plásticos termoestables, se generan gases como subproductos que pueden quedar atrapados en el interior de la pieza y generar huecos internos.
- Se necesita de máquinas especializadas y de la fabricación de moldes para obtener los elementos deseados, por lo que los costos de producción son muy elevados, en especial si se habla de pocos volúmenes de producción.
- El costo de la materia prima es elevado, además que únicamente se venden por cantidades para producción industrial.
- Los polímeros termoestables presentan dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre ellos.
- El impacto ambiental de los plásticos es muy grande, debido a que no pueden ser reciclados en su mayoría y se convierte en residuos difíciles de eliminar.

5.3.3.4. Probetas de resina hechas con molde de yeso.

VENTAJAS

- La posibilidad de obtener piezas con geometrías complejas, de tolerancias estrechas, acabado superficial bueno y baja porosidad.
- El molde es fácil de realizar, por lo que el tiempo de moldeo es corto y puede ser reutilizado varias veces.
- No se requiere de máquinas especiales ni procesos avanzados para la realización de los moldes y la colada del material.
- Es un proceso muy económico tanto para piezas grandes como para elementos pequeños.

DESVENTAJAS

- En el manejo inicial el polvillo que genera en su manipulación puede afectar a las vías respiratorias.
- Se debe usar mascarillas, debido que el yeso al ser disuelto en agua, la reacción exotérmica produce la liberación de gases que pueden entrar en las fosas nasales.
- La desventajas de los moldes de yeso son su baja resistencia a la compresión cuando son saturados parcialmente con agua.
- El desmolde debe ser controlado con precisión y realizado en el tiempo adecuado, debido a que pueden generar imperfecciones en el modelo, especialmente si son de geometría compleja.

5.3.4. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Los criterios de valoración más importantes para la evaluación de este sistema son:

- **Reproducibilidad de detalles y geometría de las juntas:** Los defectos voluntariamente provocados en las juntas metálicas, deben estar perfectamente reproducidos a escala real en las probetas para el examen de

certificación, y dichos defectos deben poder ser medidos con herramientas de precisión.

- **Transportabilidad:** Las probetas deben ser llevadas en un maletín contenedor, por lo que es necesario su bajo peso y correcto dimensionamiento.
- **Ergonomía:** La Ergonomía es una disciplina que busca que los humanos y la tecnología trabajen en completa armonía, diseñando y manteniendo los productos, puestos de trabajo, tareas, equipos, en acuerdo con las características, necesidades y limitaciones humanas.
- **Costo:** Este factor influye directamente en el método de fabricación y en el material a utilizar.

5.3.4.1. Evaluación del peso específico de cada criterio.

Tabla 5.3 Evaluación de los criterios para las alternativas de solución.

Reproducibilidad > transportabilidad > ergonomía = costo

Criterio	Reproducibilidad	Transportabilidad	Ergonomía	Costo	$\Sigma+1$	Ponderación
Reproducibilidad		1	1	1	4	0.4
Transportabilidad	0		1	1	3	0.3
Ergonomía	0	0		0.5	1.5	0.15
Costo	0	0	0.5		1.5	0.15
Total:					10	1

La técnica de fundición de aluminio para las probetas está descartada, debido a que no cumplen con los requerimientos básicos como son los de reproducibilidad de los defectos sobre las probetas, transportabilidad y ergonomía.

5.3.4.2 Evaluación del criterio de la Reproducibilidad de detalles y geometría de las juntas.

Solución A :probetas de resina hechas con molde de caucho silicona.

Solución B :probetas hechas de plástico por inyección.

Solución C :probetas de resina hechas con molde de yeso.

Tabla 5.4 Evaluación de la Reproducibilidad de detalles y geometría de las juntas.

Solución A = Solución C > Solución B

Nivel de ruido	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		1	0,5	2,5	0.42
Solución B	0		0	1	0,16
Solución C	0,5	1		2,5	0,42
			Suma	6	1

5.3.4.3 Evaluación del criterio de Transportabilidad.

Tabla 5.5 Evaluación de la Transportabilidad.

Solución A > Solución B = Solución C

Confiabilidad	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		1	1	3	0,50
Solución B	0		0,5	1,5	0,25
Solución C	0	0,5		1,5	0,25
			Suma	6	1

5.3.4.4 Evaluación del peso específico del criterio de ergonomía

Tabla 5.6 Evaluación de la Ergonomía.

Solución A > Solución B = Solución C

Mantenimiento	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		1	1	3	0,50
Solución B	0		0,5	1,5	0,25
Solución C	0	0,5		1,5	0,25
			Suma	6	1

5.3.4.5 Evaluación del peso específico del criterio de costo.

Tabla 5.7 Evaluación del costo para el sistema de vibración.

Solución A > Solución B > Solución C

Costo	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		1	1	3	0,50
Solución B	0		1	2	0,33
Solución C	0	0		1	0,17
			Suma	6	1

5.3.4.6 Conclusión de las alternativas

Tabla 5.8 Conclusión de las alternativas para el criterio de Reproducibilidad.

Conclusiones	Reproducibilidad	Transportabilidad	Ergonomía	Costo	Σ	Prioridad
Solución A	0,168	0,150	0,075	0,075	0,46	1
Solución B	0,064	0,075	0,038	0,050	0,22	3
Solución C	0,168	0,075	0,038	0,026	0,2	2

5.3.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para seleccionar la alternativa más acorde a las necesidades del cliente se debe tomar en cuenta las especificaciones, las ventajas y desventajas de los criterios de valoración por el método de ponderación de datos. Después de un análisis exhaustivo a cada uno de las posibles soluciones planteadas se llega a la conclusión que el mejor método para la realización de las probetas para calificación de inspectores de soldadura es PROBETAS DE RESINA HECHAS CON MOLDE DE CAUCHO SILICONA.

Con todos estos requerimientos y procedimientos ya definidos, se puede simular un bosquejo de las probetas dando como resultado las siguientes imágenes:

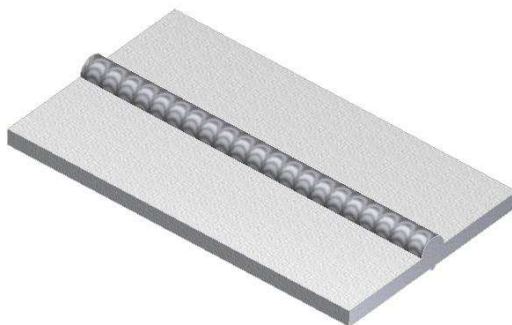


Figura 5.19 *Probeta con junta a Tope.*

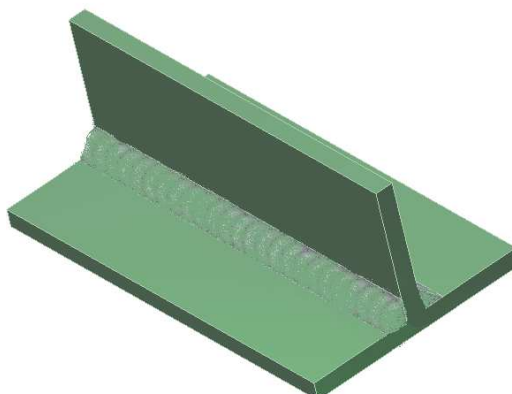


Figura 5.20 *Probeta con junta a Filete.*

5.3.6 PROPIEDADES DEL CAUCHO SILICONA

Los cauchos de siliconas son elastómeros de dos componentes líquidos: el caucho y un catalizador, que vulcanizan a temperatura ambiente y forman un importante grupo de la familia de los polímeros con base en silicio. Estos se distinguen por tener una cadena formada por átomos alternados de silicio y oxígeno. Luego del curado resulta un material elástico y resistente pudiendo variarse algunas de sus propiedades físicas por medio de productos auxiliares o variaciones de temperatura para adecuarlos a distintos usos.

Los aditivos que se pueden utilizar son el Fluido de Siliconas (grupo de polímero líquido y transparente), que se utiliza para bajar la viscosidad y disminuir la dureza del caucho. El Catalizador Tixotrópico (disponible para algunos de los cauchos) que espesa el material para que pueda ser aplicado a pincel o espátula en capas sucesivas.

A pesar de su alto precio en algunas aplicaciones, dichos polímeros tienen mucha aceptación por su buena estabilidad térmica, su constancia de propiedades de aislamiento eléctrico, su repelencia al agua y sus características anti adhesivas.

Entre sus principales propiedades se tiene:

- **Baja viscosidad:** le permite llenar perfectamente moldes con zonas intrincadas o de difícil acceso, con un valor promedio de 100 poise.
- **El aire se elimina rápidamente:** no existe necesidad de someterlo a vacío ni a procesos extras de eliminación de gases.
- **Facilidad de manipuleo:** poseen una gran estabilidad a altas y bajas temperaturas (-50° a + 250° C).
- **Exactitud dimensional:** no presenta una importante contracción menor a 0,5 %. Su elasticidad es particularmente alta y varía muy poco con la temperatura. En el intervalo de dureza a 30° a 80° shore A, la deformación remanente a la compresión es extremadamente baja aunque depende en gran medida de las condiciones experimentales. La resistencia a la abrasión, resiliencia y en

general sus propiedades mecánicas se sitúan a temperaturas altas, por encima del nivel de resistencia propio de los elastómeros orgánicos. Posee una Elongación 400 %.

- **Alta definición:** copia mínimos detalles de piezas complejas e intrincadas, esta propiedad también se debe a su baja viscosidad.
- **Excelentes propiedades dieléctricas:** las Propiedades dieléctricas de los transformados de silicona se sitúan al nivel de los mejores materiales aislantes elásticos, siendo la gran ventaja de la silicona que estas propiedades se mantienen incluso a temperaturas de -40°C a $+180^{\circ}\text{C}$.
- **Buena resistencia al desgarro:** Resistencia que ofrece el soporte a rasgarse cuando es sometido a dos fuerzas que actúan paralelas y en sentido contrario en uno de sus bordes, poseen una resistencia promedio de 30 ppi y con una resistencia a la tracción de alrededor de 240 psi.
- **Baja dureza:** tiene un valor promedio de 17 SHORE A.
- **Bajo costo.**

5.4. DISEÑO DEL MALETÍN CONTENEDOR DEL KIT

Para el diseño del maletín contenedor se tomara en cuenta el volumen ocupado por las probetas acomodadas en un orden específico. A continuación se muestra un bosquejo aproximado de las características del maletín, en el cual se pueden observar las probetas.

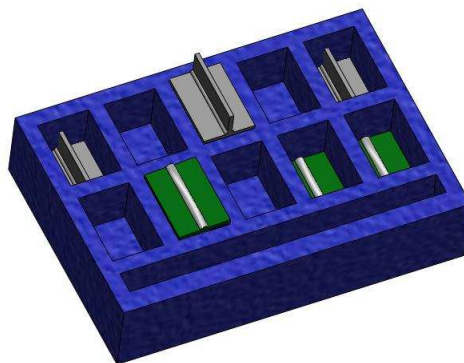


Figura 5.21 Bosquejo del maletín contenedor del kit.

Para esto se realizaron los siguientes cálculos:

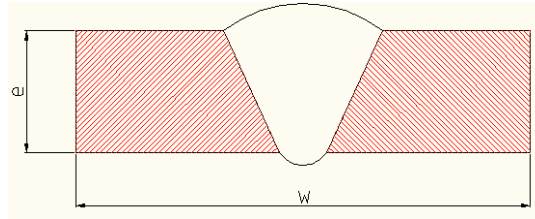


Figura 5.22 Medidas de la sección transversal de las juntas a Tope.

$$V_b = w \times e \times l \times 5$$

$$V_b = 30 \times 8 \times 180 \times 5$$

$$V_b = 216000 \text{mm}^3$$

Donde :

V_b = Volumen de la Probeta con junta a tope.

w = ancho de la probeta.

e = espesor de la probeta.

l = longitud de la probeta.

$\#5$ = número de probetas utilizadas.

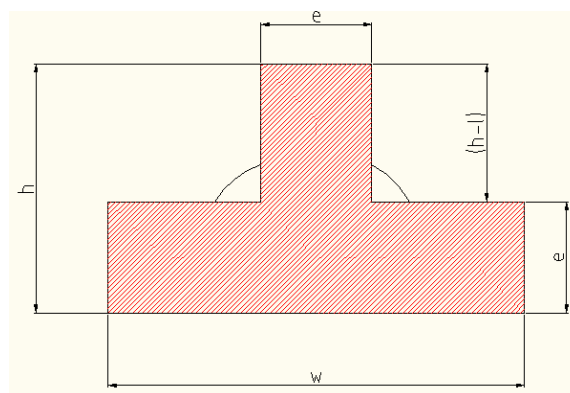


Figura 5.23 Medidas de la sección transversal de las juntas en Filete.

$$V_f = w \times e \times (h - e) \times e \times l \times 5$$

$$V_f = w \times l \times 5 \times e^2(h - e)$$

$$V_f = 30 \times 180 \times 5 \times 8^2(80 - 8)$$

$$V_f = 38016000mm^3$$

Donde :

V_f = Volumen de la Probeta con junta en filete.

w= ancho de la probeta.

e= espesor de la probeta.

l= longitud de la probeta.

H= altura de la probeta

#5= número de probetas utilizadas.

El volumen total ocupado por las probetas sería:

$$V_T = V_b + V_f$$

$$V_T = 216000 + 38016000$$

$$V_T = 38232000mm^3$$

Donde :

V_T = Volumen Total ocupado por las probetas.

Se tomará este valor de volumen para determinar las dimensiones del maletín contenedor que transportará las 5 probetas. Las otras 5 probetas irán en otro maletín con la finalidad de no hacer tan grande la maleta y sea más transportable.

5.5 ELABORACIÓN DE LAS PRUEBAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ASPIRANTES A INSPECTORES DE SOLDADURA

La elaboración de las pruebas para la certificación de inspectores y asistentes de inspector de soldadura, se emplearán diferentes textos y referencias bibliográficas proporcionadas por el Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional especialmente para la parte de fundamentos. Además se utilizarán textos técnicos de uso y conocimiento común para los aspirantes. Se evaluarán los diferentes temas en los porcentajes explicados en el Capítulo IV.

5.6 SOFTWARE PARA LA CALIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS

La búsqueda, investigación y selección de las diferentes alternativas para la construcción de las probetas es un proceso que involucra un conocimiento detallado de procesos y tecnologías de fabricación. Como en cualquier elemento de producción, en su etapa de diseño, es necesario obtener ideas de productos ya existentes en el mercado para analizar sus ventajas, desventajas, limitaciones y alcances. De esta manera se tiene una idea más clara para la selección de la alternativa final.

El uso de bases de datos y de programas relacionados con el manejo de gran cantidad de información es cada vez más frecuente en nuestro medio, debido a la facilidad de manejo por parte de la gran mayoría de personas y al ahorro de tiempo en las múltiples funciones que se pueden realizar con él. Cabe recordar que la entrega de resultados, análisis, porcentajes, informes y consultas se pueden realizar casi instantáneamente, reemplazando así las antiguas formas de análisis e interpretación de datos. Esto ahorra tiempo y recursos tanto para actividades que presentan dificultad como para aquellas que son de uso cotidiano.

El programa de calificación para pruebas de **CERTIFICACIÓN DE INSPECTORES DE SOLDADORES** es una base de datos, la cual combina ciertos formularios y aplicaciones propias de Microsoft Access, que facilitan la realización de las pruebas y posterior calificación de las mismas. La entrega de resultados y estadísticas serán inmediatos después de la evaluación.

Se ha escogido este programa por la gran cantidad de información y soporte que se puede obtener, por su capacidad de migrar fácilmente de una versión a otra y por la facilidad con que se puede conectar en red, lo que permitirá por ejemplo, tomar varias pruebas simultáneamente.

5.6.1 SEGURIDAD

La seguridad del programa es una parte muy importante para evitar cualquier mal uso de la base de datos, es por ello que la primera ventana que se visualizará será la de contraseña general; esta ventana se muestra en la siguiente figura:

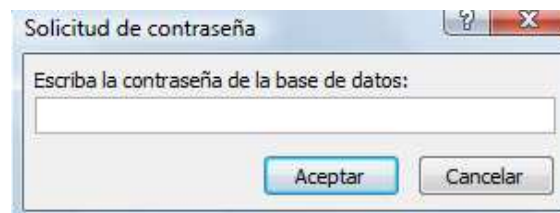


Figura 5.24 *Solicitud de clave.*

Vale señalar que la seguridad no es completamente confiable en este programa, debido a que si existe un usuario que tiene el conocimiento necesario en el manejo del programa Access, fácilmente podrá ingresar a la configuración de la base e identificar las tablas donde se almacena la información de la evaluación.

El idioma en que se ha diseñado el programa es en español. Si se utiliza una versión de Windows en otro idioma, es necesario realizar cambios en los nombres de los objetos manteniendo la misma lógica.

La aplicación diseñada se basa en el control de las fechas, las mismas que son: fecha de inscripción, fecha del examen ordinario y de ser necesaria la fecha del examen adicional. Para un mejor control de la fecha del sistema, se ha añadido la siguiente ventana:

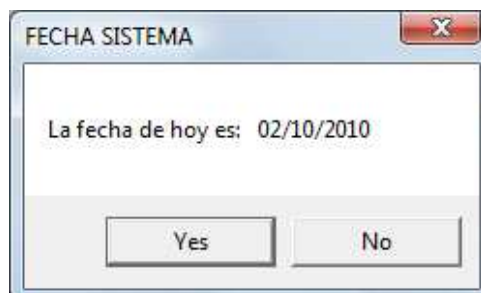


Figura 5.25*Fecha del sistema.*

Si contestamos afirmativamente el programa continúa corriendo, pero si contestamos negativamente se genera un mensaje advirtiendo actualizar la fecha del sistema y se cierra la aplicación permitiendo solucionar este inconveniente.

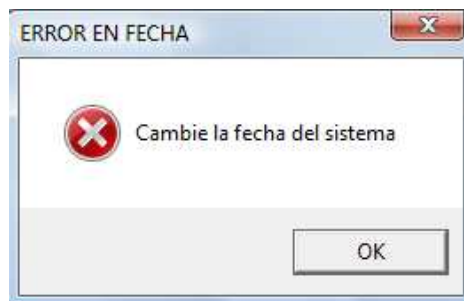


Figura 5.26*Error en fecha.*

5.6.2 VENTANA PRINCIPAL

Una vez colocada la contraseña correcta y verificada la fecha del sistema, se mostrará la ventana **PRINCIPAL** de los módulos del sistema, la misma que presenta las siguientes opciones: **Registro de los examinados**, **Exámenes**, **Edición de preguntas**, **Estadísticas** y el **Horario** para rendir las pruebas. En esta pantalla se muestra además tres botones situados en la parte inferior de la pantalla.

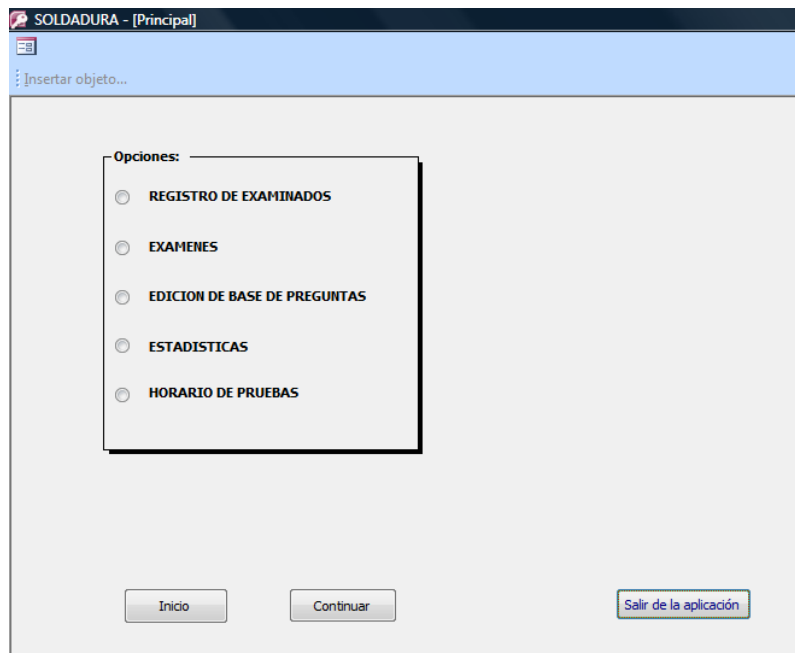


Figura 5.27 *Pantalla de la ventana principal del software.*

- El botón **INICIO** vuelve a la pantalla **PRINCIPAL** de los módulos del sistema.
- El botón **CONTINUAR** despliega los submenús adicionales de cada una de las cinco opciones de los menús de los módulos del sistema, en esta etapa también es necesaria una contraseña, la cual permitirá el acceso a las opciones de cada módulo.

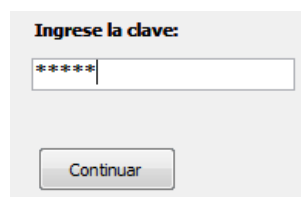


Figura 5.28 *Pantalla de Ingreso de contraseña.*

- El botón **SALIR DE LA APLICACIÓN** cierra todas las ventanas del sistema y posteriormente cierra el programa Microsoft Access.

5.6.3 REGISTRO DE EXAMINADOS

Una vez cumplidos todos los requisitos previos y contando con la respectiva autorización del Laboratorio de Soldadura, se procederá a inscribir al aspirante en la base de datos habilitándole automáticamente a rendir las pruebas. Esto se debe realizar en el módulo de **REGISTRO DE EXAMINADOS**, en el cual se muestran las opciones: **NUEVO**, **EDITAR/IMPRIMIR** y **PENDIENTE/IMPRIMIR**.

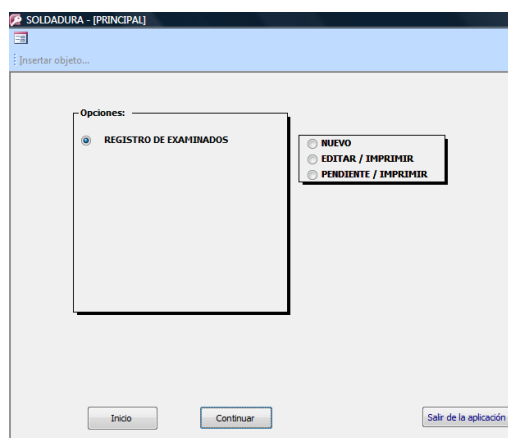


Figura 5.29 Pantalla de registro de examinados.

5.6.3.1 Nuevo

La opción **NUEVO** será utilizada si el aspirante se inscribe por primera vez para la evaluación. Los campos: apellidos y nombres completos del aspirante, número de cédula de identidad y la razón social de la empresa si la inscripción es empresarial, son obligatorios y posteriormente no aceptan ningún tipo de edición (cambio).

5.6.3.1.1 Llenar el formulario

El primer campo a llenar es la **Matrícula**, por defecto está marcado “Primera”, esta opción está vigente mientras el participante ha rendido las pruebas normales y de ser necesarias las pruebas suplementarias adicionales.

Figura 5.30 Pantalla de matriculación e inscripción.

La **Inscripción** determina si el participante tiene o no el auspicio de una empresa.

Si el participante cuenta con dicho auspicio, se pueden ingresar datos adicionales como: Dirección de la Compañía, Ciudad, Teléfono, Contacto y sus datos para comunicación.

La pantalla completa de registro de examinados se muestra a continuación:

Figura 5.31 Pantalla de ingreso de datos.

Si existe un registro anterior con el auspicio de una determinada compañía, es suficiente dar un clic en la lista desplegable del campo **Compañía**, que una vez seleccionado llena automáticamente los campos relacionados.

Se ha considerado también la posibilidad que una misma compañía tenga varias sucursales o varias personas de contacto, es por ello que en cada registro se puede llenar individualmente los campos: dirección, ciudad, teléfono, nombre del contacto, teléfono y correo electrónico del contacto de la compañía, evitando cualquier confusión posterior.

Si se trata de una nueva empresa, esta no aparecerá en el listado desplegable. Para esto se debe dar clic en el comando **NUEVO**, que permite ingresar los nuevos datos.

Si se trata de una inscripción **PARTICULAR**, los campos de datos de las Compañías se bloquean automáticamente.

The screenshot shows a web form for data entry. At the top, there are three dropdown menus: 'Matrícula' with 'Primera' selected, 'Responsable:' with 'Ing. Homero Barragán' selected, and 'Inscripción:' with 'Particular' selected. Below these is a large, empty rectangular area with a blue border. Underneath that is a section with two input fields: 'Apellidos:' and 'Nombres:'. The next section contains several input fields: 'Dirección:' (a wide field), 'Ciudad:', 'Teléfono:', 'Email:', 'Cédula:', 'Instrucción:' (a dropdown menu), and 'Fecha de nacimiento:' (a date field with a 'Calendario' button next to it).

Figura 5.32 Pantalla de ingreso de datos para personas particulares.

Para ayudar al ingreso de fechas se activa un Calendario que se puede apreciar en la siguiente figura:

Matrícula: Primera Responsable: Ing. Homero Barragán

Inscripción: Empresarial

Compañía:

Dirección: JDKJKSJ

Ciudad: KJFKJSDKFJS Teléfono: (12)432-4343 Ext: 2343

Contacto: SKJGKFGJ Fecha: 27/08/2010

Teléfono: (49)234-9899 Ext: 998

Email: eiuqwieuriq@hotmail.com

Apellidos:

Nombres:

ago 2010							ago	2010
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom		
26	27	28	29	30	31	1		
2	3	4	5	6	7	8		
9	10	11	12	13	14	15		
16	17	18	19	20	21	22		
23	24	25	26	27	28	29		
30	31							

Figura 5.33 *Calendario de ingreso de fechas.*

Se debe tener en cuenta que para moverse entre los diferentes campos, se deberá utilizar el tabulador (TAB), de esta manera se evitan que los campos se llenen incorrectamente o se generen errores en la introducción de los datos.

En caso de no llenar correctamente los campos obligatorios o dejar en blanco alguno de ellos, el programa mostrará una advertencia del campo que ha quedado sin llenar y no se podrá continuar con el ingreso de registro hasta que todos los datos considerados como esenciales estén llenos.



Figura 5.34 *Advertencia de campo sin llenar.*

Una vez llenados todos los campos requeridos, se pulsa el comando **GUARDAR** y de inmediato le preguntará si está determinada la fecha del examen.

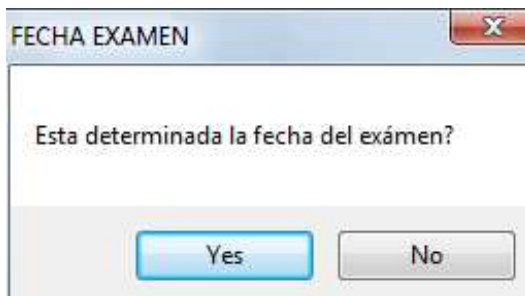


Figura 5.35 Advertencia de fecha de examen.

Solamente si **estamos muy seguros** escogemos la opción “SI”, ya que será luego obligatorio señalar un fecha con ayuda del calendario. Si no sabemos la fecha del examen, damos un clic en “NO” y posteriormente deberemos llenar este dato a partir del FORMULARIO EDITAR/IMPRIMIR, como se verá más adelante.

Si todos los campos han sido correctamente llenados y toda la información necesaria está completa, se continuará con la grabación del registro y el programa mostrará una ventana de aviso indicando que la grabación se ha realizado sin inconvenientes.

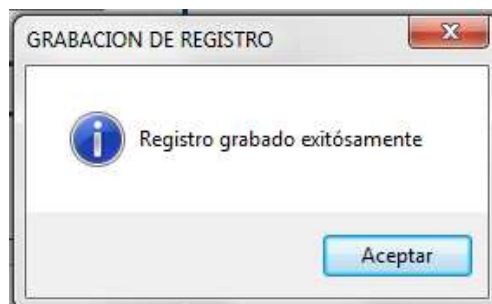


Figura 5.36 Aviso de grabación del registro.

5.6.3.1.2 Edición, impresión de actas y resultados

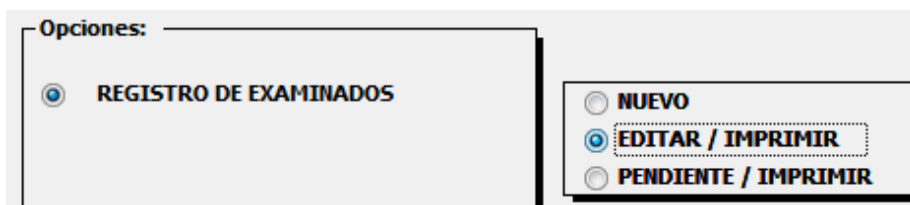


Figura 5.37 Pantalla de edición, resultados e impresión de resultados.

La edición se realizará solamente si ya existe una inscripción previa y solo se admite modificar los **campos permitidos** de algún registro ya existente (Dirección Domiciliaria, Teléfono Particular, Fecha de Nacimiento, etc.). Este comando permite registrar la fecha de prueba, imprimir un acta y además se puede imprimir los resultados de las pruebas de evaluaciones ordinarias y adicionales.

Selecionar Registro:

AGUINAGA	ALEX	PARTICULAR	02/10/2010	123456789-0
CEVALLOS	ALEX	PARTICULAR	02/10/2010	789456554-5
ORTIZ BAQUERO	POLO JOSE	GRAFICAS SILVA	02/10/2010	586521452-3

Inscripción: [Empresarial] Responsable: [Ing. Homero Barragán]

ORTIZ BAQUERO

Matrícula:

Inscripción: [Empresarial] Responsable: [Ing. Homero Barragán]

Compañía:

Dirección:

Ciudad: Teléfono:

Contacto: Fecha inscripción:

Teléfono:

Email:

Apellidos:

Nombres:

Dirección: Cedula:

Ciudad: Instrucción: [BACHILLERATO TECNICO]

Teléfono:

Email:

Fecha de nacimiento: [Calendario]

[Imprimir Acta]

[Imprimir Evaluaciones ordinarias]

[Imprimir Evaluaciones adicionales]

[Salir]

Figura 5.38 Pantalla de selección de registro.

En el cuadro de lista se puede observar a todos los participantes entre los cuales se puede escoger uno específico y luego aparece la siguiente información: apellidos,

nombres, la compañía, la fecha de inscripción y la cédula de identidad. Esto se hace con la finalidad de evitar confusiones de cualquier índole.

Cada vez que se selecciona un participante, el sistema verifica si ya está determinada la fecha del examen; de no estarlo emite un mensaje de advertencia y da el enfoque al campo de la Fecha de Examen.

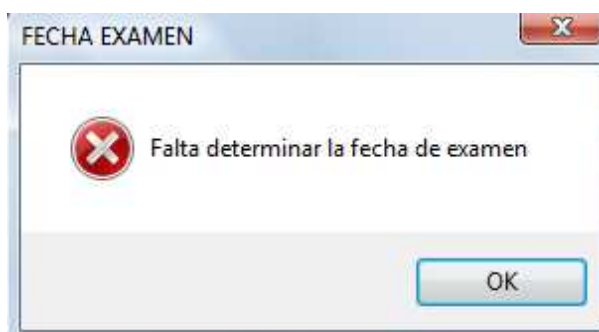


Figura 5.39 Advertencia de fecha de examen.

Como habíamos indicado, es necesario poner mucha atención en el ingreso de fechas. Es por ello que si por error el operador ingresa una Fecha de Examen anterior a la Fecha actual se genera la siguiente advertencia:

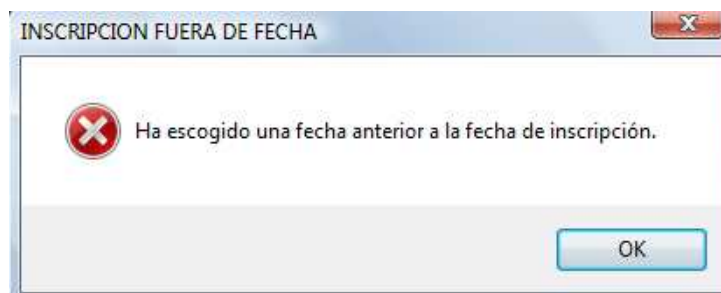


Figura 5.40 Advertencia de inscripción de fecha errada.


Este formulario también muestra las calificaciones porcentuales de las pruebas rendidas, así como la fecha y el nivel obtenido en cada una de las tres pruebas. En el ejemplo siguiente, el participante ha aprobado el examen práctico, pero debe repetir todos los exámenes sujetándose al estándar de Calificación que se detallará más adelante.

Fundamentos: <input type="text" value="0,00"/> % Fecha: <input type="text" value="25/09/2010"/> <input type="checkbox"/> <input type="text"/> % <input type="text"/> <input type="checkbox"/>	Exámen : <input type="text" value="REPETIR"/> <input type="text" value="25/09/2010"/> <input type="button" value="Calendario"/> Exámen adicional: <input type="text"/> <input type="text"/>
Aplicaciones: <input type="text" value="50,00"/> % Fecha: <input type="text" value="25/09/2010"/> <input type="checkbox"/> <input type="text"/> % <input type="text"/> <input type="checkbox"/>	
Práctico: <input type="text" value="100,00"/> % Fecha: <input type="text" value="25/09/2010"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/> % <input type="text"/> <input type="checkbox"/>	
Observaciones: <input type="text"/>	

Figura 5.41 Formulario de calificaciones por postulante.

Con el comando **IMPRIMIR ACTA**, se puede imprimir un consolidado de los datos y las notas obtenidas por el participante, así como el nivel alcanzado:

INFORME



Matrícula: 1
 Inscripción: Empresarial Responsable: Ing. Homero Barragán

Empresa: GRAFICAS SILVA	
Dirección: MALLORCA N°4-257 Y GUIPUZODA	
Ciudad: QUITO	Teléfono: (02)255-1236 Ext:
Contacto: DAVID SILVA Teléfono: (02)236-103 Ext Email: davidsi@guo.satnet.net	

Apellidos: ORTIZ BAQUERO	
Nombres: POLO JOSE	
Dirección: AMAZONAS ES-156	Ciudad: 586521452-3
Ciudad: QUITO	Inscripción: BACHILLERATO TECNICO
Teléfono: (02)234-1589 Ext:	Fecha de Nacimiento:
Email: portiz@gmail.com	Fecha de inscripción: 02/10/2010

Fundamentos: <input type="text" value="0,00"/> % Fecha: <input type="text" value="02/10/2010"/> <input type="checkbox"/> <input type="text"/> % <input type="text"/> <input type="checkbox"/>	Exámen : <input type="text" value="AISC-EPN"/> Exámen adicional: <input type="text"/>
Aplicaciones: <input type="text" value="100,00"/> % Fecha: <input type="text" value="02/10/2010"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/> % <input type="text"/> <input type="checkbox"/>	
Práctico: <input type="text" value="100,00"/> % Fecha: <input type="text" value="02/10/2010"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/> % <input type="text"/> <input type="checkbox"/>	


Página 02 de octubre de 2010 Página 1 de 2

Figura 5.42 Informe final de la calificación del postulante.

El comando **IMPRIMIR EVALUACIONES NORMALES**, permite la impresión de las respuestas dadas por el participante en los exámenes ordinarios de **Fundamentos, Aplicación de la norma y el Práctico**:

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

RESULTADO EVALUACION



Apellidos: ORTIZ BAQUERO
Nombres: POLO JOSE

Módulo: FUNDAMENTOS

Inscripción: Empresarial
Compañía: GRAFICAS SILVA
Fecha de inscripción: 02/10/2010
Matrícula: 1 *Fecha del examen:* 02/10/2010

1.- La máxima solubilidad de la ferrita es:

1 0,025% de Ca 2650 °F
 2 0,005% de Ca T ambiente
 3 0,025% de Ca 1750 °F
 4 0,005% de Ca 20 °F
 5 Ninguna de las respuestas anteriores son correctas

respuestas correctas: 2 *acertados:* 0

2.- Una máquina soldadora que trabaje 2 min de un periodo de 7 min., posee un factor de marcha de:

1 30,5%
 2 40%
 3 50%
 4 25%
 5 45%

respuestas correctas: 4 *acertados:* 0

Total de respuestas correctas: 0

Porcentaje: 0,00 %

Figura 5.43 Impresión de respuestas escogidas por el postulante.

Al final del informe se muestra el total de respuestas correctas, así como la calificación porcentual obtenida.

Una vez terminada la impresión se muestra la posibilidad de controlar algún error ocurrido durante el proceso mostrando la siguiente ventana:

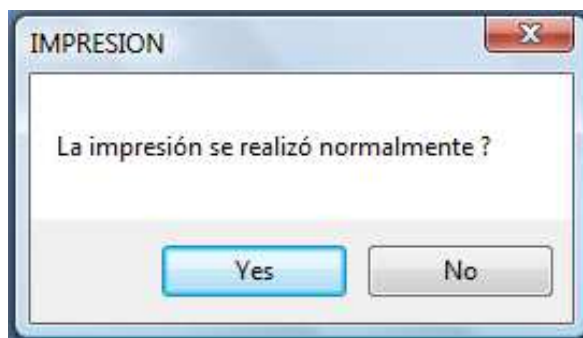


Figura 5.44 *Aviso del estado de la impresión.*

5.6.3.1.3 Evaluación de las pruebas y niveles alcanzados

Cada participante está obligado a rendir tres pruebas: Fundamentos, Aplicación de la Norma y Práctico. La nota obtenida representa el porcentaje de respuestas correctas respecto al número de preguntas planteadas. Para dar por aprobado un examen es necesario tener una nota porcentual mínima de 72%.

La calificación se sujeta a los siguientes criterios:

- El aspirante que obtiene una nota porcentual mayor o igual al 72% en cada uno de los exámenes recibe la calificación ISC-EPN, con vigencia de tres años renovable por documentación y los resultados de cada uno de los exámenes.
- El aspirante que no aprueba el nivel ISC-EPN, pero obtenga un promedio general mayor al 72% podrá presentarse a los exámenes que no logró aprobar dentro de un período no mayor a un año a partir de la fecha de inscripción.
- El aspirante que no aprueba el nivel ISC-EPN, pero obtenga un promedio mayor al 60% y se presente por primera vez, recibe la calificación AISC-EPN con vigencia de tres años NO renovable y los resultados de cada uno de los exámenes.

- El aspirante que obtuvo un promedio inferior al 60% deberá repetir las tres partes del examen de certificación dentro de un período no mayor a un año a partir de la fecha de la última inscripción.

Se denomina **exámenes ordinarios** a los que obligatoriamente rinde el aspirante que busca una calificación y certificación. Los **exámenes adicionales** son la segunda oportunidad que tienen los participantes para alcanzar esta calificación.

En el acta generada por el sistema se definen los siguientes niveles:

- **ISC-EPN** para los participantes que han obtenido una nota porcentual mayor a 72% en cada uno de los exámenes sea ordinarios o adicionales.
- **AISC-EPN** para los participantes que han obtenido una nota promedio porcentual mayor a 60% en los exámenes ordinarios y se presentan por primera vez a la prueba.
- **PENDIENTE** para los participantes con nota promedio porcentual mayor a 72% y que no aprobaron uno o dos exámenes ordinarios, están obligados a rendir los exámenes adicionales de las pruebas que no aprobaron.
- **REPETIR** para los participantes que deben rendir todos los exámenes adicionales independientemente si tenían al menos un examen ordinario aprobado.
- **NO APROBADO** para los participantes que no han alcanzado los promedios necesarios en exámenes ordinarios, ni en exámenes adicionales.

5.6.3.1.4 Control de participantes pendiente y repetir

Los participantes con categoría **PENDIENTE** y **REPETIR**, están obligados a rendir uno o varios exámenes adicionales. Para poder llevar mejor el control de estos participantes se emplea la opción **PENDIENTE/IMPRIMIR**



Figura 5.45 Pantalla de registros examinados pendientes.

En el cuadro de lista se pueden observar solamente los participantes que deben rendir los exámenes adicionales:



Figura 5.46 Pantalla de personas que deben rendir exámenes pendientes.

Una vez escogido el participante, el sistema verifica si se ha establecido la fecha de los exámenes adicionales, de no ser así, advierte con la siguiente ventana:

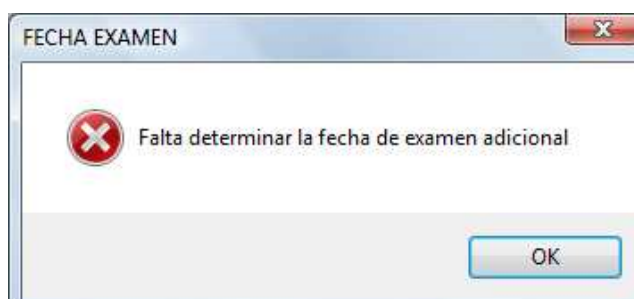


Figura 5.47 Advertencia de fecha de examen adicional.

El formulario tiene la siguiente forma:

REGISTROS ADICIONALES

Seleccionar Registro:

Matrícula:

Inscripción: Responsable:

Compañía:

Dirección:

Ciudad: Teléfono:

Contacto: Fecha inscripción:

Teléfono:

Email:

Apellidos:

Nombres:

Dirección: Cedula:

Ciudad: Instrucción:

Teléfono:

Figura 5.48 *Formulario de registros adicionales.*

Básicamente es el mismo formulario de inscripción que admitela edición de los campos permitidos.

En cuanto a las fechas, la condición a supervisar es que la fecha del examen adicional no debe ser igual ni anterior a la fecha del examen ordinario. Si se comete este error, el sistema muestra el siguiente mensaje:

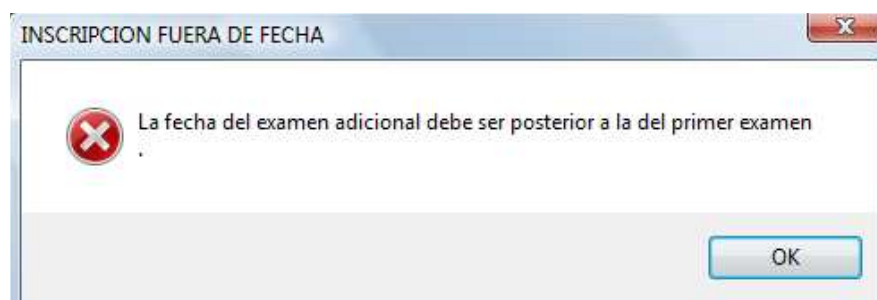


Figura 5.49 *Mensaje de advertencia en el ingreso de fecha atrasada.*

Igualmente hay que verificar que la fecha del examen adicional no sea superior al año siguiente de la fecha de inscripción:

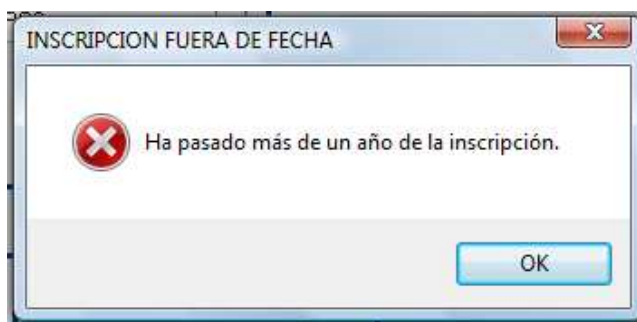


Figura 5.50 Mensaje de advertencia en el ingreso de fecha adelantada.

El nombre del participante está disponible en este formulario, mientras presenta los exámenes adicionales necesarios. Una vez que los completa su información es manejada por el formulario EDITAR/IMPRIMIR.

Conforme el participante va rindiendo los exámenes, se van llenando los campos correspondientes a las notas y las fechas en que fueron presentados, así como la nueva calificación que puede obtener tal como lo podemos ver en la siguiente figura:

Fundamentos:	<input type="text" value="50,00"/> %	Fecha:	<input type="text" value="02/10/2010"/>	<input type="checkbox"/>	Exámen : <input type="button" value="REPETIR"/> <input type="text" value="02/10/2010"/> <input type="button" value="Calendario"/>
	<input type="text" value="0,00"/> %		<input type="text" value="03/10/2010"/>	<input type="checkbox"/>	
Aplicaciones:	<input type="text" value="0,00"/> %	Fecha:	<input type="text" value="02/10/2010"/>	<input type="checkbox"/>	Exámen adicional: <input type="button" value="NO APROBADO"/> <input type="text" value="03/10/2010"/>
	<input type="text" value="50,00"/> %		<input type="text" value="03/10/2010"/>	<input type="checkbox"/>	
Práctico:	<input type="text" value="50,00"/> %	Fecha:	<input type="text" value="02/10/2010"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="text" value="100,00"/> %		<input type="text" value="03/10/2010"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Observaciones:	<input type="text"/>				

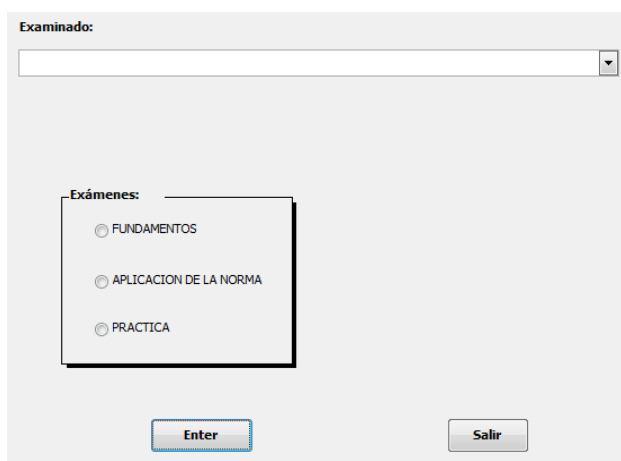
Figura 5.51 Pantalla de resultados de los exámenes.

Haciendo el análisis del cuadro calificaciones, podemos decir lo siguiente:

- La fecha del examen ordinario fue el 02/10/2010.
- La calificación de los exámenes ordinarios es REPETIR debido a que el promedio porcentual fue de 33.33% menor que el 60% promedio permitido para pasar la evaluación. Lo que significa que debe rendir nuevamente los tres exámenes.
- La fecha de los exámenes de reexaminación fue el 03/10/2010.
- El resultado de los exámenes es NO APROBADO ya que el promedio porcentual, en este caso es del 50% que es menor que el 60% requerido para aprobar las pruebas.

5.6.4 LA EVALUACIÓN

La evaluación constará de tres partes y podrán ser rendidas en el orden que el aspirante desee. El participante debe estar correctamente registrado de tal manera que su nombre aparezca en los registros de las bases de datos



The image shows a software interface for selecting an exam. At the top, there is a label "Examinado:" followed by a text input field and a dropdown arrow. Below this, there is a section titled "Exámenes:" containing three radio button options: "FUNDAMENTOS", "APLICACION DE LA NORMA", and "PRACTICA". At the bottom of the interface, there are two buttons: "Enter" and "Salir".

Examinado:

CHAVEZ			
BUENDIA	JOSE ARCADIO		14/05/2010
CACERES	JORGE	PETROCOMERCIAL	24/07/2010
CACERES HIDALGO	JORGE		30/07/2010
CAIZA	JUAN	PETROCOMERCIAL	14/05/2010
CHAVEZ	GERMANIA		31/05/2010
CHAVEZ	OSWALDO	PETROCOMERCIAL	28/08/2010
DIAZ	JUAN	PETROCOMERCIAL	15/05/2010
FARINANGO ALMEIDA	ZULEICA MARIA	BANANERAS NOBOA	14/05/2010
LLUMIQUINGA	CARLOS	BANANERAS NOBOA	15/05/2010
MESIAS	MAURICIO		17/06/2010
NOBOA	EDWIN	BANANERAS NOBOA	14/05/2010
PACHACAMA	VICTORIA		27/06/2010
PAREDES	ARMANDO	BANANERAS NOBOA	19/06/2010
PAREDES	NAOMI	BANANERAS NOBOA	27/06/2010
PARREIRA FERNANDEZ	CARLOS ALBERTO		23/06/2010
PEÑAHERRERA	DOLORES	SAN LUIS SHOPING	18/05/2010

Enter Salir

Figura 5.52 Base de datos de las personas que pueden rendir los exámenes.

Posteriormente el sistema verifica el ingreso de la fecha de examen, sea el normal o el adicional dependiendo de la situación del aspirante. Si no se ha registrado la fecha, el sistema lo advierte y es necesario ingresarla utilizando el formulario EDITAR/IMPRIMIR o el PENDIENTE/IMPRIMIR de acuerdo a cada caso.

El número de preguntas disponibles puede variar de un módulo a otro y de igual manera el número de preguntas necesarias para la prueba, es decir, se puede tener 90 preguntas en la base de datos y de ellas sólo 30 son escogidas aleatoriamente para que el participante responda, obviamente sin que se repitan las preguntas.

De las pruebas que se ha realizado se ha determinado que con una relación 1 a 2 entre el número de preguntas para la prueba y el número de preguntas disponibles en la base de datos, el sistema demora poco tiempo en la selección de las mismas.

El sistema crea tres tablas auxiliares conteniendo: las preguntas seleccionadas aleatoriamente, las opciones de respuesta para cada pregunta y los datos generales del participante. Conforme el participante avanza en el desarrollo de la prueba, sus respuestas también se van guardando en dichas tablas auxiliares.

Solamente cuando el participante ha terminado la prueba o cuando el tiempo establecido ha concluido, los datos de estas tablas son actualizados en las tablas

generales que tiene la computadora y que servirá de base para esta aplicación. Siendo este el proceso que permite que muchos participantes puedan rendir pruebas simultáneamente, que cada uno tenga sus propias preguntas, su propio control de tiempo y que rinda el examen del módulo que desee.

Verificadas las condiciones anteriores y una vez seleccionado un módulo a evaluar, se muestra el siguiente formulario:

1.- En la soldadura Oxiacetilénica:

Respuestas

- La llama ideal para soldar acero es la oxidante.
- El acumulador produce acetileno al hacer reaccionar carburo de calcio con agua.
- Posee menor ZAC que el proceso de soldadura con electrodo revestido..
- Todas las respuestas anteriores son correctas
- Ninguna de las anteriores.




← ▶ FINALIZAR

Figura 5.53 Ejemplo de las preguntas del examen.

Todas las pruebas de la evaluación tendrán la misma presentación. En la parte superior de la pantalla se mostrarán el número de pregunta y el texto de la misma. En la parte central se muestran las alternativas de respuesta y los sitios donde el aspirante debe dar un clic frente a la alternativa que considere es la respuesta correcta.

El participante solamente puede seleccionar una alternativa y en cualquier momento puede cambiarla si así lo considera.

En la parte inferior se encuentran los botones para navegar entre las preguntas y el comando FINALIZAR:

- El comando  permite moverse a la pregunta anterior
- El comando  permite moverse a la pregunta siguiente
- El comando  finaliza la prueba, registra las respuestas del participante en el servidor de la aplicación, calcula la nota porcentual, actualiza en los campos correspondientes y finalmente elimina las tablas auxiliares creadas.


Si el participante se encuentra en la primera pregunta y presiona el comando  el sistema generará el siguiente mensaje:



Figura 5.54 Mensaje de fin de registro.


Si el participante se encuentra en la última pregunta y presiona el comando  el sistema generará el siguiente mensaje:



Figura 5.55 Mensaje de último registro.

Si el participante no ha logrado completar las pruebas dentro de un tiempo máximo de dos horas el sistema se cierra automáticamente y muestra el siguiente mensaje:

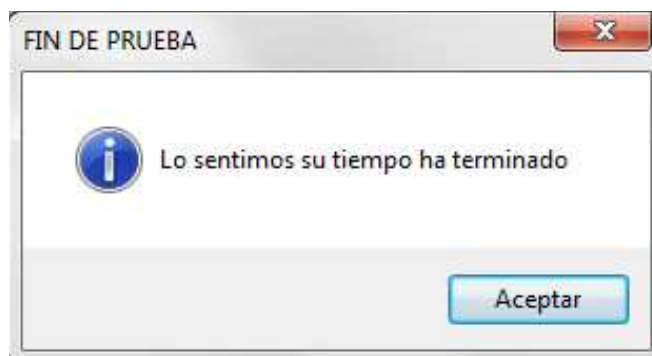
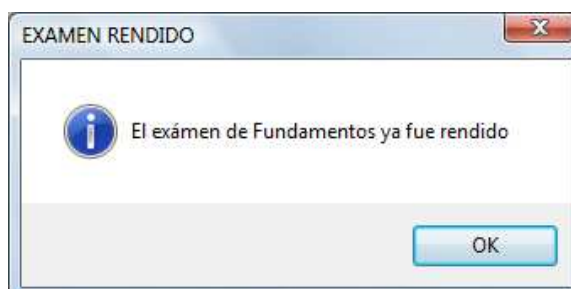


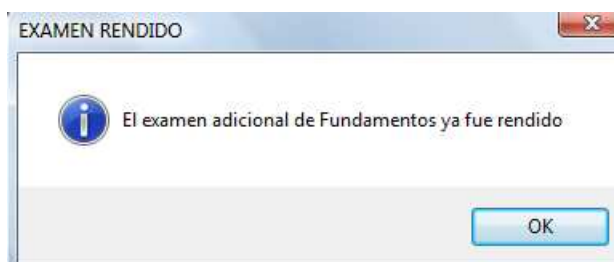
Figura 5.56 Mensaje de culminación del tiempo del examen.

El sistema automáticamente registra las respuestas del participante en el servidor de la aplicación, calcula la nota porcentual, actualiza en los campos correspondientes y finalmente elimina las tablas auxiliares creadas. La aplicación controla también la posibilidad que por error se pretenda rendir una prueba que ya ha sido realizada, en ese caso el sistema generará un mensaje dependiendo del módulo y del estado del participante.

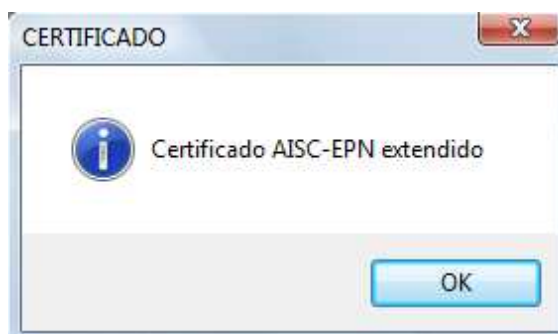
- Si el participante se encuentra realizando los exámenes ordinarios.



- Si el participante se encuentra realizando los exámenes adicionales.



- Si el participante ha recibido un certificado.



- Si el participante ha reprobado un curso.



Si por alguna razón voluntaria o involuntaria el sistema se cierra antes del tiempo previsto para su finalización y debido a que no se han cerrado las tablas auxiliares creadas al principio de la evaluación, la próxima vez que se abra la aplicación, se mostrará el siguiente formulario:

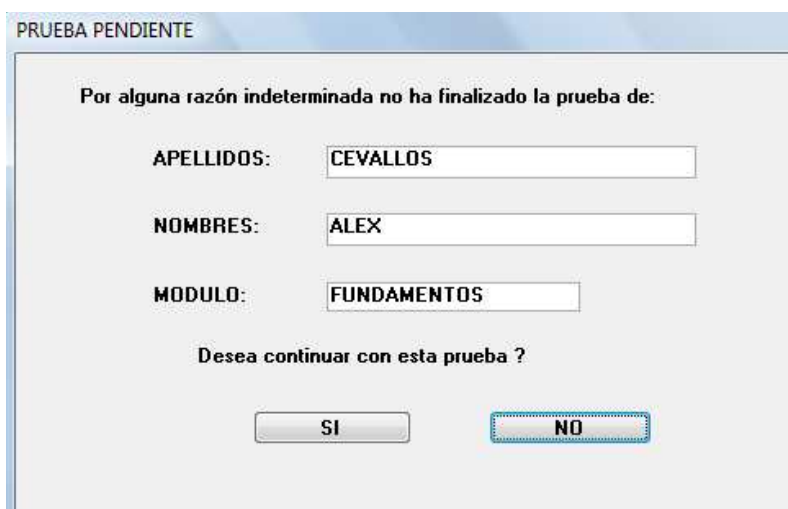
A screenshot of a dialog box titled "PRUEBA PENDIENTE". The text inside reads: "Por alguna razón indeterminada no ha finalizado la prueba de:". Below this, there are three input fields: "APELLIDOS:" with the value "CEVALLOS", "NOMBRES:" with the value "ALEX", and "MODULO:" with the value "FUNDAMENTOS". At the bottom, the question "Desea continuar con esta prueba ?" is followed by two buttons: "SI" and "NO".

Figura 5.57 Prueba pendiente.

- Si contestamos afirmativamente, la prueba continúa durante el tiempo que resta para cumplir las dos horas. Se conservan las preguntas originales así como las respuestas dadas por el participante hasta el momento del evento.
- Si contestamos negativamente se pierde toda la información almacenada en el transcurso de la última prueba. Esta se considera una alternativa extrema en el caso que el participante no pudiera continuar con la misma. Como medida de prevención es necesario introducir una clave.

Hay que entender que el participante deberá continuar rindiendo la prueba en la misma máquina que comenzó, sin importar el tiempo transcurrido la información se mantendrá hasta la aplicación del comando “NO” del formulario anterior.

5.6.5 EDICIÓN E INGRESO DE PREGUNTAS

La tercera opción de los módulos del programa tiene la posibilidad de aumentar o editar las preguntas a la base de datos para cualquiera de las pruebas de evaluación.

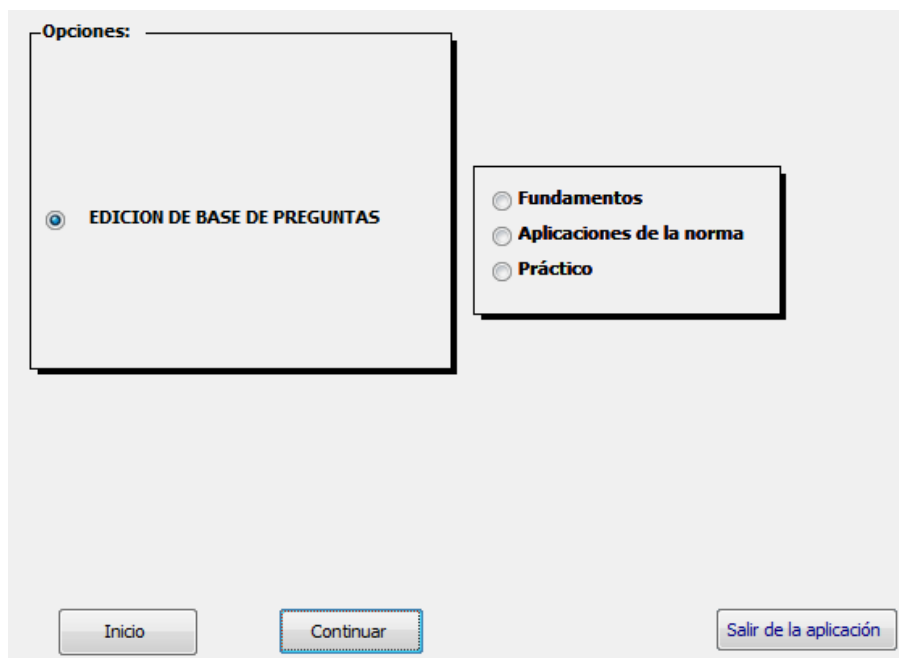


Figura 5.58 Pantalla de ingreso y edición de preguntas.

El formato es el mismo para cualquier prueba y tiene un aspecto como el siguiente:

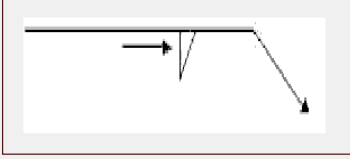
NUMERO DE PREGUNTA

TEXTO:

RESPUESTA CORRECTA:

ALTERNATIVAS

<input type="checkbox"/>	1	la soldadura se hará en el lado de la unión hacia el cual apunte la flecha
<input type="checkbox"/>	2	existen dos referencias horizontales, por lo tanto no se puede realizar esta soldadura
<input type="checkbox"/>	3	Se debe soldar en las direcciones que indican las flechas
<input type="checkbox"/>	4	Es una soldadura con filete, la cual debe ser realizada por ambos lados
<input type="checkbox"/>	5	No es posible realizar una soldadura con las especificaciones indicadas en el gráfico




Si necesita insertar un gráfico de un clic dentro del rectángulo

Figura 5.59 Formato de edición o ingreso de la pregunta.




El formulario permite navegar entre el grupo de preguntas y mostrar: el número de pregunta, el texto de la pregunta, las opciones posibles de respuesta y la respuesta correcta.

En la prueba de FUNDAMENTOS se puede ingresar gráficos, los mismos que tienen que estar en formato MAPA DE BITS y quedan guardados en la base de datos. Si bien aumenta el tamaño de la aplicación, esta podrá ser cargada en su totalidad olvidándonos de los archivos de gráficos guardados en carpetas adicionales.

Si nos ubicamos en cualquier campo del formulario y realizamos un cambio este se guardará inmediatamente por lo que hay que tener mucho cuidado al utilizar esta opción.

- El comando  permite moverse a la pregunta anterior. Si el participante se encuentra en el primer registro y es presionado este comando se mostrará el siguiente mensaje:



- El comando  permite moverse a la pregunta siguiente
- El comando  retorna al formulario PRINCIPAL
- El comando  se debe utilizar cuando ya se tiene preparado el texto de la pregunta y las cinco opciones de respuesta, ya que no se debe dejar ningún campo en blanco debido a que alteraría la generación de pruebas e informes.

Cuando damos un clic en este comando, se muestra el siguiente mensaje:

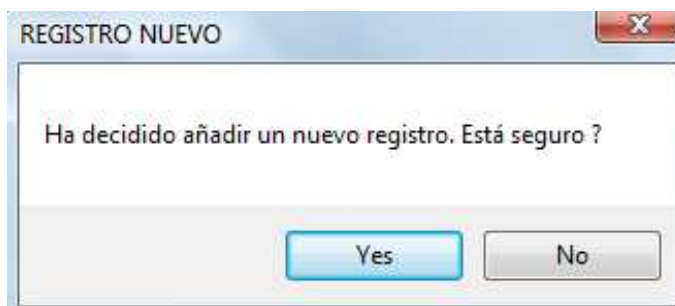


Figura 5.60 Mensaje de nuevo registro.

Si respondemos afirmativamente aparecerá el siguiente formulario:

NUMERO DE PREGUNTA

TEXTO:

RESPUESTA CORRECTA:

ALTERNATIVAS

<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
--------------------------	----------------------

Si necesita insertar un gráfico de un clic dentro del rectángulo

◀ ▶ Agregar nuevo registro Salir

Figura 5.61 Pantalla del nuevo registro creado.

Se observa que automáticamente se inserta el número de pregunta. Luego hay que llenar el campo **TEXTO**, para ello hay dos alternativas:

- Se escribe directamente sobre el campo mencionado.
- Se puede copiar de otro sitio, por ejemplo de un procesador de palabras, luego de lo cual hay que pegarlo utilizando las teclas: CTRL + V.

A continuación hay que llenar el campo **RESPUESTA CORRECTA**, que indica la opción que va a ser considerada verdadera para la evaluación posterior.

Sólo para las preguntas de FUNDAMENTOS, de ser necesario, damos un clic dentro del rectángulo si vamos a incrustar un dibujo y observamos que se cambia a modo de edición:

Un clic en el menú INSERTAR OBJETO, abre el siguiente cuadro de diálogo:

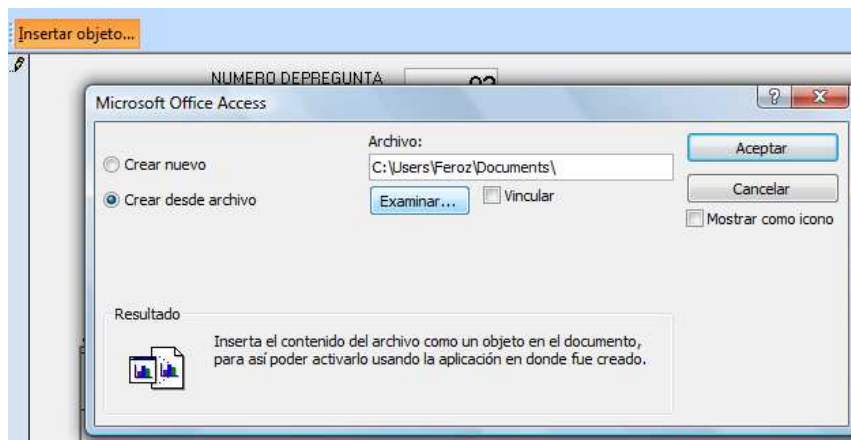


Figura 5.62 Ingreso de un nuevo objeto.

Buscamos el archivo a utilizarse:

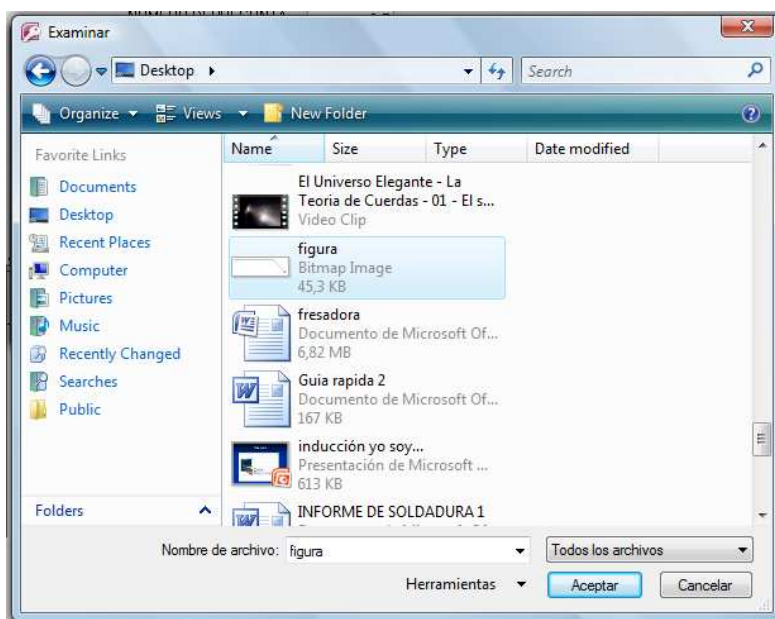


Figura 5.63 Pantalla de búsqueda del objeto nuevo.

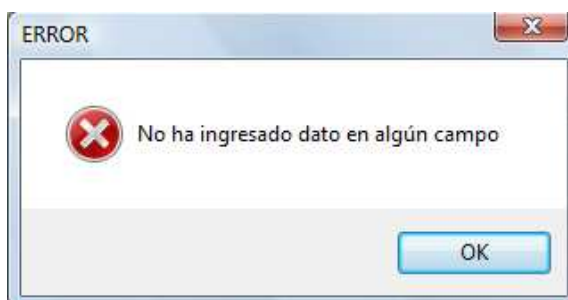
Aceptamos y el gráfico queda automáticamente incrustado.

Procedemos luego a ingresar las opciones de respuesta, para ello hay que tomar en cuenta que se debe **introducir manualmente** el número de opción y el texto puede ser escrito directamente o copiado de algún procesador de texto utilizando CTRL + V.

- Es indispensable ingresar las **CINCO** opciones porque de lo contrario se generarán errores al tomar las pruebas o al generar informes.

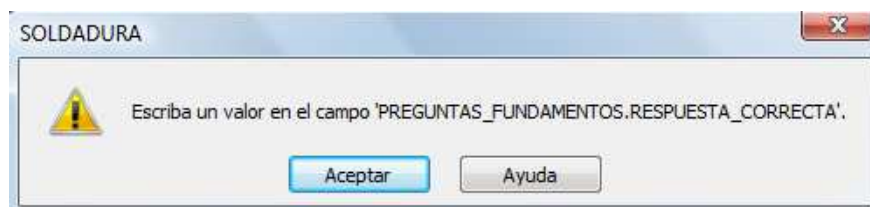
Para tratar de ayudar al operador se pueden generar ciertos mensajes de acuerdo al problema que se genere, a continuación se muestran algunos ejemplos:

- Si no se ha ingresado algún dato y se presiona el comando SALIR.



Notar que si salimos hemos generado una pregunta incompleta que posteriormente generará un error

- Si damos un clic en RESPUESTA CORRECTA y luego intentamos salir, se genera un mensaje como el siguiente:



Moviéndose a otro registro queda automáticamente guardado los cambios.

5.6.6 LAS ESTADÍSTICAS

Se convierten en una herramienta importante al investigar los errores más comunes en cuanto al conocimiento de los participantes sobre determinado tema.

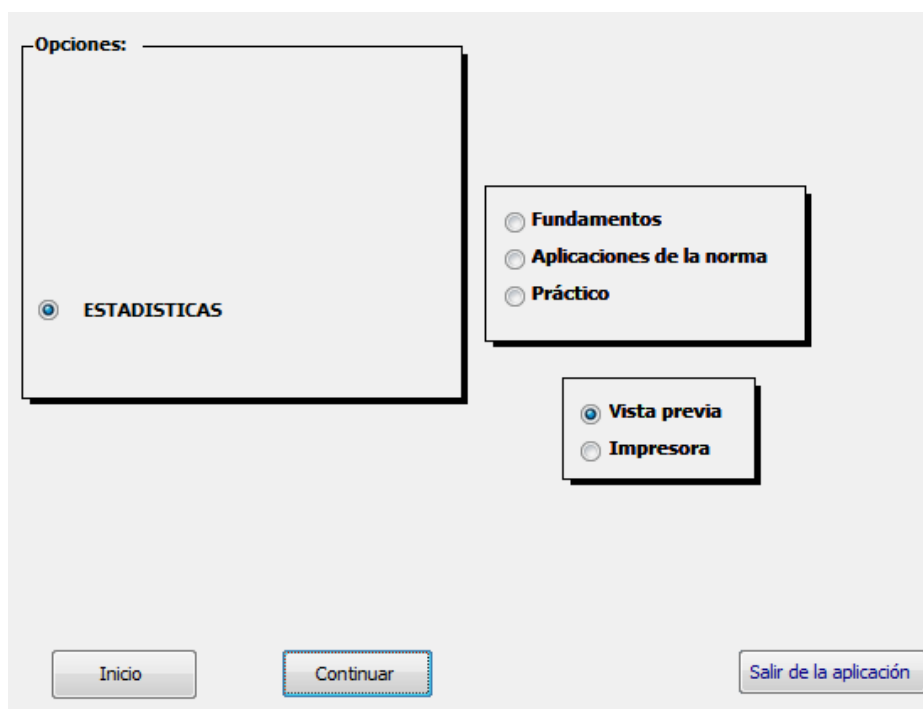


Figura 5.64 Estadísticas de las preguntas de los exámenes.

Por la forma en que se ha diseñado el sistema, no siempre se van a repetir las mismas preguntas de manera que habrá preguntas que se repetirán muchas veces y otras que serán poco frecuentes. De igual manera en una misma pregunta, habrá unas respuestas que serán escogidas con mayor frecuencia que otras.

Bajo estos dos criterios se ha diseñado un generador de estadísticas que tiene las siguientes características:

ESTADÍSTICAS FUNDAMENTOS

PREGUNTAS	Respuestas	Porcentaje
1 En el proceso de soldadura SMAW para tener buenas características del cordón se tiene un rango de trabajo entre:		
1 16 - 40 [V].	12	85,71%
3 110 - 150 [V].	1	7,14%
4 70-76 [V].	1	7,14%
Total:		14
2 Para determinar el área óptima de trabajo de un electrodo:		
1 Se dibujan las curvas de arco sobre las curvas estáticas.	3	18,75%
2 Se dibujan las curvas dinámicas sobre las estáticas	12	75,00%
4 Se dibujan las curvas de arco sobre las curvas dinámicas	1	6,25%
Total:		16
3 Una máquina soldadora que trabaja 2 min de un período de 7 min., posee un factor de marcha de:		
2 40%	12	85,71%
3 50%	1	7,14%
4 35%	1	7,14%
Total:		14

Figura 5.65 Informe de las estadísticas de cada pregunta.

- Existe un informe de estadística para cada una de las preguntas de las diferentes pruebas.
- Se muestran únicamente las preguntas que han sido utilizadas en las evaluaciones.
- Se muestran únicamente las opciones que han sido respondidas por los participantes
- Se muestra la cuenta de cada una de las opciones que han sido dadas por los participantes
- Se muestra el porcentaje que representa cada una de las opciones respondidas por los usuarios respecto al total de respuestas de determinada pregunta.

- Se puede enviar la información a la impresora para imprimir la estadística o se puede ver una vista previa en el monitor de la computadora

En el siguiente ejemplo se han escogido las opciones ESTADÍSTICAS DE FUNDAMENTOS para ser mirados vía monitor de la computadora y así se obtendrá el infirme estadístico de las preguntas de fundamentos.

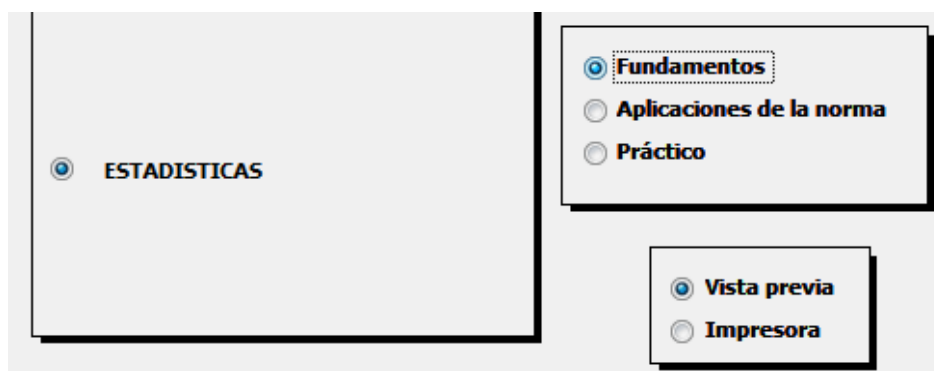


Figura 5.66 *Estadísticas de fundamentos.*

A continuación se muestra otros ejemplos de los informes estadísticos referentes a la Aplicaciones de la Norma y a la parte práctico del examen:

ESTADISTICAS PRACTICO

PREGUNTAS	Respuestas	Porcentaje
1 PREGUNTA NUMERO 1		
1 ALTERNATIVA 1 PREGUNTA1	5	83,33%
3 ALTERNATIVA 3 PREGUNTA1	1	16,67%
Total:	6	
2 PREGUNTA 2		
1 ALTERNATIVA 1 PREGUNTA 2	1	16,67%
2 ALTERNATIVA 2 PREGUNTA 2	3	50,00%
3 ALTERNATIVA 3 PREGUNTA 2	1	16,67%
4 ALTERNATIVA4 PREGUNTA 2	1	16,67%
Total:	6	
3 PREGUNTA 3		
3 ALTERNATIVA 3 PREGUNTA 3	3	100,00%
Total:	3	

Figura 5.67 Ejemplo de estadísticas para los exámenes práctico y de la norma API 1104.

ESTADISTICAS NORMA

PREGUNTAS	Respuestas	Porcentaje
1 Los materiales utilizados en la norma API 1104 están conforme a las siguientes especificaciones:		
1 AWS 5.20	4	25,00%
3 API Spec 4.1	10	62,50%
5 otras	2	12,50%
Total:	16	
2 Cuál de las siguientes especificaciones no se utiliza para metales de aporte:		
1 AWS 5.20	2	13,33%
2 AWS 5.17	2	13,33%
3 AWS 5.18	9	60,00%
4 AWS 2.4	1	6,67%
5 otras	1	6,67%
Total:	15	
3 Las consideraciones para el manejo y almacenamiento de metales de aporte y fundentes son:		
1 Se almacenaran y manejaran para evitar el daño a ellos y sus contenedores en los qu	2	15,38%
2 Los materiales de aporte y de fundentes en contenedores abiertos deben ser protegido	2	15,38%
3 Los metales de aporte que tengan recubrimientos se protegerán de los cambios exce	6	46,15%

Figura 5. 68 Ejemplo de un informe estadístico de las preguntas referentes a la norma.

5.6.7 HORARIO DE PRUEBAS

Para mejorar la atención a los participantes se puede contar con el apoyo del horario de pruebas. De una manera muy fácil se puede tener un listado de los participantes que van a rendir pruebas en una determinada fecha.



Figura 5.69 *Calendario para rendir las pruebas.*

- Una vez que se muestra el calendario, basta con dar un clic en la fecha que se desea averiguar si hay participantes para rendir pruebas
- Se puede escoger además que la información salga a la impresora para ser impresa o se muestre en el monitor de la computadora

A continuación se muestra un ejemplo del documento que se imprimirá:

LISTADO DE PARTICIPANTES					
<i>Fecha del Examen:</i> 23/09/2010					
<i>Apellidos</i>	<i>Nombres</i>	<i>Teléfono particular</i>	<i>Compañía</i>	<i>Contacto</i>	<i>Teléfono Contacto</i>
JARAILLO	JULIO		PARTICULAR		
MORALES	DEBY		PARTICULAR		

marzo, 28 de septiembre de 2010 Página 1 de 1

Figura 5.70 *Listado de postulantes a rendir las pruebas.*

5.6.8 CONEXIÓN EN RED

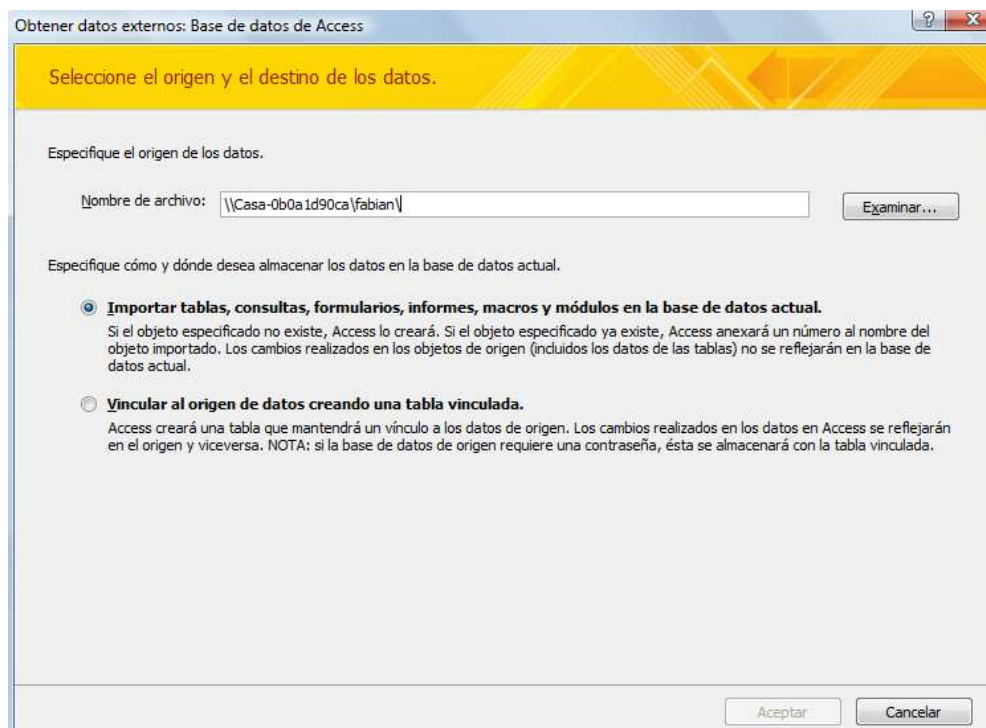
Aprovechando la facilidad con que se puede crear una red de computadoras y las bondades que presenta el programa Microsoft Access, se puede realizar dos o más pruebas de manera simultánea.

Para ello se debe cargar el programa en cada una de las máquinas y se debe determinar que máquina va a tener la función de servidor de la aplicación.

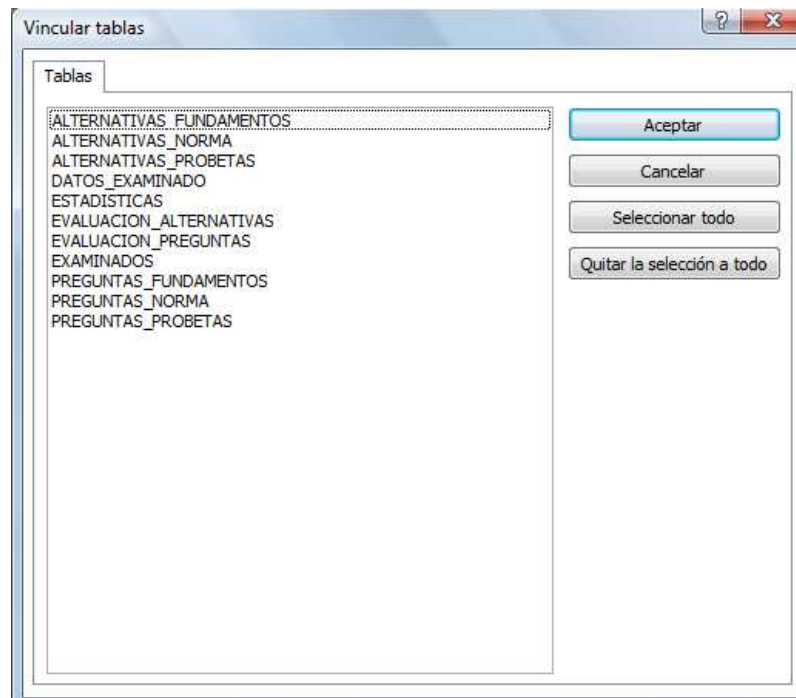
Únicamente en el servidor la persona responsable tendrá a cargo las funciones administrativas de esta aplicación, como son: inscribir un nuevo participante, editar algún dato, determinar las fechas de los exámenes, informar al participante y/o al contacto de la Compañía sobre horarios y fechas de exámenes, imprimir los certificados (Actas) o imprimir los resultados de las evaluaciones de exámenes ordinarios y/o adicionales.

Para vincular los datos se procede de la siguiente manera:

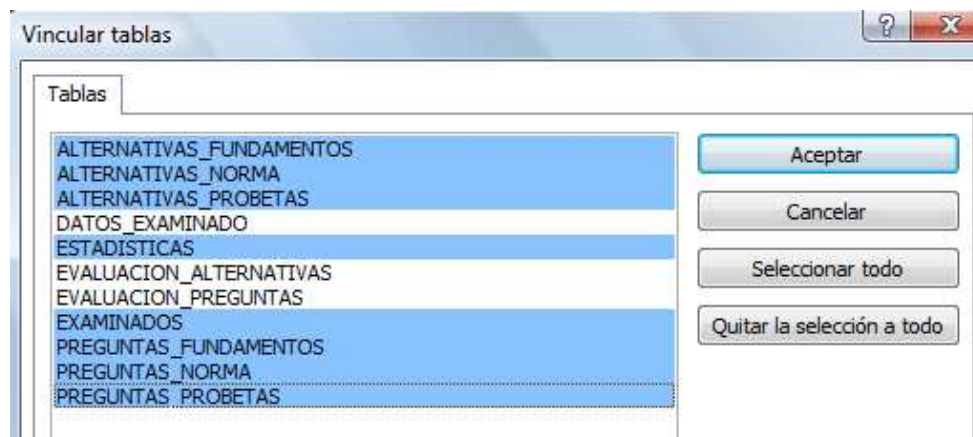
- Se copia la aplicación en cada una de las máquinas.
- Se abre la base de datos desde la máquina que va a ser vinculada.
- Encontrar **Datos Externos / Importar / Access**.



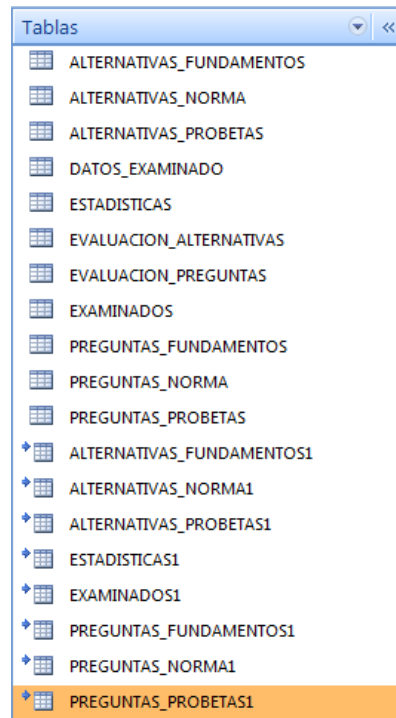
- Luego de buscar la base del servidor en la red. Aceptamos seleccionando la opción VINCULAR.



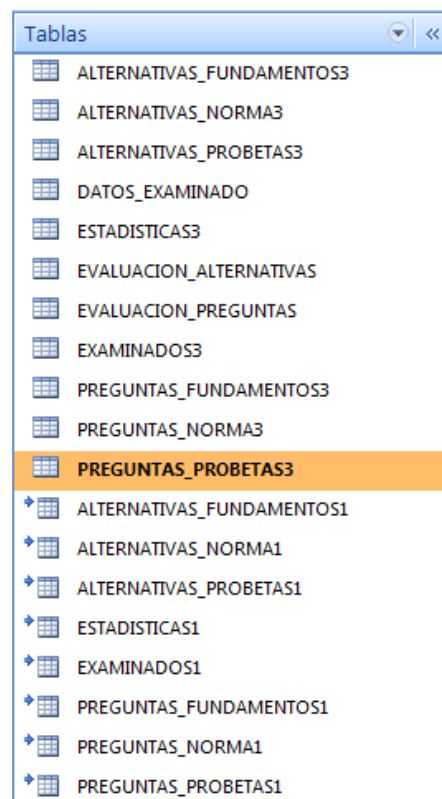
- Seleccionamos las tablas a vincular y Aceptamos.



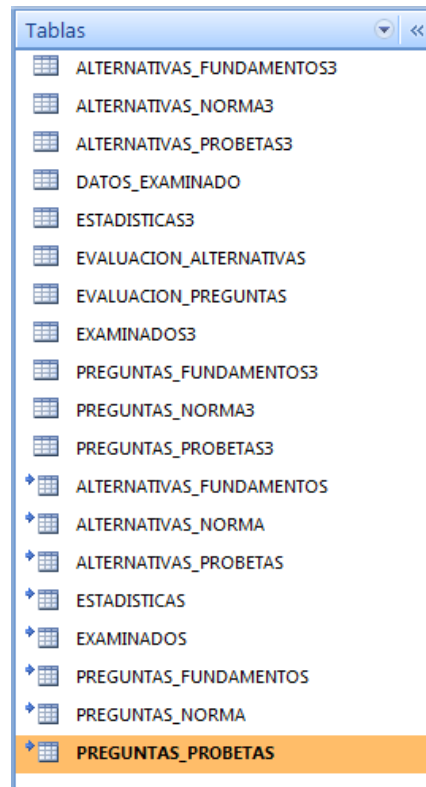
- Se vinculan las tablas señaladas.



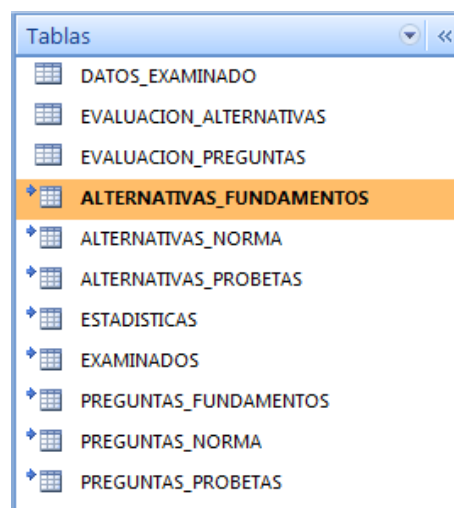
- Cambiamos de nombre a las tablas originales.



- Cambiamos el nombre a las tablas vinculadas



- Borramos las tablas originales



- Ya podemos utilizar esta máquina para tomar una prueba a un participante

CAPITULO 6

MEMORIA TÉCNICA

En este capítulo trata sobre los distintos niveles de calificación y certificación que realizará el Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional, en donde se especificará las funciones que está permitido realizar, los requisitos de conocimientos técnicos, los años de estudio y experiencia para cada uno de los niveles de calificación y certificación.

La certificación que otorga el EPN es un documento que será válido a nivel nacional y cumple con todos los requerimientos y normas establecidos a nivel internacional, en especial con los parámetros de evaluación de la AWS. La validez del certificado tanto para el nivel AISC-EPN como para ISC-EPN tiene una validez de tres años desde su fecha de emisión. Además las personas tienen la oportunidad de renovar la certificación a través de una serie de requisitos y procedimientos que se explican más adelante.

Otro punto importante en este capítulo es el establecimiento de un código de ética el cual los Inspectores de Soldadura deben firmar y comprometerse a cumplirlo, ya que es una responsabilidad muy grande el estar certificado para servir profesionalmente en un ambiente de honestidad en beneficio de la sociedad.

6.1 NIVELES DE CERTIFICACIÓN

En la Escuela Politécnica Nacional (EPN) existirán dos niveles de certificación los mismos que cumplen con las normas internacionales como la AWS QC1:2007. Además se basa en experiencias y requerimientos propios de la EPN. Estos niveles serán otorgados de acuerdo a la calificación que se obtenga en la prueba de certificación y son:

- Asistente de Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional (EPN-AISC)

- Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional (ISC-EPN).

6.1.1 INSPECTOR DE SOLDADURA EPN--AISC.

Es la persona certificada para desarrollar, de acuerdo con instrucciones escritas o bajo guía directa de un Inspector de Soldadura EPN-ISC, las siguientes actividades:

- a) Verificar la trazabilidad de los materiales de aporte y de los materiales base.
- b) Verificar que los soldadores y/u operadores de soldadura están adecuadamente calificados conforme al código de práctica aplicable, norma o especificación y que únicamente soldadores y/u operadores de soldadura cualificados realizan las soldaduras en producción.
- c) Verificar que únicamente son empleados en el trabajo los procedimientos de soldadura especificados y aprobados.
- d) Verificar durante la inspección previa a la soldadura que se tienen en cuenta las dimensiones de armado o montaje, las preparaciones de bordes y que estén de acuerdo con la especificación del procedimiento de soldadura, planos y/o documentos específicos que sean aplicables.
- e) Verificar que las temperaturas de precalentamiento y entre pasadas, así como la velocidad de enfriamiento, estén de acuerdo con la especificación del procedimiento de soldadura y/o instrucciones aplicables.
- f) Supervisar durante el proceso de soldadura el cumplimiento del rango de parámetros de soldadura especificados.
- g) Supervisar que los materiales y equipos empleados están de acuerdo con la especificación del procedimiento de soldadura y/o instrucciones aplicables.
- h) Inspeccionar dimensional o visualmente la soldadura, registrar la presencia y dimensiones de disposiciones incorrectas y del mal aspecto.

i) Elaborar informes en los cuales los comentarios relativos a las tareas anteriormente mencionadas quedan recogidos.

j) Cumplir con los requisitos sobre conocimientos técnicos que se exponen en el apartado 6.3 de este proyecto de titulación.

k) Cumplir con los requisitos sobre experiencia que se exponen en el apartado 6.4 de este proyecto de titulación.

6.1.2 INSPECTOR DE SOLDADURA EPN--ISC.

Es la persona calificada para realizar y dirigir de acuerdo con procedimientos establecidos o reconocidos, las siguientes actividades:

a) Llevar a cabo las actividades de los Asistentes de Inspectores de Soldadura .

b) Entrenar, instruir y dirigir a los Asistentes de Inspectores de Soldadura.

c) Comprender e interpretar los planos y símbolos de soldadura.

d) Asegurar que las condiciones para la aceptación de los materiales base y de los materiales de aporte, han estado de acuerdo con las normas aplicables.

e) Analizar e interpretar los requisitos de inspección de los documentos aplicables.

f) Verificar que los procedimientos de soldadura y de reparación estén disponibles y que han sido cualificados, cuando sea requerido por las entidades apropiadas para su empleo en producción.

g) Testificar y autenticar la calificación de soldadores y/u operadores de soldadura, así como los ensayos para la calificación de procedimientos de soldadura, incluyendo la preparación e identificación de materiales y cualquier ensayo destructivo o no destructivo requerido para asegurar el cumplimiento con la especificación aplicable.

- h) Aprobar los ensayos para la calificación de soldadores, operadores desoldadura y procedimientos de soldadura o de reparaciones, así como juzgar los resultados obtenidos y confirmar la calificación.
- i) Asegurar que se aplican los procedimientos de soldadura y que las condiciones de almacenamiento de los materiales de aporte son satisfactorias.
- j) Verificar que durante la fabricación se cumplen todos los procedimientos de control de calidad relativos a la soldadura.
- k) Asegurar que los ensayos de producción requeridos son representativos, así como juzgar sus resultados.
- l) Supervisar las reparaciones de conjuntos soldados, si se produce.
- m) Analizar los informes de Ensayos no Destructivos (END) con el fin de identificar las imperfecciones, determinar su conformidad con los criterios de aceptación y localizarlas en el conjunto soldado.
- n) Verificar que cualquier tratamiento térmico posterior a la soldadura, ha sido efectuado de acuerdo con los requisitos de la especificación aplicable.
- o) Verificar que los ensayos globales, END, controles dimensionales e inspecciones de los conjuntos soldados, son adecuadamente efectuados de acuerdo con los requisitos aplicables, así como registrar los resultados de los ensayos, certificaciones del personal de END y las decisiones tomadas.
- p) Asegurar que todos los documentos requeridos relacionados con la soldadura, se mantienen archivados adecuadamente.
- q) Elaborar informes precisos y completos de inspección, en los cuales queden registradas las observaciones relativas a las tareas antes mencionadas.
- r) Dirigir todas las actividades relacionadas con la aplicación de la tecnología de soldadura, es decir administrar, programar, ejecutar y controlar.

s) Legalizar toda la documentación de la soldadura industrial, esto es procedimientos, calificaciones, inspecciones, etc.

t) Cumplir con los requisitos sobre conocimientos técnicos que se exponen en el apartado 6.3 de este proyecto de titulación.

u) Cumplir con los requisitos sobre esta experiencia que se exponen en el apartado 6.4 de este proyecto de titulación.

6.2 REQUERIMIENTOS DE CONOCIMIENTOS TÉCNICOS.

El aspirante de acuerdo al nivel de calificación y certificación al que vayan a acceder, deben tener ciertos fundamentos técnicos los mismos que le permitirán desenvolverse de mejor manera en la vida práctica. Además estos conocimientos son necesarios en el primer examen de calificación de inspectores de soldadura.

6.2.1 FUNDAMENTOS DE SOLDADURA Y CORTE.

Tabla 6. 1 *Fundamentos de soldadura y corte*

FUNDAMENTOS DE SOLDADURA
Soldadura manual con electrodo revestido (SMAW)
Soldadura GTAW
Soldadura por arco con protección de gas (GMAW)
Soldadura por arco sumergido (SAW)
Soldadura por alambre tubular (FCAW)
Soldadura por electroescoria (ESW)
Soldadura de espárragos (SW)
Soldadura oxigas (OAW)
Soldadura fuerte y blando
Soldadura por resistencia (RW)
FUNDAMENTOS DE CORTE
Corte mecánico
Corte por arco-aire

Corte por arco plasma
Corte por haz laser
Corte por chorro de agua
Corte por llama oxigas

6.2.2 PROPIEDADES LOS METALES.

Tabla 6. 2Propiedades de los metales

FUNDAMENTOS
Metalurgia básica
Tipos de acero
Tipos de materiales no férreos
Ensayos de tracción
Límitede Fluencia
Resistencia a la tracción
Alargamiento y estricción
Ensayos de doblado
Ensayos de rotura
Rotura por flexión con entalla
Rotura de uniones en ángulo
Ensayo de dureza
Vickers
Rockwell
Brinell
Ensayos de tenacidad
Charpy
Izod
COD
Análisis químicos
Composición química
Ensayos metalográficos

Macrografía
Micrografía
Certificados de materiales (materiales base, aporte y fundentes)

6.2.3 TRATAMIENTO TÉRMICO.

Tabla 6. 3 *Fundamentos sobre tratamientos térmicos*

FUNDAMENTOS
Pre calentamiento
Control
Pos calentamiento
Control
Pos soldadura
Alivio de tensiones
Normalizado
Recocido
Control
Equipos
Aporte térmico

6.2.4 CONSUMIBLES DE SOLDADURA.

Tabla 6. 4 *Fundamentos sobre consumibles de soldadura*

FUNDAMENTOS
Identificación y composición
Normas ISO
Normas relevantes (AWS, DIN)
Revestimientos

Básico
Rutilo
Ácido
Celulósico
Gases de protección
Helio
Argón
Dióxido de carbono
Nitrógeno
Oxígeno e hidrógeno
Almacenamiento y secado
Electrodo revestidos
Fundentes
Alambres tubulares
Alambres macizos

6.2.5 CALIFICACIÓN DE SOLDADORES.

Tabla 6. 5 Fundamentos sobre calificación de soldadores

FUNDAMENTOS
Procedimientos de soldadura
Parámetros de soldadura
Requisitos del procedimiento
Requisitos del ensayo
Procedimientos precalificados
Otros métodos de calificación
Materiales
Espesores
Calificación de soldadores
Posiciones
Límites

Soldadores, operadores
Normas ISO, DIN
Normas relevantes (AWS, ASME, API)
Documentación

6.2.6 MÉTODOS DE INSPECCIÓN.

Tabla 6. 6Fundamentos sobre métodos de inspección

FUNDAMENTOS
Inspección visual
Antes de la soldadura
Durante la soldadura
Después de la soldadura
Herramientas
Ventajas y limitaciones
Líquidos penetrantes
Principios
Visibles
Fluorescentes
Requisitos
Interpretación de resultados
Ventajas y limitaciones
Inspección por partículas magnéticas
Principios
Técnicas
Requisitos
Interpretación de resultados
Ventajas y limitaciones
Inspección Radiográfica
Principios
Rayos

Rayos X
Técnicas
Densidad y sensibilidad
Interpretación de resultados
Seguridad
Requisitos
Ventajas y limitaciones
Inspección por ultrasonido
Principios
Controles de espesores
Técnicas
Requisitos
Ventajas y limitaciones
Interpretación de resultados
Otros ensayos no destructivos
Corrientes inducidas
Cámara de vacío
Ensayos de fugas
Interpretación de resultados
Otros métodos de ensayo
Ensayo de presión
Ensayos de funcionamiento
Control dimensional
Interpretación de resultados
Ensayos destructivos
Testificación
Aceptación
Rechazo
Informes
Preparación
Valoración
Clasificación y archivo

6.2.7 IMPERFECCIONES DE LAS SOLDADURAS

Tabla 6. 7 *Fundamentos sobre imperfecciones de las soldaduras*

FUNDAMENTOS
Definición
Fallo
Imperfección/Discontinuidad
Defectos
Causas de las imperfecciones
Debido al soldador
Debido al proceso
Debido al material base
Debido al procedimiento
Tipos de imperfecciones
Porosidad y cavidades
Inclusiones
Mordeduras
Fisuras y grietas
Aspectos defectuosos
Falta de fusión
Falta de penetración
Solapamiento o pegadura
Laminaciones
Desgarre Laminar
Salpicaduras
Encendido de arco
Evaluación de las imperfecciones
Tamaño
Posición
Especificación
Aceptación y rechazo

Normas ISO
Otras (AWS, API, ASME)

6.2.8 UNIONES SOLDADAS, SÍMBOLOS Y PLANOS.

Tabla 6. 8 *Fundamentos sobre uniones soldadas, símbolos y planos*

FUNDAMENTOS
Tipos de unión
Preparación de soldaduras
Terminología
Talón
Longitud del lado o cateto
Cara de la soldadura
Separación
Raíz
Zona afectada térmicamente
Garganta
Tamaño
Símbolos de soldadura
Planos
Interpretación

6.2.9 CONTROL DE CALIDAD

Tabla 6. 9 *Fundamentos sobre control de calidad*

FUNDAMENTOS
Clasificación de informes
Procedimientos de soldaduras
Calificación de soldadores u operadores
Requisitos de inspección
Garantía de calidad y control de calidad
Principios básicos

Niveles de calidad
Normas ISO

6.2.10 ASPECTOS GENERALES

Tabla 6. 10 Aspectos generales

FUNDAMENTOS
Seguridad
Ocular
Inhalación
Humos
Descarga eléctrica
Radiación
Deformaciones
Tipos
Control
Códigos, normas y especificaciones
Propósito
Empleo
Recipientes a presión
Estructuras
Supervisión
Inspectores de construcciones soldadas de nivel 1

6.3 REQUERIMIENTOS DE ESTUDIO Y EXPERIENCIA.

Los requerimientos de estudio y experiencia que el aspirante debe cumplir para la calificación y certificación como inspector de soldadura son los siguientes:

Tabla 6. 11 Requisitos de estudio y experiencia según el nivel de calificación y certificación

EDUCACIÓN BÁSICA	EXPERIENCIA MÍNIMA EN EL CAMPO DE LA SOLDADURA (MESES)		
	AISC-EPN CON EXAMEN	ISC-EPN	
		DESDE NIVEL 1 ⁽¹¹⁾	DIRECTO CON EXAMEN
Secundaria completa	24	36	60
Técnico o similar	12	24	48
Ingenieros técnicos o superiores.	6	12	18

La tabla 6.11 muestra los meses de experiencia mínimos necesarios según sea el tipo de educación alcanzado por el aspirante. Por ejemplo, si el aspirante que tiene un título técnico o similar, da la prueba de certificación y obtiene el título de Asistente de Inspector de soldadura deberá tener una experiencia mínima de 12 meses en el campo de la soldadura. Si desea obtener su título de Inspector de Soldadura, deberá tener una experiencia mínima de 24 meses y presentarse a dar una nueva prueba de certificación. Si otro aspirante con un título técnico o similar, da la prueba de certificación y aprueba como Inspector de Soldadura, su experiencia mínima en el campo de soldadura será de 48 meses.

Además deberán presentar la respectiva documentación que respalden la experiencia profesional en el campo de la soldadura con manejo de normas nacionales o internacionales.

El aspirante podrá acceder a la certificación ISC-EPN mediante dos vías:

¹¹Experiencia como AISC-EPN, es necesario examen

- Vía examen, donde el aspirante pasa la el examen de certificación con un promedio superior al 72%.
- Mediante un nivel anterior, donde el estudiante luego de haber aprobado como Asistente de Inspector de Soldadura, puede rendir otra prueba para certificar. El único beneficio es la reducción de los meses de experiencia mínima requerida que fue explicada anteriormente.

6.4 CERTIFICACIÓN.

La junta calificadora con los resultados de los exámenes, procede a emitir un certificado avalizado por el Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional. El Inspector de Soldadura puede hacer uso de este documento como lo considere necesario apegándose muy bien al código de ética que voluntariamente acepto para su certificación. La validez del certificado tanto para el nivel AISC-EPN como para ISC-EPN tiene una validez de tres años desde su fecha de emisión.

Para preservar su certificación, los Inspectores de Soldadura deberán demostrar su continuidad y competencia en las actividades de soldadura. Se debe presentar anualmente las evidencias relacionadas con la continuidad en actividades de soldadura, mediante el envío del registro (Evidencia de Actividades Laborales IS) que sirve para cumplir con lo requerido por el Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional. Estos documentos deberán ser notariados y entregados en la secretaría técnica.

6.4.1 RENOVACIÓN DEL CERTIFICADO.

Para la renovación del certificado, el Inspector de Soldadura deberá solicitar la renovación durante el periodo correspondiente al último año de validez del mismo, lo cual le permite acceder a una re-certificación sin tener que rendir un nuevo examen. Este último solamente es válido cuando la junta calificadora compruebe que el Inspector de Soldadura ha tenido durante los dos últimos años una continuidad en actividades referente a inspecciones de soldadura.

Si el aspirante no ha mantenido una actividad continua dentro de su nivel de calificación, la re-certificación se hará mediante la aprobación de un examen de competencia similar que el examen de certificación.

6.5 CÓDIGO DE ÉTICA.

El Código de Ética Profesional para Inspectores de Soldadura Certificados por la Escuela Politécnica Nacional tiene como función sensibilizar al profesional para que su trabajo lo desenvuelva en un ámbito de honestidad, legitimidad y moralidad en beneficio de la sociedad. Sin perjuicio de las normas jurídicas plasmadas en las leyes que regulan el ejercicio de las profesiones y el cumplimiento de las obligaciones surgidas de los contratos de prestación de servicios profesionales. Es deseable que un sentido ético prevalezca en el ánimo de quienes tienen el privilegio de poseer los conocimientos y habilidades propios de una profesión. Para alcanzar este objetivo, se debe contribuir solidariamente al reencuentro de nuestra identificación con los valores que propicien una vida digna, justa e igualitaria. Pero también se debe estar convencido del compromiso que se contrae al recibir la certificación que se acredite para el ejercicio profesional.

El presente Código orientará la conducta del Inspector de Soldadura en sus relaciones con la ciudadanía, las instituciones, sus socios, clientes, superiores, subordinados, sus colegas y consigo mismo, el cual será aplicable en cualquier actividad profesional.

6.5.1 DE LOS DEBERES DEL INSPECTOR DE SOLDADURA

- Poner todos sus conocimientos científicos y recursos técnicos en el desempeño de su profesión, al servicio de los seres humanos, preservando la naturaleza.
- Conducirse con justicia, honradez, honestidad, diligencia, lealtad, respecto, formalidad, discreción, honorabilidad, responsabilidad, sinceridad, probidad, dignidad, buena fe y en estricta observancia a las normas legales y éticas de su profesión.

- Se responsabilizará de los asuntos cuando tenga capacidad para atenderlos e indicará los alcances de su trabajo y limitaciones inherentes. Aceptará únicamente los cargos para los cuales cuenta con los nombramientos necesarios y suficientes y realizando en éstos todas sus actividades con responsabilidad, efectividad y calidad.
- Mantener estrictamente la confidencialidad de la información de uso restringido que le sea confiada en el ejercicio de su profesión, salvo los informes que le sean requeridos conforme a la ley.
- Responder individualmente por sus actos, que con motivo del ejercicio profesional, dañen o perjudiquen a terceros o al patrimonio cultural.
- Respetar en todo momento los derechos humanos de su cliente, colegas y sociedad en general.
- Prestar sus servicios al margen de cualquier tendencia xenofóbica, racial, elitista, sexista, religiosa, o política.
- Ofrecer sus servicios profesionales de acuerdo a su capacidad científica y técnica. Esta circunstancia debe observarse en la publicidad que haga el Inspector de Soldadura de sus servicios en cualquier medio informativo y promocional.
- Observar puntualidad y oportunidad en todos los asuntos relativos al ejercicio profesional.
- Al emitir una opinión o juicio profesional en cualquier situación y ante cualquier autoridad o persona, debe ser imparcial, ajustarse a la realidad y comprobar los hechos con evidencias.
- Deberá evaluar todo trabajo profesional realizado desde una perspectiva de objetividad y crítica.

6.5.2 DE LOS DEBERES PARA CON SUS COLEGAS

- Dar crédito a sus colegas, asesores y subordinados por la intervención de éstos en los asuntos, investigaciones y trabajos elaborados en conjunto.

- Repartir de manera justa y equitativa los frutos del trabajo realizado en colaboración con sus colegas, asesores y subordinados, apoyando en la medida de lo posible, su desarrollo profesional.
- Respetar la opinión de sus colegas y cuando haya oposición de ideas deberán consultar fuentes de información fidedigna y actual y buscar asesoría con expertos reconocidos en la materia de que se trate.
- Mantener una relación de respeto y colaboración con sus colegas, asesores, subordinados y otros profesionistas, consecuentemente evitará lesionar el buen nombre y el prestigio de éstos ante autoridades, clientes, profesionistas y cualquier otra persona.
- Intervenir en favor de sus colegas en el caso de injusticia.

6.5.3 DE LOS DEBERES PARA CON LAS PERSONAS

- Establecer con las personas a las que presta sus servicios, una relación humana de compromiso personal y profesional, manteniendo siempre objetividad interesada.
- Ser honesto, leal y conducirse con verdad ante su cliente en todo momento, salvaguardar los intereses del mismo, y deberá además comunicarle los riesgos cuando existan, en atención a su servicio.
- Cobrar sus honorarios en razón a la proporcionalidad, importancia, tiempo y grado de especialización requerido para los resultados que el caso particular requiera.
- Renunciar al cobro de sus honorarios, y en caso devolverlos, si los trabajos que realizó no fueron elaborados en concordancia con lo requerido en el caso particular de que se trate o haya incurrido en negligencia, incumplimiento o error profesional.
- Reconocer su mal servicio ante su cliente y advertirse de las consecuencias.
- Realizar los ajustes necesarios por un servicio ineficiente, sin cobro adicional.
- Anteponer sus servicios profesionales sobre cualquier otra actividad personal.

6.5.4 DE LOS DEBERES PARA CON SU PROFESIÓN

- Mantenerse actualizado de los avances científicos y tecnológicos de sumateria a lo largo de su vida para brindar un servicio de calidad total.
- Compartir sus conocimientos y experiencia a estudiantes y egresados de suprofesión, con objetividad y en el más alto apego a la verdad del campo deconocimiento actualizado del que se trate.
- Dignificar su profesión mediante el buen desempeño del ejercicio profesional yel reconocimiento que haga a las instancias que han contribuido a su formación.
- Contribuir al desarrollo de su profesión mediante la investigación.
- En las investigaciones realizadas, debe expresar las conclusiones en su exacta magnitud y en estricto apego a las normas metodológicas acordes con el tipo de estudio.
- Poner en alto el prestigio del Inspector de Soldadura en todo lugar y momento.

6.5.5 DE LOS DEBERES PARA CON LA SOCIEDAD

- Prestar el servicio social profesional por convicción solidaria y conciencia social.
- Ser respetuoso de las tradiciones, costumbres y cultura de los diversos grupos que conforman una nación o etnia.
- Participar activamente en su entorno social difundiendo la cultura y valores nacionales.
- Buscar el equilibrio entre los distinguidos aspectos del desarrollo humano, la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, atendiendo a los derechos de las generaciones futuras.
- Procurar su desempeño y desarrollo profesional en las localidades donde más pueda contribuir con sus conocimientos al desarrollo nacional.

6.6 PRINCIPIOS DE CONDUCTA.

El Inspector de Soldadura certificado por la Escuela Politécnica Nacional está obligado a:

- Actuar con integridad moral en los asuntos profesionales que trate.
- Llevar a cabo solamente aquellas funciones para las que está debidamente preparado.
- Informar con objetividad y veracidad de las actividades desarrolladas, tratándolas con la discreción debida.
- Responsabilizarse solamente de aquellas, inspecciones que haya efectuado personalmente, o de las que tenga conocimiento a través de colaboradores directos.
- No aceptar compensaciones económicas, o de cualquier otra índole, más que de una de las partes involucradas en el trabajo que desarrolla, a menos que todas las partes interesadas lleguen a un acuerdo común al respecto.
- El ISC-EPN mientras desempeñe funciones en nombre de la administración pública, no podrá inspeccionar otra parte que no sea la de su competencia.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- La soldadura es la rama tecnológica que está completamente regida por normas, códigos y especificaciones, marcando las directrices a seguir antes, durante y después del proceso de soldadura, lo que garantiza productos que cumplan con los requerimientos del cliente y reúnan los estándares de calidad para los cuales fueron concebidos.
- Las discontinuidades son alteraciones en la junta soldada que no afecta el rendimiento de la pieza en el servicio al que se destina; un defecto es una discontinuidad la cual después de ser evaluada por un conjunto de especificaciones es inaceptable y por ende comprometerá el rendimiento del elemento para el uso que fue concebido. De esto se deduce que un defecto es una discontinuidad pero no toda discontinuidad es un defecto.
- El manejo adecuado de las normas con un criterio específico del trabajo que se desea realizar, ayuda a seguir un camino acordado y repetible; las especificaciones técnicas u otros criterios precisos diseñados para ser usados consistentemente como una guía, directriz, o definición están plasmados en las normas y a disposición de los usuarios.
- Las normas de soldadura son creadas por reunir la experiencia y los conocimientos de todas las partes interesadas, como los productores, vendedores, compradores, usuarios y reguladores de una materia determinada, producto, proceso o servicio.
- La silicona es utilizada ampliamente para moldes que producen réplicas exactas del elemento deseado; no importa si el material del elemento

utilizando es espuma de poliuretano, poliéster o aleaciones de bronce u otro metal, los resultados de moldeo están completamente garantizados en entregar réplicas exactas una y otra vez.

- La elaboración de un programa de calificación de Inspectores de Soldadura permitirá a la EPN y en especial al Laboratorio de Soldadura, tener una herramienta con el que se pueda contar para poder evaluar a los profesionales de este país que estén alineados con esta rama.
- La emisión de certificados de Inspectores de soldadura calificados por la EPN hace que estos profesionales tengan una mayor responsabilidad en el trabajo que realizan ya que deben dar un mayor esfuerzo por ser cada vez mejores en sus labores y sean reconocidos en el medio nacional por el buen trabajo que desempeñan.
- El desarrollo de este proyecto de titulación hace que el Laboratorio de Soldadura tenga la herramienta adecuada para que Organismos Internacionales como la AWS le otorguen el permiso correspondiente para la calificación de Inspectores de Soldadura y que sean ellos los que emitan el certificado con lo cual da mayor realce a la certificación que se obtiene.
- La calificación y certificación que realiza la Escuela Politécnica Nacional es solamente válida a nivel nacional, sin embargo, cumple con todas las requisitos dispuestos en las normas internacionales.
- El programa de calificación de Inspectores de Soldadura consta de un Kit de probetas con soldaduras a tope y filete los cuales contienen diferentes defectos que deberán ser aprobados o rechazados de acuerdo a la norma API 1104. Además consta de un software que al azar imprime diferentes cuestionarios de un banco de preguntas tanto para el examen de fundamentos teóricos como para el examen de conocimiento de la norma.

- El Laboratorio de Soldadura conjuntamente con la Escuela Politécnica Nacional emitirá dos tipos de certificados de acuerdo a la calificación que ha obtenido el aspirante, entre estos está el de Asistente de Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional (EPN ---AISC) y el Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional (EPN--ISC).
- El Inspector de Soldadura calificado deberá firmar un registro del código de ética donde se compromete a cumplirlo al pie de la letra caso contrario la EPN a través del Laboratorio de Soldadura procederá a retirar el certificado y quedará sin permiso para una futura renovación del mismo.

7.2 RECOMENDACIONES

- Tener una idea general sobre el alcance y manejo de las diferentes secciones de la norma API 1104 para poder emitir los criterios de evaluación con respecto a esta y reconocer los puntos principales de su aplicación para posteriormente ser evaluados.
- Las normas utilizadas deben ser en Ingles, debido que las traducciones no son claras y concisas en sus definiciones, lo cual puede ocasionar confusiones y malas interpretaciones.
- El uso de caucho silicona para la fabricación de los moldes debe tener sus precauciones para evitar inconvenientes; se debe limpiar y desengrasar con un solvente adecuado los materiales que estarán en contacto con el caucho sin curar para evitar complicaciones en el desmolde de los objetos a reproducir.
- El tiempo de secado del caucho silicona depende exclusivamente de la cantidad de catalizador utilizado en la mezcla, es por eso que se debe pesar lo más exactamente posible las proporciones de caucho base/catalizador que se van a mezclar, para evitar un largo tiempo de secado así como también un secado rápido que impide la fluidez del caucho y por ende su colado en el molde.
- Es recomendable remover siempre el caucho base antes de utilizarlo, para evitar la sedimentación de los pigmentos que posee, y poder así obtener un producto homogéneo.
- Al igual que las proporciones químicas del catalizador para el secado del caucho silicona, si se desea colorear el producto, se debe consultar sobre los colorantes compatibles con el mismo o simplemente una pintura acrílica o en spray para obtener el color deseado.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Aspirante: Es la persona que desea calificarse para obtener el grado de Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional.

Autorización: Permiso para trabajar, emitido por la Compañía Contratante o Agencia Responsable, basado en la idoneidad del individuo para una tarea específica. Además de la certificación, y entre otras, el conocimiento específico del trabajo, la destreza y la capacidad física podrían ser valoradas.

Empleador: La parte que provee un puesto de trabajo para que preste un servicio bajo su dependencia, a cambio del pago de una remuneración o salario. El empleador puede ser una persona natural o jurídica.

Calificación: Demostrar la capacitación, habilidad, conocimiento y la experiencia requeridas por el personal para realizar funciones específicas normalmente aprobando una prueba de desempeño.

Certificación: El acto de determinar, verificar y que acredite por escrito a la calificación del personal en conformidad con los requisitos especificados.

Certificado: Testimonio escrito de calificación

Compañía Contratante o Agencia Responsable: Organización para la cual el candidato trabaja de modo regular. Los candidatos pueden ser autónomos.

Ensayos no destructivos (END): El acto de determinar la idoneidad de un material o componente para el fin con el que fue concebido utilizando técnicas que no afectan a su capacidad de servicio.

Especificación: Describe los requerimientos técnicos esenciales del material, fabricación, producto, sistema o servicio. Indica los medios para determinar que todos los requisitos se han cumplido.

EPN--ISC: Inspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional.

EPN-AISC: AsistentedelInspector de Soldadura Certificado por la Escuela Politécnica Nacional.

Evaluación: Proceso que evalúa el cumplimiento de una persona con los requisitos del esquema de calificación, que conduce a una decisión sobre la certificación.

Examen: Mecanismo que es parte de la evaluación, que mide la competencia de un candidato por uno o varios medios tales como medios escritos, orales, prácticos y por observación.

Experiencia: Período durante el cual el candidato realizó inspecciones de soldadura, bajo supervisión calificada, como su principal actividad, incluyendo la realización de inspecciones de materiales, piezas o estructuras, pero sin incluir los ensayos realizados durante cursos de formación.

Formación: Proceso de instrucción, en teoría y práctica, en el cual se persigue la certificación, puede tener la forma de cursos de formación dentro de un programa de estudios y de períodos de trabajo práctico bajo supervisión cualificada.

Inspector de Construcciones Soldadas: Persona que es responsable de la verificación de que todas las actividades de inspección relacionadas con la soldadura, son realizadas de acuerdo con los requisitos aplicables. Puede estar empleado en el departamento de calidad de la Compañía Fabricante o puede ser designado por el Cliente, Terceras Partes o Autoridad Legal.

Norma: Consiste en un conjunto de condiciones y requisitos relativos a un tema en particular y que indica procedimientos apropiados por los que se puede determinar que los requisitos se han cumplido completamente.

Operador: La persona que opera el control de la soldadura automática, mecanizada, o robótica.

Standard: Un término genérico que incorpora, especificaciones, prácticas recomendadas, clasificaciones, métodos, y guías que han sido preparados por empleadores, aprobados y adoptados conforme a los procedimientos establecido.

Soldador: Es la persona que lleva a cabo procesos de soldadura manual y semiautomática

BIBLIOGRAFÍA

MAZZILLI Luigi; Soldadura al arco, nociones y lecciones prácticas para uso de técnicos y operarios soldadores; Barcelona; 1959.

THIELSCH Helmut; The sense and nonsense of weld defect; Lake Zurich; 1967.

RUIZ RUBIO Alfonso; Inspección radiográfica de las uniones soldadas; España; 1981.

Int. Institute of welding and Inst. Internat. de la soudure; Radiographs of welds; 1982.

PATTON W. J.; Ciencia y técnica de la soldadura; Bilbao; 1967.

LINCOLN Electric; The procedure handbook of arc welding; Cleveland, Ohio; 1973.

API 1104; Soldadura de Oleoductos e Instalaciones Conexas; 2005.

ASME 9; Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators; 2004.

AWS D1.1; Structural Welding Code-Steel; 2004.

AWS B5.1 Specification for the Qualification of Welding Inspectors; 2003

AWS B1.11; Guide for the Visual Examination of Welds; 2000.

AWS D1.5; Bridge Welding Code; 2002.

AWS QC1-96; Standard for AWS Certification of Welding Inspectors; 1996.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

<http://personal.auna.com/ciencia/Fabricacion/Biblioteca/libros/Cualificaci%F3n%20de%20inspectores.pdf>

<http://www.steelstructures.com/IQE/IQE-FAQ.htm>

<http://www.ceti.cl/ceti2/cwi/PROGRAMA%20CWI.pdf>

<http://www.steelstructures.com/IQE/IQE-FAQ.htm>

http://www.indura.net/_file/file_2482_gg%20programa%20cwi%202010-1%20nuevas%20fechas.pdf

<http://www.sieend.com.mx/docs/CSWIP-WI-6-92>

http://apps.moodyint.com/public/moody_training/images/assets/CWI-F-001R6.pdf

<http://www.mic.co.tt/media/Training/CWI%20Form.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

EPN-LDS-DPP-001 SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATERIALES
LABORATORIO DE SOLDADURA



Lugar y fecha:/...../.....

Señores
 LABORATORIO DE SOLDADURA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 Organismo de Calificación de Inspectores de Soldadura
 Ladrón de Guevara E11 – 253

Con el objeto de solicitar la inscripción para la calificación de inspectores de soldadura mediante examen, de acuerdo a la norma API 1104, someto a vuestra consideración mis antecedentes descriptos en documentación adjunta.

Declaro conocer en todos sus alcances la norma antes mencionada y dar fiel cumplimiento a las disposiciones del Código de Ética.

Apellido y nombre:			
Dirección Particular	Calle y N°:		
Pais:	Provincia / Ciudad	Teléfono:	Fax:
Cedula de Identidad:	Nacionalidad:	e-mail:	

Empresa :		e-mail:	
Dirección Comercial	Calle y N°:		
Pais:	Provincia / Ciudad:	Teléfono:	Fax:

Nivel de calificación solicitado:	Primera calificación <input type="checkbox"/>	Renovación <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	---	-------------------------------------



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATERIALES
LABORATORIO DE SOLDADURA



Los datos se complementan con la información y los documentos requeridos en la documentación adjunta a esta solicitud. Es condición para la inscripción presentar toda la documentación requerida, caso contrario no se aceptará la solicitud.

Doy mi consentimiento para que figuren los siguientes datos personales en el listado de Inspectores de Soldadura editado en los portales de la base de datos del Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica Nacional: nombre y apellido, número de certificado vigente, nivel y fecha de vencimiento.

Asimismo doy mi consentimiento para informar mi número de teléfono particular y mi mail cuando sea solicitado por terceros Si No



Asimismo es mi responsabilidad mantener actualizados mis datos personales registrados en el en la base de datos (domicilio, teléfono y dirección de e-mail).

Me notifico que las calificaciones tendrán validez por el término de 3 (tres) años a partir de la fecha de emisión del certificado, caducando automáticamente las mismas en caso de no solicitar la renovación y cumplir con los requisitos establecidos por la norma AWS QC1:2007.

Sin otro particular, saludo a usted muy atentamente.

Nombre:

CI:

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE MATERIALES LABORATORIO DE SOLDADURA	
---	---	---



APLICACIÓN PARA EL EXAMEN DE CERTIFICACIÓN

Nombres y Apellidos del Aspirante:

Solicitud No.: EPN - LDS -AEC-001

Norma utilizada : API 1104

1.- DOMICILIO, TELEFONOS Y DIRECCION DE E-MAIL DONDE SE NOTIFICARAN LOS RESULTADOS DEL EXAMEN.			2.- APLICACION DEL EXAMEN		
Ciudad de Residencia: Dirección de Domicilio: Barrio: Sector: Teléfono de Domicilio: Teléfono Celular: Teléfono del Lugar de Trabajo: Teléfono de Referencia:			ISC-EPN <input type="checkbox"/> AISC-EPN <input type="checkbox"/> ISC-EPN y AISC-EPN (combo) <input type="checkbox"/> Observaciones:		
			4.- SEMINARIOS TOMADOS RELACIONADOS CON INSPECCION DE SOLDADURA (indicar nombre del seminario ,fecha de realización y número de horas de duración)		
3.-MARCAR LA INFORMACION REQUERIDA			Seminario	Fecha de Realización	Número de horas de Duración
Miembro AWS # Miembro CIMEPI # Está empleado para alguna organización AWS SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Nombre de la Institución:					
5.-CERTIFICACION OBTENIDAS RELACIONADAS CON INSPECCION DE SOLDADURA			6.-FORMA DE PAGO		
Certificación	Fecha de Emisión	Fecha de Expiración	Efectivo <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Cheque <input type="checkbox"/> explicar: Tarjeta de Crédito <input type="checkbox"/> Factura #:		
7.- NO LLENAR (USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO DE SOLDADURA)					
Certificación # Revisión de Documentos SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Observaciones:					

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE MATERIALES LABORATORIO DE SOLDADURA	
---	---	---

APLICACIÓN PARA EL EXAMEN DE CERTIFICACIÓN (SOLO PARA ASPIRANTES)



(LLENAR TODA LA INFORMACION REQUERIDA CON LETRA IMPRENTA LEGIBLE)

Nombres y Apellidos del Aspirante: _____

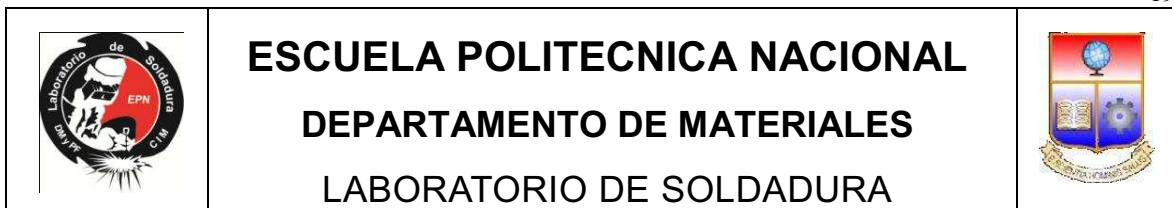
Solicitud No.: EPN - LDS -AEC-001

Norma utilizada : API 1104



1.- DOMICILIO, TELEFONOS Y DIRECCION DE E-MAIL DONDE SE NOTIFICARAN LOS RESULTADOS DEL EXAMEN.	2.- APLICACION DEL EXAMEN																													
Ciudad de Residencia: _____ Dirección de domicilio: _____ Barrio: _____ Sector: _____ Teléfono de Domicilio: _____ Teléfono Celular: _____ Teléfono del Lugar de Trabajo: _____ Teléfono de Referencia: _____	ISC-EPN <input type="checkbox"/> AISC-EPN <input type="checkbox"/> ISC-EPN y AISC-EPN (combo) <input type="checkbox"/> Observaciones: _____ _____ _____																													
3.-MARCAR LA INFORMACION REQUERIDA Miembro AWS # _____ Miembro CIMEPI # _____ Está empleado para alguna organización AWS SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Nombre de la Institución: _____ _____	4.-SEMINARIOS TOMADOS RELACIONADOS CON INSPECCION DE SOLDADURA (indicar nombre del seminario ,fecha de realización y número de horas de duración) <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th data-bbox="756 1451 1018 1509">Seminarario</th> <th data-bbox="1018 1451 1257 1509">Fecha de Realización</th> <th data-bbox="1257 1451 1505 1509">Número de horas de Duración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Seminarario	Fecha de Realización	Número de horas de Duración																								
Seminarario	Fecha de Realización	Número de horas de Duración																												

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE MATERIALES LABORATORIO DE SOLDADURA	
---	---	---

5.-CERTIFICACION OBTENIDAS RELACIONADAS CON INSPECCION DE SOLDADURA			6.-FORMA DE PAGO	
Certificación	Fecha de Emisión	Fecha de Expiración	Efectivo <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
			Cheque <input type="checkbox"/>	explicar:
			Tarjeta de Crédito <input type="checkbox"/>	
			Acercarse a la tesorería de la Facultad de Ingeniería Mecánica para mayor información sobre los pagos (planta baja del Subdecanato de la FIM)	
			UNA VEZ REALIZADO EL PAGO NO EXISTIRÁN NINGUNA CLASE DE DEVOLUCIONES EN CASO DE NO APROBAR EL EXAMEN DE CERTIFICACIÓN	
7.-INFORMACIÓN LABORAL				
SERVICIOS QUE PRESTA LA EMPRESA EN LA QUE TRABAJA Marque solo una opción con una X		CARGO QUE OCUPA Marque solo una opción con una X		INTERESES TÉCNICOS Llene en orden de prioridad (1,2,3, etc..)
Contratista de la Construcción	<input type="checkbox"/>	Presidente, dueño, accionista	<input type="checkbox"/>	Metales ferrosos
Químicos y productos relacionados	<input type="checkbox"/>	Manager, director, superintendente	<input type="checkbox"/>	Aluminio
Industrias del Petróleo o carbón	<input type="checkbox"/>	Vendedor	<input type="checkbox"/>	Metales no ferrosos excepto aluminio
Fabricación de productos metálicos	<input type="checkbox"/>	Compras	<input type="checkbox"/>	Materiales avanzados, intermetálicos
Maquinaria, con excepción de maquinaria eléctrica	<input type="checkbox"/>	Ingeniero- soldadura	<input type="checkbox"/>	Cerámicos
Equipo eléctrico, implementos de soldadura, electrodos	<input type="checkbox"/>	Ingeniero- otros	<input type="checkbox"/>	Procesos de alta energía para la fabricación de vigas
Transporte aéreo, aeroespacial	<input type="checkbox"/>	Inspector, analista	<input type="checkbox"/>	Soldadura por arco eléctrico
Transporte vehicular	<input type="checkbox"/>	Supervisor	<input type="checkbox"/>	Brazing y soldering
Transporte marítimo	<input type="checkbox"/>	Soldador, operador de corte o procesos de soldadura	<input type="checkbox"/>	Soldadura por resistencia
Transporte ferroviario	<input type="checkbox"/>	Arquitecto, diseñador	<input type="checkbox"/>	Spray térmico



O.N.G's Organización No Gubernamental		Consultor		Corte	
Distribuidor de equipo para soldadura		Metalurgia		END	
Servicio de reparaciones mediante soldadura		Investigación y desarrollo		Salud y seguridad	
Servicios educativos, universidades, colegios, bibliotecas		Técnico		Doblado y corte	
Servicios de ingeniería y arquitectura		Educador, instructor		Conformado por rolado	
Servicios de investigación en laboratorios		Estudiante		Embutición y punzonado	
Empresa Gubernamental		Bibliotecario		Aeroespacial	
Otros		Servicio al cliente		Automotriz	
				Maquinaria	
				Marina	
				Tubería, oleoductos y cañerías	
				Recipientes y tanques de presión	
				Laminas metálicas	
				Estructuras	
				Automatización	
				Robótica	
				Soldadura computarizada	

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE MATERIALES LABORATORIO DE SOLDADURA	
---	---	---

APLICACIÓN PARA EL EXAMEN DE CERTIFICACIÓN (SOLO PARA ASPIRANTES)

(LLENAR TODA LA INFORMACION REQUERIDA CON LETRA IMPRENTA LEGIBLE)

Nombres y Apellidos del Aspirante: _____

Solicitud No.: EPN - LDS -AEC-001

Norma utilizada : API 1104

8.-NIVEL DE EDUCACIÓN

LLENAR LA INFORMACION REQUERIDA MARCANDO CON UNA SOLA X

TITULO DE BACHILLER ÚNICAMENTE

Para el examen de certificación, los aspirantes para ISC-EPN deberá necesariamente presentar documentos que demuestren al menos **(5 AÑOS)** ,y los aspirantes para AISC-EPN deberá necesariamente presentar documentos que demuestren la menos **(2 AÑOS)** de experiencia en actividades de calificación o inspección de soldadura.

CICLO BÁSICO ÚNICAMENTE

Para el examen de certificación, los aspirantes para ISC-EPN deberá necesariamente presentar documentos que demuestren al menos **(9 AÑOS)** ,y los aspirantes para AISC-EPN deberá necesariamente presentar documentos que demuestren la menos **(4 AÑOS)** de experiencia en actividades de calificación o inspección de soldadura.



SIN TERMINAR EL CICLO BÁSICO

Para el examen de certificación, los aspirantes para ISC-EPN deberá necesariamente presentar documentos que demuestren al menos **(12AÑOS)** ,y los aspirantes para AISC-EPN deberá necesariamente presentar documentos que demuestren la menos **(6 AÑOS)** de experiencia en actividades de calificación o inspección de soldadura.

9.-EDUCACIÓN ADICIONAL Y EXPERIENCIA

LLENAR LA INFORMACION REQUERIDA MARCANDO CON UNA SOLA X

<p>CURSOS DE SOLDADURA <input type="checkbox"/></p> <p>Necesariamente se debe adjuntar certificados o diplomas</p>	<p>Encierre en un circulo el # de años de asistencia</p> <p style="text-align: center;">0 1 2 3 4 5</p>	<p>Solo se tomará en cuenta los cursos completamente terminados, en los cuales se adjunten los debidos documentos o certificados de participación, aprobación asistencia</p>
<p>SEMINARIOS DE SOLDADURA <input type="checkbox"/></p> <p>Necesariamente se debe adjuntar certificados o diplomas</p>	<p>Encierre en un circulo el # de años de asistencia</p> <p style="text-align: center;">0 1 2 3 4 5</p>	<p>Solo se tomará en cuenta los seminarios dictados o recibidos para el nivel de ingeniería, tecnología o ciencias físicas, en los cuales se adjunten los debidos documentos o certificados de participación, aprobación o asistencia</p>

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE MATERIALES LABORATORIO DE SOLDADURA	
---	---	---

MIEMBRO DE UN COMITÉ DE PARTICIPACION EN ACTIVIDADES DE INSPECCION DE SOLDADURA <input type="checkbox"/>	Encierre en un circulo el # de años de asistencia 0 1 2 3 4 5	La membrecia en certificacion, calificacion o comité de educacion activa en actividades tecnicas se contará para el tiempo de experiencia requerido.
Necesariamente se debe adjuntar certificado, diplomas y documentación verificable de la duración de la membrecia		
10.- CALIFICACIÓN DE LA EXPERIENCIA LABORAL		
(ESTA SECCION <u>DEBE SER NECESARIAMENTE</u> LLENADA EN SU TOTALIDAD)		
Nombres y Apellidos del Aspirante: _____		

NOTA: SE DEBE DUPLICAR ESTA SECCIÓN PARA CADA EMPLEO QUE SE HAYA TENIDO, Y DE ESTA MANERA REUNIR LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS DE EXPERIENCIA PARA RENDIR EL EXAMEN DE ISC-EPN O AISC-EPN

Entiendo que toda la información documentada en esta aplicación debe ser verificada tanto para pasados o presentes empleos.

(FIRMA DEL ASPIRANTE)

Nombre de la Empresa _____

Teléfono (____) _____

Correo electrónico _____

Ciudad _____

Estado/ Provincia/ Departamento _____



Código Postal _____

País _____

Supervisor/ Director de Personal _____

Departamento/ División _____

Supervisor/ Director de Personal e-mail _____

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE MATERIALES LABORATORIO DE SOLDADURA	
---	---	---

NOMBRE DEL CARGO (solo para el trabajo mencionado en la parte superior)	DESDE MES/AÑO	HASTA MES/ AÑO

11.- VERIFICACIÓN DE EMPLEO
(ESTA SECCIÓN DEBE SER NECESARIAMENTE LLENADA EN SU TOTALIDAD) Nombres y Apellidos del Aspirante: _____

NOTA: ESTA SECCION DEBE SER NECESARIAMENTE LLENADA POR UN SUPERVISOR O DIRECTOR DE PERSONAL DEL MAS RECIENTE EMPLEO. SI USTED ES TRABAJADOR INDEPENDIENTE O CONTRATISTA, USTED DEBE SUSTITUIR ESTA SECCION CON UNA CARTA DE REFERENCIA DE DOS DIFERENTES CLIENTES, EN LA CUAL SE ESPECIFIQUE EL TIPO DE TRABAJO REALIZADO Y EL PERIODO DE TIEMPO EN EL CUAL SE REALIZO DICHO TRABAJO.

Apellidos del empleado _____

Nombres del empleado _____

Nombres y Apellidos del Empleador _____

Teléfono del Empleador (____) _____



Correo electrónico del Empleador _____

Ciudad _____

Estado/ Provincia/ Departamento _____

Código Postal _____

País _____

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL DEPARTAMENTO DE MATERIALES LABORATORIO DE SOLDADURA	
---	---	---

Usted ASEGURA que el señor (a) es o fue empleado de esta compañía y realizaba las tareas durante el periodo de tiempo que se detalla en esta aplicación?

SI

NO

Nombre _____ Cargo _____

Firma _____ Fecha _____

12.- TESTIMONIO (ESTA SECCIÓN DEBE SER NECESARIAMENTE LLENADA SINO LA APLICACIÓN SERA RECHAZADA)

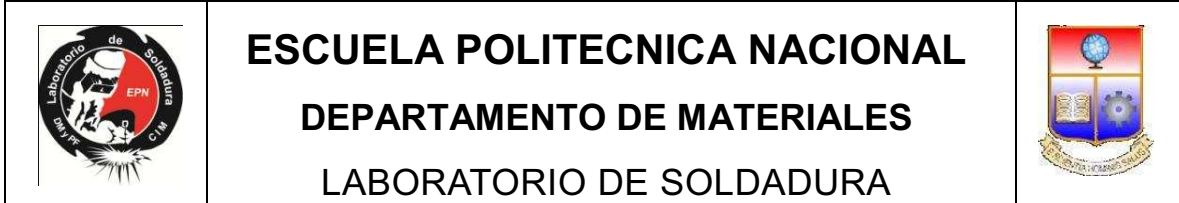
Por la presente certifico que he leído los requisitos para rendir el examen de certificación de inspectores certificados por la Escuela Politécnica Nacional. Además, me comprometo a cumplir con los requisitos actuales y cualquier otro requisito posterior que pueda ser creado por la Escuela Politécnica Nacional. Certifico que la información que he incluido en esta solicitud es verdadera. Entiendo que cualquier declaración falsa podrá anular esta aplicación. Además, entiendo que si alguna información está incompleta o falta, mi solicitud no será procesada hasta que toda la documentación (excepto el Registro de la agudeza visual) se ha completado. Por lo tanto, el examen no será programado hasta que todas las obligaciones se cumplen. Me comprometo a cumplir con las disposiciones establecidas por la Escuela Politécnica Nacional sobre la administración de mi examen y la certificación. Al obtener mi certificación, doy el derecho a la Escuela Politécnica Nacional de revelar mi estado de certificación en lo que respecta a mi validez y fecha de caducidad solamente. Además, si logro la certificación ISC-EPN o AISC-EPN, soy consciente de que la certificación de la Escuela Politécnica Nacional sólo es válida durante tres años y es presta a renovación al cumplirse dicho plazo.

Además, certifico que no he obtenido ninguna prueba material, no tengo conocimiento previo de las preguntas del examen para ISC-EPN o AISC-EPN o sus respectivas respuestas, y no no aceptaré ninguna solicitud de las preguntas del examen o respuestas de cualquier persona en cualquier momento antes o después de la examen. Entiendo que una violación de este juramento puede ser una causal de nulidad de mi certificación

Nombre del Aspirante _____

Firma del Aspirante _____

Fecha _____



13.- ESTE ESPACIO DEBE SER LLENADO POR LA NOTARIA PUBLICA

(ESTA SECCION DEBE SER NECESARIAMENTE LLENADA EN SU TOTALIDAD)

Jurado y suscrito ante mi en: _____

El día _____ Firma del Notario (a) _____

(un sello o estampa de la Notaria son necesarios para validar esta aplicación)

ANEXO 2

EPN-LDS-DPP-002 APTITUD VISUAL



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATERIALES
LABORATORIO DE SOLDADURA



EXAMEN DE APTITUD VISUAL

Lugar y fecha:,/...../.....

Por la presente se deja constancia que al Sr., con la cedula de identidad: se le efectuaron los estudios de aptitud visual; que a continuación se detallan:

a) Agudeza de visión cercana sobre cartilla Jaeger J1 o equivalente, a 30 cm de distancia, con el siguiente resultado:

Sin corrección:

.....

Con corrección:

.....

b) Agudeza de visión lejana de 20/40 o superior, con el siguiente resultado:

Sin corrección:

.....

Con corrección:

.....

c) Percepción de color para la diferenciación rojo/verde y azul/amarillo, con el siguiente resultado:

.....

.....

La presente certificación es extendida a los efectos de ser presentada ante las autoridades del Organismo de Calificación de Inspectores de Soldadura.

.....

(Firma, Sello y Matrícula del Médico Oftalmólogo)

ANEXO 3

EPN-LDS-RDS-003 NOTIFICACIÓN CÓDIGO DE ÉTICA



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATERIALES
LABORATORIO DE SOLDADURA



NOTIFICACIÓN CÓDIGO DE ÉTICA

El Código de Ética Profesional para Inspectores de Soldadura Certificados por la Escuela Politécnica Nacional tiene como función sensibilizar al profesional para que su trabajo lo desenvuelva en un ámbito de honestidad, legitimidad y moralidad, en beneficio de la sociedad. Sin perjuicio de las normas jurídicas plasmadas en las leyes que regulan el ejercicio de las profesiones y el cumplimiento de las obligaciones surgidas de los contratos de prestación de servicios profesionales, es deseable que un sentido ético prevalezca en el ánimo de quienes tienen el privilegio de poseer los conocimientos y habilidades propios de una profesión. Para alcanzar este objetivo, se debe contribuir solidariamente al reencuentro de nuestra identificación con los valores que propicien una vida digna, justa e igualitaria, pero también se debe estar convencido del compromiso que se contrae al recibir la certificación que se acredite para el ejercicio profesional.

El presente Código orientará la conducta del Inspector de Soldadura en sus relaciones con la ciudadanía, las instituciones, sus socios, clientes, superiores, subordinados, sus colegas y consigo mismo, el cual será aplicable en cualquier actividad profesional.

1. De los deberes del Inspector de Soldadura

- Poner todos sus conocimientos científicos y recursos técnicos en el desempeño de su profesión, al servicio de los seres humanos, preservando la naturaleza.
- Conducirse con justicia, honradez, honestidad, diligencia, lealtad, respeto, formalidad, discreción, honorabilidad, responsabilidad, sinceridad, probidad, dignidad, buena fe y en estricta observancia a las normas legales y éticas de su profesión.
- Se responsabilizará de los asuntos cuando tenga capacidad para atenderlos e indicará los alcances de su trabajo y limitaciones inherentes. Aceptará únicamente los cargos para los cuales cuenta con los nombramientos necesarios y suficientes y realizando en éstos todas sus actividades con responsabilidad, efectividad y calidad.
- Mantener estrictamente la confidencialidad de la información de uso restringido que le sea confiada en el ejercicio de su profesión, salvo los informes que le sean requeridos conforme a la ley.
- Responder individualmente por sus actos, que con motivo del ejercicio profesional, dañen o perjudiquen a terceros o al patrimonio cultural.
- Respetar en todo momento los derechos humanos de su cliente, colegas y sociedad en general.
- Prestar sus servicios al margen de cualquier tendencia xenofóbica, racial, elitista, sexista, religiosa, o política.
- Ofrecer sus servicios profesionales de acuerdo a su capacidad científica y técnica. Esta circunstancia debe observarse en la publicidad que haga el Inspector de Soldadura de sus servicios en cualquier medio informativo y promocional.
- Observar puntualidad y oportunidad en todos los asuntos relativos el ejercicio



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATERIALES
LABORATORIO DE SOLDADURA



profesional.

- Al emitir una opinión o juicio profesional en cualquier situación y ante cualquier autoridad o persona, debe ser imparcial, ajustarse a la realidad y comprobar los hechos con evidencias.
- Deberá evaluar todo trabajo profesional realizado desde una perspectiva objetividad y crítica.

2. De los deberes para con sus colegas

- Dar crédito a sus colegas, asesores y subordinados por la intervención de éstos en los asuntos, investigaciones y trabajos elaborados en conjunto.
- Repartir de manera justa y equitativa los frutos del trabajo realizado en colaboración con sus colegas, asesores y subordinados, apoyando en la medida de lo posible, su desarrollo profesional.
- Respetar la opinión de sus colegas y cuando haya oposición de ideas deberán consultar fuentes de información fidedigna y actual y buscar asesoría con expertos reconocidos en la materia de que se trate.
- Mantener una relación de respeto y colaboración con sus colegas, asesores, subordinados y otros profesionistas, consecuentemente evitará lesionar el buen nombre y el prestigio de éstos ante autoridades, clientes, profesionistas y cualquier otra persona.
- Intervenir en favor de sus colegas en el caso de injusticia.

3. De los deberes para con las personas

- Establecer con las personas a las que presta sus servicios, una relación humana de compromiso personal y profesional, manteniendo siempre objetividad interesada.
- Ser honesto, leal y conducirse con verdad ante su cliente en todo momento, salvaguardar los intereses del mismo, y deberá además comunicarle los riesgos cuando existan, en atención a su servicio.
- Cobrar sus honorarios en razón a la proporcionalidad, importancia, tiempo y grado de especialización requerido para los resultados que el caso particular requiera.
- Renunciar al cobro de sus honorarios, y en caso devolverlos, si los trabajos que realizó no fueron elaborados en concordancia con lo requerido en el caso particular de que se trate o haya incurrido en negligencia, incumplimiento o error profesional.
- Reconocer su mal servicio ante su cliente y advertirse de las consecuencias.
- Realizar los ajustes necesarios por un servicio ineficiente, sin cobro adicional.
- Anteponer sus servicios profesionales sobre cualquier otra actividad personal.

4. De los deberes para con su profesión



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATERIALES
LABORATORIO DE SOLDADURA



- Mantenerse actualizado de los avances científicos y tecnológicos de su materia a lo largo de su vida para brindar un servicio de calidad total.
- Compartir sus conocimientos y experiencia a estudiantes y egresados de su profesión, con objetividad y en el más alto apego a la verdad del campo de conocimiento actualizado del que se trate.
- Dignificar su profesión mediante el buen desempeño del ejercicio profesional y el reconocimiento que haga a las instancias que han contribuido a su formación.
- Contribuir al desarrollo de su profesión mediante la investigación.
- En las investigaciones realizadas, debe expresar las conclusiones en su exacta magnitud y en estricto apego a las normas metodológicas acordes con el tipo de estudio.
- Poner en alto el prestigio del Inspector de Soldadura en todo lugar y momento.

5. De los deberes para con la sociedad

- Prestar el servicio social profesional por convicción solidaria y conciencia social.
- Ser respetuoso de las tradiciones, costumbres y cultura de los diversos grupos que conforman una nación o etnia.
- Participar activamente en su entorno social difundiendo la cultura y valores nacionales.
- Buscar el equilibrio entre los distinguidos aspectos del desarrollo humano, la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, atendiendo a los derechos de las generaciones futuras.
- Procurar su desempeño y desarrollo profesional en las localidades donde más pueda contribuir con sus conocimientos al desarrollo nacional.

Firma en conocimiento y conformidad a los.....del mes de..... del

Nombre: _____

CI: _____

ANEXO 4

GUÍA DE USO DEL SOFTWARE

PARA EL PARTICIPANTE

GUÍA RÁPIDA PARA EL ASPIRANTE A INSPECTOR DE SOLDADURA

Reciba un cordial saludo de parte de la Escuela Politécnica Nacional y el Laboratorio de Soldadura de la Facultad de Ingeniería Mecánica quienes se ven involucrados en el mejoramiento de la competitividad de los profesionales técnicos del país, y han puesto a disposición el siguiente **Programa de Certificación para Inspectores de Soldadura**. En esta Guía se explican las instrucciones y consideraciones generales para la utilización del programa para rendir la prueba de certificación de inspectores de soldadura así como los requisitos necesarios.

1.- INSCRIPCION

La inscripción para el Programa de Certificación para Inspectores de Soldadura se la puede realizar de manera particular o contando con el auspicio de una empresa.

Para la inscripción son obligatorios los siguientes requisitos:

- Apellidos y Nombres completos del participante
- Número de cédula de identidad
- Si la inscripción es empresarial, la razón social de la empresa

Como datos adicionales del participante se solicita:

- Dirección domiciliaria
- Ciudad de residencia
- Teléfono particular
- Correo electrónico
- El grado de instrucción
- La fecha de nacimiento

Como datos adicionales de la empresa se solicita:

- Dirección
- Ciudad
- Teléfono
- Nombres y Apellidos de un contacto

- Teléfono del contacto
- Correo electrónico del contacto

Tome en cuenta las notas que se incluyen en esta guía y sígalas sin pasar por alto ninguno de ellas.

2.- LAS CALIFICACIONES

Para aprobar el Programa de Certificación para Inspectores de Soldadura, es necesario rendir tres exámenes: **Fundamentos, Aplicaciones de la Norma y Práctico**

- El participante que obtiene una nota porcentual mayor o igual al 72% en cada uno de los exámenes recibe la calificación **ISC-EPN**, con vigencia de tres años renovable por documentación y los resultados de cada uno de los exámenes.
- El participante que no aprueba el nivel ISC-EPN, pero obtenga un promedio general mayor al 72% podrá presentarse a los exámenes que no logró aprobar dentro de un período no mayor a un año a partir de la fecha de inscripción
- El participante que no aprueba el nivel ISC-EPN, pero obtenga un promedio mayor al 60% y se presente por primera vez recibe la calificación **AISC-EPN**, con vigencia de tres años NO renovable y los resultados de cada uno de los exámenes.
- El participante que no alcanzara ninguna categoría anterior deberá repetir los tres exámenes dentro de un período no mayor a un año a partir de la fecha de inscripción

3.- LA FECHA, HORA Y LUGAR DEL EXAMEN

Dependiendo de la disponibilidad se fijará la fecha, la hora y el lugar del examen. Estos datos serán comunicados oportunamente al participante y a la persona de contacto de la empresa auspiciante y confirmados vía electrónica.

4.- LOS EXAMENES

Una vez cumplidos con todos los requisitos para rendir los exámenes, el participante debe tener en cuenta lo siguiente:

- Presentarse a la hora y fecha determinadas en el lugar indicado
- Portar un documento de identificación
- El ingeniero a cargo le asignará un computador en el cual el participante realizará la prueba

4.1 EL SOFTWARE A UTILIZARSE

Para los exámenes y la calificación se ha diseñado una aplicación Access (Base de Datos)

A continuación se presenta un ejemplo del formulario que utilizará el participante:

The screenshot shows a software interface for a multiple-choice question. At the top, it displays the question number and text: "1.- En la soldadura Oxiacetilénica:". Below this, there is a section labeled "Respuestas" (Answers) with five radio button options. The third option, "Posee menor ZAC que el proceso de soldadura con electrodo revestido..", is selected. At the bottom of the interface, there are navigation buttons: a left arrow, a right arrow, and a button labeled "FINALIZAR" (Finish).

Todas las pruebas de la evaluación tendrán la misma presentación. En la parte superior de de la pantalla se mostrarán el número de pregunta y el texto de la misma:

This is a close-up of the question header from the software interface, showing a box with the text "1.- En la soldadura Oxiacetilénica:".


En la parte central se muestran las alternativas de respuesta y los sitios donde el participante a de dar un clic frente a la alternativa que considere es la respuesta correcta:

Respuestas	
<input type="radio"/>	La llama ideal para soldar acero es la oxidante.
<input type="radio"/>	El acumulador produce acetileno al hacer reaccionar carburo de calcio con agua.
<input checked="" type="radio"/>	Posee menor ZAC que el proceso de soldadura con electrodo revestido.
<input type="radio"/>	Todas las respuestas anteriores son correctas.
<input type="radio"/>	Ninguna de las anteriores.


El participante solamente puede seleccionar una alternativa y en cualquier momento puede cambiarla si así lo considera.

En la parte inferior se encuentran los botones para navegar entre las preguntas y el comando FINALIZAR:



- El comando  permite moverse a la pregunta anterior. Si el participante se encuentra en la primera pregunta y presiona este comando, aparece el siguiente mensaje:



- El comando  permite moverse a la pregunta siguiente. Si el participante se encuentra en la última pregunta y presiona este comando, aparece el siguiente mensaje:



- El comando  finaliza la prueba

- El número de preguntas a responder puede variar de un módulo a otro
- El participante dispone de un máximo de dos horas para cada examen, transcurrido este periodo de tiempo la aplicación se cerrará automáticamente
- Cualquier cierre voluntario o involuntario del sistema durante la realización de las pruebas, no hará que el tiempo transcurrido vuelva al inicio. El software guarda el registro del tiempo restante para completar las 2 HORAS.
- Cualquier intento de copia o de encontrarse alguna irregularidad antes, durante o después de la evaluación, el laboratorio de Soldadura, tendrá completa autoridad para sancionar como estén estipuladas las leyes del mismo.

5.- INFORMACION ADICIONAL

Para cualquier información adicional favor comunicarse a : Laboratorio de Soldadura
(02)2507144 ext. 2577

6.- NOTAS

ANEXO 5

**SOFTWARE DE CALIFICACIÓN PARA INSPECTORES DE
SOLDADURA**