



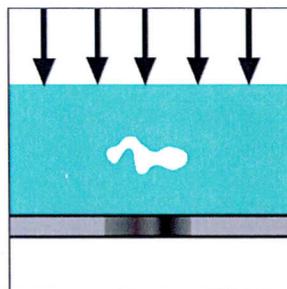
LEONARDO DA VINCI II



EUROPEAN TRAINING PROGRAMME FOR THE
QUALIFICATION OF NDT PERSONNEL

RADIOGRAFÍA

Manual de estudio niveles 1 y 2



INDICE

UD1	BASES	9
	1.1. Introducción	9
UD2	PROPIEDADES DE LOS RAYOS X Y GAMMA	23
	2.1. Propiedades de los rayos X y gamma	25
UD3	EQUIPOS RADIATIVOS	37
	3.1. Montaje y funcionamiento de instalaciones de rayos X y gamma y aceleraciones ...	39
	3.2. Montaje y servicio de los equipos de rayos gamma	44
	3.3. Aceleraciones: equipos para la producción de RX de alta y energía	50
UD4	PROPIEDADES DE LAS PELÍCULAS Y PANTALLAS INTENSIFICADORAS	55
	4.1. Estructura de las películas	57
	4.2. Proceso fotográfico	57
	4.3. Densidad óptica	58
	4.4. Contraste ΔD	59
	4.5. Propiedades de las películas	60
	4.6. Gradiente G	60
	4.7. Granularidad σD	62
	4.8. Relación gradiente-ruido $G/\hat{U}D$	63
	4.9. Sensibilidad S (velocidad)	63
	4.10. Penumbra inherente como consecuencia de la granularidad	63
	4.11. Clasificación del sistema de películas	63
	4.12. Efectos y misiones de las pantallas intensificadoras	64
UD5	REVELALDO DE PELÍCULA	67
	5.1. Revelado de la película de acuerdo con DGZFP-recomendación D2 y en conformidad con EN 584-2	69
	5.2. Control del revelado de la película	71
	5.3. Sumario del desarrollo del manual	75
UD6	PENUNBRA GEOMÉTRICA U_g	77
	6.1. Penumbra geométrica U_g	79
	6.2. Distancia a , distancia mínima f_{min}	80
	6.3. Distancia foco-película ffd	81
	6.4. Ley del cuadrado de la distancia	82
	6.5. Distancia del punto focal d	82
	6.6. Efecto de la penumbra sobre el contraste	85
	6.7. Medida del punto focal en el marco de la normalización europea	86
UD7	CALIDAD DE IMAGEN	89
	7.1. Influencia sobre la calidad de imagen (valores límite EN 444)	91
	7.2. Contraste	93
	7.3. Granularidad/penumbra inherente UI	94
	7.4. Penumbra U_g	94
	7.5. Área evaluable; ángulo de distorsión de borde	96
UD8	INDICADORES DE CALIDAD DE IMAGEN	99
	8.1. Indicadores de calidad de imagen (IQI) de acuerdo con EN 462-1, EN 462-2	101
	8.2. Indicadores de ASTM (EE.UU.)	104
	8.3. Penetrómetro AFNOR (Francia)	104
	8.4. Penetrómetro de doble filo, EN 462-5	105
UD9	DIAGRAMAS DE EXPOSICIÓN	109
	9.1. Diagramas de exposición	111
	9.2. Operar con el diagrama de exposición	113
	9.3. Influencia de los parámetros de exposición	113

9.4.	Factores de exposición relativa REF (valores aproximados)	114
9.5.	Límites de diagrama de exposición	114
UD10	ENSAYO DE SOLDADURAS DE ACUERDO CON LA EN 1435	115
10.1.	Disposición de la exposición para objetos planos	117
10.2.	Disposición de la exposición para áreas de ensayo curvadas	117
10.3.	EN 1435	120
10.4.	Número de exposiciones parciales (6.7)	125
10.5.	Observaciones ulteriores	126
UD11	ENSAYO DE SOLDADURAS (EN 12681)	129
11.1.	Observaciones generales	131
11.2.	Alcance de aplicación	131
11.3.	Clases de ensayo	131
11.4.	Selección de la disposición de ensayo	131
11.5.	Selección de la fuente de radiación	131
11.6.	Selección de la combinación película/pantalla	133
11.7.	Densidad óptica D requerida	134
11.8.	Cómo establecer las condiciones geométricas	134
11.9.	Ampliación de la circunferencia objeto	134
11.10.	Establecimiento de criterios para el área de ensayos evaluable L	136
11.11.	Solapamiento de películas y áreas de ensayo	136
UD12	TÉCNICAS ESPECIALES	137
12.1.	Técnica de exposición panorámica	139
12.2.	Técnica de amplificación	139
12.3.	Técnica de exposición en estéreo	141
12.4.	Inspección de la placa base de tubos	141
12.5.	Radiografía de proyección	143
12.6.	Técnica del haz duro y blando	147
12.7.	Influencia sobre ciertas técnicas de ensayo	148
12.8.	Campos especiales de aplicación	149
UD13	IMPERFECCIONES EN UNIONES SOLDADAS	151
13.1.	Materiales	153
13.2.	Técnicas básicas de soldadura	153
13.3.	Imperfección de uniones soldadas	156
13.4.	Imperfecciones en soldaduras de acuerdo con EN ISO 6520	163
UD14	PROCESO DE FUNDICIÓN Y POSIBLES IMPERFECCIONES	165
14.1.	Proceso de fundición	167
14.2.	Imperfecciones	169
UD15	IMPERFECCIONES EN SOLDADURAS Y FUNCIONES	173
15.1.	Imperfecciones en soldaduras	175
15.2.	Imperfecciones de las fundiciones	178
15.3.	Otras imperfecciones formadas en imágenes de películas de rayos X	181
UD16	ENSAYO DE OTROS MATERIALES	183
16.1.	Materiales con número atómico bajo y densidad baja	185
16.2.	Filtrado intermedio para reducir la relación de dispersión	187
16.3.	Materiales de alta densidad y alto número atómico	187
16.4.	Filtrado preliminar para el endurecimiento	187
UD17	CÓMO REDACTAR UNA INSTRUCCIÓN EN END	189
17.1.	Cómo redactar una instrucción en END	191
17.2.	Marcado del componente de la película	192
UD18	INFORME DEL ENSAYO: REGISTRO	195

18.1.	Registro del ensayo	197
18.2.	Protocolo de exposición	199
UD19	ASPECTOS BÁSICOS DE LA EVALUACIÓN	201
19.1.	Condición de la inspección de la película	203
19.2.	Requisitos relacionados con los negatoscopios	203
19.3.	Condiciones medioambientales	204
19.4.	Condiciones para la evaluación de la película	204
19.5.	Condición y tratamiento de las películas	204
19.6.	Control del marcado de la película	205
19.7.	Control de la densidad y áreas evaluables	205
19.8.	Control de la calidad de imagen (IQI)	205
19.9.	Defectos de la película, de la pantalla y del revelado	205
19.10.	Detección, clasificación y evaluación de defectos	205
19.11.	Lista de comprobación para evaluación de la película	205
UD20	EVALUACIÓN DE IMPERFECCIONES EN SOLDADURAS	209
20.1.	Detección, clasificación y evaluación de imperfecciones en soldaduras	211
20.2.	Clasificación (evaluación) de acuerdo con la EN ISO 5817	212
20.3.	Catálogo DVS	216
20.4.	AD-2000 Merkblatt HP 5/3	216
UD21	REGISTRO DE DEFECTOS	223
21.1.	Registro de defectos	225
UD22	EVALUACIÓN DE PELÍCULAS DE FUNDICIÓN	227
22.1.	Identificación de los tipos de indicaciones	229
22.2.	Características de los defectos/niveles de calidad	230
22.3.	Selección de catálogo de comparación	230
22.4.	Clasificación de las indicaciones	231
22.5.	Evaluación	231
22.6.	Clasificación de las aleaciones de fundiciones de metal ligero	232
22.7.	Estructura de las normas para el ensayo de fundición	232
UD23	INTRODUCCIÓN A LAS DIFICULTADES DE LA EVALUACIÓN	235
23.1.	Parámetros de influencia	237
UD24	REGULACIONES TÉCNICAS	239
24.1.	Regulación técnica AD: HP 5/3	241
24.2.	Regulación técnica de VGB	241
24.3.	Regulaciones técnicas GL	241
24.4.	Regulaciones LTF	241
24.5.	EN 1559. Fundición	241
24.6.	EN 1206. Ensayo de soldaduras	241
24.7.	Normas con criterios de aceptación para uniones soldadas	246
UD25	REGULACIONES TÉCNICAS EXTRANJERAS PARA LA EVALUACIÓN DE DEFECTOS	247
25.1.	Código ASME	249