

## ANEXOS

**ANEXO No. 01:** Cuadros resúmenes de puntos más notables obtenido para las distintas configuraciones realizadas en el presente estudio de investigación.

**Cuadro A1.1.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=350\text{mm}$  y  $a=10\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	4	0.17	2.45
200	8	0.33	3.09
250	12	0.5	3.8
300	12	0.5	5.68

**Cuadro A1.2.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=350\text{mm}$  y  $a=15\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	---	---	---
200	8	0.4	2.82
250	10	0.5	4.95
300	10	0.5	7.66

**Cuadro A1.3.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=350\text{mm}$  y  $a=20\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	6	0.5	2.75
200	6	0.5	6.09
250	---	---	---
300	---	---	---

**Cuadro A1.4.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=450\text{mm}$  y  $a=10\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	---	---	---
200	6	0.17	2.29
250	10	0.28	2.51
300	16	0.44	2.45

**Cuadro A1.5.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=450\text{mm}$  y  $a=15\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	---	---	---
200	6	0.25	2.95
250	12	0.5	2.95
300	12	0.5	5.81

**Cuadro A1.6.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=450\text{mm}$  y  $a=20\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	4	0.25	2.45
200	8	0.5	3.39
250	8	0.5	6.37
300	---	---	---

**Cuadro A1.7.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=550\text{mm}$  y  $a=10\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	---	---	---
200	4	0.1	2.29
250	8	0.2	2.29
300	12	0.3	2.63

**Cuadro A1.8.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=550\text{mm}$  y  $a=15\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	---	---	---
200	4	0.13	3.23
250	10	0.31	2.34
300	14	0.44	2.82

**Cuadro A1.9.:** Puntos más importantes obtenidos al utilizar el tubo de rayos X con  $D=550\text{mm}$  y  $a=20\text{mm}$

KV	$e_{\text{máx}}$ (mm)	$U_M$ (mm)	$V_c$ (mm/s)
150	---	---	---
200	6	0.25	2.82
250	12	0.5	2.51
300	12	0.5	4.95

**ANEXO No. 02:** Datos Experimentales Recopilados (Tabla de Densidades).

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	2.6	1.04	0.58
18	3.15	1.23	0.68
16	3.73	1.48	0.82
14	4.13	1.8	1
12	4.3	2.13	1.22
10	4.35	2.51	1.48
8	4.35	2.95	1.87
6	4.35	3.4	2.41
4	4.35	3.72	3.16
2	4.35	3.86	4.1

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.3	0.63	0.36
18	1.63	0.74	0.41
16	2.04	0.89	0.49
14	2.58	1.11	0.59
12	3.16	1.34	0.71
10	3.78	1.66	0.87
8	4.21	2.09	1.12
6	4.32	2.66	1.48
4	4.32	3.28	2.06
2	4.32	3.77	3.1

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.6	0.31	0.25
18	0.73	0.34	0.27
16	0.9	0.4	0.29
14	1.15	0.5	0.33
12	1.49	0.6	0.38
10	1.94	0.77	0.46
8	2.65	1.01	0.58
6	3.56	1.4	0.78
4	4.22	1.99	1.13
2	4.3	2.97	1.88

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.24	0.2	0.19
18	0.26	0.2	0.19
16	0.3	0.21	0.2
14	0.36	0.22	0.21
12	0.45	0.25	0.22
10	0.58	0.29	0.24
8	0.81	0.36	0.27
6	1.28	0.5	0.34
4	2.11	0.76	0.48
2	3.78	1.42	0.83

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	2.33	1.19	0.54
18	2.66	1.43	0.63
16	3.07	1.73	0.76
14	3.45	2.06	0.91
12	3.75	2.4	1.07
10	3.99	2.83	1.3
8	4.12	3.29	1.6
6	4.18	3.68	1.96
4	4.19	3.99	2.47
2	4.19	4.13	3.24

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.35	0.69	0.43
18	1.63	0.83	0.47
16	1.96	1.01	0.54
14	2.35	1.25	0.64
12	2.74	1.52	0.74
10	3.19	1.88	0.9
8	3.63	2.31	1.12
6	3.92	2.85	1.45
4	4.06	3.46	1.93
2	4.1	3.95	2.75

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.6	0.35	0.23
18	0.72	0.4	0.25
16	0.89	0.47	0.28
14	1.12	0.58	0.32
12	1.39	0.72	0.36
10	1.81	0.93	0.44
8	2.35	1.24	0.55
6	3.01	1.68	0.73
4	3.65	2.35	1.04
2	4.01	3.35	1.67

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.27	0.2	0.2
18	0.28	0.21	0.2
16	0.3	0.22	0.21
14	0.36	0.26	0.21
12	0.43	0.28	0.22
10	0.55	0.34	0.23
8	0.75	0.44	0.26
6	1.12	0.61	0.33
4	1.8	0.97	0.45
2	3.07	1.82	0.76

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	3.99	1.8	0.94
18	4.2	2.11	1.16
16	4.25	2.42	1.42
14	4.26	2.84	1.75
12	4.26	3.21	2.13
10	4.26	3.51	2.64
8	4.26	3.72	3.25
6	4.26	3.83	3.88
4	4.26	3.87	4.21
2	4.26	3.88	4.26

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	2.39	0.97	0.6
18	2.93	1.17	0.71
16	3.5	1.42	0.84
14	4.01	1.77	1.03
12	4.2	2.16	1.27
10	4.25	2.59	1.6
8	4.25	3.04	2.05
6	4.25	3.49	2.7
4	4.25	3.76	3.58
2	4.25	3.85	4.2

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.98	0.45	0.33
18	1.22	0.53	0.37
16	1.55	0.64	0.42
14	2.05	0.81	0.5
12	2.64	1.02	0.6
10	3.4	1.3	0.75
8	4.05	1.71	1
6	4.23	2.3	1.38
4	4.23	3.06	2.05
2	4.24	3.95	3.32

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	350
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.32	0.21	0.2
18	0.35	0.22	0.21
16	0.42	0.24	0.22
14	0.54	0.28	0.24
12	0.7	0.33	0.26
10	0.98	0.41	0.31
8	1.44	0.55	0.39
6	2.28	0.83	0.54
4	3.63	1.33	0.84
2	4.23	2.42	1.57

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.44	0.76	0.37
18	1.74	0.89	0.43
16	2.08	1.06	0.49
14	2.55	1.28	0.57
12	3.07	1.56	0.68
10	3.57	1.92	0.82
8	4.02	2.42	1
6	4.23	3.06	1.28
4	4.3	3.76	1.67
2	4.3	4.12	2.44

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.75	0.47	0.26
18	0.91	0.53	0.29
16	1.12	0.63	0.32
14	1.38	0.77	0.37
12	1.73	0.94	0.43
10	2.17	1.17	0.5
8	2.78	1.49	0.62
6	3.49	1.96	0.8
4	4.09	2.69	1.08
2	4.24	3.78	1.68

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	50
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.37	0.29	0.2
18	0.43	0.32	0.21
16	0.52	0.36	0.22
14	0.65	0.41	0.25
12	0.82	0.49	0.27
10	1.06	0.6	0.32
8	1.42	0.77	0.38
6	2	1.04	0.49
4	2.94	1.48	0.67
2	4.03	2.5	1.06

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.21	0.19	0.17
18	0.22	0.19	0.17
16	0.24	0.19	0.17
14	0.27	0.2	0.18
12	0.32	0.22	0.19
10	0.49	0.25	0.2
8	0.52	0.3	0.22
6	0.75	0.39	0.25
4	1.22	0.56	0.32
2	2.3	0.99	0.5

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.91	1	0.44
18	2.32	1.19	0.51
16	2.78	1.44	0.59
14	3.31	1.78	0.71
12	3.75	2.19	0.85
10	4	2.69	1.03
8	4.09	3.26	1.28
6	4.11	3.79	1.64
4	4.11	4	2.16
2	4.11	4.03	3.14

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.05	0.56	0.3
18	1.3	0.65	0.34
16	1.62	0.78	0.9
14	2.01	0.94	0.46
12	2.47	1.17	0.54
10	3.07	1.48	0.65
8	3.68	1.91	0.82
6	4.03	2.54	1.07
4	4.09	3.37	1.46
2	4.1	4	2.28

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.44	0.31	0.21
18	0.53	0.35	0.22
16	0.63	0.41	0.24
14	0.81	0.48	0.27
12	1.02	0.6	0.3
10	1.32	0.77	0.35
8	1.79	1.01	0.43
6	2.53	1.37	0.56
4	3.5	1.97	0.78
2	4.07	3.2	1.26

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.22	0.19	0.18
18	0.23	0.2	0.18
16	0.26	0.21	0.18
14	0.3	0.22	0.19
12	0.36	0.25	0.2
10	0.45	0.29	0.21
8	0.6	0.36	0.24
6	0.9	0.49	0.29
4	1.47	0.73	0.38
2	2.82	1.34	0.64



<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	2.7	1.24	0.61
18	3.24	1.5	0.73
16	3.69	1.82	0.88
14	3.95	2.14	1.07
12	4.02	2.49	1.28
10	4.03	2.9	1.58
8	4.03	3.3	1.99
6	4.03	3.65	2.56
4	4.03	3.85	3.31
2	4.03	3.93	3.93

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.51	0.73	0.38
18	1.86	0.87	0.44
16	2.27	1.05	0.51
14	2.92	1.3	0.62
12	3.43	1.58	0.75
10	3.86	1.92	0.93
8	4.01	2.37	1.19
6	4.03	2.94	1.6
4	4.03	3.48	2.2
2	4.03	3.86	3.28

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.6	0.37	0.24
18	0.74	0.41	0.27
16	0.93	0.49	0.3
14	1.22	0.61	0.35
12	1.59	0.74	0.41
10	2.09	0.94	0.51
8	2.82	1.24	0.65
6	3.66	1.69	0.88
4	4.02	2.34	1.27
2	4.04	3.31	2.1

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	450
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.24	0.2	0.18
18	0.25	0.21	0.19
16	0.29	0.22	0.19
14	0.35	0.25	0.2
12	0.43	0.29	0.22
10	0.57	0.34	0.24
8	0.8	0.44	0.28
6	1.24	0.61	0.37
4	2.07	0.96	0.52
2	3.69	1.75	0.9

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.06	0.56	0.33
18	1.28	0.66	0.36
16	1.54	0.77	0.4
14	1.85	0.92	0.46
12	2.24	1.1	0.53
10	2.77	1.35	0.62
8	3.38	1.68	0.74
6	4.07	2.14	0.93
4	4.46	2.83	1.22
2	4.52	3.91	1.77

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.59	0.37	0.25
18	0.69	0.42	0.26
16	0.83	0.48	0.29
14	1.02	0.55	0.32
12	1.26	0.66	0.36
10	1.58	0.82	0.41
8	2.03	1.02	0.49
6	2.71	1.34	0.62
4	3.63	1.86	0.81
2	4.4	2.84	1.2

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.33	0.25	0.2
18	0.37	0.26	0.21
16	0.43	0.3	0.22
14	0.5	0.33	0.23
12	0.61	0.37	0.25
10	0.77	0.45	0.28
8	1.01	0.56	0.31
6	1.4	0.74	0.38
4	2.01	1.04	0.49
2	3.29	1.74	0.74

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	10
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.21	0.2	0.19
18	0.21	0.2	0.19
16	0.22	0.2	0.19
14	0.23	0.21	0.19
12	0.26	0.22	0.2
10	0.3	0.24	0.2
8	0.38	0.27	0.22
6	0.49	0.33	0.24
4	0.75	0.46	0.28
2	1.37	0.76	0.4

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.32	0.71	0.39
18	1.61	0.84	0.44
16	1.93	0.98	0.5
14	2.32	1.19	0.58
12	2.79	1.43	0.65
10	3.33	1.75	0.78
8	3.84	2.18	0.94
6	4.13	2.76	1.19
4	4.19	3.5	1.57
2	4.19	4.12	2.3

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.73	0.46	0.3
18	0.86	0.53	0.33
16	1.05	0.62	0.36
14	1.3	0.74	0.4
12	1.61	0.88	0.45
10	2.04	1.07	0.51
8	2.58	1.35	0.61
6	3.3	1.77	0.77
4	3.98	2.41	1.03
2	4.17	3.52	1.58

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.4	0.31	0.34
18	0.47	0.34	0.35
16	0.54	0.4	0.36
14	0.65	0.41	0.39
12	0.79	0.48	0.33
10	1.01	0.6	0.43
8	1.35	0.75	0.51
6	1.89	1.01	0.59
4	2.7	1.44	0.65
2	3.93	2.36	0.99

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	15
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.26	0.29	0.29
18	0.25	0.33	0.35
16	0.33	0.35	0.33
14	0.37	0.29	0.28
12	0.44	0.28	0.27
10	0.45	0.29	0.29
8	0.5	0.33	0.33
6	0.68	0.41	0.33
4	1.04	0.57	0.39
2	1.95	0.98	0.5

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	300

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.77	0.92	0.71
18	2.09	1.06	0.72
16	2.49	1.26	0.81
14	3.01	1.52	0.9
12	3.52	1.84	0.96
10	3.96	2.28	1.03
8	4.1	2.84	1.21
6	4.14	3.47	1.52
4	4.15	3.99	1.99
2	4.15	4.13	2.88

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	250

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	1.02	0.74	0.53
18	1.13	0.77	0.56
16	1.38	0.84	0.56
14	1.7	0.97	0.59
12	2.12	1.13	0.71
10	2.7	1.39	0.77
8	3.37	1.74	0.85
6	3.96	2.28	1.04
4	4.13	3.08	1.33
2	4.13	4	2

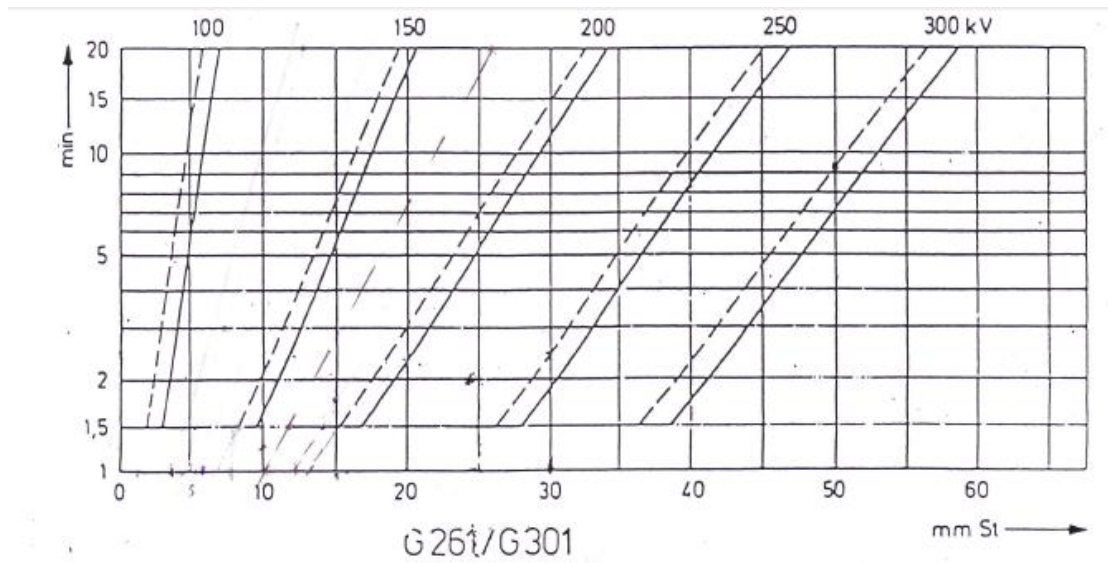
<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	200

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.62	0.56	0.47
18	0.66	0.66	0.47
16	0.67	0.67	0.47
14	0.81	0.57	0.53
12	0.99	0.69	0.54
10	1.22	0.72	0.55
8	1.65	0.9	0.66
6	2.31	1.18	0.66
4	3.33	1.69	0.82
2	4.1	2.75	1.23

<b>Distancia Foco Película (mm)</b>	550
<b>Abertura del Diafragma (mm)</b>	20
<b>Kilovoltaje (KV)</b>	150

ESPESOR (mm)	VELOCIDAD (mm/s)		
	2.29	5.18	15
20	0.26	0.22	0.23
18	0.27	0.23	0.23
16	0.29	0.24	0.23
14	0.31	0.25	0.24
12	0.35	0.27	0.25
10	0.43	0.32	0.26
8	0.56	0.38	0.26
6	0.81	0.5	0.3
4	1.3	0.73	0.38
2	2.48	1.34	0.58

ANEXO No. 03: Diagrama de Exposición Tubo de Rayos X Modelo G301.



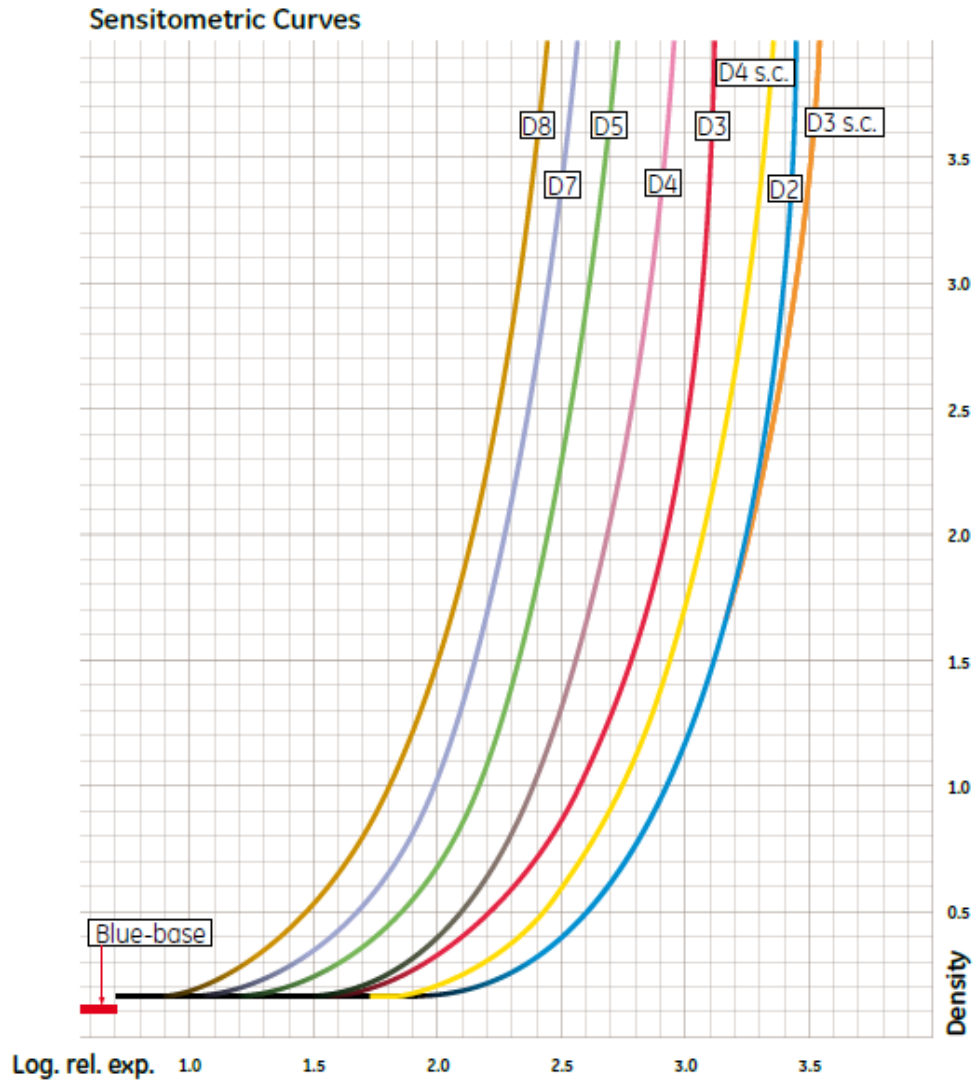
Hot rolled steel  
Agfa-Geveart D7 film or  
equivalent

With lead screens 0,02mm  
Focus - film - distance = 700mm  
5mA tube current  
H and D density  $s = 1,8$  ———  
 $s = 2,2$  - - - -  
5 min developement at 20°C

Warmgewalzter Stahl  
Agfa-Geveart D7 oder  
gleicher Film

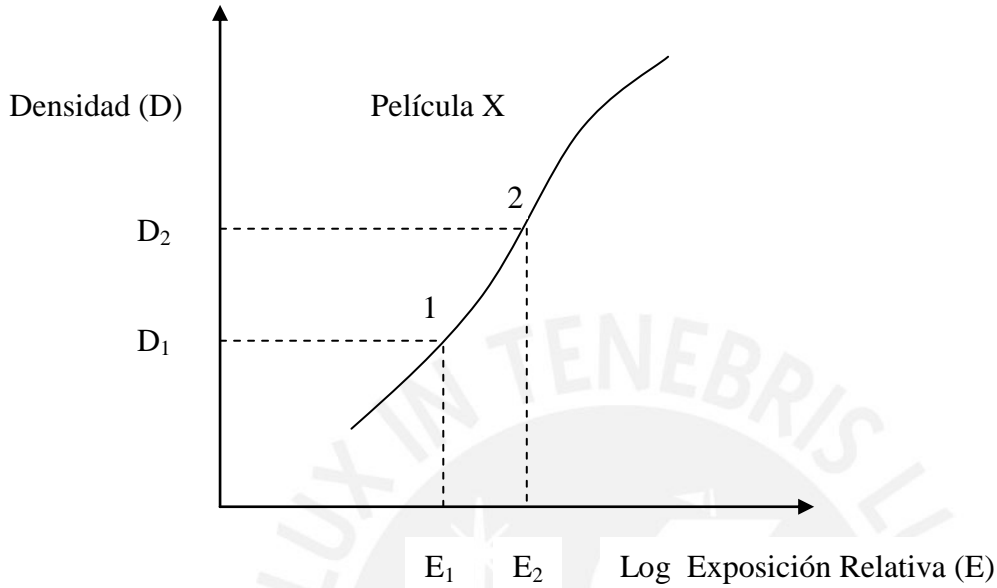
Mit Bleifolien 0,02mm  
Fokus-Film-Abstand = 700mm  
5mA Rohrenstrom.  
Schwärzung  $s = 1,8$  ———  
 $s = 2,2$  - - - -  
5 min Entwicklungszeit bei 20°C

ANEXO No. 04: Curvas Sentisométricas de la Película AGFA D7 - Structurix.



Structurix D2 D3 s.c. D3 D4 D5 D7 D8 Exposure and processing parameters:  
200 kV, Pb screens, autom. proc., 8 min. cycle, devel G 135, 28°C

**ANEXO No. 05:** Derivación de la Ecuación de la Velocidad Corregida.



**Fig. No.1A.:** Curva sensitométrica de la Película X

Suponiendo que la Fig. No. 1A, representa la curva característica de la Película X, tenemos que el factor de corrección de la densidad **K** viene dado por la siguiente expresión:

$$K = 10^{(E_2 - E_1)}$$

Donde,

$E_1$  = Valor del logaritmo de la exposición relativa en el **punto 1**, leído de la curva sensitométrica de la película.

$E_2$  = Valor del logaritmo de la exposición relativa en el **punto 2**, leído de la curva sensitométrica de la película.

Además si consideramos que los siguientes parámetros permanecen constantes,

- ✓ Energía de la fuente.
- ✓ Tipo de película
- ✓ Material y espesor del objeto a ser radiografiado
- ✓ Distancia Foco Película
- ✓ Corriente del tubo de rayos X
- ✓ Espesores de pantallas de película

Entonces podemos escribir la siguiente expresión:

$$t_2 = t_1 K \dots\dots\dots (i)$$

Donde,

- $t_1$  = Tiempo de exposición para obtener la densidad  $D_1$  en el **punto 1**.
- $t_2$  = Tiempo de exposición para obtener la densidad  $D_2$  en el **punto 2**.
- $K$  = Factor de corrección de la densidad.

Ahora si tenemos en cuenta que en Radiografía en Movimiento se cumple que:

$$V = \frac{W}{t_{exp}} \dots\dots\dots(ii)$$

Donde,

- $V$  = Velocidad relativa entre la fuente y el objeto a ser radiografiado.
- $W$  = Tamaño de la abertura del diafragma que colima el haz de radiación.
- $t_{exp}$  = Tiempo de exposición.

Por tanto al despejar el tiempo de exposición de la ecuación (ii) y reemplazarla en la ecuación (i), para los puntos 1 y 2 se tiene que:

$$\frac{W_2}{V_2} = \frac{W_1}{V_1} K \dots\dots\dots(iii)$$

Como la abertura del diafragma permanece constante en ambos puntos 1 y 2 entonces  $W_2=W_1$ , luego de las simplificaciones en la ecuación (iii) podemos entonces escribir la siguiente relación:

$$V_2 = \frac{V_1}{K}$$

Donde,

- $V_1$  = Velocidad relativa entre la fuente y el objeto para obtener la densidad  $D_1$ .
- $V_2$  = Velocidad relativa entre la fuente y el objeto para obtener la densidad  $D_2$ .
- $K$  = Factor de corrección de la densidad.



**ANEXO No. 06:** Tabla de valores de capa hemirreductora y decirreductora para el plomo y concreto para diferentes potenciales de tubo de rayos X.

TABLE 6. Shielding equivalents: approximate half value layers (HVL) and tenth value layers (TVL) for lead and concrete for various X-ray tube potentials.<sup>3,27</sup>

Peak Voltage (kV)	Lead				Concrete			
	Half Value Layers		Tenth Value Layers		Half Value Layers		Tenth Value Layers	
	mm	(in.)	mm	(in.)	mm	(in.)	mm	(in.)
50	0.05	(0.002)	0.16	(0.006)	4.32	(0.170)	15.10	(0.594)
70	0.15	(0.006)	0.50	(0.020)	8.38	(0.330)	27.95	(1.100)
100	0.24	(0.009)	0.80	(0.031)	15.10	(0.594)	50.80	(2.000)
125	0.27	(0.011)	0.90	(0.035)	20.30	(0.799)	66.00	(2.598)
150	0.29	(0.011)	0.95	(0.037)	22.35	(0.880)	73.60	(2.898)
200	0.48	(0.019)	1.60	(0.063)	25.40	(1.000)	83.80	(3.299)
250	0.90	(0.035)	3.00	(0.118)	27.95	(1.100)	94.00	(3.701)
300	1.40	(0.055)	4.60	(0.181)	31.21	(1.229)	104.00	(4.094)
400	2.20	(0.087)	7.30	(0.287)	33.00	(1.299)	109.10	(4.295)
500	3.60	(0.142)	11.90	(0.469)	35.55	(1.400)	116.80	(4.598)
1000	7.90	(0.311)	26.00	(1.024)	44.45	(1.750)	147.10	(5.791)
2000	12.70	(0.500)	42.00	(1.654)	63.50	(2.500)	210.40	(8.283)
3000	14.70	(0.579)	48.50	(1.909)	73.60	(2.898)	241.20	(9.496)
4000	16.50	(0.650)	54.80	(2.157)	91.40	(3.598)	304.48	(11.987)
6000	17.00	(0.669)	56.60	(2.228)	104.00	(4.094)	348.00	(13.701)
10000	16.50	(0.650)	55.00	(2.165)	116.80	(4.598)	388.50	(15.295)

**Fuente:** Nondestructive Testing HANDBOOK, “Radiographic Testing” Third Edition Volume 4. p.132

**ANEXO No.7:** Coeficientes de Atenuación del Plomo.

TABLE 38. Attenuation coefficients for lead (atomic number  $Z = 82$ ).

Energy (MeV)	Cross Section ( $10^{-28} \text{ m}^2$ )			Attenuation Coefficient $\mu$		
	Scattering	Photoelectric	Pair	Atomic ( $10^{-28} \text{ m}^2$ )	Mass <sup>a</sup> ( $\text{cm}^2\text{-g}^{-1}$ )	Linear <sup>b</sup> ( $\text{cm}^{-1}$ )
0.02	750	24 000	—	24 800	72.1	818
0.03	450	7620	—	8070	23.5	266
0.04	310	3310	—	3620	10.5	119
0.05	230	1740	—	1970	5.73	65.0
0.06	180	1040	—	1220	3.55	40.3
0.08	127	444	—	571	1.66	18.8
0.088 23	113	334	—	447	1.30	14.7
K 0.088 23 <sup>c</sup>	113	2510	—	2620	7.62	86.4
0.10	100	1780	—	1880	5.47	62.0
0.15	64	596	—	660	1.92	21.8
0.20	49	275	—	324	0.942	10.7
0.30	36.2	93.4	—	130	0.378	4.29
0.40	30.1	45.7	—	75.8	0.220	2.49
0.50	26.3	26.1	—	52.4	0.152	1.72
0.60	23.8	17.3	—	41.1	0.120	1.36
0.80	20.3	9.5	—	29.8	0.0867	0.983
1.0	18.0	6.2	—	24.2	0.0704	0.798
1.5	14.4	3.0	0.5	17.9	0.0521	0.591
2.0	12.2	2.0	1.7	15.9	0.0462	0.524
3.0	9.51	1.1	4.0	14.6	0.0425	0.482
4.0	7.91	0.80	6.02	14.7	0.0427	0.484
5.0	6.79	0.60	7.63	15.0	0.0436	0.494
6.0	6.00	0.49	8.84	15.3	0.0445	0.505
8.0	4.91	0.35	11.0	16.3	0.0474	0.538
10	4.18	0.28	12.8	17.3	0.0503	0.570
15	3.09	0.18	16.3	19.5	0.0567	0.643
20	2.48	0.13	18.9	21.5	0.0625	0.709
30	1.80	0.09	22.6	24.5	0.0712	0.807

a. Mass attenuation coefficient is calculated by using atomic weight  $Z = 207.21$ .  
 b. Linear attenuation coefficient is calculated by using density  $\rho = 11.34 \text{ g cm}^{-3}$ .  
 c. K = K absorption edge.

**Fuente:** Nondestructive Testing HANDBOOK, “Radiographic Testing” Third Edition Volume 4. p.649

**ANEXO No. 08:** Traducción Libre del Apéndice I, Artículo 2 de la Sección V del Código ASME 2013.

## Apéndice 1 – radiografía en movimiento

### I-210 Alcance

La radiografía en movimiento es una técnica de radiografiado donde el objeto que está siendo radiografiado y/o la fuente de radiación esta en movimiento durante la exposición.

### I-220 Requerimiento generales

#### I 223 Localización del símbolo de detección de radiación retrodifundida

- (a) Para soldaduras longitudinales, el símbolo de plomo “B” debe ser anexado en la parte trasera de cada placa o en intervalos iguales que no excedan 36” (914 mm) de separación, lo que sea menor.
- (b) Para soldaduras circunferenciales, el símbolo de plomo “B” debe ser anexado en la parte trasera de cada placa en cada cuadrante o en espacios no mayores de 36” (914 mm), cualquiera sea menor.

### I-260 Calibración

#### I-263 Ancho del haz

El ancho del haz debe ser controlado por un metal diafragma (colimador) tal como plomo. El diafragma de la energía seleccionada debe ser al menos 10 valores de capa media de espesor.

El ancho del haz como mostrado en la Fig. I-263 debe ser determinado de acuerdo con:

$$w = \frac{c(F + a)}{b} + a$$

Donde:

w = Ancho del haz del lado de la fuente medido en la dirección del movimiento.

a = Ancho de abertura del diafragma en la dirección del movimiento

b = Distancia desde la fuente al lado de la soldadura del diafragma

c = Distancia desde el lado de la soldadura del diafragma al lado de la fuente de la superficie soldada.

F = Tamaño de la fuente: La máxima dimensión proyectada de la fuente de radiación (o punto focal) in el plano perpendicular a la distancia b + c desde la soldadura que esta siendo radiografiada.

Note: Use unidades consistentes.

## I-270 Examinación

### I-274 Penumbra geométrica en movimiento

**I-274.1 Penumbra geométrica.** La penumbra geométrica para radiografías en movimiento debe ser determinada de acuerdo con T-274.1

**I-274.2 Penumbra en movimiento.** La penumbra geométrica en movimiento debe ser determinada de acuerdo con:

$$U_M = \frac{wd}{D}$$

Donde:

$U_M$  = Penumbra en movimiento

w = ancho del haz en el lado de la fuente de la soldadura medida en la dirección de movimiento determinada como es especificado en I-263

d = Distancia desde el lado de la fuente de la soldadura que esta siendo radiografiada a la película.

D = Distancia desde la fuente de radiación a la soldadura que esta siendo radiografiada.

Note: Use unidades consistentes.

**I-274.3 Limitaciones de la penumbra.** Máximos valores recomendados de penumbra geométrica y penumbra en movimiento son provistos en T-274.2

### I-275 Ubicación de marcas

La ubicación de marcas debe ser adyacente a la soldadura en el extremos de cada película y también a intervalos iguales que no excedan 15" (381 mm).

### I-277 Ubicación y número de IQIs

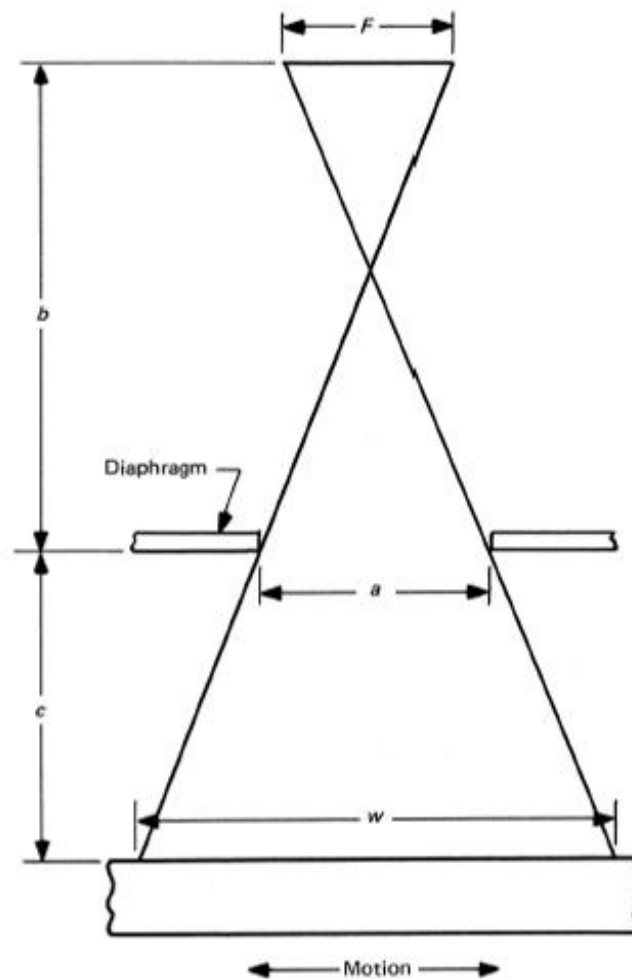
- (a) Para soldaduras longitudinales, IQIs tipo agujero deben ser ubicados adyacentes a y en cada lado de la costura soldada, o en la costura soldada, al inicio y fin de la soldadura, y espaciados en intervalos aproximadamente iguales que no excedan 36" (914 mm) o en cada película. IQIs tipo alambre, cuando son usados, deben ser ubicados en la costura soldada de tal forma que la longitud de los alambres sea perpendicular a la longitud de la soldadura y espaciados como indicado para los IQIs tipo agujero.

- (b) Para soldaduras circunferenciales, , IQIs tipo agujero deben ser ubicados adyacentes a y en cada lado de la costura soldada o en las soldaduras en cada cuadrante o espaciados no mas que 36" (914 mm), cualquiera sea menor. IQIs tipo alambre, cuando son usados, deben ser ubicados en la costura soldada de tal forma que la longitud de los alambres sea perpendicular a la longitud de la soldadura y espaciados como indicado para los IQIs tipo agujero.

### I-279 Area reparada

Caundo radiografía de un área reparada es requerida, la longitud de la película usada debe ser al menos igual a la longitud de la localización original del intervalo marcado.

FIG. I-263 BEAM WIDTH DETERMINATION



**ANEXO No. 09:** Registro Fotográfico de Placas Radiográficas.



**ANEXO No. 10:** Registro Fotográfico de una Placa Radiográfica Tomada Mediante la Técnica de Radiografía en Movimiento a un cupón de Soldadura.

