



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**“DESTINTADO DE PAPEL DE IMPRESIÓN LASER POR
MEDIO MAGNÉTICO-MECÁNICO”.**

TESIS

QUE PRESENTA:

ING. ENRIQUE RAMÍREZ VALDOVINOS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE LA MADERA

DIRECTOR

DR. JOSÉ GUADALUPE RUTIAGA QUIÑONES

CODIRECTORES (UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA)

DR. ROGELIO RAMÍREZ CASILLAS

M.C. BRUNO BECERRA AGUILAR

MORELIA, MICH. OCTUBRE DE 2010

Agradecimientos, instituciones:

A la Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo.

Al posgrado de Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera.

Al Instituto de Madera, Celulosa y Papel “Karl Austin Grellmann” perteneciente a la Universidad de Guadalajara.

A las diferentes instituciones que otorgaron la facilidad del apoyo económico para que se hiciera posible el desarrollo de la presente investigación, dichas instituciones son:

Becas CONACYT.

Becas ECOES.

Beca de la Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo.

Agradecimientos Personales:

De manera personal quisiera agradecer en forma especial al Dr. José Guadalupe Rutiaga Quiñones, por la oportunidad brindada para el ingreso al posgrado de la Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera, por la confianza y apoyo brindado para el otorgamiento de la beca de Universidad Michoacana, así como el apoyo para el desarrollo de la presente investigación y orientación durante el curso de la maestría.

Al M.C. Marco Antonio Herrera por el apoyo brindado para el otorgamiento de las becas Conacyt y de la Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, ya que sin ellos sería posible el desarrollo de la presente investigación y por la oportunidad brindada para el ingreso al posgrado.

Al Dr. Rogelio Ramírez Casillas de la Universidad de Guadalajara, por darme la oportunidad y confianza de realizar una investigación tan importante en el área de celulosa y papel, como lo es el “destintado de papel de impresión laser por medio magnético-mecánico”, así como la facilidad del uso de laboratorio y equipo en el instituto de celulosa y papel de la Universidad de Guadalajara.

A los diferentes profesores, investigadores y amigos del instituto de Madera, Celulosa y Papel “Karl Austin Grellman” perteneciente a la Universidad de Guadalajara, a todos ustedes gracias, Dr. José Ramos Quirarte, Dr. José Turrado Saucedo, Dr. Ansaldo, M.C. Bruno Becerra, M.C. Jesús Vargas, M.C. Teófilo Escoto, Ing. Raúl vega, M.C. Carmen, Belquis, Fabiola, Edna, soledad, por la facilidad otorgada para el uso de los diferentes equipos para el desarrollo de la presente investigación y acceso a los diferentes laboratorios, pertenecientes al instituto.

Dedicatorias:

A Dios por darme la oportunidad de iniciar y terminar un nuevo reto, por darme una lección muy importante en la vida, ayudarme a crecer como persona y profesionista.

A mis padres (Angelina Valdovinos y Francisco Ramírez), sobre todo en forma muy especial a mi madre, que ha sido el motor para continuar luchando en la vida.

A mis hermanos Antonio, Gabriel, Juana, Francisco, Fernando y Bladimir por su apoyo incondicional en la vida.

A mis familiares como lo es mi Tía Carmen y sus Hijos Fabiola, verónica e Ing. Rogelio Reyes por el hospedaje brindado en la ciudad de Guadalajara.

A mi novia Erika Nathalie y su familia por su apoyo incondicional y motivación.

A mis Amigos y compañeros del posgrado Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera, Rafa, Marcial, José Luis, Isaac, Miriam, Roció, Alía, Don Arnoldo, Saúl, etc.

A mis amigos de toda la vida Wilfrido, Paco, Adrian, Tadeo, Ángel, Luis, Miguel Ángel, Arturo, Carlos, Jorge, Israel, Leonel, etc.

RESUMEN

La realización del presente trabajo surge de la necesidad de contribuir al desarrollo sostenible de los conceptos que están ampliamente vinculados con este tema: la preservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

El equilibrio ecológico y ambiental ha llegado a puntos críticos, causando consecuencias graves e irreversibles a nuestro entorno natural, debido al desarrollo industrial por parte de las grandes potencias mundiales, países en vías de desarrollo e incluso países del tercer mundo.

La presente investigación, propone el uso de un nuevo equipo que genera fuerzas magnéticas-mecánicas para el destintado de la pulpa para la fabricación de papel, evitando con este equipo el uso de agentes químicos.

En esta investigación, el papel bond de impresión LASER fue desintegrado 1.5% de consistencia durante 5 minutos. Posteriormente la pulpa fue tratada en un equipo, que produce un efecto magnético-mecánico, teniendo un mínimo de velocidad de 1 y un máximo de 10, a una consistencia de 0.5 al 2% y un tiempo de tratamiento de 5 a 20 minutos.

Las variables experimentales fueron definidas por un diseño experimental factorial 2^3 con dos puntos centrales usando un programa statgraphics. La pulpa que fue tratada con el equipo magnético-mecánico se le aplicó un proceso de lavado usando un agente de dispersión ISTEMUL 780 al 0.3%, para eliminar las tintas separadas.

El número de tintas se determino mediante un equipo Dot-Counter que determina el número de partículas en rangos de 100-150, 150-200, 200-250, 250-500 μ .

Es importante la adición del agente dispersante en los sistemas de lavado para aumentar la eficiencia en la eliminación de partículas de tintas; por lo menos así se requirió para este trabajo.

DESTINTADO DE PAPEL DE IMPRESIÓN LASER POR MEDIO MAGNÉTICO-MECÁNICO.

ÍNDICE

Capítulo		Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES	2
3.	OBJETIVOS	5
4.	HIPOTESIS	5
5.	JUSTIFICACIÓN	5
6.	MARCO TEÓRICO	6
	6.1. Generalidades	6
	6.2. Definición de papel	6
	6.3. Materias primas para la elaboración del papel	6
	6.4. Materias primas fibrosas	7
	6.5. Materias primas para reciclar	7
	6.6. Tipos de papel utilizados para el destintado	8
	6.7. Proceso de fabricación de papel reciclado	10
	6.8. Etapas del proceso	12
	6.9. Producción de pulpas con fibras secundarias	16
	6.10. Características de los papeles de escritura e impresión	17
	6.11. Blancura en un papel	18
	6.12. Magnetismo	18
	6.13. La naturaleza de los materiales magnéticos	20
	6.14. Definición "Laser"	21
	6.15. Xerografía e impresión laser	21
	6.16. Definición de cenizas	22
7.	METODOLOGÍA	23
	7.1. Materia prima y reactivos	24
	7.2. Equipos utilizados	24
	7.3. Preparación del material	24
	7.4. Determinación de humedad	24
	7.5. Métodos de desintegración para pulpas químicas y mecánicas	25
	7.6. Desintegrador	25
	7.7. Detalles del equipo desintegrador	25
	7.8. Clasificación de la pulpa en fracciones fibrosas	25
	7.9. Equipo Bauer McNett para la clasificación de fibras	26
	7.10. Formador de hojas	26
	7.11. Equipo magnético-mecánico	27
	7.12. Equipo Dot Counter	27
	7.13. Equipo Elrepho	28
	7.14. Celda de lavado	29
	7.15. Microscopio	29
	7.16. Mufla	29
	7.17. Procedimiento	30
8.	RESULTADOS	34
	8.1. Diseño experimental para las variables y respuestas	34

8.2. Comportamiento del número de partículas de tinta para cenizas(Hoja desintegrada)	38
8.3. Comportamiento del número de partículas de tinta para cenizas (Hoja con tratamiento magnético-mecánico)	39
8.4. Comportamiento del número de partículas de tinta para cenizas (hoja de lavado)	41
8.5. Comportamiento del numero de partículas de tinta para cenizas (tintas)	42
8.6. Comportamiento de la blancura para la hoja desintegrada	44
8.7. Comportamiento de la blancura para la hoja con tratamiento magnético-mecánico	45
8.8. Comportamiento de la blancura para la hoja de lavado	46
8.9. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 50 μ m, hoja desintegrada	48
8.10. Dot counter para el rango de 50 μ m, hoja con tratamiento magnético-mecánico	49
8.11. Dot counter para el rango de 50 μ m, hoja de lavado	51
8.12. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 100 μ m, hoja desintegrada	52
8.13. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 100 μ m, hoja con tratamiento magnético-mecánico	54
8.14. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 100 μ m, hoja de lavado	55
8.15. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 150 μ m, hoja desintegrada	57
8.16. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 150 μ m, hoja con tratamiento magnético-mecánico	59
8.17. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 150 μ m, hoja de lavado	60
8.18. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 200 μ m, hoja desintegrada	62
8.19. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 200 μ m, hoja con tratamiento magnético-mecánico	64
8.20. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 200 μ m, hoja de lavado	66
8.21. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 250 μ m, hoja desintegrada	67
8.22. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 250 μ m, hoja con tratamiento magnético-mecánico	69
8.23. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 250 μ m, hoja de lavado	71
8.24. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 500 μ m, hoja desintegrada	72
8.25. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 500 μ m, hoja con tratamiento magnético-mecánico	74
8.26. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 500 μ m, hoja de lavado	76
8.27. Clasificación de fibras (diseño experimental)	77
8.28. Clasificación de fibras para la malla 30	78

	8.29. Clasificación de fibras para la malla 50	80
	8.30. Clasificación de fibras para la malla 100	81
	8.31. Clasificación de fibras para la malla 200	83
	8.32. Comportamiento de la longitud de fibra para la hoja desintegrada	84
	8.33. Comportamiento de la longitud de fibra para la hoja con tratamiento magnético-mecánico	87
	8.34. Comportamiento de la longitud de fibra para la hoja de lavado	89
	8.35. Clasificación de fibras (Comparación papel bond vs p/t)	90
	8.36. Gráficas Dot Counter para la corrida No.1	92
	8.37. Gráficas Dot Counter para la corrida No.2	96
	8.38. Gráficas Dot Counter para la corrida No.3	100
	8.39. Gráficas Dot Counter para la corrida No.4	104
	8.40. Gráficas Dot Counter para la corrida No.5	108
	8.41. Gráficas Dot Counter para la corrida No.6	112
	8.42. Gráficas Dot Counter para la corrida No.7	116
	8.43. Gráficas Dot Counter para la corrida No.8	120
	8.44. Gráficas Dot Counter para la corrida No.9	125
	8.45. Gráficas Dot Counter para la corrida No.10	129
	8.46. Gráficas Dot Counter para la corrida No.11	134
	8.47. Gráficas Dot Counter para la corrida No.12	138
	8.48. Gráficas Dot Counter para la corrida No.13	143
	8.49. Gráficas Dot Counter para la corrida No.14	147
	8.50. Gráficas Dot Counter para la corrida No.15	152
	8.51. Gráficas Dot Counter para la corrida No.16	156
	8.52. Gráficas Dot Counter para la corrida No.17	160
	8.53. Gráficas Dot Counter para la corrida No.18	165
	8.54. Gráficas Dot Counter para la corrida No.19	169
	8.55. Gráficas Dot Counter para la corrida No.20	173
9.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	178
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	181
11.	BIBLIOGRAFÍA	182
12.	ÁPENDICE	184
13.	ANEXOS	216

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Vista esquemática de una máquina de papel	15
2	Papel con superficie blanca con capacidad para reflejar la luz	18
3	Impresión láser de un papel bond	22
4	Diagrama de flujo	23
5	Papel de impresión laser (materia prima)	24
6	Balanza analítica (determinación de humedad)	24
7	Desintegrador	25
8	Desintegrador con pulpa	25
9	Bauer McNett	26
10	Clasificador de fibra	26
11	Bomba de vacío	27
12	Embudo Buchner	27
13	Obtención de una hoja del embudo Buchner	27
14	Equipo Magnético-mecánico	27
15	Aplicación del tratamiento “magnético-mecánico”	27
16	Equipo Dot Counter	28
17	Escaner Dot Counter	28
18	Equipo elrepho	28
19	Resultados del equipo elrepho	28

20	Celda de lavado	29
21	Hoja de lavado	29
22	Microscopio	29
23	Mufla	29
24	Cocción del papel	29
25	Diseños de experimentos	35
26	Diseño de experimentos para los rangos de 250, 500 μ y blancura	37
27	Gráfica de pareto para la hoja desintegrada (cenizas)	39
28	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada (cenizas)	39
29	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (cenizas)	40
30	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (cenizas)	40
31	Gráfica de Pareto para la hoja de lavado (cenizas)	41
32	Superficie de respuesta para la hoja de lavado (cenizas)	41
33	Gráfica de pareto para la hoja con tintas (cenizas)	43
34	Superficie de respuesta para la hoja con tintas (cenizas)	43
35	Gráfica de pareto para la hoja desintegrada (Blancura)	45
36	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada (Blancura)	45
37	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (Blancura)	46
38	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (Blancura)	46
39	Gráfica de pareto para la hoja de lavado (Blancura)	47
40	Superficie de respuesta para la hoja de lavado (Blancura).	47

41	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para el rango de 50 μ	49
42	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para el rango de 50 μ	49
43	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 50 μ	50
44	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 50 μ	50
45	Gráfica de pareto para la hoja de lavado para el rango de 50 μ	52
46	Superficie de respuesta para la hoja de lavado en el rango de 50 μ	52
47	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para el rango de 100 μ	53
48	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para el rango de 100 μ	53
49	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 100 μ	55
50	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 100 μ	55
51	Gráfica de pareto para la hoja de lavado para el rango de 100 μ	56
52	Superficie de respuesta para la hoja de lavado en el rango de 100 μ	56
53	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para el rango de 150 μ	58
54	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para el rango de 150 μ	58
55	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 150 μ	60
56	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 150 μ	60
57	Gráfica de pareto para la hoja de lavado para el rango de 150 μ	61
58	Superficie de respuesta para la hoja de lavado en el rango de 150 μ	61
59	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para el rango de 200 μ	63

60	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para el rango de 200 μ	63
61	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 200 μ	65
62	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 200 μ	65
63	Gráfica de pareto para la hoja de lavado para el rango de 200 μ	67
64	Superficie de respuesta para la hoja de lavado en el rango de 200 μ	67
65	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para el rango de 250 μ	68
66	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para el rango de 250 μ	68
67	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 250 μ	70
68	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 250 μ	70
69	Gráfica de pareto para la hoja de lavado para el rango de 250 μ	72
70	Superficie de respuesta para la hoja de lavado en el rango de 250 μ	72
71	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para el rango de 500 μ	73
72	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para el rango de 500 μ	73
73	Gráfica de pareto para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 500 μ	75
74	Superficie de respuesta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para el rango de 500 μ	75
75	Gráfica de pareto para la hoja de lavado para el rango de 500 μ	77
76	Superficie de respuesta para la hoja de lavado en el rango de 500 μ	77
77	Clasificación de fibras	78
78	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para la malla 30	79

79	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para la malla 30	79
80	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para la malla 50	81
81	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para la malla 50	81
82	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para la malla 100	82
83	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para la malla 100	82
84	Gráfica de Pareto para la hoja desintegrada para la malla 200	84
85	Superficie de respuesta para la hoja desintegrada para la malla 200	84
86	Longitud de fibras para cada una de las corridas experimentales	86
87	Gráfica de Pareto para la longitud de fibra (hoja desintegrada)	87
88	Superficie de respuesta para la longitud de fibra (hoja desintegrada)	87
89	Gráfica de Pareto para la longitud de fibra para la hoja con tratamiento magnético-mecánico	88
90	Superficie de respuesta para la longitud de fibra para la hoja con tratamiento magnético-mecánico	88
91	Gráfica de Pareto para la longitud de fibra para la hoja de lavado	90
92	Superficie de respuesta para la longitud de fibra para la hoja de lavado.	90
93	Comparación de la clasificación de fibras	91
94	Hoja desintegrada para la corrida No. 1	92
95	Número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada para la corrida No.1	92
96	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.1)	92
97	Análisis del número de partículas de tinta/m ² por área para la hoja desintegrada (corrida No.1)	93
98	Análisis del número de partículas de tinta/m ² para la hoja desintegrada (corrida No.1)	93

99	Hoja con tratamiento magnético-mecánico para la corrida No. 1	93
100	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para la corrida No.1	94
101	Análisis del número de partículas de tinta/ m ² para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (corrida No.1)	94
102	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.1)	94
103	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.1)	94
104	Hoja de lavado para la corrida No.1	95
105	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.1	95
106	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.1)	95
107	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.1)	95
108	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.1)	95
109	Hoja desintegrada para la corrida No.2	96
110	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.2	96
111	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.2)	96
112	Análisis del número de partículas por área para la hoja desintegrada (corrida No.2)	97
113	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.2)	97
114	Hoja con tratamiento magnético-mecánico para la corrida No. 2	97
115	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.2	98

116	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.2)	98
117	Análisis del número de partículas de tinta por análisis por área para la hoja con tratamiento (corrida No.2)	98
118	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.2)	98
119	Hoja de lavado para la corrida No. 2	99
120	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.2	99
121	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.2)	99
122	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.2)	99
123	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.2)	99
124	Hoja desintegrada para la corrida No. 3	100
125	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.2	100
126	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.3)	100
127	Análisis del número de partículas de tinta por análisis por área para la hoja desintegrada (corrida No.3)	101
128	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.3)	101
129	Hoja con tratamiento para la corrida No.3	101
130	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento, corrida No.2	102
131	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.3)	102
132	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.3)	102

133	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.3)	102
134	Hoja de lavado para la corrida No.3	103
135	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.3	103
136	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.3)	103
137	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.3)	104
138	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.3)	104
139	Hoja desintegrada para la corrida No.4	104
140	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.4	105
141	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.4)	105
142	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.4)	105
143	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.4)	105
144	Hoja con tratamiento para la corrida No.4	106
145	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.4	106
146	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.4)	106
147	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.4)	107
148	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.4)	107

149	Hoja de lavado para la corrida No.4	107
150	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.4	108
151	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.4)	108
152	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.4)	108
153	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.4)	108
154	Hoja desintegrada para la corrida No.5	109
155	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.5	109
156	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.5)	109
157	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.5)	109
158	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.5)	109
159	Hoja con tratamiento para la corrida No.5	110
160	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.5	110
161	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.5)	110
162	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.5)	111

163	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.5)	111
164	Hoja de lavado para la corrida No.5	111
165	Análisis del número de partículas de tinta de análisis por área para la hoja de lavado para la corrida No.5	111
166	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.5)	111
167	Análisis del número de partículas de tinta por análisis por área para la hoja de lavado (corrida No.5)	112
168	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.5)	112
169	Hoja desintegrada para la corrida No.6	112
170	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.6	113
171	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.6)	113
172	Análisis de número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.6)	113
173	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.6)	113
174	Hoja con tratamiento para la corrida No.6	114
175	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.6	114
176	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.6)	114

177	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.6)	114
178	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.6)	114
179	Hoja de lavado para la corrida No.6	115
180	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.6	115
181	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.6)	115
182	Análisis de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.6)	116
183	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.6)	116
184	Hoja desintegrada para la corrida No.7	116
185	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.7	117
186	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.7)	117
187	Análisis del número de partículas de tinta por análisis por área para la hoja desintegrada (corrida No.7)	117
188	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.7)	117
189	Hoja con tratamiento para la corrida No.7	118
190	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.7	118

191	Análisis del número por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.7)	118
192	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.7)	119
193	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.7)	119
194	Hoja de lavado para la corrida No.7	119
195	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.7	119
196	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.7)	119
197	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.7)	120
198	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.7)	120
199	Hoja desintegrada para la corrida No.8	120
200	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.8	121
201	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.8)	121
202	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.8)	121
203	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.8)	121
204	Hoja con tratamiento magnético-mecánico para la corrida No. 8	122

205	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento magnético-mecánico para la corrida No.8	122
206	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (corrida No.8)	122
207	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.8)	123
208	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.8)	123
209	Hoja de lavado para la corrida No.8	123
210	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.8	124
211	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.8)	124
212	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.8)	124
213	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.8)	124
214	Hoja desintegrada para la corrida No.9	125
215	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.9	125
216	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.9)	125
217	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.9)	126
218	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.9)	126

219	Hoja con tratamiento para la corrida No.9	126
220	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.9	127
221	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.9)	127
222	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.9)	127
223	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.9)	127
224	Hoja de lavado para la corrida No.9	128
225	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.9	128
226	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.9)	128
227	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.9)	129
228	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.9)	129
229	Hoja desintegrada para la corrida No.10	129
230	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.10	130
231	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.10)	130
232	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.10)	130

233	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.10)	130
234	Hoja con tratamiento para la corrida No. 10	131
235	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.10	131
236	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.10)	131
237	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.10)	132
238	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.10)	132
239	Hoja de lavado para la corrida No.10	132
240	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.10	133
241	Análisis del número por m ² para la hoja de lavado (corrida No.10)	133
242	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.10)	133
243	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.10)	133
244	Hoja desintegrada para la corrida No.11	134
245	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.11	134
246	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.11)	134

247	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.11)	135
248	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.11)	135
249	Hoja con tratamiento para la corrida No.11	135
250	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.11	136
251	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.11)	136
252	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.11)	136
253	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.11)	136
254	Hoja de lavado para la corrida No.11	137
255	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.11	137
256	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.11)	137
257	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.11)	138
258	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.11)	138
259	Hoja desintegrada para la corrida No.12	138
260	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con desintegrada para la corrida No.12	139

261	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.12)	139
262	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.12)	139
263	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.12)	139
264	Hoja con tratamiento para la corrida No.12	140
265	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.12	140
266	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.12)	140
267	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.12)	141
268	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 12)	141
269	Hoja de lavado para la corrida No.12	141
270	Análisis del número de partículas de tinta de por área para la hoja de lavado para la corrida No.12	142
271	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.12)	142
272	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.12)	142
273	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 12)	142
274	Hoja desintegrada para la corrida No.13	143

275	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.13	143
276	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.13)	143
277	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.13)	144
278	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 13)	144
279	Hoja con tratamiento para la corrida No.13	144
280	Análisis del número de partículas de tinta de por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.13	145
281	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.13)	145
282	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.13)	145
283	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 13)	145
284	Hoja de lavado para la corrida No.13	146
285	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.13	146
286	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.13)	146
287	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.13)	147
288	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 13)	147

289	Hoja desintegrada para la corrida No.14	147
290	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.14	148
291	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.14)	148
292	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.14)	148
293	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 14)	148
294	Hoja con tratamiento para la corrida No.14	149
295	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.14	149
296	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.14)	149
297	Análisis por área para la hoja con tratamiento (corrida No.14)	150
298	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 14)	150
299	Hoja de lavado para la corrida No.14	150
300	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.14	151
301	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.14)	151
302	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.14)	151

303	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 14)	151
304	Hoja desintegrada para la corrida No.15	152
305	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.15	152
306	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.15)	152
307	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.15)	153
308	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 15)	153
309	Hoja con tratamiento para la corrida No.15	153
310	Análisis del Número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.15	154
311	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.15)	154
312	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.15)	154
313	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 15)	154
314	Hoja de lavado para la corrida No.15	155
315	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.15	155
316	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.15)	155

317	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.15)	155
318	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 15)	155
319	Hoja desintegrada para la corrida No.16	156
320	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.16	156
321	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.16)	156
322	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.16)	157
323	Análisis de número d partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 16)	157
324	Hoja con tratamiento para la corrida No.16	157
325	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.16	158
326	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.16)	158
327	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.16)	158
328	Análisis del número de partículas por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 16)	158
329	Hoja de lavado para la corrida No.16	159
330	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.16	159

331	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.16)	159
332	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.16)	160
333	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 16)	160
334	Hoja desintegrada para la corrida No.17	160
335	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.17	161
336	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.17)	161
337	Análisis por área para la hoja desintegrada (corrida No.17)	161
338	Análisis de número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 17)	161
339	Hoja con tratamiento para la corrida No.17	162
340	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.17	162
341	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.17)	162
342	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.17)	163
343	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 17)	163
344	Hoja de lavado para la corrida No.17	163

345	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.17	164
346	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.17)	164
347	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.17)	164
348	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 17)	164
349	Hoja desintegrada para la corrida No.18	165
350	Análisis del número de partículas de tinta de por área para la hoja desintegrada para la corrida No.18	165
351	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.18)	165
352	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.18)	166
353	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 18)	166
354	Hoja con tratamiento para la corrida No.18	166
355	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.18	167
356	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.18)	167
357	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.18)	167
358	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 18)	167

359	Hoja de lavado para la corrida No.18	168
360	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.18	168
361	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.18)	168
362	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.18)	169
363	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 18)	169
364	Hoja desintegrada para la corrida No.19	169
365	Análisis del número de partículas de tinta de por área para la hoja desintegrada para la corrida No.19	170
366	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.19)	170
367	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.19)	170
368	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 19)	170
369	Hoja con tratamiento para la corrida No.19	171
370	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.19	171
371	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.19)	171
372	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.19)	172

373	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con lavado (corrida No. 19)	172
374	Hoja de lavado para la corrida No.19	172
375	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.19	172
376	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No.19)	172
377	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.19)	173
378	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 19)	173
379	Hoja desintegrada para la corrida No.20	173
380	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada para la corrida No.20	174
381	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No.20)	174
382	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada (corrida No.20)	174
383	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja desintegrada (corrida No. 20)	174
384	Hoja con tratamiento para la corrida No.20	175
385	Análisis del número de partículas de tinta de por área para la hoja con tratamiento para la corrida No.20	175
386	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No.20)	175

387	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento (corrida No.20)	176
388	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja con tratamiento (corrida No. 20)	176
389	Hoja de lavado para la corrida No.20	176
390	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado para la corrida No.20	176
391	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.20)	176
392	Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado (corrida No.20)	177
393	Análisis del número de partículas de tinta por m ² para la hoja de lavado (corrida No. 20)	177

ÍNDICE DE FIGURAS, APENDICES.

Figura		Página
1	Efectos principales para cenizas para la hoja desintegrada	184
2	Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja desintegrada	184
3	Efectos principales para cenizas para la hoja con tratamiento.	185
4	Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja con tratamiento	185
5	Efectos principales para cenizas para la hoja de lavado	186
6	Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja de lavado	186
7	Efectos principales para cenizas para la hoja con tintas	187
8	Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja con tintas	187
9	Efectos principales para la hoja desintegrada “blancura”	188
10	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada “blancura”	188
11	Efectos principales para la hoja con tratamiento “blancura”	189
12	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento “blancura”	189
13	Efectos principales para la hoja de lavado “blancura”	190
14	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado “blancura”	190
15	Efectos principales para la hoja desintegrada (50 μ m)	191
16	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (50 μ m)	191
17	Efectos principales para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (50 μ m)	192
18	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (50 μ m)	192
19	Efectos principales para la hoja de lavado (50 μ m)	193
20	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (50 μ m)	193
21	Efectos principales para la hoja desintegrada (100 μ m)	194
22	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (100 μ m)	194
23	Efectos principales para la hoja con tratamiento (100 μ m)	195
24	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (100 μ m)	195
25	Efectos principales para la hoja de lavado (100 μ m)	196
26	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (100 μ m)	196
27	Efectos principales para la hoja desintegrada (150 μ m)	197
28	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (150 μ m)	197
29	Efectos principales para la hoja con tratamiento (150 μ m)	198
30	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (150 μ m)	198
31	Efectos principales para la hoja con de lavado (150 μ m)	199
32	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (150 μ m)	199
33	Efectos principales para la hoja desintegrada (200 μ m)	200
34	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada(200 μ m)	200
35	Efectos principales para la hoja con tratamiento (200 μ m)	201
36	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (200 μ m)	201
37	Efectos principales para la hoja de lavado (200 μ m)	202
38	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (200 μ m)	202
39	Efectos principales para la hoja desintegrada (250 μ m)	203
40	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (250 μ m)	203
41	Efectos principales para la hoja con tratamiento (250 μ m)	204

42	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (250µm)	204
43	Efectos principales para la hoja de lavado (250µm)	205
44	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (250µm)	205
45	Efectos principales para la hoja desintegrada (500µm)	206
46	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (500µm)	206
47	Efectos principales para la hoja con tratamiento (500µm)	207
48	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (500µm)	207
49	Efectos principales para la hoja de lavado (500µm)	208
50	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (500µm)	208
51	Efectos principales para la hoja desintegrada malla 30	209
52	Efecto de las interacciones para la malla 30	209
53	Efectos principales para la malla 50	210
54	Efecto de las interacciones para la malla 50	210
55	Efectos principales para la malla 100	211
56	Efecto de las interacciones para la malla 100	211
57	Efectos principales para la malla 200	212
58	Efecto de las interacciones para la malla 200	212
59	Efectos principales para la hoja desintegrada “longitud de fibra”	213
60	Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada “longitud de fibra”	213
61	Efectos principales para la hoja con tratamiento “longitud de fibra”	214
62	Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento “longitud de fibra”	214
63	Efectos principales para la hoja de lavado “longitud de fibra”	215
64	Efecto de las interacciones para la hoja de lavado “longitud de fibra”	215

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Diseño experimental	31
2	Diseño experimental (Variables y resultados)	34
3	Diseño experimental 2º parte para los rangos 100 y 200 μ	35
4	Diseño experimental 3º parte para el rango 250 μ	36
5	Diseño experimental 4º parte para el rango 500 μ y la blancura	37
6	Análisis de varianza para la hoja desintegrada (cenizas)	38
7	Condiciones óptimas para minimizar las cenizas para la hoja desintegrada	39
8	Análisis de varianza para la cenizas de la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	39
9	Condiciones óptimas para minimizar las cenizas para la hoja con tratamiento	40
10	Análisis de varianza para las cenizas de la hoja de lavado	41
11	Condiciones óptimas para minimizar las cenizas para la hoja de lavado	42
12	Análisis de varianza para las cenizas de la hoja con tintas	42
13	Condiciones óptimas para minimizar las cenizas para la hoja con tintas	43
14	Análisis de varianza para la blancura de la hoja desintegrada	44
15	Condiciones óptimas para maximizar la blancura para la hoja desintegrada	45
16	Análisis de varianza para la blancura de la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	45
17	Condiciones óptimas para maximizar la blancura en la hoja con tratamiento	46
18	Análisis de varianza para la blancura en la hoja de lavado	47
19	Condiciones óptimas para maximizar la blancura para la hoja de lavado	48
20	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 50 μ m, para la hoja desintegrada	48
21	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta en el rango de 50 μ	49
22	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 50 μ m, para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	50
23	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta en el rango de 50 μ para la hoja con tratamiento	51
24	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 50 μ m, para la hoja de lavado	51
25	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 50 μ m	52
26	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 100 μ m, para la hoja desintegrada	53
27	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta	54

	para la hoja desintegrada en el rango de 100 μ	
28	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 100 μ m, para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	54
29	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja con tratamiento en el rango de 100 μ	55
30	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 100 μ m, para la hoja de lavado	56
31	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 100 μ	57
32	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 150 μ m, para la hoja desintegrada	57
33	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja desintegrada en el rango de 150 μ	58
34	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 150 μ m, para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	59
35	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja con tratamiento para el rango de 150 μ	60
36	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 150 μ m, para la hoja de lavado	61
37	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 150 μ	62
38	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 200 μ m, para la hoja desintegrada	63
39	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja desintegrada en el rango de 200 μ	64
40	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 200 μ m, para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	64
41	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja con tratamiento en el rango de 200 μ	65
42	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 200 μ m, para la hoja de lavado	66
43	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 200 μ	67
44	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 250 μ m, para la hoja desintegrada	68
45	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja desintegrada en el rango de 250 μ	69
46	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 250 μ m, para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	69
47	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja con tratamiento en el rango de 250 μ	70
48	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 250 μ m, para la hoja de lavado	71
49	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 250 μ	72
50	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 500 μ m, para	73

	la hoja desintegrada	
51	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja desintegrada en el rango de 500 μ	74
52	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 500 μ m, para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”	74
53	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja con tratamiento en el rango de 500 μ	75
54	Análisis de varianza para el dot counter para el rango de 500 μ m, para la hoja de lavado	76
55	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 500 μ	77
56	Diseño de experimentos para la clasificación de fibras	77
57	Análisis de varianza para la clasificación de fibra en la malla 30	79
58	Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta en la malla 30	80
59	Análisis de varianza para la clasificación de fibra en la malla 50	80
60	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta en la malla 50	81
61	Análisis de varianza para la clasificación de fibra en la malla 100	82
62	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta en la malla 100	83
63	Análisis de varianza para la clasificación de fibra en la malla 200	83
64	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta en la malla 200	84
65	Análisis de la longitud de fibra para la desintegración	85
66	Diseño de experimentos para la longitud de fibras	85
67	Condiciones óptimas para maximizar la longitud de fibra “Desintegración”	87
68	Análisis de la longitud de fibra para el tratamiento.	88
69	Condiciones óptimas para maximizar la longitud de fibra “Tratamiento”	89
70	Análisis de la longitud de fibra para el lavado	89
71	Condiciones óptimas para maximizar la longitud de fibra “Lavado”	90
72	Clasificación de fibras (Comparación del papel bond con y sin tratamiento)	91

INDICE DE TABLAS, ÁPENDICE.

Tabla		Página
1	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para cenizas en la hoja desintegrada	184
2	Condiciones óptimas para maximizar las cenizas en la hoja desintegrada	184
3	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para cenizas en la hoja con tratamiento	185
4	Condiciones óptimas para maximizar las cenizas para la hoja con tratamiento	185
5	Coefficientes de regresión y modelo ajustable para cenizas en la hoja de lavado	186
6	Condiciones óptimas para maximizar las cenizas para la hoja de lavado	186
7	Coefficientes de regresión y modelo ajustable para las cenizas en la hoja con tintas	187
8	Condiciones óptimas para maximizar las cenizas en la hoja con tintas	187
9	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada “blancura”	188
10	Condiciones óptimas para minimizar la blancura para la hoja desintegrada	188
11	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja con tratamiento “blancura”	189
12	Condiciones óptimas para minimizar la blancura para la hoja con tratamiento	189
13	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado “blancura”	190
14	Condiciones óptimas para minimizar la blancura para la hoja de lavado	190
15	Coefficientes de regresión y modelación ajustable para la hoja desintegrada “50 μ m”	191
16	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja desintegrada “50 μ m”	191
17	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada (50 μ m)	192
18	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (50 μ m)	192
19	Coefficientes de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado (50 μ m)	193
20	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado (50 μ m)	193
21	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada (100 μ m)	194

22	Condiciones optimas para minimizar la cantidad de tinta en el rango de 100µm	194
		195
23	Coefficiente de regresión y modelo ajustable la hoja con tratamiento 100	
24	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² , para hoja con tratamiento el rango de 100µm	195
25	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado en el rango de (100µm)	196
26	Condiciones óptimas para minimizar el contenido de partículas de tinta/m ² para la hoja de lavado en el rango de 100µm	196
27	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada para el rango de 150µm	197
28	Condiciones óptimas para minimizar el contenido de tintas/m ² en el rango de 150µm	197
29	Coefficiente de regresión y modelación ajustable para la hoja con tratamiento para el rango de 150µm	198
30	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² para la hoja con tratamiento 150µm	198
31	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado para el rango de 150µm	199
32	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² para la hoja de lavado en el rango de 150µm	199
33	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada (200µm)	200
34	Condiciones optimas para minimizar el contenido de partículas de tinta para la hoja desintegrada (200µm)	200
35	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja con tratamiento (200µm)	201
36	Condiciones optimas para minimizar el contenido de partículas de tinta para la hoja con tratamiento para el rango de (200µm)	201
37	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado para el rango de 200µm	202
38	Condiciones optimas para minimizar el contenido de partículas de tinta/m ² para el rango de 200µm.	202
39	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada, para el rango de 250µm	203
40	Condiciones optimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² para el rango de 250µm	203
41	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada para la hoja con tratamiento para el rango de 250µm	204
42	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² para el rango de 250µm	204
43	Coefficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado en el rango de 250µm	205
44	Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de	205

tinta/m ² para la hoja de lavado en el rango de 250µm	
45 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada para el rango de 500µm	206
46 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² para la hoja desintegrada en el rango de 500µm	206
47 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja con tratamiento para el rango de 500µm	207
48 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² para la hoja con tratamiento en el rango de 500µm	207
49 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado para el rango de 500µm	208
50 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m ² para la hoja de lavado en el rango de 500µm	208
51 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 30	209
52 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de fibras para la malla 30	209
53 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 50	210
54 Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 50	210
55 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 100	211
56 Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 100	211
57 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 200	212
58 Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 200	212
59 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la longitud de las fibras en la hoja desintegrada	213
60 Condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra en la hoja desintegrada	213
61 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la longitud de fibra para la hoja con tratamiento	214
62 Condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra con tratamiento	214
63 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado	215
64 Condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra para la hoja de lavado	215

Anexos

Figuras

Figura		Página
1	Fibras correspondientes a la 1º corrida experimental.	216
2	Fibras correspondientes a la 2º corrida experimental.	216
3	Fibras correspondientes a la 3º corrida experimental.	216
4	Fibras correspondientes a la 4º corrida experimental.	216
5	Fibras correspondientes a la 5º corrida experimental.	216
6	Fibras correspondientes a la 6º corrida experimental.	216
7	Fibras correspondientes a la 7º corrida experimental.	217
8	Fibras correspondientes a la 8º corrida experimental.	217
9	Fibras correspondientes a la 9º corrida experimental.	217
10	Fibras correspondientes al 10º experimento.	217
11	Fibras correspondientes al 11º experimento.	217
12	Fibras correspondientes al 12º experimento.	217
13	Fibras correspondientes al 13º experimento.	218
14	Fibras correspondientes al 14º experimento.	218
15	Fibras correspondientes al 15º experimento.	218
16	Fibras correspondientes al 16º experimento.	218
17	Fibras correspondientes al 17º experimento.	218
18	Fibras correspondientes al 18º experimento.	218
19	Fibras correspondientes al 19º experimento.	219
20	Fibras correspondientes al 20º experimento.	219

Tablas

1	Promedios “longitud de fibras”	219
---	--------------------------------	-----

Destintado de papel de impresión LASER por medio magnético-mecánico

1. INTRODUCCIÓN

El fuerte impacto en el balance ecológico hace que la industria papelera oriente sus esfuerzos al desarrollo de especies madereras de rápido crecimiento, a las alternativas de uso de fibras no maderables y al re uso de fibras secundarias. En los últimos años se produjo un incremento fuerte, particularmente, en el consumo de este último tipo de material, que pasa a ocupar un lugar importante como materia prima papelera.

El papel se recicla con el fin de reutilizarlo con algún otro propósito, el papel bond no escapa a estas premisas y también se recolecta. Pero lo ideal sería reutilizar este material, o mejor dicho la fibra reciclada, para la confección de nuevas partidas de papel, logrando con ello un alivio en la explotación de los bosques, disminución de la carga de desechos en los vertederos y un aumento en los dividendos económicos derivados de un mismo material (Miranda 2009).

En la actualidad las industrias productoras de se han visto en la necesidad de utilizar papel desperdicio como fuente de materia prima, con el propósito de:

- Reducir los requerimientos de fibra virgen.
- Disminuir la contaminación ambiental.
- Reducir los costos del proceso de fabricación.

Al utilizar papel desperdicio impreso como fuente de materia prima, es necesario eliminar las tintas si se pretende obtener un producto de cierta calidad.

Los procesos de destintado tradicionales usados comercialmente, se basan en mecanismos químicos y mecánicos como son: lavado y flotación. El destintado consiste en la separación del pigmento de la tinta de la suspensión fibrosa mediante la acción de reactivos químicos como surfactantes, los cuales modifican las propiedades de la superficie de líquidos y sólidos como son los detergentes, dispersantes y agentes espumantes. Esta eliminación puede realizarse a través de los procesos: lavado y/o flotación, su aplicación depende de las características que demanda el nuevo papel a producir (Ramírez 2004).

Según Sanjuán (1997), el proceso de destintado no es más que un proceso de lavado y limpieza en la cual considera a la tinta como una suciedad.

Existe una necesidad grande por buscar fuentes alternativas para satisfacer la demanda en la producción de celulosa: como pueden ser las celulosas químicas o el reciclado, a través de las fibras secundarias, ya sea mejorando su tecnología o incrementando las inversiones en el sector mencionado (Castañeda 1993).

Las impresiones laser y xerografías han tenido un rápido crecimiento por el incremento en la utilización de fotocopiadoras y ordenadores, lo que redundo en una buena disponibilidad de fibras de alta calidad para re uso (Aguilera 2002).

Al aplicar los procesos de destintado tradicionales al papel impreso con laser, se muestra una baja eficiencia del proceso, debido a la composición química y tamaño de las partículas de tinta.

Sin embargo, contrariamente a la creencia popular, el principal propósito del reciclado no es el de ofrecer una solución a la problemática de la deforestación, si bien se ve beneficiada como consecuencia. En realidad, es el de disminuir los residuos sólidos para, de esta manera, facilitar su manejo y disposición final. En otras palabras generar la menor cantidad de basura posible, que es un grave problema (Alliot 2001).

Una alternativa para reducir el tamaño de las partículas de tinta del papel impreso con medio magnético-mecánico. Para poder reducir el número de partículas de tinta, es necesario aplicar un tratamiento magnético-mecánico a la pulpa, lo cual facilita de forma más sencilla la eliminación de estas partículas en una etapa posterior. Evitando con ello el uso de sustancias químicas tradicionales, las cuales son usadas en los procesos de destintado de papel por flotación, ayudando con ello a la preservación del medio ambiente.

2. ANTECEDENTES

Los trabajos realizados a partir de fibra reciclada, relacionado con el destintado de papel a través de la aplicación de un campo magnético disponible, únicamente se encontró el siguiente trabajo:

Carrazana (1996) propone un método para la magnetización de materiales celulósicos que permiten la preparación de hojas de papel magnético con campos coercitivos (HC) y magnetizaciones de saturación (MS) superiores a algunos medios de registros comerciales. Este método propuesto, combina la obtención de partículas de ferrita en presencia de fibras de celulosa con la posterior carga de la cavidad interior de las fibras (lumen) con las partículas magnéticas formadas en el seno de fase líquida. Describen un procedimiento mejorado para el destintado de papel viejo que contiene tóner/tintas de impresión con laser electrostática y otros sistemas de impresión no impactantes para producir una pulpa de alta densidad (mucho brillo, poco o nada de polvo) con poca o ninguna pérdida de fibra. El procedimiento implica la unión de las partículas de tinta de la pulpa del papel viejo a un material vehículo magnético con la ayuda de un agente de aglomeración seguido de la eliminación de las partículas de tinta unidas por la separación magnética. El tratamiento magnético se realizó preferentemente a temperatura ambiente o superior, a un pH neutro a alcalino y poca consistencia de la pulpa. La aglomeración y la adición magnética, seguido de la explosión del papel viejo repulpado a un campo magnético proporcionan una eliminación casi completa de la tinta durante la exposición al campo magnético sin dicho pre tratamiento. Así, el procedimiento se puede emplear como una etapa adicional en un procedimiento convencional para la eliminación de tintas de papeles impresos de reprografía, tal como la eliminación de tinta por cribado, flotación, limpieza centrifuga, lavado y sedimentación con o sin decantación. www.invenia.es (consultada 12/02/2009).

Para el destintado del papel por medio de la aplicación de otros métodos (flotación y ultrasonido) se encontraron los siguientes antecedentes:

Alliot *et al* (2001) aplican un proceso de destintado de papel por flotación: influencia de los factores de forma, realizando una comparación entre celdas, llamadas A y B del tipo Denver, de escala tipo piloto, reportando los siguientes resultados para cada una de las celdas, realización de experimentos 4, para la celda A reporta una reflectancia del 46.73 % y una concentración de tinta del 16 %, aplicando una cantidad de 60 ml de Estearato de sodio, correspondientes al primer experimento. Para la celda B, se reporta una reflectancia del 54.05 %, con una concentración de tinta del 3 %, usando Estearato de sodio durante la flotación, datos correspondientes al segundo experimento. Mientras que para los experimentos 3 y 4, ambas celdas adicionadas de Oleína saponificada, reporta los siguientes resultados, celda A: reflectancia del 47.53% y una concentración de tinta del 14%, celda B: reflectancia del 53.50%, con una concentración de tinta del 4%.

Aguilar *et al* (2002) llevan a cabo un proceso de destintado de papel mediante la formulación de dos productos químicos (F1 y F2) mezclando diferentes agentes tensoactivos y/o surfactantes con el propósito de compararlos con tres productos de uso comercial (C1, C2, y C3). El destintado se llevó a cabo por medio del método de flotación.

Gabriel (2010) realiza destintado de papel de impresión laser mediante ultrasonido a 25 y 45 khz. Usando una frecuencia de 25 y 45 khz, tiempo de 1-20 min, una consistencia de 0.5-2.0%, temperatura de 25 y 55 °C y una modulación de -1, 0 y 1. Reporta una blancura del 98.8%, para el rango de partículas de 50-100µm, para este mismo rango reporta una respuesta óptica del 108.55%, para la blancura a partir del proceso de flotación reporta 102. 133% y para la blancura del lavado reporta 100. 76%, usando las variables antes mencionadas.

Michelotti *et al* (2001) realizan un estudio sobre el proceso de destintado a escala de laboratorio. Las etapas del sistema estudiado son las siguientes: pulpeado, curado, flotación y lavado. El producto obtenido al final del mismo es pulpa destintada de alta consistencia. Las variables del proceso estudiadas y sus rangos de trabajo son las siguientes: concentración de colector (0.5-1.0%), tiempo de curado (45-90 min.) y tiempo de flotación (8-15 min.).

Ramírez (2004) realiza un tratamiento a una suspensión fibrosa de papel con impresión LASER a consistencia de 0.5%, modulación alta (Ancho y frecuencia de pulso alto), T=55°C, T=20 min y pH=5 genera un incremento del 91% de partículas de tinta/m² en el rango de 1-50µm y un 27% en el rango de 50-100µm, lo cual permite la eliminación fácil de estas partículas por lavado y/o flotación, confirmando la división de partículas de tinta con el tratamiento de ultrasonido. Reporta también que la mayor proporción de partículas de tinta eliminada de la suspensión fibrosa, se logra en la primera etapa de flotación con un 81.70% en el rango de 1-50 micras, 83.49% de eliminación de tinta en el rango de 50-100 y 89.70% logrado para partículas de tinta > de 100 micras.

Turrado *et al* (2005) realizan destintado de impresión offset digital, en función de la temperatura y el surfactante sofisticado durante el proceso de destintado. Ellos reportan un incremento en la temperatura del pulpeo desde 45 °C y 60 °C reduciendo las manchas contaminantes de un tamaño de 650 micras y 592 micras, consecuentemente la eliminación de las manchas por medio del proceso de flotación usando una temperatura de 40 °C.

3. OBJETIVO GENERAL

Usar un equipo comercial que genere fuerzas magnéticas-mecánicas, al cual se proporcionan pequeñas limaduras que ayudan a la eliminación de tinta de papel de impresión LASER, mediante el análisis de los parámetros requeridos para este propósito, buscando una mayor eficiencia que los procesos de destintado tradicionales.

3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.- Analizar y seleccionar un equipo comercial que genere fuerzas magnético-mecánicas que se adapte a los propósitos de esta investigación.

2.- Seleccionar la materia prima para el proceso de destintado.

3.- Realizar diferentes pruebas que permitan conocer la influencia de las diferentes variables (velocidad de rotación del campo magnético, tiempo de aplicación del campo, tipo de limaduras, tipo de papel, consistencia).

4.- Optimizar el proceso de destintado tomando en cuenta las variables de mayor influencia en este proceso.

5.- Analizar el grado de destintado mediante la evaluación óptica (blancura ISO, dot counter, analizador de imágenes).

6.- Evaluar la eficiencia de destintado por medio magnético-mecánico y compararlo con los procesos tradicionales.

4. HIPOTESIS

El presente trabajo de investigación parte del concepto de que los procesos tradicionales de destintado por lavado y/o flotación no alcanzan la eliminación eficiente de las partículas de tinta debido a su tamaño; por lo tanto, al utilizar un campo magnético-mecánico a una suspensión fibrosa de papel de impresión LASER, se espera la separación de la unión tinta-fibra y se genere un fraccionamiento de estas partículas separadas de tal forma de que por procesos posteriores de lavado y/o flotación sean eliminadas eficientemente del sistema.

5. JUSTIFICACIÓN

- Por las ventajas económicas y ecológicas que presenta el papel desperdicio hacen que este sea una materia prima de gran importancia en los procesos de fabricación de papel.
- El papel desperdicio impreso, para ser utilizado como materia prima en la producción de papel, necesita ser sometido a un tratamiento especial de eliminación de tintas, para que pueda competir con productos de cierta calidad exigida por el mercado.
- En la actualidad se utilizan nuevas tintas en procesos de impresión (chorro de tinta, LASER, etc.) las cuales son difíciles de eliminar por procesos tradicionales de destintado, razón por la cual se pretende estudiar el destintado con medio magnético-mecánico que permite eliminar con mayor eficiencia estas tintas y además no genera contaminación.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Generalidades

Antes de hablar sobre el destintado de papel impresión laser por medio magnético-mecánico, es necesario tratar los temas de destintado tradicionales de papel desperdicio, así como también las materias primas vírgenes que se utilizan para la fabricación de papel y los procesos que se utilizan para el reciclado de papel.

6.2. Definición del papel

El papel es una lámina plana de un espesor determinado, que tiene una particularidad de ser anisótropa y cuyos materiales componentes son los siguientes:

- a).- Fibra
- b).- Minerales
- c).- Agua
- d).- Sustancias químicas
- e).- Aire

Cada uno de estos elementos tiene una función específica, así, las fibras crean la estructura de la red, el agua ayudará a un buen terminado de la estructura fibrosa, a través del proceso de acabado; el aire dará a la hoja la formación de interfaces fibra-minerales-fibra que será esencial en sus características ópticas; los minerales, serán las partículas que rellenarán los huecos entre las fibras, y también proporcionará posibilidades de dotar al papel de propiedades superficiales y ópticas; las sustancias químicas, darán a la hoja propiedades de resistencia o apoyarán en la buena operación de la máquina de papel (Becerra, Ramírez 2008).

De estas, el que tiene mayor porcentaje es el aire. Cada uno de estos materiales puede estar presentes en el papel, esto en función del tipo de papel que se trate; es decir un papel bond tendrá unos materiales, quizá todos los mencionados, y el papel kraft para sacos tendrá todos menos los minerales, ya que este papel requiere de resistencias físicas para ser un papel que pueda satisfacer las necesidades del cliente (Becerra y Ramírez 2008).

Un papel para que sea un producto de buena calidad, se requiere que tenga una buena formación y propiedades de acuerdo a su uso. La calidad de un papel no sólo está en función del tipo y calidad de materiales utilizados sino también de la eficiencia de los procesos que forman parte en su elaboración, de que serviría utilizar la mejor materia prima en la elaboración del papel si la fibra es deficientemente limpiada a depurada o deaereada o desfibrada; habrá finalmente impurezas o grumos que romperán la formación y con ello afectarán la calidad del papel; en fin la calidad de un papel no sólo depende de la calidad de las materias primas utilizadas sino también de la eficiencia de los procesos de elaboración del papel (Becerra y Ramírez, 2008).

6.3. Materias primas para la elaboración del papel

Para hablar de las materias primas en la elaboración del papel y con la intención de que todas queden inmersas, es necesario hacer la siguiente división:

- a).- Materias primas fibrosas.
- b).- Materias primas no fibrosas.

6.4. Materias primas fibrosas

Las materias primas fibrosas, pueden dividirse en dos clases: Materias primas fibrosas vírgenes y materias primas fibrosas para reciclar.

Las primeras, las vírgenes, son fibras que se utilizan por primera vez en la fabricación de papel, y las fibras para reciclar, son las fibras que después de haber formado parte de un papel determinado, éste es utilizado para elaborar un papel similar u otro diferente.

Las materias primas vírgenes, son obtenidas a partir de plantas maderables y plantas no maderables; las maderables se pueden clasificar en dos tipos:

- a).- Maderas de coníferas
- b).- Maderas de latifoleadas

Las maderas blandas, son aquellas que provienen de las coníferas como el pino. Las maderas duras, son aquellas que provienen de las latifoliadas, es decir, todo el resto de las maderas que no son coníferas como el encino, eucalipto, etc. (Becerra y Ramírez, 2008).

No solamente en la elaboración del papel se utilizan plantas maderables, también se utilizan plantas no maderables como: la caña de azúcar, el algodón, el lino, la paja de arroz, etc. (Becerra y Ramírez, 2008).

Normalmente una de las características fundamentales de la fibra, que más importa a un papelero es su longitud. Si hablamos de la longitud en las fibras, las fibras de maderas de coníferas son más largas que las fibras de maderas duras. Si esta comparación la llevamos hasta las plantas anuales, en estas las dimensiones son muy diversas, pues puede haber fibras como la del algodón, de una longitud muy grande (30mm) y plantas como la de bagazo de caña cuya longitud es pequeña (1.4mm) (Becerra y Ramírez, 2008).

La importancia de la longitud de la fibra para un papelero radica en la necesidad que tiene de poder tratarla y desarrollarla en la refinación, con el fin de proporcionarle características de fibrilación y flexibilidad, que finalmente se traducirán en un papel de formación y propiedades buenas. En este sentido la fibra larga permitirá al papelero, opciones diversas para dar al papel las propiedades deseadas de acuerdo a su uso final. (Becerra y Ramírez, 2008).

6.5. Materias primas para reciclar

El papel para reciclar generalmente se colecta, se clasifica y se transforma en pacas compactadas, pero, es muy difícil saber con toda certeza el tipo y calidad de las pacas por su procedencia, tipo de papel, etc.

Si se compara las fibras para reciclar o secundarias con las fibras vírgenes podemos apreciar dos factores importantes:

- a).- Su limpieza
- b).- Sus características morfológicas

Si se inicia a comparar las fibras vírgenes y secundarias respecto al estado de la limpieza que presentan, puede afirmarse que las fibras secundarias contienen mayor contenido de impurezas (Becerra y Ramírez, 2008).

Es notorio que un sistema de preparación de pastas para fibra secundaria, mantienen siempre un proceso de limpieza más riguroso, porque así lo exigen las condiciones y características del material fibroso utilizado. Otro factor importante también son las características morfológicas de las fibras, las cuales se ven afectadas cuando la fibra es reciclada (Becerra y Ramírez, 2008).

El papel no únicamente está constituido de sólo fibras, algunos papeles. Por no decir todos, requieren de otros materiales que ayudan a dar propiedades, en este caso podemos citar dos de ellos:

- a).- Minerales
- b).- Aditivos

Los minerales como el caolín, el carbonato de calcio, el bióxido de titanio, el talco, el sulfato de calcio, etc. Son los minerales que se adicionan a los papeles de escritura e impresión, con el fin de mejorar propiedades tales como la lisura, blancura y opacidad. Sin embargo, su uso no es arbitrario y presenta limitaciones, debido a que en medida en que se incrementa el porcentaje de estos minerales en el papel, las propiedades físicas se deterioran (Becerra y Ramírez, 2008).

6.6. Tipos de papeles utilizados en el destintado

La calidad de la pulpa destintada queda fundamentalmente determinada por el tipo de papeles de desperdicio utilizados en la planta de destintado. Por ello es conveniente obtener únicamente los grados más blancos de papel desperdicio, y que todo este sea del mismo tipo general. En algunos casos el papel desperdicio puede obtenerse de plantas con gran uso de papel, el que esta tan bien segregado que no requiere de separación. Los papeles más convenientes para el destintado son los recortes finos, los trozos, el material usado para el papel de contabilidad y el material para revistas (Casey, 1990).

Los papeles de libros recubiertos con pigmentos se destintan fácilmente. Los papeles coloreados presentan ciertos problemas al destintar, particularmente si los tintes aplicados al papel son resistentes, rápidos, o químicos. La mayoría de los tintes básicos y ácidos se destruyen mediante una cocción alcalina, y pueden reducirse con hidrosulfito de zinc, aun cuando los tintes básicos tienden a reoxidarse a largo plazo (Casey, 1990).

El planteo de un proyecto de destintado de papel hace imprescindible la comprensión de las principales características de los mismos, que permita seleccionar la materia prima acorde a los objetivos que se persiguen. Para ello, se requiere de un amplio conocimiento de los métodos de fabricación de la pulpa, de la gran variedad de los papeles existentes y de los distintos métodos de acabado e impresión utilizados (Michelotti, 2001).

Con base a lo dicho, es posible hacer una clasificación de forma general a los desechos de papel en cinco categorías. Cada una de ellas consiste en clases que comparten ciertas características generales y que difieren de las demás categorías en cuanto a su viabilidad para el reciclado y elaboración de los nuevos productos de papel. A continuación se describen las mencionadas categorías (Michelotti, 2001).

Sustitutos de pulpa: consiste completamente de desechos de papel no impreso, en general provenientes de papeles blanqueados. Es la mejor calidad de desecho de papel disponible, y por lo tanto la más cara. Estos desechos son generados por las propias plantas de fabricación de papel en la forma de recortes y rollos dañados, o de recortes provenientes de otras fuentes como imprentas, etc. Los sustitutos de la pulpa son como exactamente su nombre lo indica, sustitutos de pulpa que pueden ser incorporados directamente al pulpeado en la planta de fabricación de papel, sin la necesidad de un pretratamiento.

Alta calidad para el destintado: esta clase sigue en calidad a los sustitutos de pulpa. Puede ser adquirida a precios relativamente buenos y utilizados normalmente por cualquier planta con capacidad de destintado. Consiste en stock de papel con baja cantidad de tinta. Estos desechos son generados por imprentas offset, así como otras manufactureras y casas de fabricación de envoltorios, cajas y productos similares. Incluye también algunos papeles de impresión de computadoras recolectados de oficinas o de procesamientos de datos.

No se incluyen en esta categoría la mayoría de desechos de papel generados en las oficinas, particularmente si contienen fotocopias o impresión laser.

Mezcla: esta clase incluye al rango más amplio de tipos de papel. Dentro de esta categoría se encuentran los desechos recolectados en oficinas, hogares y tiendas. También se incluye aquellos desechos generados por imprentas y manufactureras que no se clasifican en la categoría anterior, y por ende su precio es menor.

Diarios: es una de las categorías más fácil de reconocer y clasificar. Consiste en diversas clases de desechos de papel de diario, incluyendo diarios viejos recolectados en oficinas y hogares, y recortes o excedentes que pueden ser impresos, provenientes de imprentas de diarios. En la industria esta clase es comúnmente reconocida como ONP (old newsprint).

Corrugado: es también una categoría fácil de reconocer y clasificar. Incluye cajas usadas recolectadas en hogares, oficinas y tiendas y recortes generados durante la fabricación de cajas de cartón y contenedores corrugados. Este grupo comúnmente denominado OCC (old corrugated containers).

En general los desechos de papel son reciclados tanto en productos equivalentes o en nuevos productos de calidad inferior al de partida. El contenido de reciclado en los papeles para impresión y escritura provienen normalmente de sustitutos de la pulpa y desechos de alta calidad para el destintado. Estas dos calidades de papel de desechos son también ampliamente utilizados para la fabricación de otros tipos de papel, tales como tissue, cartón, papeles para empaques, etc (Michelotti, 2001).

Pocos desechos de papel de esta categoría son usados para la fabricación de papeles para impresión y escritura (Michelotti, 2001).

Los desechos de ONP son reciclados a nuevo papel de diario en la mayoría de los casos. Estos desechos son utilizados también para hacer cartón. A medida que la tecnología del destintado avanza se va incrementando la incorporación en pequeñas cantidades de revistas viejas (OMG) a diarios de reciclado (Michelotti, 2001).

Los desechos de papel corrugado son casi siempre reciclados a productos equivalentes. La utilización de papeles de menor calidad en la elaboración de papeles de calidad superior, denominada “upcycling”, se practica en muy pocos casos. Por ejemplo la utilización en algunos casos de ONP y OMG en la fabricación de papeles para impresión y escritura (Michelotti, 2001).

Los productos tissue (servilletas, toallas de papel, etc.) son desechos no recuperables. Sin embargo la fibra reciclada es utilizada ampliamente en la fabricación de esta clase de papel (Michelotti, 2001).

6.7. Proceso de fabricación de papel reciclado

6.7.1. Descripción general

El destintado es el proceso de remoción de contaminantes (tinta impresa y materiales de terminación aplicados), de la fibra celulosa reutilizable del papel. Básicamente, se puede dividir el proceso en dos grandes etapas: la desintegración del papel impreso, en la cual se produce el desprendimiento de la tinta y otros contaminantes, y la separación de los mismos de la suspensión fibrosa (Michelotti, 2001).

La operación del destintado consiste en eliminar la tinta contenida en una pasta, que a su vez proviene de materiales primas secundarias originalmente impreso, como por ejemplo los papeles de desperdicio con impresión (Casey, 1990).

La pasta así obtenida se destina generalmente a la fabricación de papeles de buena calidad, para lo cual es necesario una limpieza aceptable, lo cual exige a su vez un eliminación eficaz de todos los contaminantes contenidos en la materia prima.

El destintado debe siempre estar combinado por un sistema de depuración adecuada. Si la materia prima contiene una cantidad importante de contaminantes difíciles de eliminar totalmente por la depuración convencional, como adhesivos, ceras, etc. Es necesario completar el sistema de depuración completo. Además si la sola eliminación de las tintas no permite obtener un grado de blancura suficiente, será necesario practicar un blanqueo complementario por medio de los agentes químicos apropiados (Casey, 1990).

Los procesos modernos de destintado, incorporan luego de la desintegración tres etapas para la separación de la tinta: lavado, flotación y dispersión. Además, se agregan etapas de tamizado mecánico para contaminantes pesados, y de centrifugación u otros limpiadores especiales para la remoción de componentes livianos. La secuencia utilizada depende de una planta a otra, y no existe una fórmula rígida para el diseño del sistema (Michelotti, 2001).

Cualquiera que sea el mecanismo utilizado para la separación de la tinta, las primeras etapas en una planta de obtención de pulpa destintada son conceptualmente similares (Michelotti, 2001).

Antes de ver el proceso de fabricación para el reciclado del papel es necesario ver la definición de algunos conceptos:

6.7.2. Definición de las tintas

Casi todos los tóner negros consisten en polímeros termoplásticos o uniones poliméricas con carbón, como pigmento, en razón de peso del 85 % de polímero y 15 % de carbón. Uno de los polímeros utilizados resulta de la unión de polibutilmetacrilato con poliestireno. Para cargar el tóner negativamente para usos de foto receptores de cargas positivas se usan estireno-acrílico, estireno-butadieno, poliésteres y copolímeros; Para tóner cargado positivamente para receptores basados en polímeros se usan poliamidas, polietileno y copolímeros de etileno vinil de acetato (Miranda, 2008). Desde el punto de vista de la facilidad en el destintado son cuatro los principales tipos de tinta:

- 1.- Tintas secantes con base de aceite.
- 2.- Tintas no secantes con base de aceite.
- 3.- Tintas con base de resina sintética.
- 4.- Tintas metálicas con base de látex.

Las tintas secantes con base de aceite se oxidan lentamente, y se pueden saponificar con facilidad mediante el álcali. Sin embargo, las tintas con base de aceite completamente oxidadas, las no secantes con base de aceite, y las tintas que tienen una base de resina sintética no se pueden saponificar totalmente por el álcali con una concentración normal.

Por lo tanto, deben de aplicarse métodos especiales de destintado para su aplicación a los papeles que contienen dichos tipos de tinta. Las tintas diversas de gran brillo y metálicas utilizadas actualmente son difíciles de eliminar con álcali. Los solventes o los jabones y detergentes, ayudan a destintar estos papeles (Casey 1990).

6.7.3. Definición de surfactante

Del idioma inglés “surfactant” (surface active agent). Estas sustancias permiten controlar las propiedades del sistema y según el caso y el uso se califican como jabón, detergente, tensoactivo, emulsionante, dispersantes, espumante, humectante, hidrofobante, inhibidor de corrosión, etc. “Surfactante” a la palabra castellana tradicional “tensoactivo”, porque esta última implica una acción sobre la tensión, lo que es solo una propiedad de los surfactantes.

Sus aplicaciones dentro de la industria papelera está tratando de reciclar una gran variedad de productos usados, en particular papel, y eso por dos razones: una de carácter económico, ya que el material reciclado es una materia prima más barata que la original; otra de carácter ecológico, que tiene que ver con la acumulación o la eliminación de “basura”. De particular importancia es el proceso de destintado del papel recuperado, en el cual se involucran varios fenómenos interfaciales, ya que se debe primero “limpiar” la fibra, es decir remover la tinta adherida a la fibra, lo que tiene que ver con la detergencia, y luego se debe de dispersar las partículas de tinta y separarlas, a menudo por *flotación* (Salager, 2002).

Los surfactantes son sustancias cuyas moléculas poseen a la vez un grupo polar y un grupo apolar. El grupo polar es en general un grupo funcional que contiene heteroátomos como O, S, N, P; los grupos polares más comunes son los grupos: carboxilatos, sulfonato, sulfato, amonio y fosfato (Salager, 2002).

Los detergentes y dispersantes son productos químicos adicionales, que dependen del proceso de destintado a utilizar, flotación o lavado. El hecho de que se maneje también una reacción química, permite afirmar que esta se beneficia por las condiciones de agitación y tiempo (Ramírez, 2004).

6.8. Etapas del proceso

6.8.1. Pulpeado

La preparación de pastas reciclada inicia con una limpieza exhaustiva, con el fin de evitar que pasen impurezas como hierros, maderas, etc., que pudieran dañar los equipos siguientes, como el refinador (Becerra y Ramírez, 2008).

El primer equipo utilizado en la preparación de pastas, es normalmente el pulper, este equipo cuando se trata de fibras secundarias es de gran importancia, su función no sólo es reducir el papel a fibras individuales, sino también en el aspecto tratamiento de las mismas fibras y su limpieza por ello estos equipos están dotados de elementos que permiten tratar a la fibra sin dañarla y al mismo tiempo eliminar de su seno la mayor cantidad posible de materiales no deseables y dañinos durante la elaboración del papel (Becerra y Ramírez, 2008).

La formulación química dentro del pulper depende del sistema de destintado empleado. De forma general, los principales agentes químicos agregados son: hidróxido de sodio, silicato de sodio, peróxido de hidrógeno y surfactantes (Michelotti, 2001).

6.8.2. Curado

En algunos sistemas se incorpora esta etapa, en la cual se proporciona un tiempo adicional de acción de reactivos químicos sobre la pasta obtenida en el pulpeado. La temperatura y el tiempo de curado son variables que pueden afectar el resultado obtenido, además de la concentración de los reactivos agregados en el pulper (Michelotti, 2001).

6.8.3. Tamizado y limpieza centrifuga

La limpieza por medios mecánicos de la pasta se realiza en una variedad de equipos diseñados específicamente para remover los distintos tipos de contaminantes que pueden estar presentes. Se puede decir que prácticamente todos los sistemas incorporan una secuencia de separación de contaminantes gruesos (coarse-screening) luego del pulpeado, seguida por una etapa de tamizado fino y finalmente una limpieza centrifuga (Michelotti, 2001).

Los parámetros principales que caracterizan la separación de este tipo de equipos son la eficiencia de remoción de contaminantes y la tasa de rechazo de sólidos. Cuanto mayor sea la tasa de rechazo mayor será la eficiencia de remoción, pero también lo será la pérdida de fibra. Por lo tanto ambos parámetros deben ser controlados. Existen procesos que utilizan tres etapas, y en algunos casos hasta cuatro, dependerá como siempre de los requerimientos finales, la calidad de materia prima, y consideraciones económicas (Michelotti, 2001).

6.8.4. Flotación

Las tintas son uno de los principales contaminantes la materia prima, especialmente cuando se fabrican papeles gráficos. La separación de las tintas se consigue mediante la flotación. Para ello se añade una serie de tensoactivos (jabones o ácidos grasos) que actúan como colectores de tintas y se somete a la pasta, al 1% de consistencia aproximadamente, a un proceso de aereación donde las partículas de tinta se adhieren a las burbujas de aire y ascienden hasta la superficie donde las espumas se eliminan por aspiración o rebose (Michelotti, 2001).

Tras la flotación aun quedan contaminantes que sólo se han eliminando parcialmente en las operaciones anteriores. Para ello se utiliza una depuración de ranuras finas, normalmente de 0.15 mm de tamaño, pero que pueden llegar hasta los 0.12 mm, o 0.10mm, a una consistencia de 1.5% (Miranda, 2008).

En gran parte, el destintado se lleva a cabo con simple álcali, pero en ocasiones se utilizan detergentes y agentes dispersantes, tales como jabones, aceites sulfonados, bentonita, metasilicato de sodio o penthidrato del silicato y otras sustancias activas, en combinación de un álcali (Casey, 1990).

El álcali se utiliza en las formulas de destintado con dos objetivos: 1) eliminar la absorción de colofonia del papel, y 2) saponificar el vehículo de la tinta liberando de está el pigmento (Casey, 1990).

La línea del destintado suele dividirse en dos etapas de agua separados para impedir que los contaminantes acompañen a la pasta a lo largo de este proceso. Para evitar esa transferencia de contaminantes entre las etapas se espesa la pasta, hasta aproximadamente un 15-30% de consistencia, normalmente utilizando una combinación de un filtro de discos y una prensa de tornillos (Miranda, 2008).

Para evitar la acumulación de contaminantes en los filtrados provenientes del espesamiento de la pasta se utilizan unidades de flotación por aire disuelto (FAD) como tratamiento interno de las aguas, que permiten su reutilización, fundamentalmente como aguas de dilución en etapas anteriores del proceso. En principio, la FAD sólo elimina materia en suspensión, pero con los aditivos químicos adecuados (coagulantes y floculantes), se puede conseguir una eliminación parcial de materia disuelta y coloidal (MDC) (Miranda, 2008).

En el inicio de la segunda etapa, se lleva a cabo una dispersión de la pasta a una consistencia del 22-33% para desprender mas tinta y poder eliminarlas posteriormente en la postflotación y hacer que los depósitos adherentes tengan un tamaño menor, que les haga imperceptibles al ojo humano en el producto final, tras la posflotación suele haber una o varias etapas de blanqueo, dependiendo del producto que se vaya a producir, donde se utiliza peróxido de hidrogeno, ditionitio sódico o una combinación de ambos. Finalmente suele haber otra etapa de espesamiento y un previo almacenamiento previo a su alimentación a la máquina de papel (Miranda, 2008). Sobre la separación de la unión tinta-fibra se debe analizar los siguientes factores:

- 1.- Agitación.
- 2.- Consistencia.
- 3.- Dosificación y tipo de reactivos químicos.

6.8.5. Agitación

La agitación sirve para facilitar el contacto entre los productos químicos y el papel y también promueve la acción química. Sin la agitación la acción química se prolongaría el tiempo necesario para la difusión de los reactivos químicos. Además la agitación provee energía necesaria y condiciones favorables para la dispersión coloidal de muchos productos químicos no celulósicos. Sin este efecto el destintado no se lleva a cabo eficientemente y el lavado de la pulpa no llega a ser completo (Ramírez, 2004).

6.8.6. Consistencia

Generalmente se considera para el destintado que un incremento de consistencia es benéfico, esto sin embargo, es limitado por la agitación. La alta consistencia hace posible una mayor eficiencia en el uso de los productos químicos y calor, reduciendo en ocasiones el tiempo de desfibrado, mejorando la remoción de tinta y la calidad del producto. Por último, un hecho que debe de tomarse en cuenta, es la presencia de cargas y encolantes, los cuales hacen variar la consistencia real en algunos puntos.

Puesto que la consistencia se refiere al peso de fibras base seca, lo anterior resulta importante al considerar la dosificación de los reactivos químicos (Ramírez, 2004).

6.8.7. Dosificación y tipo de reactivos químicos

La acción química es importante para separar los contaminantes de las fibras, su objetivo principal es separar las partículas de tinta en su tamaño y forma natural. La limitante física más importante es el tipo de papel desperdicio y la tinta con la cual está impreso. Las limitantes químicas incluyen el tipo y calidad de los productos químicos usados, el pH y la contaminación del pulper (Ramírez, 2004).

6.8.8. Lavado

Esta técnica de destintado se basa esencialmente en la diferencia de tamaño existente entre las partículas de tinta y las fibras de celulosa (Michelotti, 2001). Una vez que se ha producido la pasta destintada, la siguiente etapa es la formación de la hoja de papel. Para ello es necesario preparar la pasta antes de su alimentación a la máquina de papel. Esta preparación incluye el ajuste de la consistencia (0.7-1.2%), la eliminación de contaminantes residuales mediante depuradores ciclónicos, y de ranuras y la adición de diversos químicos como por ejemplo las cargas, aditivos de retención, etc (Miranda, 2008).

Este método es más efectivo en la remoción de partículas de tinta cuyo tamaño es menor a 15 μm . Los sistemas de lavado por si solos eran efectivos para el destintado en sus comienzos, cuando existían pocos tipos de tintas (de formulación menos compleja), recubrimientos y adhesivos diferentes (Michelotti, 2001).

6.8.9. Blanqueo

Así como la pulpa virgen es blanqueada como etapa final para su utilización en productos que así lo requieran, la pulpa destintada puede ser sometida al mismo tratamiento. Sin embargo, esta última presenta la ventaja de ya haber sido blanqueada por lo menos una vez, partiendo de la base, de que se está utilizando la materia prima adecuada para los fines propuesto. Por lo tanto, el consumo de reactivos químicos es normalmente menor que para la pulpa virgen. El proceso de blanqueo se realiza en torres, operadas tanto a corriente como a contra-corriente. También existen variedades de reactivos utilizados, y de los circuitos de los cuales se lleva a cabo la operación, alcalinos, ácidos, o una combinación de ambos (Michelotti, 2001).

Después de estos procesos, la pasta se introduce en la caja de la entrada de la máquina de papel, que distribuye de manera homogénea la suspensión de pasta sobre la mesa de formación, obteniéndose así una banda continua de papel. La máquina de papel, figura No. 1, se muestra la forma en la cual se divide en las dos secciones principales:

Sección húmeda: la suspensión de la pasta se dosifica sobre la tela de formación para obtener una hoja de un gramaje determinado. El agua que contiene la pasta se elimina por gravedad (en la mesa de formación), luego por succión (producida por las cajas de vacío) y por último por prensado, alcanzando la banda de papel un 40% de secado final en esta etapa (Miranda, 2008).

Sección seca: el papel se seca posteriormente con unos rodillos giratorios que se calientan por medio de vapor de agua a baja presión, y por los cuales avanza la hoja de papel. La humedad de la hoja de papel al final de la sección está comprendida entre el 6% y el 8% (Miranda, 2008).

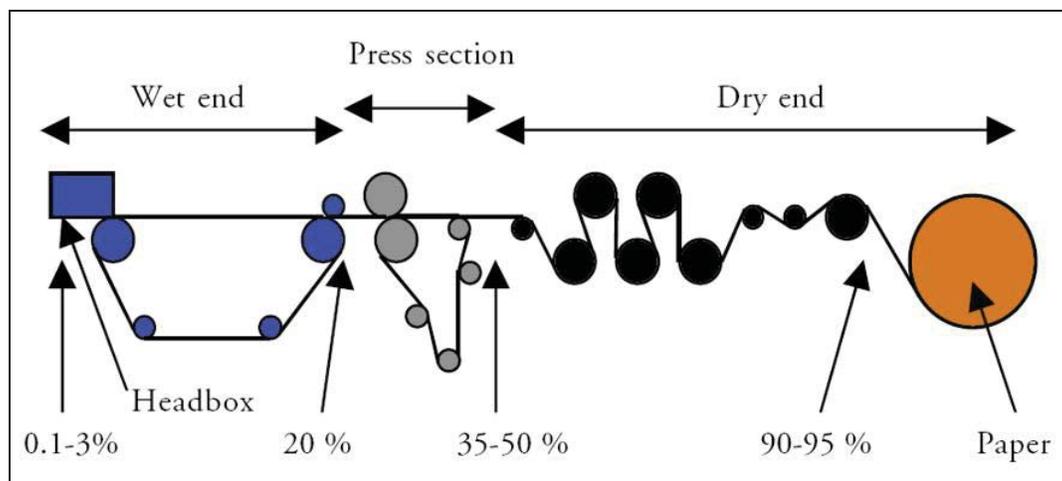


Figura No. 1. Vista esquemática de una máquina de papel.
Los porcentajes indican los valores aproximados de sequedad en cada etapa.

En función del producto final será necesario llevar a cabo una serie de tratamientos superficiales para mejorar sus propiedades, como la resistencia física, el brillo, opacidad, etc. Los tratamientos más superficiales son:

Calandrado: mejora el acabado del papel, aumenta la lisura de la superficie y hace el papel más brillante. Este tratamiento tiene lugar en la satinadora, que es una máquina formada por rodillos de hierro colado de superficie dura, brillante y rodillos con la superficie elástica y comprensible (Miranda, 2008).

Estucado: en esta operación se mejoran las propiedades de impresión del papel y se alcanza un mayor grado de blancura. Para ello se aplica una capa de pigmentos que aporta al papel uniformidad y blancura (Miranda, 2008).

Encolado: sirve para aumentar la resistencia mecánica de la hoja de papel, se consigue aplicando una capa de encolante a la superficie del papel, que está formada por una mezcla de almidones (Miranda, 2008).

6.9. Producción de pulpa con fibras secundarias

Durante muchos años, la producción de la pulpa con fibras secundarias no ha mantenido con el paso con el desarrollo general de la industria del papel, pero la aparición reciente de los factores económicos y ambientales ha permitido una gran expansión de la misma. La fibra secundaria es la segunda fuente de importancia de fibra para papel y cartón en estados unidos, y el porcentaje de reuso de la fibra es mayor en Europa y en Japón que en Estados Unidos (Casey, 1990).

Papeles de desperdicio mezclados, contienen varias calidades de papel que no se limitan en cuanto al tipo o al contenido de fibra. El papel de desperdicio mezclado se utiliza para techados y para tejas de asfalto bituminoso, artículos moldeados, la capa central en los cartones comunes de bajo costo.

Desperdicio corrugado, contienen superficies exteriores kraft con recubrimiento doble y un centro ondulado. Incluye también los cortes corrugados con recubrimiento doble, los cortes corrugados kraft nuevos y las cajas corrugadas. Este tipo de papel se utiliza para la producción de cartones recubiertos, medios corrugantes, tableros para pared seca y para techos. Constituye el tonelaje más grande en el terreno de las fibras secundarias, con un consumo anual superior a 5 millones de toneladas en estados unidos.

Entradas directas (conocido también como sustituto de la pulpa), consiste en papeles blancos sin imprimir, de una blancura razonablemente uniforme. Este grado se utiliza en vez de la pulpa virgen blanqueada para producir papeles finos y papeles para publicaciones.

Grados destintados, formados por papeles que han sido impresos, o que tienen color o contenido de pasta mecánica, y que se pueden tratar en un proceso de destintado que elimina el color, la tinta de impresión, y las impurezas. Este grado se utiliza para la producción de papeles finos, papeles para libros, sobres, y todos los tipos de papeles tisú que integran los productos.

Periódicos, formado por periódicos en pacas, escogidos, frescos y secos, no quemados al sol y sin incluir papeles de revista, papeles blancos, excedentes de prensa y papeles distintos de los periódicos, contenido no más del porcentaje normal de secciones en fotograbado y en color.

Material prohibido, cualquier material que por su presencia en las pacas, más allá de la cantidad autorizada, hará que dicha paca sea inadecuada o inutilizable para el grado especificado. Cualquier material que puede causar daños físicos al equipo.

Desperdicio, todos los papeles que se procesan o tratan de tal manera que resultan inadecuados para su consumo en el grado especificado (Casey, 1990).

El papel de desperdicio mezclado constituye una categoría particularmente difícil del orden a la producción de pulpa, debido a su alto grado de contaminantes, tales como partículas metálicas, piedras, botellas, cintas, trapos, cuerdas, y materiales plásticos tales como poliestireno, polietileno, estireno soplado, estireno espumoso, fundidos calientes y asfalto bituminoso. Se requiere un sistema de recuperación que elimine de forma continua, estos contaminantes hasta un grado que permita hacer el papel con base en las fibras recuperadas. Se espera que la producción de pulpa con base en el papel de desperdicio y en el desperdicio corrugado aumente en el futuro, debido a las presiones gubernamentales, a la situación económica, a los incentivos fiscales, y a la mejoría en los sistemas de producción de la pulpa. Una parte importante de este aumento procederá de las fábricas mejoradas en su diseño, los que producirán grados mejores y más limpios de fibra secundaria para su uso de cartones, medios corrugantes, papeles tissue, papeles para envoltura y cartones múltiples (Casey, 1990).

6.10. Características de calidad en los papeles de escritura e impresión

La gran variedad de papeles de escritura, presentan en forma general dos tipos; papeles para la impresión (revistas, documentos, certificados notariales, cartográficos, etc.) y papeles para la escritura (de oficina y cuadernos). Para los papeles de escritura, se requiere que estos sean flexibles, blancos con buena solidez superficial y un buen encolado, ya que se va a escribir con bolígrafo y borrar sobre ellos (Escoto, 2004).

En general, este tipo de papeles es conocido comúnmente como papel “Bond”, usados en la elaboración de cuadernos, libretas, y como papel para fotocopiado. Este tipo de papel normalmente es fabricado con un peso base de entre 58 a 90 g/m², con cierta flexibilidad para facilitar su manejo. Los papeles para escritura, son fabricados a partir de mezclas de pulpas químicas blanqueadas (fibras largas de pino y fibras cortas de bagazo de caña y eucalipto) y pulpas mecánicas de pino. Las pulpas deben de ser limpias con buena formación y resistencia física, el grado de permanencia es relativo al uso del papel, en este caso el tipo de fibra usada influye en el grado de permanencia. Por definición, los papeles para impresión tienen una amplia variedad, abarcando todos aquellos papeles en que se puede imprimir, tales como libros, revistas y periódicos, además de folletos, catálogos y documentos.

En este tipo de papeles existe 2 ramas, la primera es la de los papeles sin recubrimiento o sin estucado, de la cual su representante más importante en cuanto al volumen impreso es el papel prensa o periódico; y la segunda es la de los papeles recubierto o estucados, representados principalmente por el papel de para revista y catálogos.

El papel sin estucar incluye a los papeles formados con pasta mecánica y sin pasta mecánica, en el primero, se encuentra el papel para periódicos, directorios y papel para algunos libros impresos de alto tiraje, generalmente por los sistemas offset y huecograbado; en el papel sin pasta mecánica se imprimen libros de mejor calidad (con papel bond) por el sistema offset.

El papel prensa o periódico es el más representativo y el miembro más importante de la familia de los papeles de impresión que no están estucados. Este tipo de papel es una mezcla de pulpa mecánica y pulpa química refinada ligeramente, el único aditivo agregado a esta mezcla de pulpas es el azul de metileno, aunque algunas veces se agregan cargas para mejorar la blancura y opacidad (Escoto, 2004).

6.11. Blancura en un papel

La blancura es una de las características más importantes en los papeles de escritura e impresión, las cuales definen la calidad de los mismos cuando van a ser impresos y requieren de esta propiedad para su óptima presentación. La medición de la blancura en papeles y cartones se efectúa generalmente en los equipos Elrepho y Technibrite. (Escoto, 2004).

La blancura de un papel es la diferencia expresada como un porcentaje (%) de la luz reflejada entre la muestra de papel y la luz reflejada. Por definición, la blancura se establece como la capacidad de reflexión de la superficie de un papel que no ha sido atravesado completamente por la luz incidente en el, este efecto se puede observar en la figura No. 2.

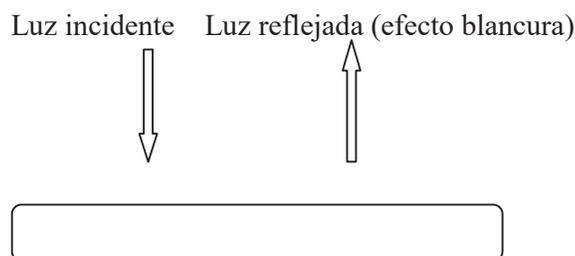


Figura No. 2. Papel con superficie blanca con capacidad para reflejar la luz.

Algunas otras palabras y definiciones que se utilizaron para el desarrollo de este trabajo son las siguientes:

6.12. Magnetismo

Los primeros fenómenos magnéticos observados se relacionan con fragmentos de piedra de imán o magnetita (un óxido de hierro). Se observó que estos imanes naturales atraían pequeños trozos de hierro no magnetizado. Esta fuerza de atracción se le conoce como *magnetismo*, y a los objetos que ejercen esta fuerza magnética se les llama *imán*. Si una barra imantada se introduce en un recipiente que contenga limaduras de hierro y en seguida se retira, se aprecia que los minúsculos fragmentos de hierro se adhieren más fuertemente a las áreas pequeñas cercanas a los extremos. Estas regiones donde parece concentrarse la fuerza del imán se llaman polos magnéticos. El extremo que apunta hacia el norte se le llama el polo norte (N) del imán. Su opuesto, el extremo que ve al sur se le llama polo sur, (S) del imán. La ley de la fuerza magnética establece que: *polos magnéticos iguales se repelen y polos magnéticos diferentes se atraen* (Tippens, 2001). No importa cuántas veces se rompa un imán por la mitad, cada pieza resultante será un imán, con un polo norte y un polo sur (Tippens, 2001).

Las leyes de la electricidad y el magnetismo desempeñan un papel central en el funcionamiento de gran número de aparatos, como DVD, VCR, motores eléctricos, computadoras, aceleradores de alta energía y numerosos aparatos electrónicos que se usan en medicina. Otras fuerzas, como las repulsiones y atracciones entre objetos y la fuerza elástica en un resorte, surgen de fuerzas eléctricas a nivel atómico (Serway-Faughn, 2005).

Los antiguos griegos observaron los fenómenos eléctricos y magnéticos desde el año 700 a.C. Así, descubrieron que cuando una pieza de ámbar era frotada, se electrificaba y atraía trozos de paja o plumas. Se supo de la existencia de fuerzas magnéticas como resultado de observaciones que se llevaban a cabo en forma natural, en una piedra llamada magnetita (Fe_2O_3), la cual era atraída por el hierro. (La palabra eléctrico proviene de la palabra griega que significa ámbar, *elektron*. La palabra magnético proviene del nombre del país donde se encontró la magnetita, Magnesia, hoy Turquía) (Serway-Faughn, 2005).

No fue sino hasta principios del siglo XIX cuando los científicos establecieron que la electricidad y el magnetismo son, en realidad fenómenos relacionados. En 1820, Hans Oersted descubrió que la aguja de una brújula se desviaba al colocarla cerca de un alambre que condujera corriente eléctrica. Unos cuantos años después, Michael Faraday demostró que cuando un alambre se mueve cerca de un imán (o en forma equivalente, cuando un imán se mueve cerca del alambre), se manifiesta una corriente eléctrica en forma de alambre. Desde 1865 hasta 1873, James Clerk Maxwell usó esas observaciones y otros hechos experimentales como base para formular las leyes del electromagnetismo tal como las conocemos actualmente. (El electromagnetismo es un nombre que se aplica a los temas combinados de electricidad y magnetismo). Poco después, Heinrich Hertz verificó las predicciones de Maxwell, pues pudo generar ondas electromagnéticas en el laboratorio. Guglielmo Marconi, inspirado por los ingeniosos experimentos de Hertz y otros investigadores, inventó la radio y obtuvo la primera patente para telegrafía inalámbrica en 1896. En la actualidad estamos bañados en ondas electromagnéticas que provienen de cientos de dispositivos prácticos que incluyen desde calculadoras manuales hasta radiolocalizadores personales (Serway-Faughn, 2005).

En física, el magnetismo es un fenómeno por el que los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales. Hay algunos materiales conocidos que han presentado propiedades magnéticas detectables fácilmente como el níquel, hierro y sus aleaciones que comúnmente se llaman imanes. Sin embargo todos los materiales son influenciados, de mayor o menor forma, por la presencia de un campo magnético. También el magnetismo tiene otras manifestaciones en física, particularmente como uno de dos componentes de la onda electromagnética, como, por ejemplo, la luz (Wikipedia, 2009).

Electromagnetismo

En 1820 se descubrió que entre el magnetismo y las cargas de la corriente eléctrica existía una estrecha relación. Cuando eso ocurre, las cargas eléctricas o electrones que se encuentran en movimiento en esos momentos, originan la aparición de un campo magnético tal a su alrededor, que puede desviar la aguja de una brújula (Willard, 1986).

Es la relación existente entre la electricidad y el magnetismo, pasando ambos a formar un cuerpo. El origen de los fenómenos electromagnéticos es la carga eléctrica (Willard, 1986).

Campo eléctrico: es una manera de representar la fuerza que sentiría una carga cercana a otra. Las cargas en movimiento producen la corriente eléctrica y a su vez la corriente eléctrica genera campos eléctricos (Willard, 1986).

Ondas electromagnéticas

La naturaleza de las O.E. consiste en la propiedad que tiene el campo eléctrico y magnético de generarse mutuamente cuando cambian en el tiempo. Las O.E. viajan en el vacío a la velocidad de la luz y transportan energía a través del espacio. La cantidad de energía transportada por onda depende de su frecuencia (o longitud de onda) a mayor frecuencia mayor energía (Willard, 1986).

Algunos ejemplos de las ondas electromagnéticas son las siguientes:

- Las señales de radio y televisión.
- Ondas de radio provenientes de la galaxia.
- Microondas generadas en los hornos microondas.
- Radiación infrarroja proveniente de cuerpos a temperatura ambiente.
- La luz.

6.13. La naturaleza de los materiales magnéticos

Cada átomo contiene muchos componentes diferentes de momento y su combinación determina las características magnéticas del material y suministra su clasificación magnética general. Se describirán en forma breve seis tipos diferentes de materiales: diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos y superparamagnéticos (William, 2006).

Considérese primero aquellos átomos en los cuales los campos magnéticos pequeños que genera el movimiento de los electrones en sus orbitas y aquellos que produce el spin del electrón se combinan para producir un campo magnético cero. Nótese que se están considerando aquí los campos que produce el movimiento del electrón en sí mismo en ausencia de cualquier campo magnético externo; también se puede describir este material como uno en el cual el momento magnético permanente m^o de cada átomo es cero. Tal material es llamado *diamagnético*. Algunos materiales como el bismuto metálico muestran un efecto diamagnético mayor que muchos otros materiales del mismo tipo, entre los cuales están el hidrogeno, helio, y otros gases “inertes”, cloruro de sodio, cobre, oro, silicio, germanio, grafito y azufre (William, 2006).

Paramagnético

Entre las sustancias paramagnéticas están las siguientes: Potasio, oxígeno, tungsteno, tierras raras, y muchas de sus sales como el cloruro de erbio, óxido de neodimio y óxido de itrio.

Ferromagnéticos

Los únicos elementos ferromagnéticos a la temperatura ambiente son el hierro, níquel, cobalto, y pierden todas sus características arriba de una temperatura llamada de Curie, la cual es de 1 043 K (770°C) para el hierro.

Antiferromagnéticos

Se incluyen muchos óxidos, sulfuros y cloruros, como el óxido de níquel (NiO), Sulfuro ferroso (FeS) y cloruro de cobalto (CoCl₂). El antiferromagnetismo solo se presenta a temperaturas bajas, y a menudo muy por debajo de la temperatura ambiente.

Ferrimagnéticas

La magnetita de óxido de hierro (Fe₃O₄), la ferrita de níquel-zinc (Ni^{1/2}Zn^{1/2}Fe₂O₄) y la ferrita de níquel (NiFe₂O₄), son ejemplos de esta clase de materiales. El ferromagnetismo también desaparece a temperaturas mayores que la temperatura Curie.

Superparamagnéticos

Un ejemplo importante es la cinta magnética que se emplea en grabaciones de audio y video (William 2006).

6.14. Definición Laser

Laser: proviene de las siglas en inglés para “light Amplification by the stimulate emission of radiation”, en español “amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación”. El laser típicamente consiste en un dispositivo semiconductor que produce radiación, en la que todas las ondas poseen las mismas frecuencias y fase a lo que se le llama radiación coherente. Otra de sus características radica en que el haz de luz que emite un laser no se dispersa, característica que se le llama direccionalidad. El laser se utiliza en varios ámbitos, pero lo más común es encontrarlos en los lectores de discos compactos, sistemas de fibra óptica, ya cada vez con más fuerza en el área de la salud y el área industrial (Wikipedia, 2009).

Una forma más simple de entender un laser es como un rayo de “luz coherente”. Esto es cuando la luz emitida no se dispersa, se mantiene unida en un sólo punto (Detalperfect, 2009).

6.15. Xerografía e impresión laser

El proceso de xerografía se usa ampliamente para hacer fotocopias de materiales impresos. La idea básica en que se basa el proceso fue desarrollada por Chester Carlson, a quien se le concedió una patente por su invento en 1940. En 1947 la empresa Xerox Corporation lanzó un programa a gran escala para desarrollar máquinas duplicadoras automáticas mediante el empleo del proceso de Carlson. El enorme éxito de este invento es bastante evidente; en la actualidad, prácticamente todas las oficinas y bibliotecas tienen una o más máquinas duplicadoras y las capacidades de estas máquinas continúan en permanente evolución (Serway-Faughn, 2005).

Algunas características del proceso xerográfico incluyen conceptos sencillos de electrostática y óptica; sin embargo, la idea básica en la que se basa la originalidad del proceso es el empleo de un material fotoconductor para formar una imagen. (Un fotoconductor es un material que es un mal conductor de electricidad en la oscuridad, pero que se transforma en un conductor eléctrico razonablemente bueno cuando es expuesto a la luz.)

Primero, la superficie de una placa o tambor es recubierto con una película delgada del material fotoconductor (generalmente selenio o algún compuesto de este elemento), y a la superficie fotoconductor se le da una carga electrostática positiva en la oscuridad, luego, la página que va a ser copiada es proyectada sobre la superficie cargada. La superficie fotoconductor adquiere conductividad sólo en áreas donde golpea la luz; ahí, esta produce transportadores de carga en el fotoconductor que neutraliza la superficie cargada positivamente.

Las cargas permanecen en las áreas del fotoconductor que no se exponen a la luz, pero dejan una imagen oculta del objeto en la forma de una distribución de carga de superficie positiva. A continuación, existe un polvo llamado *tóner* cargado negativamente y pulverizado sobre la superficie fotoconductor. El polvo cargado se adhiere sólo a las áreas que contienen la imagen cargada positivamente. En este punto, la imagen se vuelve visible. Entonces es transferida a la superficie de una hoja de papel cargado positivamente. Por último, el tóner se “fija” a la superficie del papel por medio de calor. Esto da por resultado una copia permanente del original (Serway-Faughn, 2005).

Los pasos para producir un documento en una impresora láser son similares a los que se siguen en una máquina fotocopiadora. La diferencia entre las dos técnicas radica en el proceso mediante el cual se transforma la imagen en el tambor recubierto de selenio. En una impresora laser, el comando para imprimir la letra O, por ejemplo, es enviado a un laser desde la memoria de una computadora. Un espejo giratorio dentro de la impresora origina que el haz de laser barra a través del tambor recubierto de selenio de acuerdo con un patrón entrelazado. Las señales eléctricas generadas por la impresora hacen que el haz de laser se encienda y se apague según un patrón que trazan la letra O en la forma de cargas positivas sobre el selenio. En este punto se aplica el tóner al tambor y la transferencia al papel se realiza como en una máquina fotocopiadora (Serway-Faughn, 2005).

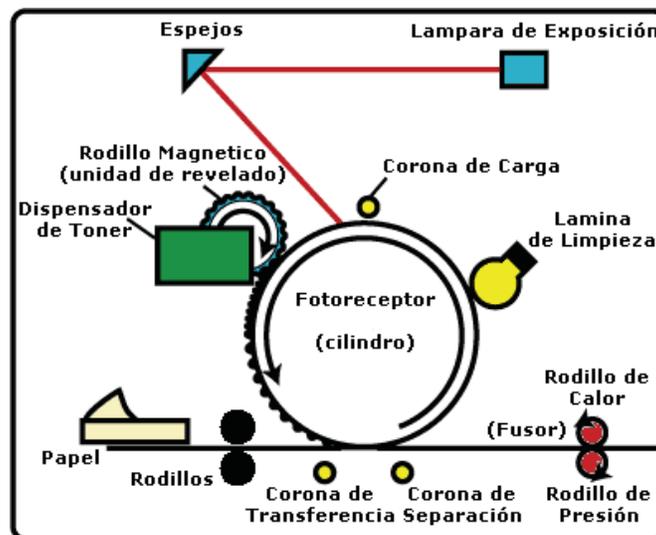


Figura No. 3, impresión láser en un papel bond.

6.16. Definición de cenizas

Ceniza, el material remanente, calculado en base al peso seco de la muestra original, después de que esta es calcinada a la temperatura especificada (Sanjuán, 1995).

7. METODOLOGIA

A continuación se presenta un diagrama general de la investigación (Fig. No. 4).

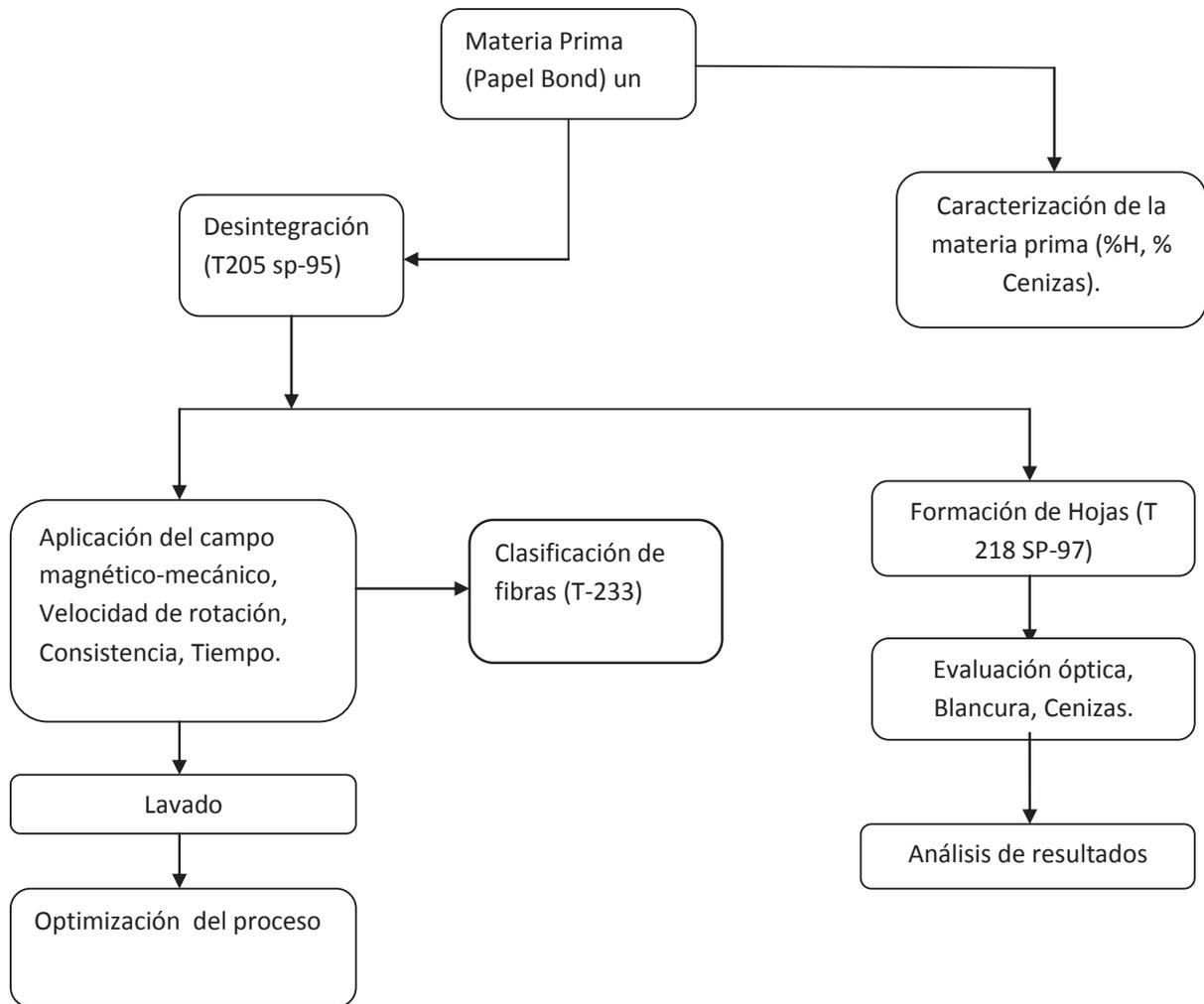


Figura No. 4. Diagrama de Flujo.

7.1. Materia prima y reactivos

Papel Bond (papel desperdicio impreso con tinta laser)

Agente de Dispersión (Istemul 780)

7.2. Equipos Utilizados

Desintegrador (T 205 SP-95)

Bauer Mcnett para la clasificación de fibras (T 233)

Formador de Hojas (T 218 SP-97)

Equipo magnético-mecánico

Dot counter (T 536 pm-97)

Elrepho (T 452 om-98)

Celda de lavado

Balanza

Mufla

7.3. Preparación del Material

El papel de impresión laser (papel bond o materia prima) (Figura No. 5), fue donado por las oficinas del departamento de Madera, Celulosa y papel “Ing. Karl Augustin Grellmann”, perteneciente a la Universidad de Guadalajara, ubicado en Zapopan Jalisco, México. El papel seleccionado fue rasgado manualmente en pedazos individuales, sin el uso de herramientas de corte.

7.4 Determinación de Humedad

Se tomó una muestra representativa de la materia prima (Figura No. 6), ya cortada se introdujo a una estufa de secado de 105 °C hasta peso constante y se determinó su contenido de humedad por diferencia de peso, utilizando la norma correspondiente (TAPPI 412 om-94).



Figura No. 5. Papel de impresión laser (materia prima)



Figura No. 6. Balanza analítica (determinación de humedad)

7.5. Métodos de desintegración para pulpas químicas y mecánicas

Fundamentalmente la operación de desintegración consiste en separar (aislar) los paquetes fibrosos en fibras individuales, sin producir cambios estructurales en la fibra (efectos de corte y fibrilación).

7.6. Desintegrador

El equipo utilizado para este efecto consiste de un recipiente de desintegración con 4 estrías interiores (deflectores) y una propela accionada por un motor que puede producir entre 2800 y 3000 r.p.m (figuras No. 7 y 8), durante un tiempo de desintegración establecido, a demás se deben mantener las condiciones de remojo y consistencia especificada en el método respectivo (Escoto, 2004).

Existen diversos procedimientos descritos en técnicas estándar para la desintegración de pulpas, para que de acuerdo a su procedencia sea aplicado el adecuado, de esta manera, el tiempo de remojo, la utilización de agua fría o agua caliente, así como el número de revoluciones será seleccionado en función del tipo de pulpa a desintegrar (Escoto, 2004). La muestra de papel de impresión laser se desintegra a una consistencia de 1.5% por un tiempo de 5 minutos, de acuerdo a la norma T 205 SP-95.

7.7. Detalles del equipo desintegrador

El recipiente desintegrador de acuerdo a sus especificaciones estándar (Tappi e ISO), en su interior tiene 4 deflectores igualmente espaciados en 51 mm., con una separación del fondo del recipiente en 32 mm y en 57 mm de tope, como se pueden observar en las figuras No. 7 y 8 (Escoto 2004).



Figura No. 7 Desintegrador



Figura No. 8 Desintegrador con pulpa

7.8. Clasificación de la pulpa en fracciones fibrosas

La clasificación de una pulpa en fracciones fibrosas, es una determinación que se realiza para conocer la longitud de las fibras y su distribución por tamaño en la composición total de la misma pulpa, siendo este un criterio que complementa junto con la curva de refinación, la calidad de una pulpa (Escoto, 2004).

A través de una clasificación de fibras, se puede conocer el grado de acortamiento fibrilar debido al tratamiento químico o mecánico, además de la información sobre la distribución por tamaños de los diferentes elementos celulares que componen a una pulpa. Esto es importante, porque no todas las pulpas tienen la misma procedencia, es decir, pueden ser materiales fibrosos de plantas anuales o de diversos tipos de maderas, o también provenir de procesos diferentes (Escoto, 2004).

7.9. Equipo Bauer MacNett para la clasificación de la fibra

Con esta determinación como se mencionó anteriormente se mide el promedio en peso de la longitud de las fibras, en donde la longitud de fibra es una propiedad fundamental de cualquier pulpa que vaya a ser utilizada para fabricar papel (Escoto, 2004).

Idealmente, sería deseable medir la longitud de los elementos fibrosos de cada fracción retenida, para conocer no solamente el porcentaje de una fracción fibrosa que fue retenida en una malla de cierta medida, sino su longitud de cada fracción retenida. La clasificación de las fibras en una pulpa, normalmente se realiza a través de un equipo denominado Bauer MacNett (Figuras No. 9 y 10), especificado en el método Tappi T-233, el cual consta de cuatro recipientes acomodados en cascada, los cuales en su interior tienen un agitador y un tamiz con una malla de diferente abertura en cada uno de ellos. De esta manera la pulpa en suspensión agregada al primer recipiente, se va a tamizando y filtrando a través de las aberturas de las diferentes mallas colocadas en los demás recipientes, hasta que cada recipiente va reteniendo diferentes fracciones de fibra (Escoto, 2004).



Figura No. 9. Equipo Bauer MacNett



Figura No. 10. Clasificador de fibras

7. 10. Formador de Hojas

El formador de hojas para las pruebas del blanqueo o el análisis de puntos de tinta/m², el cual consta de un embudo Buchner (Figura No. 11) en el cual se coloca un papel filtro de rápido drenado, de 150 mm de diámetro, sobre el cual se vacía la muestra de la pulpa de la cual se quiere formar una hoja (Figura No. 12), haciendo succión por una bomba de vacío. Se espera que la mayor parte de las partículas se retengan en el papel filtro y en el colchón de la fibra que se forma y con esto cuantificar la cantidad de partículas de tintas presentes en la hoja formada (Figura No. 13). El inconveniente de este método es el de no proporcionar una distribución de partículas de tinta uniforme. Debido a este inconveniente es necesario realizar la medición de las hojas por ambos lados. El peso aproximado de la hoja forma es de 4 g, de acuerdo a la norma T 218 sp-97.



Figura No. 11. Bomba de vacío



Figura No. 12. Embudo buchner

7. 11. Equipo Magnético-Mecánico.

Es un agitador magnético, el cual genera fuerzas magnéticas-mecánicas, para el destintado del papel de impresión laser, ayudado por velocidades que van de 1-10 (figura No. 14). A este equipo se le aplican pines de hierro los cuales forman un remolino en la suspensión fibrosa ayudado por las velocidades y al contacto con las fibras se obtienen una separación de tinta impregnadas en las fibras, como se aprecia en la figura No. 15.



Figura No. 13. Obtención de una hoja del embudo Buchner



Figura No. 14. Equipo magnético-mecánico



Figura No. 15. Aplicación del tratamiento magnético-mecánico al papel bond

7.12. Equipo Dot Counter

Dot Counter, es un equipo a que consta de un scanner y una computadora (Figura No. 16), con un programa para analizar las hojas formadas provenientes de la pulpa con tratamiento magnético-mecánico, con un área de escaneo de 100 cm² capaz de reportar el rango de tamaño de partícula de tinta, como se observa en la Figura No. 17.



Figura No. 16. Equipo Dout Counter



Figura No. 17. Escáner Dout Counter

7. 13. Equipo Elrepho.

Es un instrumento diseñado para reportar la reflectancia a intervalos de 10 nm en el espectro visible (400-700 nm) (Figuras No. 18 y 19). Las pruebas de medición de este equipo están basadas por las normas ISO, DIN, SCAN Y TAPPI. Estas pruebas de medición son: Brillo, blancura, amarillamiento, opacidad, dispersión, absorción y transparencia.



Figura No. 18. Equipo Elrepho

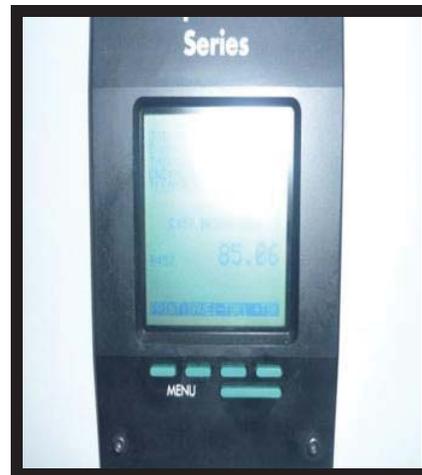


Figura No. 19. Resultados del equipo Elrepho

En el presente trabajo se realizaron las pruebas de factor de reflexión a 457nm, tomando de mayor importancia para este trabajo la blancura para las hojas de papel formado en cada una de las tres etapas (desintegración, tratamiento magnético-mecánico y lavado), las cuales se llevaron a cabo en la presente investigación.

7.14. Celda de Lavado

Celda de lavado (Degussa). Esta celda se utiliza para realizar destintado de papel a través del método de lavado (Figura No. 20), para el presente trabajo se utilizó para llevar a cabo la separación de tinta de la suspensión fibrosa que anteriormente se le aplicó tratamiento magnético-mecánico. La celda de lavado (Degussa) es una unidad de 26 X 26 X 24.5. En un lado tiene un orificio de 1.3 cm de Ø. Este orificio está a 18 cm de altura con respecto de la base. En el centro de esta unidad se coloca la celda de lavado, la cual tiene una capacidad de 5 litros. Los cuatro lados de la celda tienen un orificio de 10.5 cm de diámetro, por el cual se introduce el agitador. Dicho agitador proporciona la turbulencia necesaria para mantener sin taponamiento las mallas. El agua de lavado se alimenta con un flujo de 1 litro/min. De la cual se obtiene una hoja correspondiente a esta etapa (Figura No. 21).



Figura No. 20. Celda de lavado



Figura No. 21. Hoja de lavado

7.15. Microscopio

Este equipo está compuesto por lentes de distintas medidas para poder llevar a cabo la medición de las fibras (figura No. 22), para la presente investigación se utilizó el ocular de la medida No. 10, realizando mediciones de fibras para cada una de las corridas experimentales que se realizaron.

7.16. Mufla

Este equipo está construido para generar temperaturas de 575 ± 25 °C (figura No. 23), ideal para llevar a cabo la realización correspondiente de cenizas de madera y papel. Para la determinación de cenizas en papel y cartón debe usarse el estándar TAPPI T 413 “Cenizas en papel y cartón”. En la figura No. 24, se observa la cocción del papel, posteriormente se ingresa a la estufa.

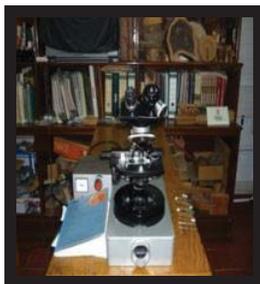


Figura No. 22.
Microscopio



Figura No. 23. Mufla



Figura No. 24. Cocción de
papel

7.17. Procedimiento

7.17.1 Caracterización de la materia prima

El papel bond (papel desperdicio o fibra secundaria) impreso con tinta laser se corta manualmente en pedazos de aproximadamente 3 X 2 cm, se homogeniza y se le determina el contenido de humedad (según la norma T 412 om-94) y el contenido de cenizas (T 413 om-93) y se almacena para evitar alteraciones en el contenido de humedad.

La materia prima se desintegró a 1.5% de consistencia durante 5 min de acuerdo a la norma T 205 SP-95. Posteriormente se tomo una parte para formar hojas de 130 g/m² siguiendo el procedimiento establecido en la norma T 218 SP-97, la cuales se tomaron como punto de referencia, estas hojas representan la muestra blanca de este estudio realizado.

7.17.2 Proceso de aplicación del tratamiento magnético- mecánico

Se realizó un diseño experimental factorial 2³ con dos puntos centrales para determinar la influencia de las diferentes variables sobre la cual, se determinaron las condición en las cuales el equipo que produce las fuerzas magnéticas-mecánicas actúa en forma más eficiente (Programa de STATGRAPHICS), Montgomery D. C. En la tabla No. 1 se presentan las variables dependientes y las variables de respuesta tratadas en el diseño experimental.

Tabla No. 1. Diseño experimental

Corrida	Bloque	Tiempo	Velocidad	Consistencia	% Ceniza	Dot counter	Blancura
1	1	20.0	10.0	2.0			
2	1	5.0	2.5	0.5			
3	1	20.0	2.5	2.0			
4	1	5.0	10.0	2.0			
5	1	20.0	10.0	0.5			
6	1	12.5	6.25	1.25			
7	1	20.0	2.5	0.5			
8	1	5.0	10.0	0.5			
9	1	5.0	2.5	2.0			
10	2	12.5	6.25	1.25			
11	2	20.0	10.0	2.0			
12	2	5.0	2.5	0.5			
13	2	20.0	2.5	2.0			
14	2	5.0	10.0	2.0			
15	2	20.0	10.0	0.5			
16	2	12.5	6.25	1.25			
17	2	20.0	2.5	0.5			
18	2	5.0	10.0	0.5			
19	2	5.0	2.5	2.0			
20	2	12.5	6.25	1.25			

Diseño de experimentos 2^{2-3} teniendo los siguientes factores y niveles, con un punto Central y con una repetición.

A: Tiempo (5, 12.5, 20)

B: Velocidad (2.5, 6.25, 10)

C: Consistencia (0.5, 1.5, 2%)

VARIABLES DE RESPUESTA:

% de Cenizas

Blancura

Dot counter (Rango de partículas, 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 250-500µm, 500-5000µm).

7.18.3. Clasificación de fibras

Con esta determinación, se mide el promedio en peso de la longitud de las fibras, en donde la longitud de fibra es una propiedad fundamental de cualquier pulpa que vaya a ser utilizada para fabricar papel (Escoto, 2004).

La clasificación de las fibras en una pulpa, normalmente se realiza a través de un equipo denominado Bauer MacNett, especificado en el método Tappi T-233, el cual consta de cuatro recipientes acomodados en cascada, los cuales en su interior tienen un agitador y un tamiz con una malla de diferente abertura en cada uno de ellos.

7.18.4. Medición de fibras

Una vez realizada la clasificación de fibras, se procede a realizar la medición de las fibras para cada una de las corridas experimentales con tratamiento magnético-mecánico, con la finalidad de saber que tanto acorto la fibra, el proceso aplicado a la pulpa.

7.18.5. Blancura

Ya realizado el diseño de experimental, la materia prima se desintegro a 1.5% de consistencia, durante 5 min, de acuerdo a la norma T 205 SP-95. Posteriormente se tomo una parte para formar hojas de 130 g/m² siguiendo el procedimiento establecido en la norma T 218 SP-97.

Con la otra parte de materia prima desintegrada, se realizaron las corridas de aplicación en el equipo que genera las fuerzas magnético-mecánico, con los tiempos de aplicación de 5-20 minutos, velocidad 1-10 y consistencia de la suspensión de 0.5 a 2%.

En cada corrida con las diferentes variaciones de las variables dependientes se formaron hojas siguiendo la norma T 218 SP-97, para determinar el número de partículas de tinta/m² en los rangos de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 250-500µm, >500µm el factor de reflexión y la blancura.

Los resultados obtenidos se evalúan mediante el programa STATGRAPHICS, el cual determina cuales son las condiciones óptimas de la aplicación del tratamiento magnético-mecánico y las variables dependientes.

Una vez determinadas las condiciones optimas de las variables dependientes para el equipo magnético-mecánico, se procedió a la aplicación del tratamiento magnético-mecánico a la suspensión fibrosa desintegrada. Se formaron hojas de 130 g/m² de acuerdo a la norma T 218 SP-97.

A la suspensión fibrosa tratada con el equipo magnético-mecánico se le aplico una etapa de lavado, en una celda de lavado Degussa durante 10 minutos, con un flujo de agua de lavado de 1/min, a una consistencia de 0.4%, y malla de lavado de 200.

Después de la etapa de lavado, se formaron hojas a 130 g/m² para evaluar las variables de respuesta.

7. 18.6 Cenizas.

Una vez obtenidas las hojas y evaluadas las condiciones del factor de reflexión, así como los datos obtenidos del dout counter, se procede a la determinación de cenizas para el papel.

Este método para la determinación de ceniza puede aplicarse a todos los tipos y grados de papel de pulpa de madera y productos de papel. Para la determinación de ceniza por combustión a 900 °c, de acuerdo con la técnica TAPPI 413 “Ceniza en Madera, pulpa, papel y Cartón”.

El término “ceniza”, tal y como se usa en este método de prueba, se relaciona con un significado cualitativo no específico. Si se desea un posterior examen cualitativo de cenizas, este método puede usarse en combinación con la técnica TAPPI T 421 “Análisis Cualitativo (Incluyendo Microscopia Óptica) de cargas Minerales Recubrimientos Mineral para el papel”, para identificar los principales componentes de la ceniza.

Para muestras con cargas, recubrimientos o pigmentos que en la calcinación a 525 °C o 900 °C no tienen cambios importantes en su peso, tales como los óxidos de silicio o titanio, o muestras que no tienen otras cargas, recubrimientos o pigmentos, la calcinación a cualquiera de las dos temperaturas puede tomarse como una medida semicuantitativa del porcentaje de material presente en la muestra (Sanjuán, 1995).

En la mayoría de los casos, la ceniza de papel y cartón contendrá residuos inorgánicos de la pulpa, de los reactivos usados en la fabricación del papel y material de carga o relleno añadidos deliberadamente. En tales casos, el significado del nivel determinado de ceniza varía dependiendo de la temperatura a la que se llevo a cabo la calcinación y la identidad del material que se adiciono (Sanjuán, 1995).

Para papeles que solo contienen celulosa y carbonato de calcio, la calcinación a 525 °C eliminara la celulosa y la humedad, pero dejara como ceniza el carbonato de calcio, esencialmente intacto. Por otro lado, la calcinación a 900 °C convertirá el carbonato de calcio a oxido de calcio. En tales casos, estos métodos podrán usarse en conjunto para proveer una buena estimación de los niveles del carbonato de calcio añadido (Sanjuán, 1995).

8. RESULTADOS

8.1. Diseño experimental para las variables y respuestas.

A continuación se muestran las tablas No. 2, 3, 4 y 5, así como sus respectivas graficas, para cada uno de los diseños de experimentos en forma general para las variables de respuesta (% Cenizas, para los rangos del Dot counter, y la Blancura), en los cuales se muestran el número de corridas experimentales y los factores bajo los cuales fueron realizados cada uno de los experimentos.

Tabla No. 2. Diseño de experimentos (variables y resultados).

Corrida	Tiempo	velocidad	consistencia	% C Des	% C Tratam	% C Lav	% C Tintas	Des 50 μ	Trat 50μ	Lav 50μ
1	12.5	6.25	1.25	14.35	15.38	1.92	40.5	1163	1648.5	4955
2	20	10	0.5	17	16.37	3.17	46.4	1617.5	7306.5	2042.5
3	12.5	6.25	1.25	14.97	8.64	2.87	44.55	2404	4735	4979.5
4	5	2.5	0.5	10.32	9.9	4.72	10.85	2259	2317	3118
5	20	10	2	16.43	1.21	15.87	37.97	1518	8448.5	360
6	5	10	2	16.49	13.92	1.93	46.36	1618.5	4020	2290
7	5	10	0.5	15.15	10.52	3.63	47.27	1964	5752.5	2995.5
8	20	2.5	0.5	16.58	9.09	11.64	42.85	1654	3401	3830
9	5	2.5	2	14.43	11.65	2.63	47.82	1528.5	1978.5	2187.5
10	20	2.5	2	12.27	10.25	1.69	54.9	2276.5	4776.5	3207.5
11	12.5	6.25	1.25	13.06	9.46	2.25	51.38	1550	3966	2316.5
12	20	10	0.5	15.1	15.62	12.63	45.13	1770.5	10309	8913
13	12.5	6.25	1.25	15.34	12.65	2.23	40.47	1602	3839	2138
14	5	2.5	0.5	3.91	12	11.61	53.38	2323.5	2895	3446.48
15	20	10	2	13.77	0.7	1.63	41.54	1835	4005.5	868
16	5	10	2	12.13	11.56	1.98	53.39	1875	2950	1944.5
17	5	10	0.5	15.12	11.34	3.01	48	2294	5247	3641.5
18	20	2.5	0.5	16.06	14.61	3.96	54.5	2209	3422	3289.5
19	5	2.5	2	15.68	13.33	3.84	50.32	1866	4391	2282.5
20	20	2.5	2	14.06	11.94	2.09	42.6	1803	3476	3522.5

En la figura No. 25, se muestra la gráfica en forma general, correspondiente al diseño de experimentos, en la cual se puede observar que los rangos para el tratamiento magnético-mecánico se incrementan considerablemente, estos incrementos se pueden observar para los rangos de 100 a 150μ, 200 a 250 □ 500μ, para la variable de cenizas se observa un menor incremento, lo cual era de esperarse, ya que para esta variable de respuesta no es necesario incrementar los rangos de partículas de tinta, lo cual también se refleja en la tabla del diseño experimental. Como se observa en la grafica del diseño experimental al aplicar un tratamiento magnético-mecánico, se incrementa el número de partículas de tinta/m² para los diferentes rangos, lo cual nos indica que en los procesos posteriores como el lavado permiten una mejor eliminación de estas partículas, lo cual beneficia al proceso del destintado. Así mismo en los apéndices (pág. No. 217), se observan 4 graficas en forma más clara, el incremento de partículas de tinta, para cada uno de los rangos ya mencionados, correspondientes a las corridas 1-20.

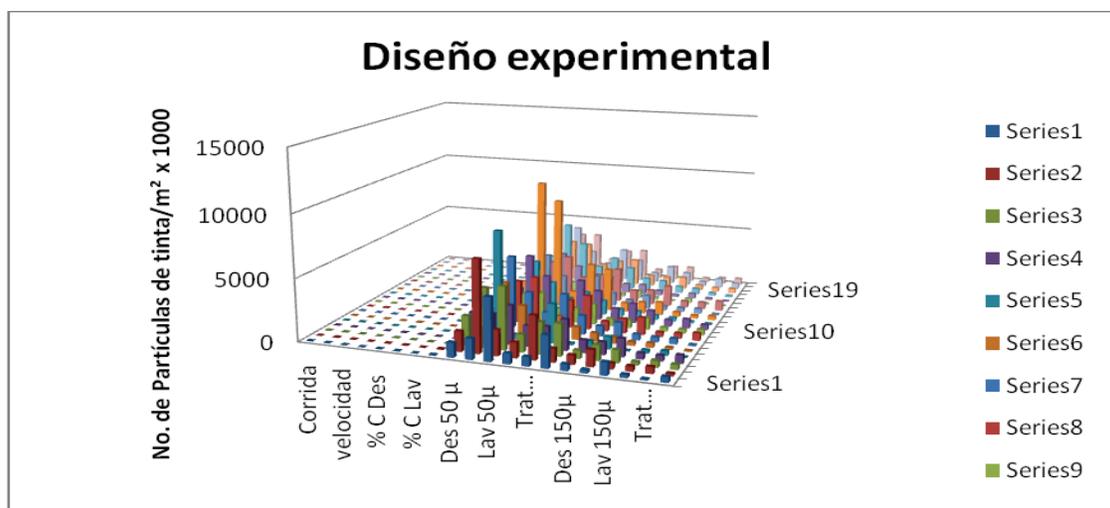


Figura No. 25. Diseño de experimentos.

Tabla No. 3. Diseño de experimentos parte 2 para los rangos de 100 a 200 μ .

Des 100 μ	Trat 100 μ	Lav 100 μ	Des 150 μ	Trat 150 μ	Lav 150 μ	Des 200 μ	Trat 200 μ	Lav 200 μ
830	726.5	2554.5	511	259.5	1008.5	240.5	78.5	425
1221.5	3449	1081	724	1317	457	397	516.5	184.5
1404.5	2521	2558.5	639	1229.5	1005.5	259.5	516	385
1657	1741.5	2456.5	996	993.5	1436.5	473	454	643
934	3115.5	142	499	979	48.5	241	347	25
1183.5	1734	1025	679.5	535	290	356.5	160	67.5
1490	3099.5	1519.5	818.5	1262.5	456.5	396	424	99
1255.5	2217.5	2727.5	777.5	1148.5	1389.5	351.5	415	589.5
1016	1184	1666	592.5	667	947	307	306	451
1652.5	3100	2353	1035.5	1571.5	1148	523.5	723.5	408
1114	1736	1164.5	586.5	545.5	351.5	292	139.5	83
1296	3721	3437.5	717.5	909.5	1048.5	358	222	316
1112	2369	1035	579.5	1099.5	338	333.5	391	81.5
1768.5	2139.5	2754.46	1038	1183	1649.44	507.5	548	770.08
1198	974.5	231	627.5	212	57	338	61	11.5
1337.5	1241	736	787	393	161.5	393.5	134	34.5
1714.5	2575.5	1814.5	1005.5	893	517.5	487	224	119.5
1564	1961.5	2192	891	883	979	429.5	318	360.5
1299	2668	1823.5	807	1465	1039	368.5	740	469
1373	2217.5	2387	751.5	1157	1197	349	501.5	552

Tabla No. 4. Tercera parte del diseño experimental para el rango 250 μ .

Corrida	Tiempo	Velocidad	Consistencia	Des 250 μ	Trat 250 μ	Lav 250 μ
1	5	10	2	519	121.5	56.5
2	12.5	6.25	1.25	373.5	72.5	477.5
3	20	10	0.5	637	522.5	224.5
4	20	2.5	2	523.5	480.5	540.5
5	12.5	6.25	1.25	325	690.5	437
6	20	10	2	492	45.5	13
7	5	2.5	0.5	808.5	595.5	968.6
8	5	2.5	2	488.5	510	545
9	5	10	0.5	791	104	44.5
10	20	2.5	0.5	596	208	222
11	5	10	2	637	148	16.5
12	12.5	6.25	1.25	446.5	61.5	51
13	20	10	0.5	596	106.5	178.5
14	20	2.5	2	874	721	357
15	12.5	6.25	1.25	433	442	52
16	20	10	2	404.5	367	34
17	5	2.5	0.5	764.5	548.5	665
18	5	2.5	2	582	1087	498.5
19	5	10	0.5	717	288	47.5
20	20	2.5	0.5	583	317	626

En la figura No. 26, se observan los rangos 250, 500 μ , así como la blancura para la desintegración, tratamiento magnético-mecánico, y lavado, en forma general, en la gráfica se observa que al aplicar el tratamiento magnético-mecánico, se incrementan las partículas de tinta/m² para el rango de 250 μ al igual que para el mismo rango para la desintegración y para la etapa del lavado, al aplicar el tratamiento magnético-mecánico, como ya se menciono facilita la eliminación de las partículas de tinta para los diferentes rangos, lo cual se puede observar en las figuras formadas tanto para la etapa de lavado, como para la etapa del tratamiento magnético-mecánico. En los apéndices (pág. No.), se observa de forma más clara el incremento de partículas de tinta/m², para cada uno de los rangos ya mencionados, se presentan cuatro graficas, equivalentes a las 20 corridas experimentales, iniciando de la corrida 1-5, 6-10, 11- 15 y 16-20, en estas graficas como ya se menciono, se observa en forma más clara el desprendimiento de las partículas de tinta/m², en los rangos ya mencionados, en cada una de estas graficas se observa, el desprendimiento de las partículas de tinta, para los rangos de 250 μ y 500 μ , lo cual, como ya se ha venido mencionando, permiten una mejor eliminación de partículas de tinta en las etapas posteriores como lo es la etapa de lavado.

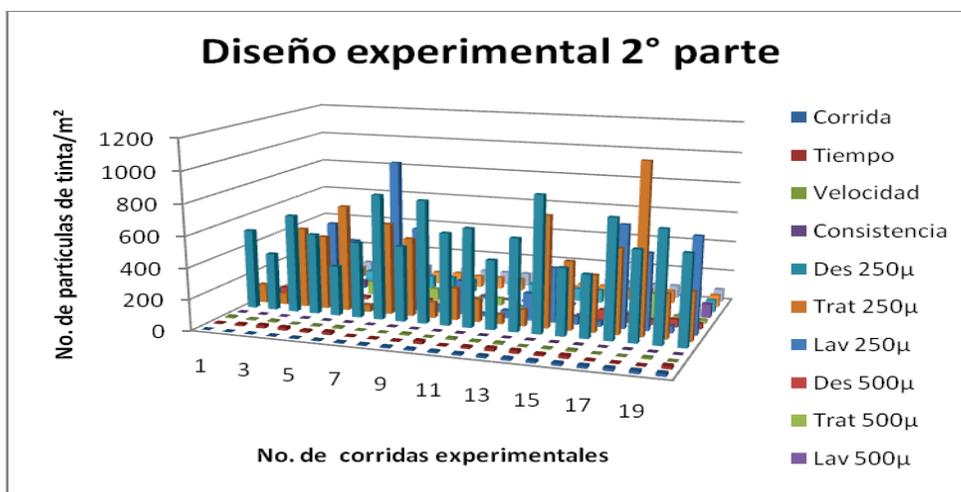


Figura No. 26. Diseño experimental para los rangos de 250, 500µ y Blancura.

Tabla No. 5. Cuarta parte del diseño experimental para el rango de 500µ y la Blancura.

Des 500µ	Trat 500µ	Lav 500µ	Des Blan	Trat Blan	Lav Blan
30.5	22.5	16	84	76	86
18.5	16.5	91.5	80	72.5	81.5
36	59	39.5	83	69.5	76
29	32	49.5	84	80	84
19	86	87.5	84	76	83
27.5	5	0.5	83.5	76	83.5
26.5	9	45.7	81.5	79	79.5
36	74.5	21	86.5	85	85
43.5	10.5	4	82	75	81
37	33.5	14.5	82	77	81.5
47	47.5	2	84	79.5	84
25.5	2.5	12	84.5	78	84
27.5	7.5	3.5	83.5	70	72
71.5	38	12.5	81	78.5	80.5
21.5	21.5	3	84.5	78	83.5
70.5	55	5	83.5	69.5	84.5
55.5	26	11	83	81.5	81.5
34	167	14	83.5	81	83
49	33	5	83.5	75	82.5
34.5	20	89.5	79	77	82.5

8.2. Comportamiento del número de partículas de tinta para cenizas, hoja desintegrada.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis de cenizas para las 4 hojas obtenidas del proceso, “Destintado de papel laser por medio magnético-mecánico”, del cual se formaron las siguientes hojas: desintegración, tratamiento, lavado y tintas.

En la tabla No. 6, se presenta el análisis de varianza (ANOVA), para la variable del contenido de cenizas, donde se observa que el nivel de significancia calculado con los resultados obtenidos (p-Value), es mayor para cada factor estudiado al nivel de significancia fijado para el análisis estadístico (0.05), por lo que la hipótesis estadística se rechaza, es decir, dichos factores (Tiempo, velocidad y consistencia), no tienen efecto estadístico significativo en la variable de respuesta, únicamente la interacción AC, tiene efecto estadístico, pero no afecta de manera significativa la variable de respuesta (Figura A. No. 26), esto se corrobora con la gráfica de Pareto figura No. 26. Las Figuras correspondientes a los efectos principales, efecto de las interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para maximizar las cenizas para la hoja desintegrada, se encuentran en los apéndices, [página No. 184](#).

Tabla No. 6. Análisis de varianza para las cenizas de la hoja desintegrada

Analysis of Variance for Cenizas Des					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	20.3401	1	20.3401	3.93	0.0707
B:Velocidad	19.9809	1	19.9809	3.86	0.0729
C:Consistencia	2.26502	1	2.26502	0.44	0.5205
AB	7.86802	1	7.86802	1.52	0.2410
AC	31.4721	1	31.4721	6.09	0.0296
BC	10.7584	1	10.7584	2.08	0.1747
blocks	9.46688	1	9.46688	1.83	0.2009
Total error	62.0407	12	5.17006		
Total (corr.)	164.192	19			
R-squared = 62.2146 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 44.7751 percent					

En Gráfica de Pareto Figura No. 27, para las cenizas de la hoja desintegrada, se observa que las variables que más influyen en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de partículas de 50-100µm, 100-150µm, > 150µm, son la combinación del tiempo y velocidad. La consistencia influye en menor proporción.

En la Figura No. 28, la cual es una grafica de superficie de respuesta que presenta el comportamiento en el incremento de las partículas de tinta/m² en el rango 50-100µm, 100-150µm, >150µm, dicho comportamiento, indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario trabajar a tiempos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

En la tabla No. 7, se muestran las condiciones óptimas para obtener una menor cantidad de partículas de cenizas para los rangos de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm, para obtener una menor cantidad de partículas de cenizas en este rango es necesario trabajar a tiempos, velocidades y consistencias bajos.

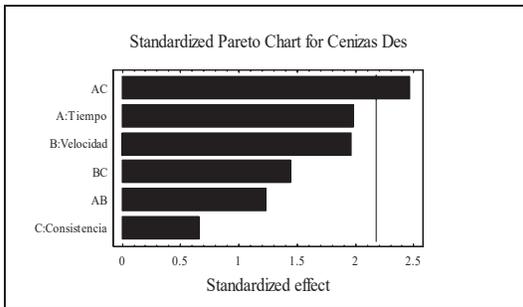


Figura No. 27. Grafica de pareto

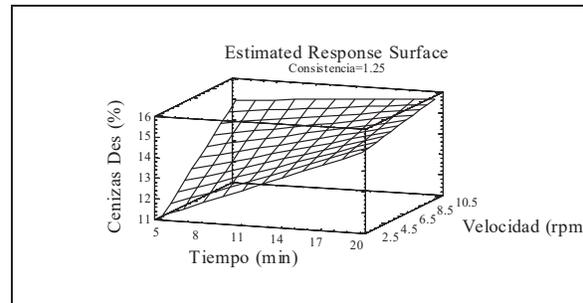


Figura No. 28. Superficie de respuesta para cenizas en hoja desintegrada

Tabla No. 7. Condiciones óptimas para minimizar las cenizas en la hoja desintegrada.

Optimize Response			

Goal: minimize Cenizas Des			
Optimum value = 8.566			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.3. Comportamiento del número de partículas de tinta para cenizas, hoja con tratamiento magnético-mecánico

En la tabla No. 8, se presentan los análisis de varianza (Anova), para el contenido de cenizas para la hoja con tratamiento, donde los resultados obtenidos (p-Value), son mayores al valor fijado (0.05), así se puede observar en la tabla antes mencionada, donde el tiempo y la velocidad, no tienen inferencia estadística, sólo la consistencia se encuentra en el rango del análisis estadístico, pero tampoco tiene efecto estadístico significativo. Únicamente la interacción AC, tiene efecto estadístico, pero no influye en de manera significativa, (Figura A. No. 4) Esto se corrobora con los gráficos correspondientes como son: el gráfico de pareto (Figura No. 29).

Tabla No. 8. Análisis de varianza para las cenizas de la hoja con tratamiento.

Analysis of Variance for Cenizas Trat					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	13.0141	1	13.0141	1.49	0.2458
B:Velocidad	8.30881	1	8.30881	0.95	0.3488
C:Consistencia	38.7195	1	38.7195	4.43	0.0571
AB	9.68766	1	9.68766	1.11	0.3132
AC	91.6328	1	91.6328	10.48	0.0071
BC	49.1051	1	49.1051	5.62	0.0354
blocks	1.97192	1	1.97192	0.23	0.6433
Total error	104.896	12	8.74137		

Total (corr.)	317.336	19			
R-squared = 66.9447 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 51.6884 percent					

En la figura No. 29, se muestra el diagrama de Pareto correspondiente a las cenizas de la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”, se observa que ninguna de las variables influye en gran proporción en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de partículas de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm. La combinación de las variables como la consistencia, tiempo y velocidad, influyen en menor proporción.

En la figura No. 30, la cual es una gráfica de superficie de respuesta en ella se muestra el comportamiento de los factores (Tiempo, velocidad y consistencia), en el incremento de las partículas de tinta/m² en el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables el tiempo y la velocidad, dicho comportamiento nos indica que para lograr una menor cantidad de partículas de tintas en este rango es necesario trabajar a velocidades altas y tiempos altos, manteniendo constante la consistencia.

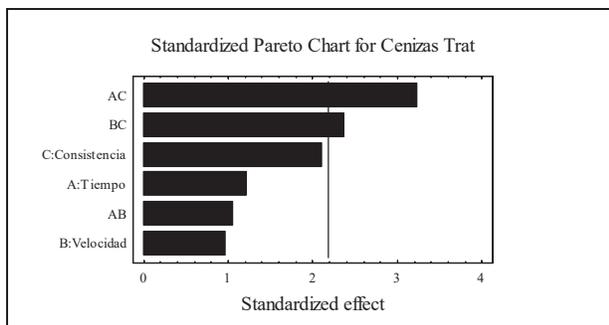


Figura No. 29. Diagrama de Pareto

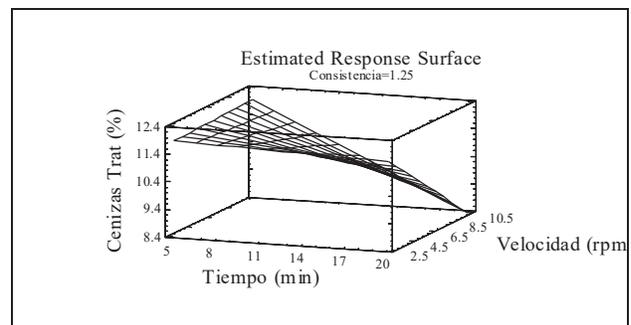


Figura No. 30. Superficie de respuesta

En la tabla No. 9 se muestran las condiciones óptimas para obtener una menor cantidad de cenizas para este rango de partículas, es necesario trabajar a velocidades, tiempos y consistencias altas, como se muestran en la gráfica.

Tabla No. 9. Condiciones óptimas para minimizar las cenizas.

Optimize Response			

Goal: minimize Cenizas Trat			
Optimum value = 2.90575			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.4. Comportamiento del número de partículas de tinta para cenizas, hoja de lavado

En la tabla No. 10, de análisis de varianza para la hoja de lavado, se presentan los resultados (p-Value), para los análisis de cenizas los cuales corresponden al valor fijado (0.05), donde se muestran que los resultados obtenidos, no tienen efecto estadístico significativo, pues se muestran claramente en los gráficos abajo presentados, en ellos se muestran como estos factores (Tiempo, velocidad y consistencia), no tienen efecto significativo para los resultados del análisis estadístico, las Figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de las interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para maximizar las cenizas para la hoja de lavado aparecen en los apéndices, página No. 186.

Tabla No. 10. Análisis de varianza para cenizas de la hoja de lavado.

Analysis of Variance for Cenizas Lav					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	23.3531	1	23.3531	1.21	0.2935
B:Velocidad	0.174306	1	0.174306	0.01	0.9259
C:Consistencia	32.234	1	32.234	1.67	0.2211
AB	42.8043	1	42.8043	2.21	0.1627
AC	0.381306	1	0.381306	0.02	0.8907
BC	26.6514	1	26.6514	1.38	0.2633
blocks	1.17128	1	1.17128	0.06	0.8098
Total error	232.175	12	19.3479		
Total (corr.)	358.944	19			

R-squared = 35.3173 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 5.46381 percent

Según el diagrama de pareto Figura No. 31, se observa que ninguna de las variables influye en gran proporción en el incremento de las partículas de tinta/m², en el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm. La combinación de estas tres variables, así como las interacciones AB, BC y AC, influyen en menor proporción.

En la figura No. 32, la cual es una gráfica de superficie de respuesta nos presenta el comportamiento en el incremento de las partículas en el rango 50-250µm, manteniendo constante la consistencia, y teniendo como variables el tiempo y la velocidad, dicho comportamiento nos indica que para lograr una menor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario trabajar a tiempos altos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

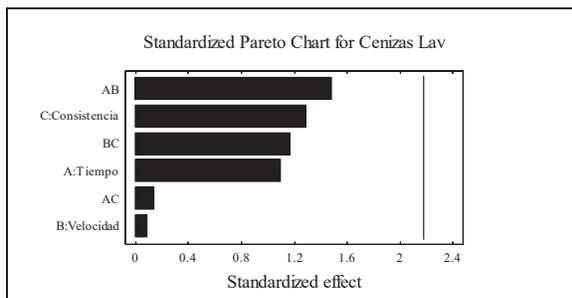


Figura No. 31. Diagrama de Pareto

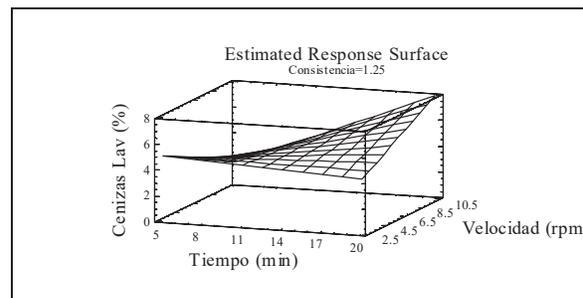


Figura No. 32. Superficie de respuesta

En la tabla No. 11, se muestran las condiciones óptimas para obtener una menor cantidad de cenizas para el rango de partículas de cenizas 50-100, 100-150, 150-200-200-250, 250-500, > 500µm, es necesario trabajar a tiempos y consistencias altas, manteniendo baja la velocidad.

Tabla No. 11. Condiciones óptimas para minimizar las cenizas.

Optimize Response			

Goal: minimize Cenizas Lav			
Optimum value = 1.6775			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.5. Comportamiento del número de partículas de tinta para cenizas, (tintas)

Para el análisis de varianza de las cenizas correspondiente a las tintas se presenta la tabla No. 12 (anova), en la cual se muestran los resultados que se obtuvieron (p-Value), en la cual se puede observar que los tres factores (Tiempo, velocidad y consistencia), no tienen efectos significativo para el valor fijado (0.05), los cuales se muestran con mayor precisión en los gráficos que abajo se muestran, correspondientes al gráfico de pareto (Figura No. 32), Las figuras correspondientes a los efectos principales, efecto de las interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para maximizar las cenizas en la hoja con tintas, aparecen en los apéndices, página No. 187.

Tabla No. 12, Análisis de varianza para la hoja de tintas de cenizas.

Analysis of Variance for Cenizas Tin					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	4.51563	1	4.51563	0.05	0.8196
B:Velocidad	4.8841	1	4.8841	0.06	0.8125
C:Consistencia	43.9569	1	43.9569	0.53	0.4809
AB	199.233	1	199.233	2.40	0.1474
AC	157.879	1	157.879	1.90	0.1931
BC	108.16	1	108.16	1.30	0.2761
blocks	187.517	1	187.517	2.26	0.1588
Total error	996.638	12	83.0532		

Total (corr.)	1702.78	19			
R-squared = 41.4701 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 14.4563 percent					

En la figura No. 33, se puede observar el diagrama de Pareto, se observa que ninguna de las variables influye en gran proporción en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm. La combinación de estas tres factores (Consistencia, velocidad y tiempo), influyen en mínima proporción.

La figura No. 34, de superficie de respuesta nos presenta el comportamiento en el incremento de las partículas de tinta/m² en el rango 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables el tiempo y la velocidad, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario trabajar a tiempos altos y velocidades altas.

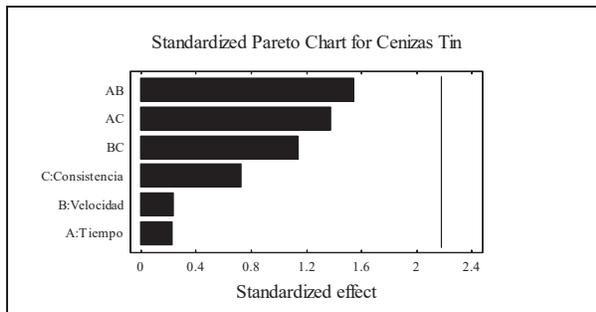


Figura No. 33 Diagrama de Pareto

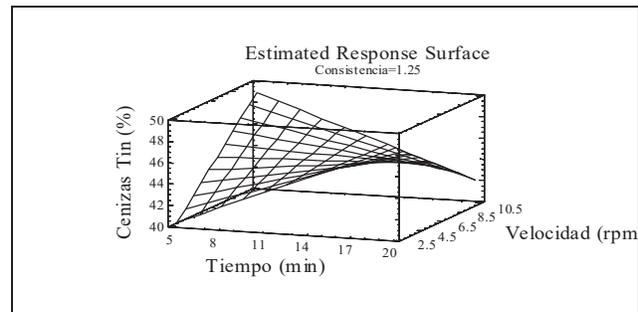


Figura No. 34 Superficies de respuesta

En la tabla No. 13, se muestran las condiciones óptimas para obtener una menor cantidad de partículas de cenizas para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, > 500µm, se debe de trabajar a tiempos, velocidades y consistencias bajas como se aprecia en la gráfica.

Tabla No. 13. Condiciones óptimas para minimizar las cenizas.

Optimize Response			

Goal: minimize Cenizas Tin			
Optimum value = 32.9977			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.6. Comportamiento de la blancura para la hoja desintegrada.

En la tabla No. 14, se presenta el análisis de varianza (anova), para la variable desintegración, correspondiente a la blancura para la hoja desintegrada, donde se observan los resultados obtenidos (p-value), dichos resultados no tienen efecto estadístico, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen influencia estadística). Las figuras correspondientes a los efectos principales, interacciones principales, coeficiente de regresión y las condiciones óptimas para minimizar la blancura, se muestran en los apéndices, página No. 188.

Tabla No. 14. Análisis de varianza para la blancura, “hoja desintegrada”

Analysis of Variance for Blancura Des					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	4.51562	1	4.51562	1.78	0.2065
B:Velocidad	2.64063	1	2.64063	1.04	0.3273
C:Consistencia	9.76563	1	9.76563	3.86	0.0731
AB	4.51563	1	4.51563	1.78	0.2065
AC	0.765625	1	0.765625	0.30	0.5925
BC	2.64063	1	2.64063	1.04	0.3273
blocks	0.0125	1	0.0125	0.00	0.9451
Total error	30.3812	12	2.53177		
Total (corr.)	55.2375	19			

R-squared = 44.9989 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 19.6137 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 35, se muestran los factores que tienen mayor influencia en la eliminación de partículas de tinta/m² para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm, para la etapa de blancura, se observa que el factor consistencia tiene mayor efecto para este rango, las combinaciones de las variables así como los demás factores influyen en menor proporción para este rango.

En la figura No. 36, la cual es una superficie de respuesta nos muestra el comportamiento de los factores en la eliminación de partículas de tinta/m², para la etapa de blancura, dicho comportamiento nos indica que para obtener un mayor incremento de partículas en este rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm, se debe de trabajar a tiempos bajos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

En la tabla No 15, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la blancura para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm de acuerdo a las condiciones óptimas de debe de trabajar a tiempos, consistencias y velocidades bajas, como se observa abajo en la tabla.

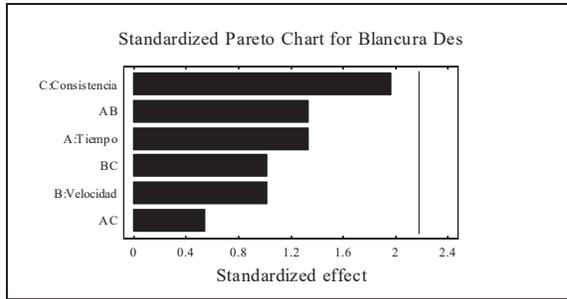


Figura No. 35. Diagrama de Pareto

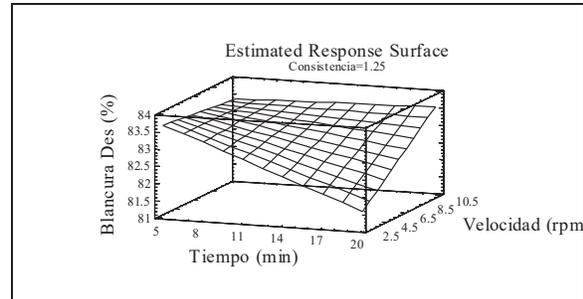


Figura No. 36. Superficie de respuesta

En la tabla No. 15. Condiciones óptimas para maximizar la blancura para el rango de 50-100 μm , 100-150 μm , 150-200 μm , 200-250 μm , 250-500 μm , >500 μm .

Optimize Response			

Goal: maximize Blancura Des			
Optimum value = 85.0875			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.7. Comportamiento de la blancura para la hoja con tratamiento magnético-mecánico.

En la tabla No. 16, se presenta el análisis de varianza (anova), para la variable blancura para la hoja con tratamiento, donde se observan los resultados obtenidos (p-value), dichos resultados, tienen efecto estadístico para el análisis estadístico ($p \leq 0.05$), por lo que la hipótesis planteada, se acepta, es decir, los factores tiempo, velocidad y consistencia, tienen influencia estadística. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de las interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la blancura aparecen en los apéndices, los cuales no tienen efecto estadístico, página No. 189.

Tabla No. 16. Análisis de varianza para la blancura, para la “hoja de tratamiento”.

Analysis of Variance for Blancura Trat					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	74.3906	1	74.3906	14.54	0.0025
B:Velocidad	147.016	1	147.016	28.73	0.0002
C:Consistencia	28.8906	1	28.8906	5.65	0.0350
AB	2.64063	1	2.64063	0.52	0.4863
AC	0.015625	1	0.015625	0.00	0.9568
BC	0.140625	1	0.140625	0.03	0.8711
blocks	0.2	1	0.2	0.04	0.8466
Total error	61.4062	12	5.11719		

Total (corr.)	314.7	19			
R-squared = 80.4874 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 71.4815 percent					

Según la gráfica de Pareto, figura No. 37, se muestran los factores que tienen mayor influencia en la eliminación de partículas de tinta/m² para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm, para la etapa de blancura, se observa que los factores velocidad, tiempo y consistencia, tienen mayor efecto para la blancura, las combinaciones de las variables influyen en menor proporción para este rango.

En la figura No. 38, la cual es una superficie de respuesta nos muestra el comportamiento de los factores en la eliminación de partículas de tinta/m², en el rango de 50-100µm, 100-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >5000 para la etapa de blancura, dicho comportamiento nos indica que para obtener un mayor incremento de partículas en este rango, se debe de trabajar a tiempos bajos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

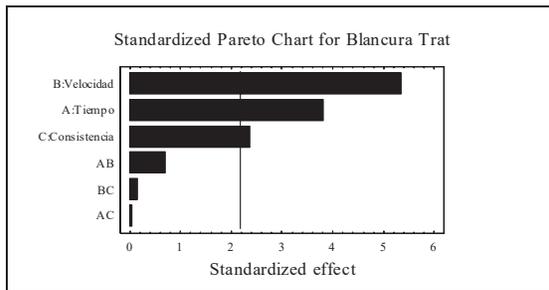


Figura No. 37. Diagrama de Pareto

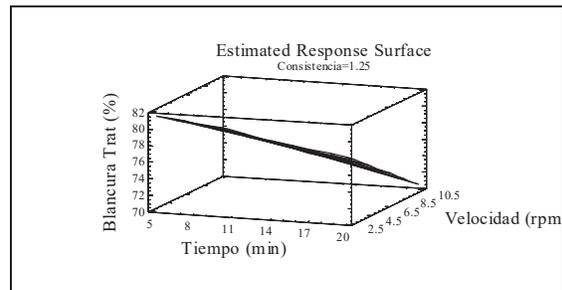


Figura No. 38. Superficie de respuesta

En la tabla No. 17, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la blancura para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm de acuerdo a las condiciones óptimas de debe de trabajar a tiempos y velocidades bajos, manteniendo la consistencia alta, como se observa abajo en la tabla.

Tabla No. 17, Condiciones óptimas para maximizar la blancura para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm.

Optimize Response			

Goal: maximize Blancura Trat			
Optimum value = 82.7625			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.8. Comportamiento de la blancura para la hoja de lavado.

En la tabla No. 18, se presenta el análisis de varianza (anova), para la variable de lavado, correspondiente a la blancura para la hoja de lavado, donde se observan los resultados obtenidos (p-value), dichos resultados, tienen efecto estadístico para el análisis estadístico (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, el factor consistencia y las interacciones Ac tienen influencia estadística, como se observa en los resultados (p-value),

de la tabla anova. Pero no influyen de manera significativa para el análisis estadístico, los demás factores, así como la combinación de las demás interacciones no tienen efecto estadístico. En los apéndices aparecen las figuras de los efectos principales, efectos de las interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la blancura, página No. 190.

Tabla No. 18. Análisis de varianza anova para la blancura, “hoja de lavado”.

Analysis of Variance for Blancura Lav					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	20.25	1	20.25	4.35	0.0589
B:Velocidad	4.0	1	4.0	0.86	0.3720
C:Consistencia	72.25	1	72.25	15.53	0.0020
AB	18.0625	1	18.0625	3.88	0.0723
AC	3.0625	1	3.0625	0.66	0.4329
BC	22.5625	1	22.5625	4.85	0.0479
blocks	0.45	1	0.45	0.10	0.7611
Total error	55.8125	12	4.65104		
Total (corr.)	196.45	19			

R-squared = 71.5895 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 58.4769 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 39, se muestran los factores que tienen mayor influencia en la eliminación de partículas de tinta/m² para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm, para la etapa de blancura, se observa que la consistencia, tiene mayor efecto para la blancura, así como la combinación de las variables tiempo, consistencia, los factores tiempo, velocidad influyen en menor proporción para este rango, como se aprecia en la figura. En la figura No. 39, la cual es una superficie de respuesta nos muestra el comportamiento de los factores en la eliminación de partículas de tinta/m², en el rango de 50-100µm, 100-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >5000 para la etapa de blancura, dicho comportamiento nos indica que para obtener un mayor incremento de partículas en este rango, se debe de trabajar a tiempos bajos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

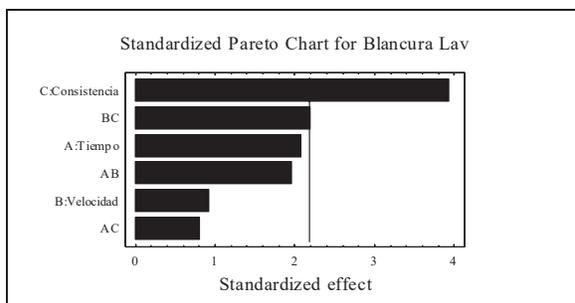


Figura No. 39. Diagrama de Pareto

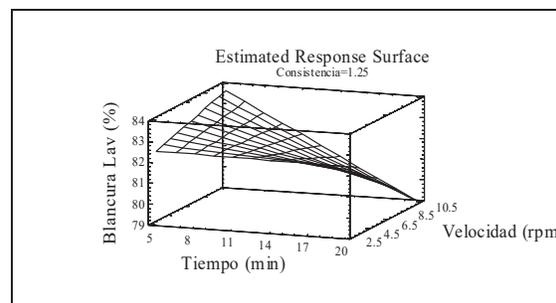


Figura No. 40. Superficie de respuesta

En la tabla No. 19, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la blancura para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm de

acuerdo a las condiciones óptimas de debe de trabajar a tiempos bajos, manteniendo la consistencia y la velocidad alta, como se observa abajo en la tabla.

Tabla No. 19, Condiciones óptimas para maximizar la blancura para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, 200-250µm, 250-500µm, >500µm.

Optimize Response			

Goal: maximize Blancura Lav			
Optimum value = 86.5125			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.9. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 50µm, para la hoja desintegrada.

En la tabla No. 20 (anova), figura, se presenta el análisis de varianza (Anova), se muestran los resultados para el análisis del dotcounter para el rango de 50µm, se observa que el nivel de significancia calculado en los resultados obtenidos (p-Value), no existe diferencia estadística significativa para el análisis estadístico (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para el rango de 50µ, se encuentran en los apéndices, página No. 191.

Tabla No. 20. Análisis de varianza para el Dot counter para el rango de 50µm, desintegración (óptica).

Analysis of Variance for DC50 des					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	68251.6	1	68251.6	0.58	0.4608
B:Velocidad	127271.0	1	127271.0	1.08	0.3186
C:Consistencia	196028.0	1	196028.0	1.67	0.2209
AB	59536.0	1	59536.0	0.51	0.4902
AC	284622.0	1	284622.0	2.42	0.1456
BC	1849.0	1	1849.0	0.02	0.9023
blocks	63281.3	1	63281.3	0.54	0.4772
Total error	1.41038E6	12	117531.0		

Total (corr.)	2.21122E6	19			
R-squared = 36.2171 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 6.77884 percent					

De acuerdo a la gráfica de Pareto, Figura No. 41, se observa que las variables que más influyen en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de 50-100µm son la combinación del tiempo y la consistencia. La combinación del tiempo y la velocidad así como la consistencia y la velocidad influyen en menor proporción. La figura No. 42, la cual es una grafica de superficie de respuesta nos presenta el comportamiento en el incremento de las partículas de tinta/m² en el rango de 50-100µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables a la velocidad y el tiempo, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario de trabajar a tiempos bajos y velocidades bajas.

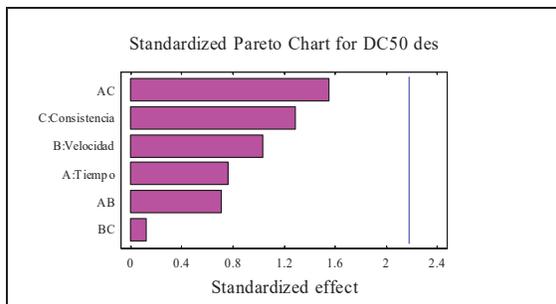


Figura No. 41. diagrama de Pareto

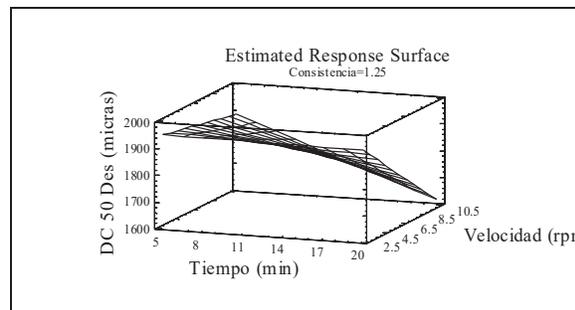


Figura No. 42. Superficies de respuesta

La tabla No. 21, se observan las condiciones óptimas para obtener una mayor cantidad de partículas de tinta en el rango 50-100µm, es necesario trabajar con tiempos, velocidades y consistencias bajas, los cuales se observan abajo en la tabla correspondiente.

Tabla No. 21. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta.

Optimize Response			

Goal: maximize DC50 des			
Optimum value = 2204.86			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.10. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 50µm, hoja con tratamiento magnético-mecánico.

En la tabla No.22, se muestra el análisis de varianza anova para el dotcounter, correspondiente a la hoja con tratamiento, se muestran los resultados obtenidos (p-Value), se observa que los factores tiempo y velocidad, tienen efecto estadístico significativo, por lo que la hipótesis planteada es aceptada, es decir, estos dos factores, tienen efecto estadístico para el análisis de respuesta, el factor consistencia no tiene efecto estadístico significativo al igual que las combinaciones de las interacciones.

Las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de interacciones, coeficiente de regresión y las condiciones óptimas para minimizar las partículas de tinta para el tratamiento magnético-mecánico para el rango de “50µ”, se encuentran en los apéndices, página No. 192.

Tabla No. 22. Análisis de varianza para el Dot counter de 50µm para la hoja con tratamiento.

Analysis of Variance for DC50 Trat					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	1.51983E7	1	1.51983E7	6.42	0.0263
B:Velocidad	2.85744E7	1	2.85744E7	12.06	0.0046
C:Consistencia	2.7258E6	1	2.7258E6	1.15	0.3045
AB	4.62895E6	1	4.62895E6	1.95	0.1874
AC	46225.0	1	46225.0	0.02	0.8912
BC	8.67008E6	1	8.67008E6	3.66	0.0799
blocks	678.613	1	678.613	0.00	0.9868
Total error	2.84238E7	12	2.36865E6		
Total (corr.)	8.82682E7	19			

R-squared = 67.7984 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 52.9361 percent

En la figura No. 43, la cual es una gráfica de Pareto. Se observa que las variables que más influyen en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de 50-100µm son la velocidad y la consistencia. La combinación de la velocidad y la consistencia así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción. La figura No. 44, la cual es una grafica de superficie de respuesta nos presenta el comportamiento en el incremento de las partículas de tinta/m² ene el rango de 50-100µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables la velocidad y el tiempo, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario trabajar con tiempos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

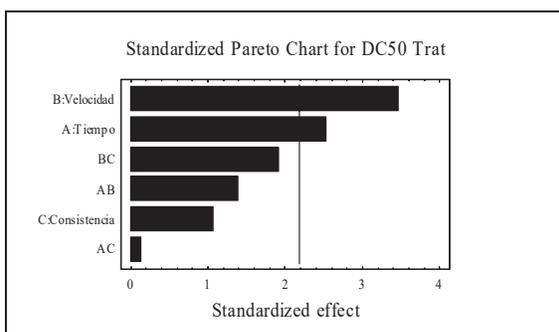


Figura No. 43. Diagrama de Pareto

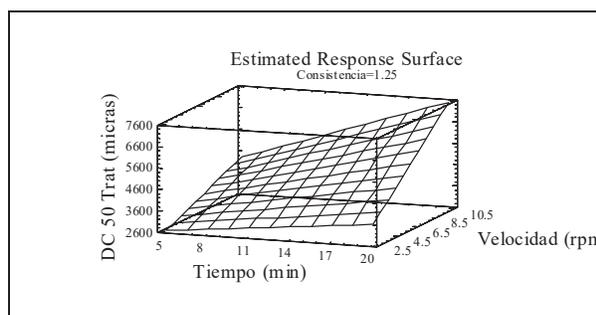


Figura No. 44. superficies de respuesta

En la tabla No. 23, se observan las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango 50-100µm, de acuerdo con la tabla, para obtener una mayor cantidad de partículas para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”, es necesario trabajar con las siguientes condiciones: tiempos 20 min, velocidades 10 y consistencias 0.5%.

Tabla No. 23. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta.

Optimize Response			

Goal: maximize DC50 Trat			
Optimum value = 8495.73			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.11. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 50µm, hoja de lavado.

En la Tabla No. 24, se muestran los análisis de varianza (Anova), para el dotcounter en el rango 50-100µm, para la hoja de lavado, se muestran los resultados obtenidos (p-Value), correspondiente al análisis estadístico (0.05), se observa que los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, estos tres factores no tienen influencia estadística significativa para el análisis estadístico. Las figuras para los efectos principales, efectos de interacciones, coeficiente de regresión y las condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado (50µ), se aprecian en los apéndices, página No. 193.

Tabla No. 24. Análisis de varianza para el Dot counter en el rango de 50µm para la hoja de lavado

Analysis of Variance for DC50 Lav					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	1.06452E6	1	1.06452E6	0.34	0.5715
B:Velocidad	209073.0	1	209073.0	0.07	0.8009
C:Consistencia	1.3348E7	1	1.3348E7	4.24	0.0618
AB	141192.0	1	141192.0	0.04	0.8358
AC	1.97404E6	1	1.97404E6	0.63	0.4436
BC	5.81536E6	1	5.81536E6	1.85	0.1989
blocks	287276.0	1	287276.0	0.09	0.7677
Total error	3.77423E7	12	3.14519E6		

Total (corr.)	6.05818E7	19			
R-squared = 37.7002 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 8.94648 percent					

Según la gráfica de Pareto figura No. 45, se observa las variables que más influyen en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de 50-100µm, se observa que la consistencia y la combinación velocidad, consistencia tienen mayor efecto para este rango. La combinación tiempo, consistencia, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción. La figura No. 46, corresponde a la superficie de respuesta nos presenta el comportamiento de las partículas de tinta/m² para el rango de 50-100µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables el tiempo y la velocidad, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas para este rango, es necesario trabajar con tiempos y velocidades altas.

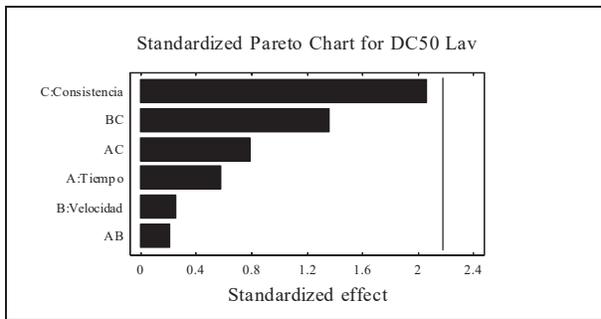


Figura No. 45. Diagrama de Pareto

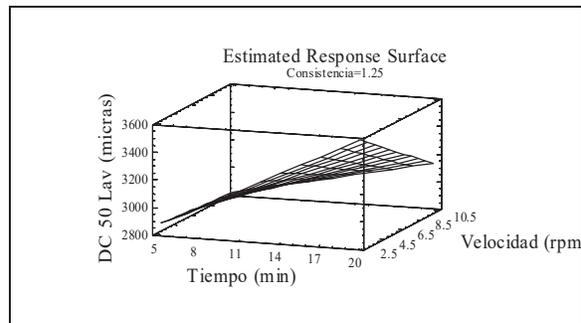


Figura No. 46. Superficies de respuesta

En la tabla No. 25, se observa las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tintas/m², es necesario trabajar bajo las siguientes condiciones: Tiempos 20min y velocidades 10, y una consistencia del 0.5%.

Tabla No. 25. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta.

Optimize Response			

Goal: maximize DC50 Lav			
Optimum value = 5033.59			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.12. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 100µm, hoja desintegrada.

En la tabla No. 26 (anova), se muestran los resultados obtenidos para el análisis de varianza (p-Value), correspondientes al análisis estadístico (0.05), se observa que los factores tiempo y velocidad no tienen efecto estadístico significativo ($p \geq 0.05$), solo la consistencia tiene efecto significativo pues es menor al análisis estadístico, por lo que la hipótesis planteada se rechaza. Las figuras correspondientes a los efectos principales, interacciones de efectos, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para la hoja desintegrada en el rango de 100µm, aparecen en los apéndices, [página No. 194](#).

Tabla No. 26. Análisis de varianza Dot counter para el rango de 100µm, " hoja desintegrada".

Analysis of Variance for DC100 Des					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	58988.3	1	58988.3	1.21	0.2931
B:Velocidad	91581.9	1	91581.9	1.88	0.1957
C:Consistencia	243419.0	1	243419.0	4.99	0.0453
AB	87098.8	1	87098.8	1.79	0.2063
AC	162913.0	1	162913.0	3.34	0.0926
BC	1691.27	1	1691.27	0.03	0.8554
blocks	64071.2	1	64071.2	1.31	0.2741
Total error	585422.0	12	48785.1		

Total (corr.)	1.29518E6	19			
R-squared = 54.8002 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 33.9387 percent					

Según la gráfica de Pareto (Figura No. 47) se observa que el factor consistencia, así como la combinación del tiempo y la consistencia presentan mayor influencia para el incremento de partículas de tinta/m² mayores a 100µm. Los factores velocidad y tiempo, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción. La figura No. 48, correspondiente a la superficie de respuesta nos presenta el comportamiento de las partículas de tinta/m² en el rango de 100µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables el tiempo y la velocidad, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario trabajar a tiempos y velocidades bajas.

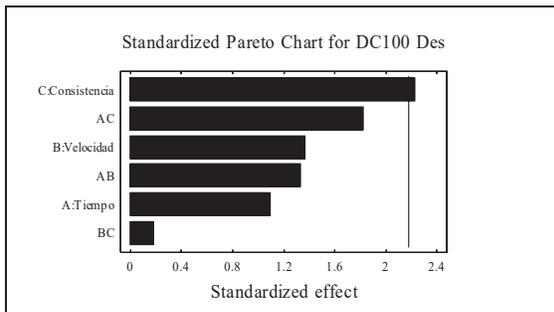


Figura No. 47. Diagrama de Pareto

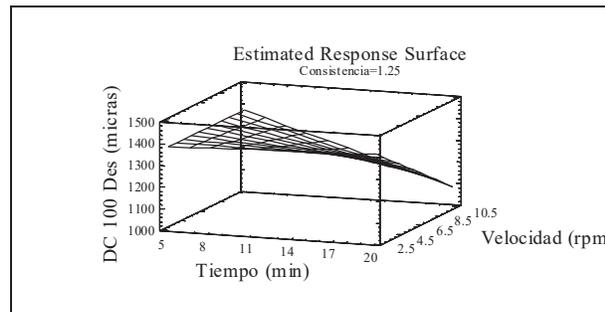


Figura No. 48. Superficie de respuesta

En la tabla No. 27, se muestran las condiciones óptimas para maximizar el rango de partículas de tinta/m² en el rango de 100µm, de acuerdo a las condiciones optimas es necesario trabajar a tiempos y consistencias bajas, manteniendo la velocidad alta.

Tabla No. 27. Condiciones optimas para maximizar la cantidad de tinta en el rango de 100µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC100 Des			
Optimum value = 1614.43			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.13. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 100µm, hoja con tratamiento magnético-mecánico.

En la tabla No. 28, se observan los resultados obtenidos (p-Value), para el análisis de varianza anova, correspondientes al análisis estadístico (0.05), se observa que ninguno de los factores tiene inferencia estadística, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para la variable de respuesta, únicamente la combinación de la interacción AC, tiene efecto estadístico, pero no influye de manera significativa para la variable de respuesta, las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la cantidad del número de partículas en el rango de 100µm, aparecen en los apéndices, página No. 195.

Tabla No. 28. Análisis de varianza para el Dot counter para el rango de 100µm, hoja con” tratamiento”

Analysis of Variance for DC100 Trat					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	1.19547E6	1	1.19547E6	2.05	0.1778
B:Velocidad	449068.0	1	449068.0	0.77	0.3974
C:Consistencia	1.36335E6	1	1.36335E6	2.34	0.1522
AB	44785.1	1	44785.1	0.08	0.7864
AC	38759.8	1	38759.8	0.07	0.8009
BC	2.96658E6	1	2.96658E6	5.09	0.0436
blocks	82561.3	1	82561.3	0.14	0.7133
Total error	6.99846E6	12	583205.0		

Total (corr.)	1.3139E7	19			
R-squared = 46.7353 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 22.1516 percent					

En la figura No. 49, se presenta la grafica de pareto, se observa que la combinación de las variables de la velocidad y la consistencia tienen mayor influencia en el incremento de partículas de tinta/m² para el rango 100µm. Los factores tiempo, velocidad y consistencia, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción. En la figura No. 50, correspondiente a la superficie de respuesta nos presenta el comportamiento en el incremento de las partículas de tinta/m² para el rango de 100µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables la velocidad y el tiempo, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta para este rango, es necesario trabajar a tiempos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

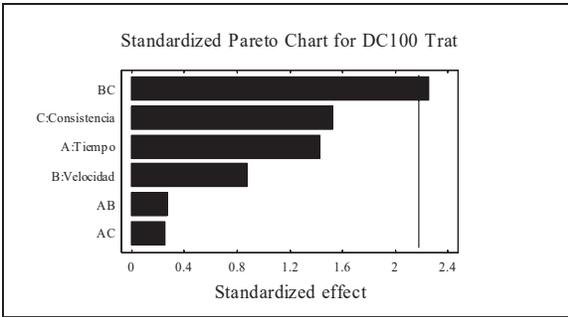


Figura No. 49. Diagrama de Pareto

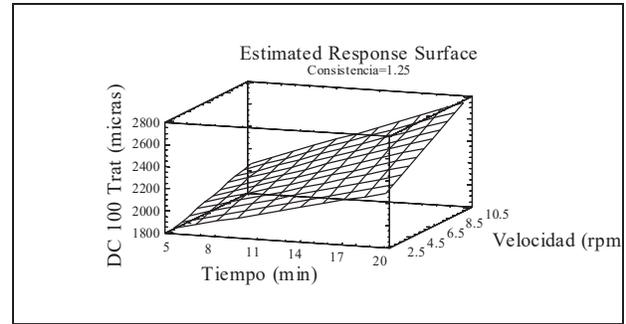


Figura No. 50. Superficie de respuesta

En la tabla No. 29, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m², dichas condiciones indican que para obtener una mayor cantidad de partículas para el rango de 100µm, es necesario trabajar con tiempos, velocidades altas y consistencia bajo.

Tabla No. 29. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² en el rango de 100µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC100 Trat			
Optimum value = 3391.66			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.14. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 100µm, hoja de lavado.

En la tabla No. 30 (anova), se presentan los resultados obtenidos (p-Value), para el análisis estadístico (0.05), se observa que los factores velocidad y consistencia, tienen efecto estadístico significativo para el análisis estadístico, mientras que el tiempo no tiene efecto estadístico, por lo que la hipótesis planteada es aceptada, es decir los factores velocidad y consistencia tienen efecto estadístico significativo, solo para el factor tiempo se rechaza la hipótesis, pues no tiene efecto estadístico significativo. Las gráficas para los efectos principales, interacciones de efectos, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 100µm, aparecen en la página No. 196. Correspondiente a los apéndices.

Tabla No. 30. Análisis de varianza para el Dot counter en el rango de 100µm “hoja de lavado”.

Analysis of Variance for DC100 Lav					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	35677.5	1	35677.5	0.07	0.7980
B:Velocidad	4.38218E6	1	4.38218E6	8.41	0.0133
C:Consistencia	3.62851E6	1	3.62851E6	6.96	0.0216
AB	84468.7	1	84468.7	0.16	0.6943
AC	66375.8	1	66375.8	0.13	0.7273
BC	910851.0	1	910851.0	1.75	0.2108
blocks	12905.2	1	12905.2	0.02	0.8776
Total error	6.25239E6	12	521033.0		
Total (corr.)	1.53734E7	19			

R-squared = 59.3297 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 40.5588 percent

La figura No. 51, correspondiente a la gráfica de Pareto, indica las variables que más influyen en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de 100µm, son la velocidad y la consistencia como se aprecia en la grafica, la combinación de las demás variables así como el factor tiempo influyen en menor proporción. En la figura No. 52, se muestra la superficie de respuesta nos presenta el comportamiento de las partículas de tinta/m² en el rango de 100µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables la velocidad y el tiempo, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de tinta en este rango, es necesario trabajar a tiempos altos y velocidad baja, manteniendo constante la consistencia.

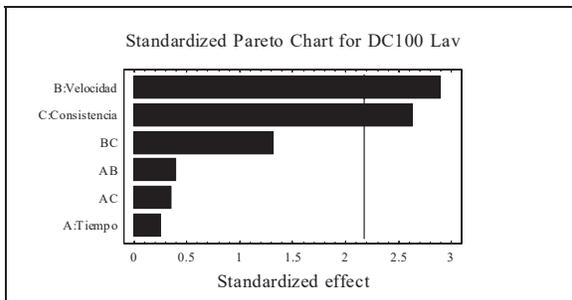


Figura No. 51. Diagrama de Pareto

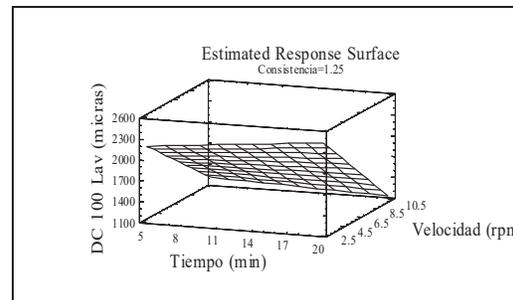


Figura No. 52. Superficie de respuesta

En la tabla No. 31, se muestran las condiciones óptimas para maximizar el contenido de partículas de tinta/m² para el rango de 100µm, dichas condiciones indican que para obtener una mayor cantidad de partículas es necesario trabajar con un tiempo alto (20 min.) y con velocidades (2.5) y consistencia (0.5%), ambos factores bajos, como se aprecian en la tabla.

Tabla No. 31. Condiciones óptimas para maximizar el contenido de partículas de tinta/m² para el rango de 100µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC100 Lav			
Optimum value = 2728.2			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.15. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 150µm, hoja desintegrada.

En la tabla No. 32 (anova), se observan los resultados obtenidos (p-Value), que corresponden al análisis estadístico (0.05), para la hoja desintegrada, se observa que los tres factores (tiempo, velocidad y consistencia), que se presentan en la tabla, no tienen efecto estadístico significativo, para el análisis de respuesta, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no influyen en el efecto estadístico al igual que la combinación de las interacciones, las figuras correspondientes a los efectos principales, interacciones de efectos, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la cantidad del número de partículas de tinta para la hoja desintegrada para el rango de 150µm, aparecen en la página No. 197.

Tabla No. 32. Análisis de varianza para el Dot counter para el rango de 150µm, “hoja desintegrada”.

Analysis of Variance for DC150 Des					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	30668.8	1	30668.8	1.31	0.2742
B:Velocidad	66370.6	1	66370.6	2.84	0.1176
C:Consistencia	88283.3	1	88283.3	3.78	0.0757
AB	34642.5	1	34642.5	1.48	0.2467
AC	39551.3	1	39551.3	1.69	0.2176
BC	1530.77	1	1530.77	0.07	0.8023
blocks	13442.1	1	13442.1	0.58	0.4627
Total error	280270.0	12	23355.8		

Total (corr.)	554759.0	19			
R-squared = 49.479 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 26.1616 percent					

Según la gráfica Pareto, figura No. 53 .Se observa los factores que tienen mayor influencia en el incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 150µm, son la consistencia y la velocidad, como se observa en la figura. La combinación de las demás variables, así como el factor tiempo influyen en menor proporción.

En la figura No. 54, de superficie de respuesta se observa el comportamiento en el incremento de las partículas de tinta/m² en el rango de 100-150µm, manteniendo constante la consistencia y teniendo como variables el tiempo y la velocidad, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario trabajar a tiempos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

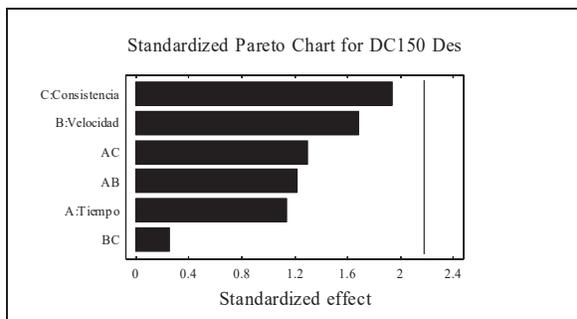


Figura No. 53. Diagrama de Pareto

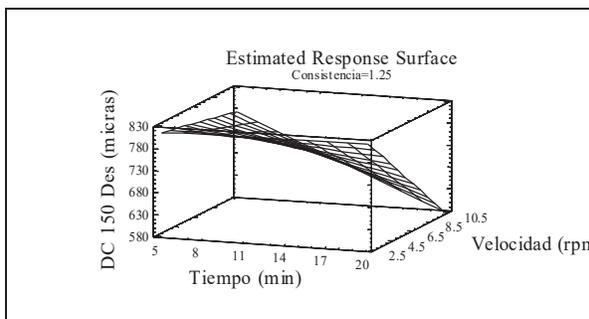


Figura No. 54. Superficie de respuesta

En la tabla No. 33, se muestran las condiciones óptimas para maximizar el contenido de tintas/m² en el rango de 100-150µm, se observa que las condiciones óptimas para trabajar son: tiempo, velocidad y consistencias bajas.

Tabla No. 33. Condiciones óptimas para maximizar el contenido de tintas/m² en el rango de 100-150µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC150 Des			
Optimum value = 929.05			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.16. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 150µm, hoja con tratamiento magnético-mecánico.

La tabla No. 34 (anova), figura, presenta los resultados obtenidos (p-Value), para el análisis estadístico (0.05), dichos resultados corresponden a la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”. Se observa que los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir estos tres factores no influyen de manera significativa. Las graficas correspondientes a los efectos principales, interacciones de efectos, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar las partículas de tinta para la hoja con tratamiento para el rango de 150µm, aparecen en la página No. 198.

Tabla No. 34. Análisis de varianza Dot counter para el rango de 150µm, “hoja con tratamiento”

Analysis of Variance for DC150 Trat					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	38563.1	1	38563.1	0.29	0.6008
B:Velocidad	412004.0	1	412004.0	3.09	0.1044
C:Consistencia	162107.0	1	162107.0	1.21	0.2921
AB	862.891	1	862.891	0.01	0.9373
AC	54463.9	1	54463.9	0.41	0.5350
BC	531259.0	1	531259.0	3.98	0.0693
blocks	74725.3	1	74725.3	0.56	0.4688
Total error	1.60219E6	12	133516.0		
Total (corr.)	2.87618E6	19			

R-squared = 44.2944 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 18.5841 percent

Según con la gráfica de Pareto, figura No. 55, se muestran las combinaciones y efectos que tienen mayor influencia en la cantidad de partículas de tinta/m², para el rango de 150µm, la combinación de las variables velocidad, consistencia y el factor velocidad tienen mayor influencia para este rango. Las combinaciones tiempo, consistencia, así como las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 56, se observa la superficie de respuesta para el comportamiento de las partículas de tinta/m² en el rango de 100-150µm, dicho comportamiento nos indica que para obtener una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango, es necesario trabajar a tiempos altos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

En la tabla No. 35, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 100-150µm, de acuerdo con las condiciones óptimas para obtener una mayor cantidad de partículas, es necesario trabajar con tiempos altos y velocidades y consistencias bajas.

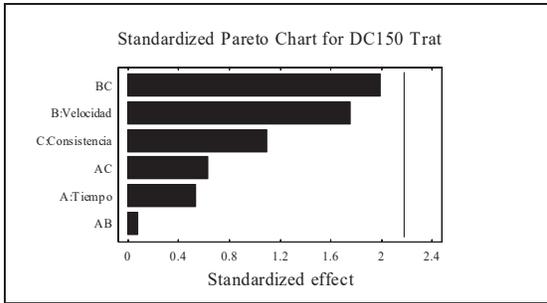


Figura No. 55. Diagrama de Pareto

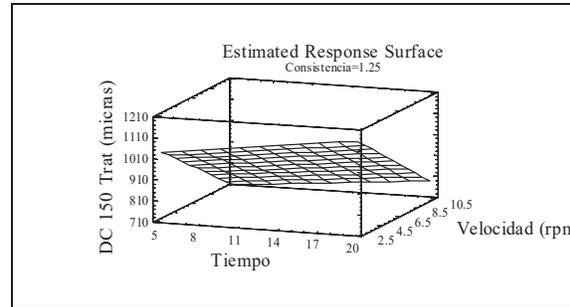


Figura No. 56. Superficie de respuesta

Tabla No. 35. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 100-150µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC150 Trat			
Optimum value = 1291.99			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.17. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 150µm, hoja de lavado.

En la tabla No. 36 anova, se observan los resultados obtenidos (p-Value), para el análisis estadístico (0.05), se observa que el factor tiempo es la variable que no tiene efecto estadístico, los factores velocidad y consistencia si tienen efecto estadístico significativo, por lo que la hipótesis planteada, se acepta, es decir, estos dos factores (velocidad y consistencia), influyen en el efecto estadístico como se muestra en la tabla arriba mencionada. La combinación de las interacciones no tienen efecto estadístico sobre la variable de respuesta. Las figuras correspondientes a los efectos principales, interacciones de efectos, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 150µm, aparecen en la página No. 199.

Tabla No. 36. Análisis de varianza Dot counter en el rango de 150, para la “hoja de lavado”.

Analysis of Variance for DC150 Lav					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	1869.27	1	1869.27	0.02	0.8828
B:Velocidad	2.84676E6	1	2.84676E6	34.54	0.0001
C:Consistencia	579859.0	1	579859.0	7.03	0.0211
AB	18491.9	1	18491.9	0.22	0.6443
AC	2473.57	1	2473.57	0.03	0.8654
BC	39906.1	1	39906.1	0.48	0.4998
blocks	36002.7	1	36002.7	0.44	0.5212
Total error	989132.0	12	82427.6		
Total (corr.)	4.5145E6	19			

R-squared = 78.0899 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 67.9775 percent

La figura No. 57, representa el diagrama de pareto, se observa los factores de mayor influencia en el incremento de partículas de tinta para el rango de 100-150 μ m, muestra que los factores velocidad y consistencia, son las variables de mayor influencia para este rango. La combinación de las demás variables, así como los factores, tienen una menor influencia para este rango.

La figura No. 58, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores, en el incremento de las partículas de tinta/m² en el rango de 100-150 μ m, dicho comportamiento nos indica que para lograr una mayor cantidad de partículas de tinta para este rango es necesario trabajar con tiempos bajos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

En la tabla No. 37, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para el rango de 150 μ m, dichas condiciones indican que para obtener una mayor cantidad de partículas de debe de trabajar a tiempos de 5.0 min, velocidad del 2.5 y consistencia de 0.5%.

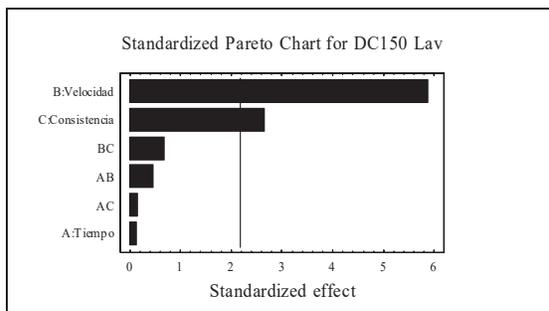


Figura No. 57. Diagrama de Pareto

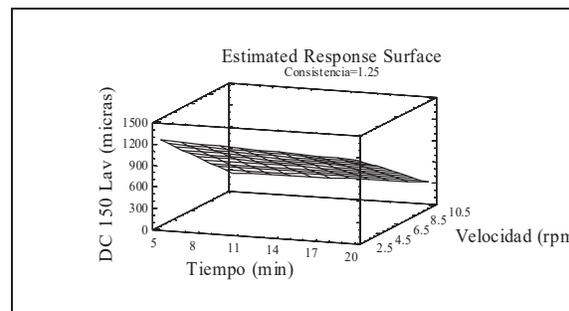


Figura No. 58. Superficie de respuesta

Tabla No. 37. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 100-150µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC150 Lav			
Optimum value = 1395.75			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.18. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 200µm, hoja desintegrada.

En la tabla No. 38 (anova), se muestran los resultados obtenidos (p-Value), para el análisis estadístico (0.05), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, estos factores no influyen de manera directa sobre el análisis estadístico. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efecto de las interacciones, coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para el rango de 200µm, aparecen en los apéndices, [página No. 200](#).

Tabla No. 38. Análisis de varianza Dot counter para el rango de 200,
Para la “hoja desintegrada”

Analysis of Variance for DC200 Des					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	5681.39	1	5681.39	0.83	0.3815
B:Velocidad	7331.64	1	7331.64	1.06	0.3225
C:Consistencia	17062.9	1	17062.9	2.48	0.1414
AB	5494.52	1	5494.52	0.80	0.3892
AC	7810.14	1	7810.14	1.13	0.3078
BC	570.016	1	570.016	0.08	0.7785
blocks	4836.05	1	4836.05	0.70	0.4184
Total error	82619.7	12	6884.97		

Total (corr.)	131406.0	19			
R-squared = 37.1266 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 8.10805 percent					

Según la gráfica de Pareto, figura No 59, se observa que ninguno de los factores tiene mayor influencia en el incremento de las partículas de tinta para el rango de 200 μm , como se observa en la figura.

La figura No. 60, corresponde a la superficie de respuesta que presenta el comportamiento en el incremento de partículas de tinta/ m^2 en el rango de 150-200 μm , dicho comportamiento nos indica que para obtener una mayor cantidad de partículas en este rango, se debe de trabajar con tiempos bajos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

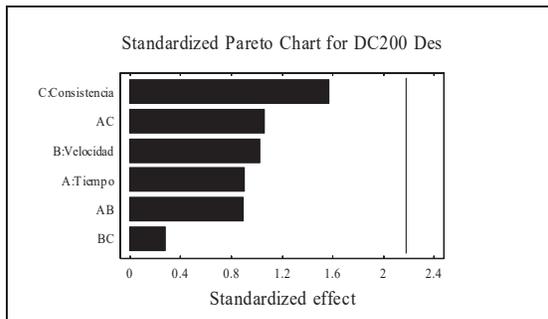


Figura No. 59. Diagrama de Pareto

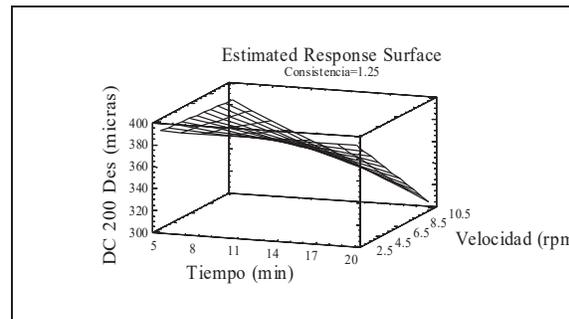


Figura No. 60. Superficie de respuesta

En la tabla No. 39, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/ m^2 en el rango de 150-200 μm , dichas condiciones indican que para obtener una mayor cantidad de partículas es necesario trabajar con velocidades altas, tiempo y consistencias bajos.

Tabla No. 39. Condiciones optimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta para el rango de 150-200µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC200 Des			
Optimum value = 446.788			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.19. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 200µm, hoja con tratamiento magnético-mecánico.

En la tabla No. 40 anova tabla, se muestran los resultados obtenidos (p-value), para el análisis estadístico (0.05), se observa que los factores tiempo y consistencia no tienen efecto estadístico significativo, la velocidad tiene efecto estadístico, pero debemos interpretarlos como significativo pues no influye de manera directa en el análisis estadístico, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, estos factores no tienen efecto estadístico significativo para la variable de respuesta. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efecto de interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la cantidad del número de partículas de tinta para el rango de 200µm, aparecen en los apéndices, página No. 201.

Tabla No. 40. Análisis de varianza Dot counter para el rango de 200µm, para la hoja con “tratamiento”.

Analysis of Variance for DC200 Trat					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	819.391	1	819.391	0.03	0.8752
B:Velocidad	229800.0	1	229800.0	7.22	0.0198
C:Consistencia	1378.27	1	1378.27	0.04	0.8387
AB	5420.64	1	5420.64	0.17	0.6872
AC	13894.5	1	13894.5	0.44	0.5213
BC	93101.3	1	93101.3	2.92	0.1130
blocks	21879.1	1	21879.1	0.69	0.4233
Total error	382061.0	12	31838.4		

Total (corr.)	748354.0	19			
R-squared = 48.9466 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 25.3834 percent					

Según la gráfica de Pareto figura No. 61, se observa las variables y combinaciones que más influyen en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de 150-200µm, la velocidad es la variable que mayor influencia tiene en este rango al igual que la combinación velocidad, consistencia, las demás combinaciones, así como las variables, influyen en menor proporción.

En la figura No. 62, se muestra la superficie de respuesta, la cual nos presenta el comportamiento en el incremento de partículas de tinta/m² en el rango de 200µm, dicho comportamiento, nos indica que para obtener una mayor cantidad de partículas en este rango, es necesario trabajar con tiempos altos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

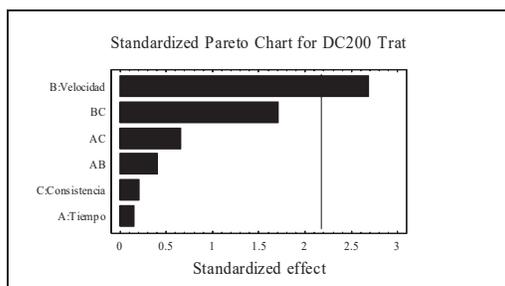


Figura No. 61. Diagrama de Pareto

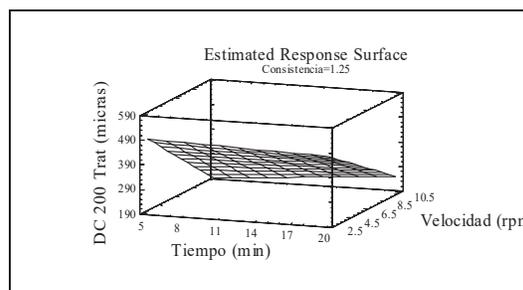


Figura No. 62. Superficie de respuesta

En la tabla No. 41, se observan las condiciones óptimas para maximizar el contenido de partículas de tinta/m² para el rango de 200µm, dichas condiciones indican que se debe trabajar con tiempos, velocidad y consistencias altas.

Tabla No. 41. Condiciones optimas para maximizar el contenido de partículas de tinta para el rango de 200µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC200 Trat			
Optimum value = 566.038			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.20. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 200µm, hoja de lavado.

En la tabla No. 42, anova se presentan los resultados obtenidos (p-Value), para la hoja de lavado, correspondientes al análisis estadístico (0.05), se muestra que los factores tiempo y velocidad no tienen efecto estadístico significativo, mientras que el factor consistencia, si tiene efecto estadístico, como se muestra en la tabla, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores tiempo y velocidad no tienen influencia estadística, mientras que el factor consistencia, si tiene, pero no influye de manera directa para la variable de respuesta. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efecto de las interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tintas para la hoja de lavado para el rango de 200µm, los cuales no tienen efecto sobre la variable de respuesta, aparecen en los apéndices, página No. 202.

Tabla No. 42. Análisis de varianza Dot counter para el rango de 200µm, para la “hoja de lavado”

Analysis of Variance for DC200 Lav					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	2667.21	1	2667.21	0.15	0.7038
B:Velocidad	716384.0	1	716384.0	40.73	0.0000
C:Consistencia	70700.2	1	70700.2	4.02	0.0681
AB	25566.4	1	25566.4	1.45	0.2512
AC	1512.82	1	1512.82	0.09	0.7743
BC	593.166	1	593.166	0.03	0.8574
blocks	11516.2	1	11516.2	0.65	0.4342
Total error	211065.0	12	17588.7		
Total (corr.)	1.04001E6	19			

R-squared = 79.7054 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 70.3387 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 63, se muestra el factor que tiene mayor influencia para el rango de partículas de tinta/m² para el rango de 200-250µm, el factor velocidad tiene mayor influencia, para este rango, como se observa en la figura, las combinaciones de las demás variables, así como los factores tiempo y consistencia influyen en menor proporción.

La figura No. 64, la cual es una superficie de respuesta nos muestra el comportamiento de las variables para el incremento de las partículas para el rango de 200-250µm, dicho comportamiento nos indica que para obtener una mayor cantidad de partículas de tinta para este rango es necesario trabajar a tiempos bajos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

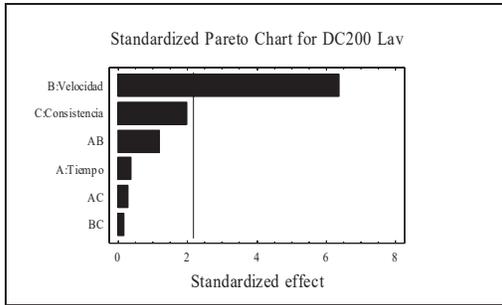


Figura No. 63. Diagrama de pareto

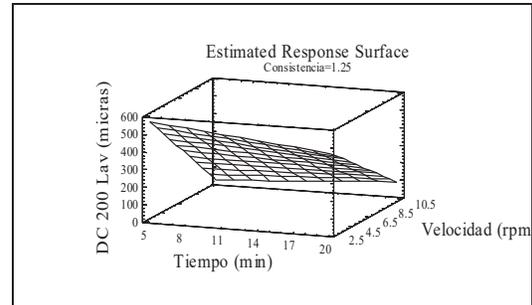


Figura No. 64. Superficie de respuesta

En la tabla No. 43, se muestran las condiciones optimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 50-100µm, 100-150µm, 150-200µm, >250µm, es necesario trabajar con tiempos, velocidad y consistencias bajos, para obtener una mayor cantidad de partículas para este rango.

Tabla No. 43. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de tinta/m² para el rango de 200µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC200 Lav			
Optimum value = 638.346			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.21. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 250 µm, hoja desintegrada.

En la tabla No. 44, se presenta el análisis de varianza (anova), para la variable desintegración, donde se observan los resultados obtenidos (p-value), dichos resultados no tienen efecto estadístico para el análisis estadístico (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen influencia estadística para el análisis estadístico, como se observa en los resultados (p-value), de la tabla anova. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para la hoja desintegrada en el rango de 250µm, aparecen en los apéndices, página No. 203.

Tabla No. 44. Análisis de varianza anova para el Dot counter en el rango de 250 μ m, para la “hoja desintegrada”.

Analysis of Variance for DC 250 Des					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	22612.6	1	22612.6	0.96	0.3455
B:Velocidad	11368.9	1	11368.9	0.48	0.4995
C:Consistencia	59109.8	1	59109.8	2.52	0.1383
AB	13659.8	1	13659.8	0.58	0.4600
AC	33902.0	1	33902.0	1.45	0.2524
BC	10226.3	1	10226.3	0.44	0.5215
blocks	11688.6	1	11688.6	0.50	0.4936
Total error	281358.0	12	23446.5		

Total (corr.)	443926.0	19			
R-squared = 36.6205 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 7.36842 percent					

Según la gráfica de Pareto, figura No. 65, se muestran los factores que tienen mayor influencia en el incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 250-500 μ m, se observa que el factor consistencia tiene mayor efecto para este rango, las combinaciones de las variables así como los demás factores influyen en menor proporción para este rango.

En la figura No. 66, correspondiente a la superficie de respuesta nos muestra el comportamiento de los factores en el incremento de partículas de tinta/m², dicho comportamiento nos indica que para obtener un mayor incremento de partículas en este rango, se debe de trabajar a tiempos bajos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

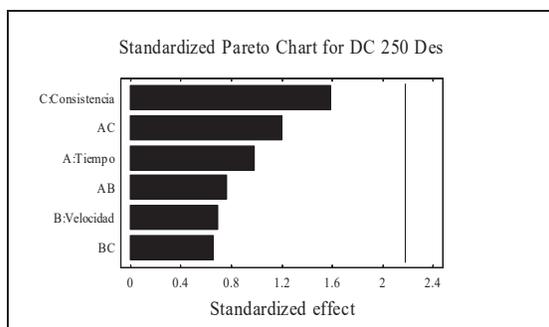


Figura No. 65. Diagrama de Pareto

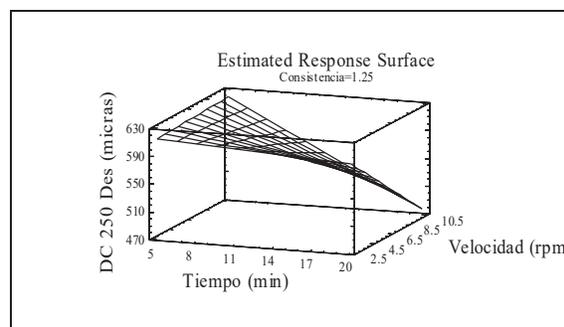


Figura No. 66. Superficie de respuesta

En la tabla No. 45, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² en el rango de 250-500µm, de acuerdo a las condiciones óptimas de debe de trabajar a tiempos y consistencias bajos, manteniendo la velocidad alta.

Tabla No. 45. Condiciones optimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC 250 Des			
Optimum value = 751.825			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.22. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 250 µm, hoja con tratamiento magnético-mecánico.

En la tabla No. 46, se muestra el análisis de varianza anova, para el factor tratamiento, se observan los resultados obtenidos (p-value), se observa que los factores tiempo y consistencia no tienen efecto estadístico, para el análisis estadístico (0.05), se muestra que la velocidad, tiene efecto estadístico, pues es menor al valor del análisis estadístico, la combinación de las demás variables no tienen efecto estadístico sobre la variable de respuesta, las figuras correspondientes a los efectos principales, efecto de las interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas, aparecen en los apéndices en la página No. 204.

Tabla No. 46. Análisis de varianza para el Dot counter, en el rango de 250, para la “hoja de tratamiento”.

Analysis of Variance for DC 250 Trat					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	25161.9	1	25161.9	0.48	0.5028
B:Velocidad	477654.0	1	477654.0	9.06	0.0109
C:Consistencia	39055.6	1	39055.6	0.74	0.4062
AB	121539.0	1	121539.0	2.31	0.1548
AC	1048.14	1	1048.14	0.02	0.8902
BC	134781.0	1	134781.0	2.56	0.1358
blocks	27084.8	1	27084.8	0.51	0.4872
Total error	632570.0	12	52714.1		

Total (corr.)	1.45889E6	19			
R-squared = 56.6405 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 36.6284 percent					

Según la gráfica de Pareto, figura No. 67, se observa la variable que tiene mayor influencia en el incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm, la velocidad es la variable que tiene mayor influencia para este rango, las demás variables así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 68, la cual es una superficie de respuesta, nos muestra el comportamiento de los factores para el incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm, dicho comportamiento nos indica que para obtener una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango es necesario trabajar a tiempos y velocidades bajos, manteniendo constante la consistencia.

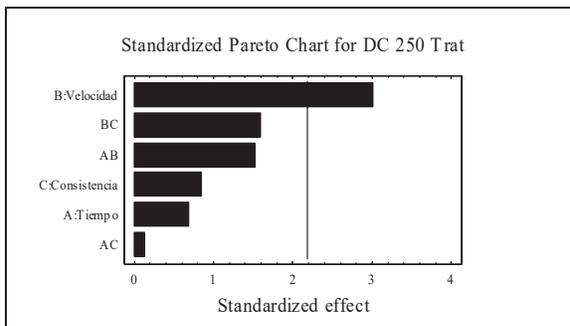


Figura No. 67. Diagrama de Pareto

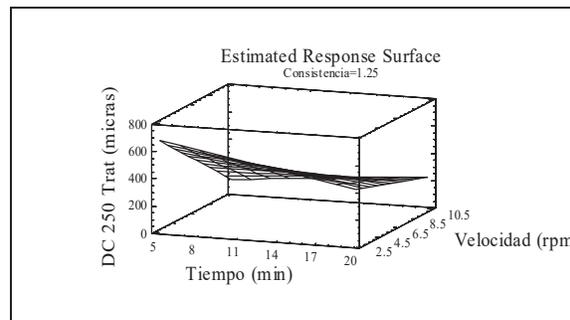


Figura No. 68. Superficie de respuesta

En la tabla No. 47, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm, es necesario trabajar a tiempos y velocidades bajos, manteniendo alta la consistencia para este rango.

Tabla No. 47. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm

Optimize Response			

Goal: maximize DC 250 Trat			
Optimum value = 804.538			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.23. Evaluación óptica, Dot counter para el rango de 250 μm , hoja de lavado.

En la tabla No. 48, se muestra el análisis de varianza (anova), para la variable de lavado, se observan los resultados obtenidos (p-value), se observa que los factores tiempo y consistencia no tienen efecto estadístico para el análisis estadístico (0.05), el factor velocidad tiene efecto estadístico, pues es menor al valor del análisis estadístico, pero no tiene mayor influencia para la variable de lavado, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores tiempo y consistencia no tienen efecto estadístico sobre la variable de respuesta, la combinación de las demás variables no tienen efecto estadístico, las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de las interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para la hoja de lavado en el rango de 250 μm , aparecen en la página No. 205.

Tabla No. 48. Análisis de varianza Dot counter, en el rango de 250, para la “hoja de lavado”.

Analysis of Variance for DC 250 Lav					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	26130.7	1	26130.7	0.94	0.3518
B:Velocidad	906114.0	1	906114.0	32.54	0.0001
C:Consistencia	52395.2	1	52395.2	1.88	0.1953
AB	92507.2	1	92507.2	3.32	0.0934
AC	5722.92	1	5722.92	0.21	0.6584
BC	1713.96	1	1713.96	0.06	0.8083
blocks	50310.5	1	50310.5	1.81	0.2038
Total error	334150.0	12	27845.9		
Total (corr.)	1.46904E6	19			

R-squared = 77.2539 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 66.7557 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 69, se observa la variable que tiene mayor influencia para el incremento de partículas de tinta/ m^2 para el rango de 250 μm , la velocidad es el factor que tiene mayor influencia para este rango, como se observa en la figura, la combinación de las demás variables, así como los factores tiempo y consistencia influyen en menor proporción.

En la figura No. 70, la cual es una superficie de respuesta, nos muestra el comportamiento de los factores para el incremento de partículas de tinta/ m^2 para el rango de 250 μm , dicho comportamiento nos indica que para obtener una mayor cantidad de partículas de tinta en este rango es necesario trabajar a tiempos bajos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

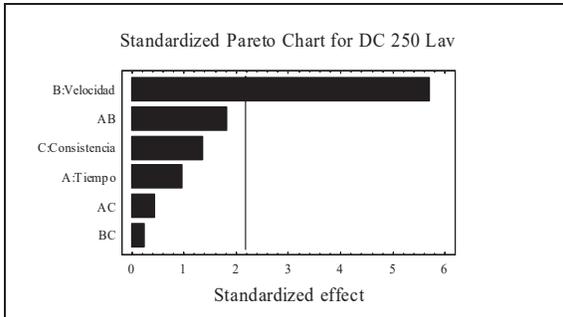


Figura No. 69. Coeficiente de regresión

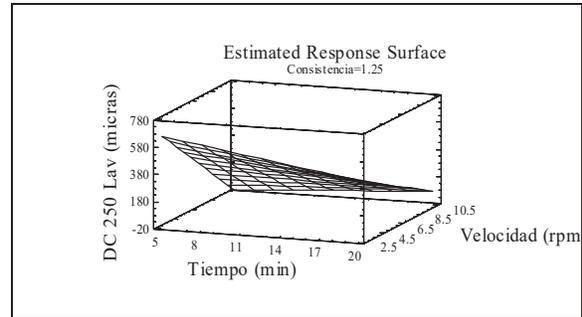


Figura No. 70. Superficie de respuesta

En la tabla No. 49, se muestran las condiciones óptimas para incrementar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm, se observa que es necesario trabajar a tiempos, velocidades y consistencias bajos, como se muestra en la tabla.

Tabla No. 49. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm

Optimize Response			

Goal: maximize DC 250 Lav			
Optimum value = 743.668			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.24. Evaluación óptica, Dot counter en el rango de de 500µm, hoja desintegrada.

En la tabla No. 50, se muestra el análisis de varianza (anova), para la variable desintegración, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para el análisis estadístico, como se observa en la tabla Anova. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para el rango de 500µm, se observan en los apéndices, [página No. 206](#).

Tabla No. 50. Análisis de varianza Dot counter, en el rango de 500µm para la “hoja desintegrada”.

Analysis of Variance for DC 500 Des					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	8.26563	1	8.26563	0.03	0.8552
B:Velocidad	3.51563	1	3.51563	0.01	0.9052
C:Consistencia	83.2656	1	83.2656	0.35	0.5649
AB	50.7656	1	50.7656	0.21	0.6522
AC	511.891	1	511.891	2.15	0.1679
BC	0.390625	1	0.390625	0.00	0.9683
blocks	884.45	1	884.45	3.72	0.0777
Total error	2851.46	12	237.621		

Total (corr.)	4394.0	19			

R-squared = 35.1057 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 5.15446 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 71, se muestran las combinaciones de las variables que tienen mayor influencia para el incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 500-5000µm, se observa que la combinación de las variables tiempo y consistencia tiene mayor influencia para este rango, las variables consistencia, tiempo, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 72, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, en el incremento de partículas de tinta/m², dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos altos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

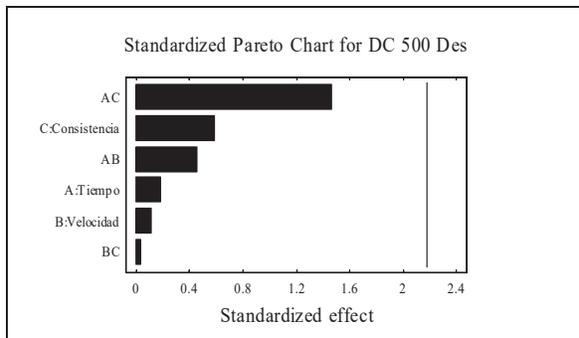


Figura No. 71. Diagrama de Pareto

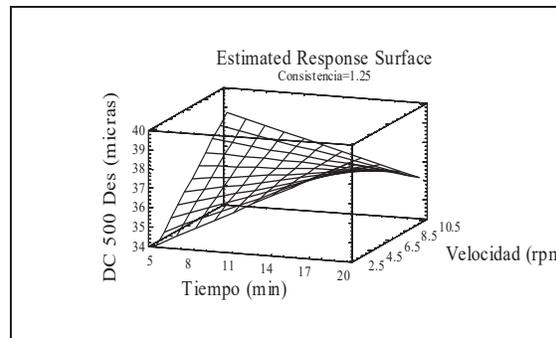


Figura No. 72. Superficie de respuesta

En la tabla No. 51, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 500µm, se debe de trabajar a tiempos y consistencias altas, manteniendo la velocidad baja.

Tabla No. 51, condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 500µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC 500 Des			
Optimum value = 46.8125			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.25. Evaluación óptica, Dot counter en el rango de 500µm, hoja con tratamiento magnético-mecánico.

En la tabla No. 52, se muestra el análisis de varianza (anova), para la variable tratamiento, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores arriba mencionados, no tienen inferencia estadística para el análisis estadístico, como se observa en la tabla Anova. Las figuras correspondientes a los principales efectos, interacciones de los efectos, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para la hoja con tratamiento para el rango de 500µm, se observan en la página No. 207.

Tabla No. 52. Análisis de varianza Dot counter, en el rango de 500µm para la “hoja con tratamiento”.

Analysis of Variance for DC 500 Trat					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	1225.0	1	1225.0	1.10	0.3144
B:Velocidad	1600.0	1	1600.0	1.44	0.2533
C:Consistencia	3690.56	1	3690.56	3.32	0.0934
AB	1722.25	1	1722.25	1.55	0.2369
AC	3108.06	1	3108.06	2.80	0.1203
BC	2575.56	1	2575.56	2.32	0.1538
blocks	241.513	1	241.513	0.22	0.6494
Total error	13333.2	12	1111.1		

Total (corr.)	27496.1	19			
R-squared = 51.5089 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 29.1283 percent					

Según la gráfica de Pareto, figura No. 73, se muestran las combinaciones de las variables que tienen mayor influencia para el incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 500-5000µm, se observa que la consistencia así como la combinación de las variables tiempo, consistencia y la combinación velocidad, consistencia, tienen mayor influencia para este rango, la combinación tiempo, velocidad así como los factores tiempo y velocidad tienen menor influencia para este rango.

En la figura No. 74, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para el incremento de partículas de tinta/m², dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos bajos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

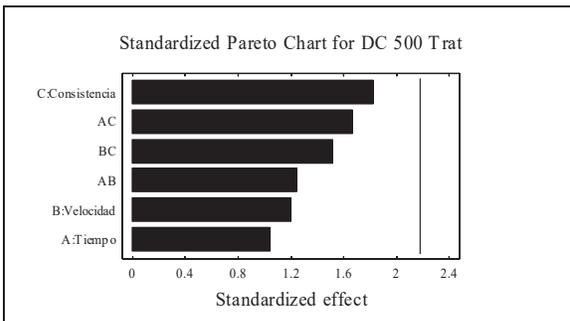


Figura No. 73. Diagrama de Pareto

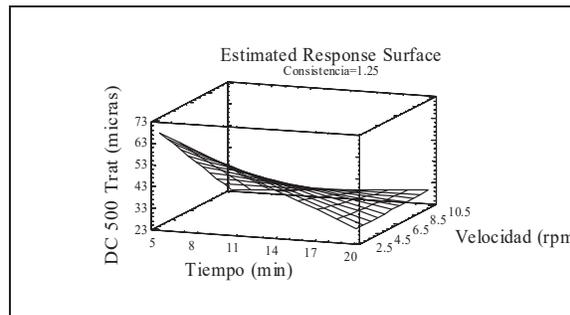


Figura No. 74. Superficie de respuesta

En la tabla No. 53, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 500µm, de acuerdo con las condiciones óptimas es necesario trabajar a tiempos y velocidades bajas, manteniendo la consistencia alta.

Tabla No. 53, condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 500µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC 500 Trat			
Optimum value = 109.263			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.26. Evaluación óptica, Dot counter en el rango de 500µm, hoja de lavado.

En la tabla No. 54, se muestra el análisis de varianza (anova), para la variable de lavado, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados, no tienen inferencia estadística para la variable de respuesta. Las figuras para los principales efectos, interacciones de los efectos, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar el número de partículas de tinta para la hoja de lavado, se observan en la página No. 208.

Tabla No. 54. Análisis de varianza Dot counter en el rango de 500µm, para la “hoja de lavado”.

Analysis of Variance for DC 500 Lav					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	573.603	1	573.603	0.58	0.4615
B:Velocidad	2074.8	1	2074.8	2.09	0.1736
C:Consistencia	531.302	1	531.302	0.54	0.4782
AB	174.24	1	174.24	0.18	0.6824
AC	278.89	1	278.89	0.28	0.6055
BC	77.44	1	77.44	0.08	0.7846
blocks	2251.44	1	2251.44	2.27	0.1577
Total error	11895.0	12	991.252		
Total (corr.)	17856.7	19			

R-squared = 33.3864 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 2.64161 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 75, se muestran los factores que tienen mayor influencia el incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 500-5000µm, se observa que la velocidad es el factor que tiene mayor influencia, para este rango, los factores tiempo y consistencias, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 76, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, en el incremento de partículas de tinta/m², dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos altos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

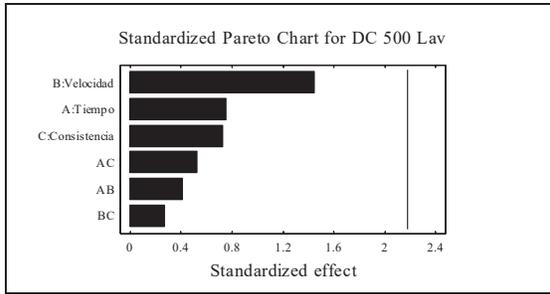


Figura No. 75. Superficie de respuesta

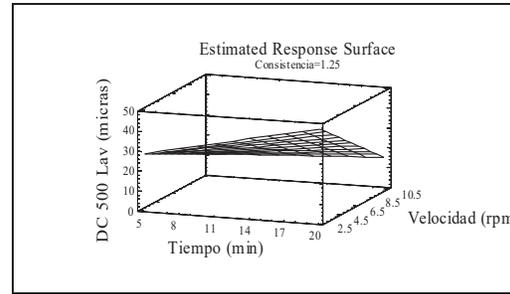


Figura No. 76. Superficie de respuesta

En la tabla No. 55, se muestran las condiciones optimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² en el rango de 500µm, de acuerdo a las condiciones optimas es necesario trabajar a tiempos altos, velocidades y consistencias bajas.

Tabla No. 55. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de partículas de tinta/m² en el rango de 500µm.

Optimize Response			

Goal: maximize DC 500 Lav			
Optimum value = 59.1725			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.27 Clasificación de fibras (Diseño experimental).

A continuación se presenta el diseño experimental para cada una de las corridas en las diferentes mallas, aplicando diferentes tiempos, velocidades y consistencias, como se puede observar en su tabla correspondiente.

Tabla No. 56. Diseño de experimentos para la clasificación de fibras.

Corrida	Tiempo	Velocidad	Consistencia	M 30	M 50	M 100	M 200
1	20	2.5	0.5	70.77	24.54	12.15	10.96
2	12.5	6.25	1.25	49.56	31.85	17.15	12.54
3	20	2.5	2	38.28	29.7	21.84	15.01
4	12.5	6.25	1.25	74.02	19.61	12.15	11.35
5	5	10	0.5	74.5	23.11	12.47	11.59
6	20	10	0.5	66.87	21.04	11.99	11.99
7	5	2.5	0.5	65.68	23.03	12.7	11.35
8	20	10	2	74.02	19.61	12.15	11.35
9	5	2.5	2	71.4	24.38	12.54	11.19
10	5	10	2	20.73	23.43	27.24	19.3

11	20	2.5	0.5	63.78	28.11	14.37	12.39
12	12.5	6.25	1.25	38.6	36.93	24.7	14.77
13	20	2.5	2	59.65	27.08	13.34	12.7
14	12.5	6.25	1.25	54.32	31.53	16.36	12.54
15	5	10	0.5	76.56	26.84	14.05	12.62
16	20	10	0.5	36.69	33.91	19.69	10.96
17	5	2.5	0.5	24.54	20.96	27.62	19.69
18	20	10	2	37.33	31.13	13.74	13.42
19	5	2.5	2	67.75	26.6	13.34	11.83
20	5	10	2	24.14	31.13	26.84	16.12

En la figura No. 77, se puede observar la grafica correspondiente para la clasificación de fibras, como se observa la malla 30 tiene mayor efecto, es decir, tiene mayor retención de fibra para cada una de las corridas experimentales, de la misma forma la malla 50 tiene también efecto significativo pero en menor medida como se puede observar, las mallas 100 y 200 tienen efecto en menor proporción, las corridas que tienen mayor efecto en esta etapa son la 16, 19, 2, 5, 6, 9 y 10, como se aprecia en la grafica, los factores como el tiempo, velocidad y consistencia no afectan en gran medida.

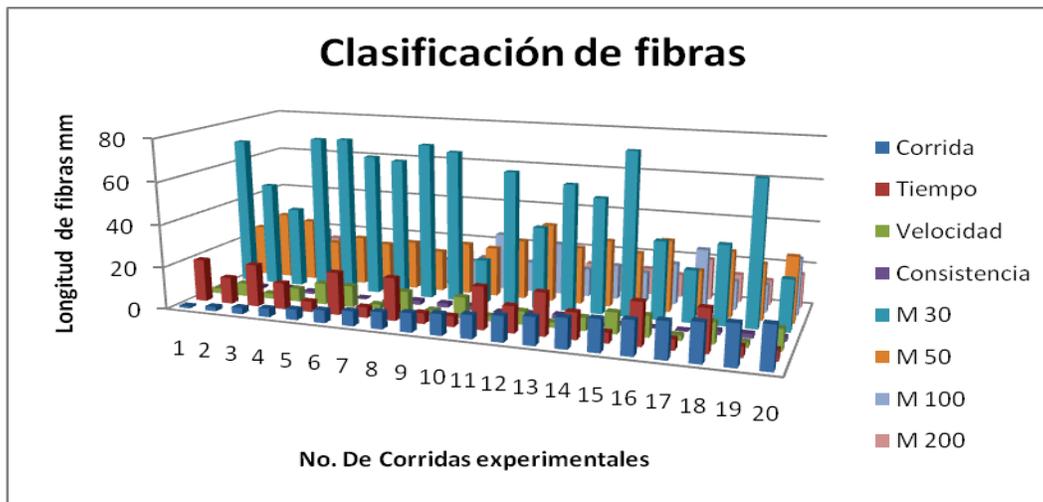


Figura No. 77, Clasificación de fibras

8.28. Clasificación de fibras para la malla 30.

En la tabla No. 57, se muestra el análisis de varianza (anova), para la clasificación de fibra correspondiente a la malla 30, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para el análisis estadístico, como se observa en la tabla anova. En la página No. 209. Correspondientes a los apéndices, se muestran las graficas correspondientes a los efectos principales, efecto de las interacciones, el coeficiente de regresión así como las condiciones óptimas para minimizar la cantidad de fibras, se muestra en la página ya mencionada.

Tabla No. 57. Análisis de varianza para la malla 30.

Analysis of Variance for M 30					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	30.498	1	30.498	0.08	0.7836
B:Velocidad	162.626	1	162.626	0.42	0.5288
C:Consistencia	463.218	1	463.218	1.20	0.2951
AB	15.7411	1	15.7411	0.04	0.8435
AC	50.5166	1	50.5166	0.13	0.7240
BC	766.044	1	766.044	1.98	0.1846
blocks	749.945	1	749.945	1.94	0.1889
Total error	4638.7	12	386.558		
Total (corr.)	6877.29	19			

R-squared = 32.5504 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 1.41989 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 78, se muestran las combinaciones de las variables que tienen mayor influencia para la clasificación de fibra, se observa que la combinación de las variables consistencia y velocidad tienen mayor influencia para esta malla, las variables consistencia, tiempo, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 79, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para la clasificación de fibra, dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

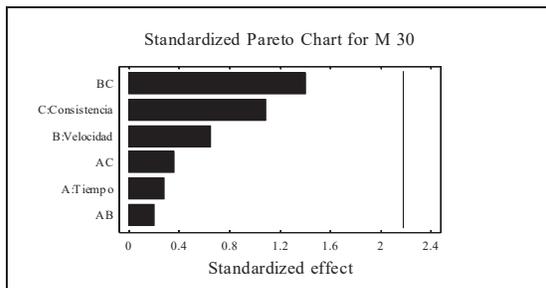


Figura No. 78. Diagrama de Pareto

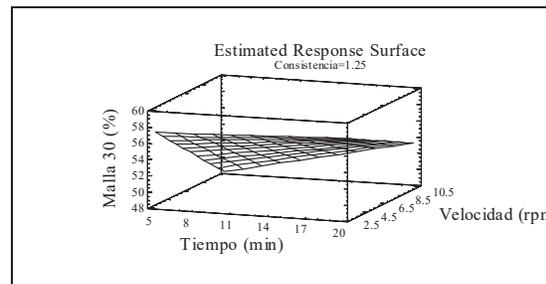


Figura No. 79. Superficie de respuesta

En la tabla No. 58, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 30, se debe de trabajar a tiempos y velocidades altas, manteniendo la consistencia baja.

Tabla No. 58. Condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 30.

Optimize Response			

Goal: maximize M 30			
Optimum value = 64.167			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.29. Clasificación de fibras para la malla 50.

En la tabla No. 59, se muestra el análisis de varianza (anova), para la clasificación de fibra correspondiente a la malla 50, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para el análisis estadístico, como se observa en la tabla anova. En la página No. 210, se muestran las figuras de los efectos principales, efecto de las interacciones, coeficiente de regresión, etc.

Según la gráfica de Pareto, figura No. 80, se muestran las combinaciones de las variables que tienen mayor influencia para la clasificación de fibra, se observa que el factor tiempo tienen mayor influencia para esta malla, las variables consistencia, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 81, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para la clasificación de fibra, dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos altas y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

Tabla No. 59. Análisis de varianza para la malla 50.

Analysis of Variance for M 50						

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value	

A:Tiempo	15.2881	1	15.2881	0.68	0.4273	
B:Velocidad	2.1025	1	2.1025	0.09	0.7658	
C:Consistencia	8.2944	1	8.2944	0.37	0.5563	
AB	11.0224	1	11.0224	0.49	0.4987	
AC	8.5264	1	8.5264	0.38	0.5509	
BC	7.1824	1	7.1824	0.32	0.5837	
blocks	145.368	1	145.368	6.42	0.0262	
Total error	271.72	12	22.6433			

Total (corr.)	469.504	19				
R-squared = 42.1263 percent						
R-squared (adjusted for d.f.) = 15.4153 percent						

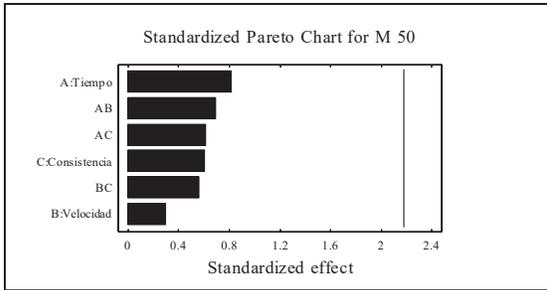


Figura No. 80. Diagrama de Pareto

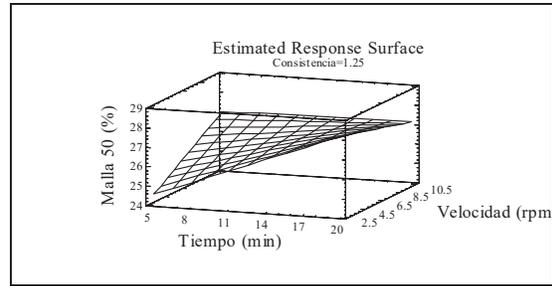


Figura No. 81. Superficie de respuesta

En la tabla No. 60, se muestran las condiciones óptimas para obtener una menor la cantidad de fibras para la malla 50, se debe de trabajar a tiempos, velocidades y consistencias bajas.

Tabla No. 60. Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de fibras para la malla 50.

Optimize Response			

Goal: minimize M 50			
Optimum value = 22.436			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8. 30. Clasificación de fibras para la malla 100.

En la tabla No. 61, se muestra el análisis de varianza (anova), para la clasificación de fibra correspondiente a la malla 100, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para el análisis estadístico, como se observa en la tabla anova. En los apéndices, página No. 211, se muestran las figuras de los efectos, interacciones, coeficiente de regresión, etc. Para la malla 100.

Tabla No. 61. Análisis de varianza para la malla 100.

Analysis of Variance for M 100					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	47.3688	1	47.3688	1.37	0.2653
B:Velocidad	6.59206	1	6.59206	0.19	0.6706
C:Consistencia	15.98	1	15.98	0.46	0.5102
AB	21.4601	1	21.4601	0.62	0.4468
AC	6.56641	1	6.56641	0.19	0.6712
BC	47.4377	1	47.4377	1.37	0.2649
blocks	50.1494	1	50.1494	1.45	0.2524
Total error	416.268	12	34.689		
Total (corr.)	611.822	19			

R-squared = 31.9626 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 0.560739 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 82, se muestra el factor y la combinación de las variables que tienen mayor influencia para la clasificación de fibra, se observa que el factor tiempo y la combinación de la variable velocidad, consistencia tienen mayor influencia para esta malla, las variables consistencia, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 83, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para la clasificación de fibra, dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos bajos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

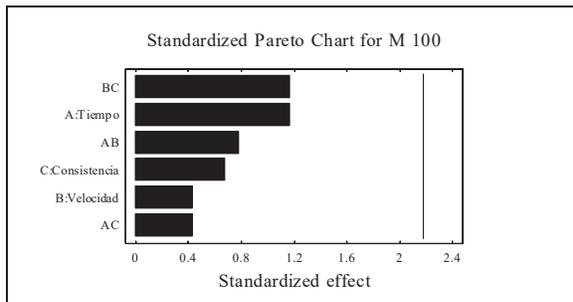


Figura No. 82. Diagrama de Pareto

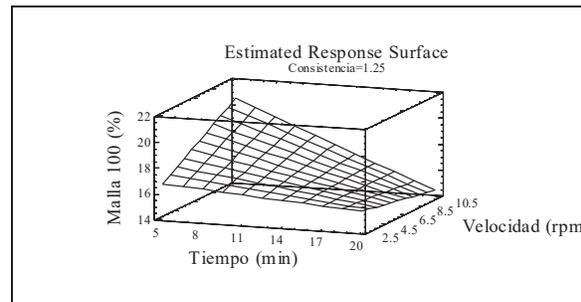


Figura No. 83. Superficie de respuesta

En la tabla No. 62, se muestran las condiciones óptimas para obtener una menor la cantidad de fibras para la malla 100, se debe de trabajar a tiempos, velocidades altas y consistencias bajas.

Tabla No. 62. Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de fibras para la malla 100.

Optimize Response			

Goal: minimize M 100			
Optimum value = 12.504			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.31. Clasificación de fibras para la malla 200.

En la tabla No. 63, se muestra el análisis de varianza (anova), para la clasificación de fibra correspondiente a la malla 200, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para el análisis estadístico, como se observa en la tabla anova. En la página No. 206, se muestran las figuras, también correspondientes para la malla 212.

Tabla No. 63. Análisis de varianza para la malla 200.

Analysis of Variance for M 200					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	13.8943	1	13.8943	2.14	0.1694
B:Velocidad	0.310806	1	0.310806	0.05	0.8306
C:Consistencia	5.48731	1	5.48731	0.84	0.3763
AB	4.96176	1	4.96176	0.76	0.3994
AC	0.558756	1	0.558756	0.09	0.7744
BC	17.4098	1	17.4098	2.68	0.1276
blocks	5.41841	1	5.41841	0.83	0.3792
Total error	77.989	12	6.49908		

Total (corr.)	126.03	19			
R-squared = 38.1187 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 9.55813 percent					

Según la gráfica de Pareto, figura No. 84, se muestra el factor tiempo y la combinación de las variables que tienen mayor influencia para la clasificación de fibra, se observa que el factor tiempo y la combinación de la variable velocidad, consistencia tienen mayor influencia para esta malla, las variables consistencia, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 85, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para la clasificación de fibra, dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos bajos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

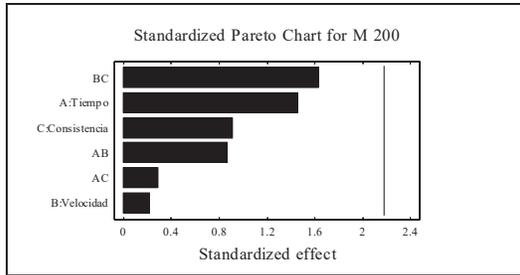


Figura No. 84. Diagrama de Pareto

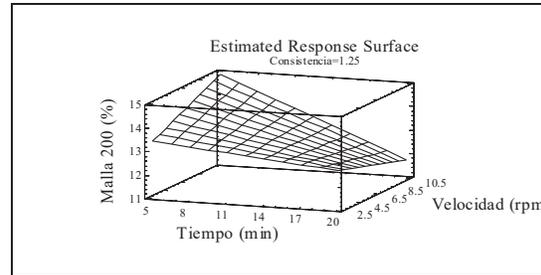


Figura No. 85. Superficie de respuesta

En la tabla No. 64, se muestran las condiciones óptimas para obtener una menor la cantidad de fibras para la malla 200, se debe de trabajar a tiempos, velocidades altas y consistencias bajas.

Tabla No. 64. Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de fibras para la malla 200.

Optimize Response			

Goal: minimize M 200			
Optimum value = 10.0185			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.32. Comportamiento de la longitud de fibra para la hoja desintegrada.

En la tabla No.65, se muestra el análisis de varianza (anova), para la longitud de fibra correspondiente a la hoja desintegrada, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), el factor velocidad tiene efecto estadístico, pero no influye de manera significativa para el análisis de respuesta, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para la variable de respuesta. La combinación de las demás interacciones no tienen efecto estadístico para la variable de respuesta, las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de las interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra para la hoja desintegrada se muestran en la página No. 213, correspondiente a los apéndices. Así mismo se observa la tabla No. 66, para el diseño de experimentos para la longitud de las fibras.

Tabla No. 65. Análisis de la longitud de fibra para la hoja desintegrada.

Analysis of Variance for Long Des					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	0.0494506	1	0.0494506	1.26	0.2662
B:Velocidad	0.291465	1	0.291465	7.41	0.0083
C:Consistencia	0.000877641	1	0.000877641	0.02	0.8817
AB	0.0512456	1	0.0512456	1.30	0.2578
AC	0.0223876	1	0.0223876	0.57	0.4532
BC	0.0587456	1	0.0587456	1.49	0.2260
blocks	0.626833	7	0.0895475	2.28	0.0386
Total error	2.59569	66	0.0393286		
Total (corr.)	3.69669	79			

R-squared = 29.7835 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 24.0123 percent

Tabla No. 66. Diseño experimental para la longitud de fibras.

Corrida	Tiempo	Velocidad	Consistencia	Long Des	Long Trat	Long Lav
1	20	2.5	2	0.422	0.845	0.361
2	5	10	2	0.276	0.654	0.427
3	5	2.5	2	0.58	0.412	0.252
4	20	2.5	0.5	0.409	0.378	0.789
5	12.5	6.25	1.25	0.776	0.586	0.338
6	5	2.5	0.5	0.592	0.335	0.397
7	5	10	0.5	0.339	0.48	0.346
8	12.5	6.25	1.25	0.533	0.343	0.509
9	20	10	0.5	0.738	0.725	0.307
10	20	10	2	0.665	0.468	0.275
11	20	2.5	2	0.757	0.391	0.712
12	5	10	2	0.43	0.843	0.82
13	5	2.5	2	0.269	0.33	0.572
14	20	2.5	0.5	0.824	0.453	0.22
15	12.5	6.25	1.25	0.851	0.352	0.27
16	5	2.5	0.5	0.517	0.792	0.833
17	5	10	0.5	0.594	0.484	0.32
18	12.5	6.25	1.25	0.65	0.588	0.228
19	20	10	0.5	0.675	0.289	0.41
20	20	10	2	0.45	0.343	0.616

En la figura No. 86, se observan los resultados obtenidos para la longitud de fibras para cada una de las corridas, en la cual se puede observar que para las corridas No. 18, 19, tienen mayor efecto para la longitud de fibra en la etapa de lavado, así mismo se puede observar que al aplicar un tratamiento magnético-mecánico y una etapa de lavado a todas las corridas, se muestra un efecto significativo, es decir, las fibras no tienen corte negativo en su longitud, como se observa en la figura, las corridas No. 8 y 9, también tienen efecto positivo en su longitud de fibra al aplicar un tratamiento y una etapa de lavado, mientras que los factores que tienen mayor efecto en la longitud de fibra son el tiempo y la velocidad, el factor consistencia parece tener menor efecto para esta etapa.

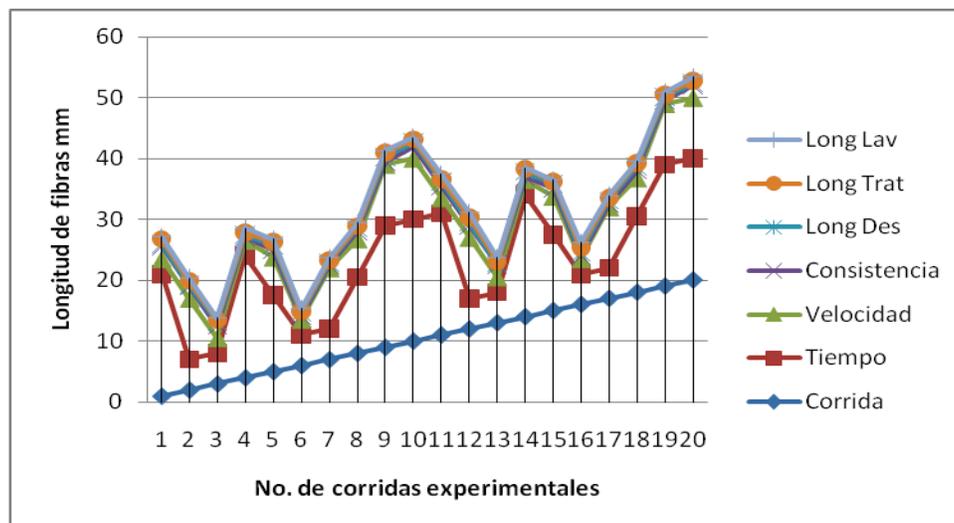


Figura No. 86, Longitud de fibras para cada una de las corridas experimentales.

Según la gráfica de Pareto, figura No. 87, se muestran las combinaciones de las variables y el factor que tiene mayor influencia para la longitud de fibra, se observa que el factor velocidad tienen mayor influencia para esta longitud, las variables consistencia, tiempo, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 88, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para la longitud de fibra, dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos bajos y velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia.

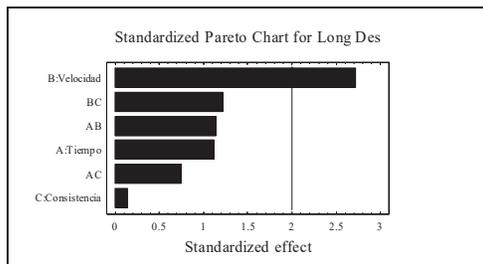


Figura No. 87. Diagrama de Pareto

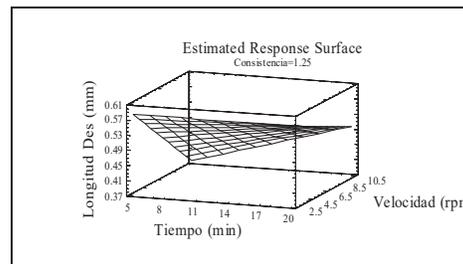


Figura No. 88. Superficie de respuesta

En la tabla No. 67, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la longitud de las fibras para la hoja desintegrada, se debe de trabajar a tiempos, velocidades y consistencias bajos, como se observa abajo en la tabla.

Tabla No. 67. Condiciones óptimas para maximizar la longitud de fibra “desintegración”.

Optimize Response			

Goal: maximize Long Des			
Optimum value = 0.636225			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	0.5

8.33. Comportamiento de la longitud de fibra para la hoja con tratamiento magnético-mecánico.

En la tabla No. 68, se muestra el análisis de varianza (anova), para la longitud de fibra correspondiente a la hoja con tratamiento magnético-mecánico, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo, velocidad y consistencia no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para la variable de respuesta. Las figuras correspondientes a los efectos principales, efectos de las interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra para la hoja con tratamiento, se muestran en la página No. 214, correspondiente al apéndice.

Tabla No. 68. Análisis de la longitud de fibra para la hoja con tratamiento.

Analysis of Variance for Long Trat					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Tiempo	0.00226814	1	0.00226814	0.06	0.8063
B:Velocidad	0.0251619	1	0.0251619	0.67	0.4153
C:Consistencia	0.00953064	1	0.00953064	0.25	0.6156
AB	0.0307564	1	0.0307564	0.82	0.3680
AC	0.0708225	1	0.0708225	1.89	0.1737
BC	0.0495619	1	0.0495619	1.32	0.2541
blocks	0.158549	7	0.0226498	0.60	0.7497
Total error	2.47097	66	0.0374389		
Total (corr.)	2.81762	79			

R-squared = 12.3029 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 5.09497 percent

Según la gráfica de Pareto, figura No. 89, se muestran las combinaciones de las variables que tienen mayor influencia para la longitud de fibra, se observa que la combinación tiempo, consistencia tienen mayor influencia para esta longitud, las variables consistencia, tiempo, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción.

En la figura No. 90, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para la longitud de fibra, dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos altos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

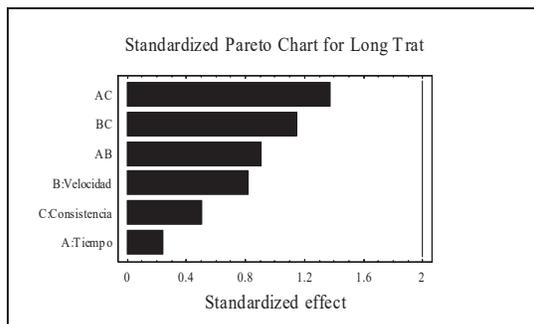


Figura No. 89. Diagrama de Pareto

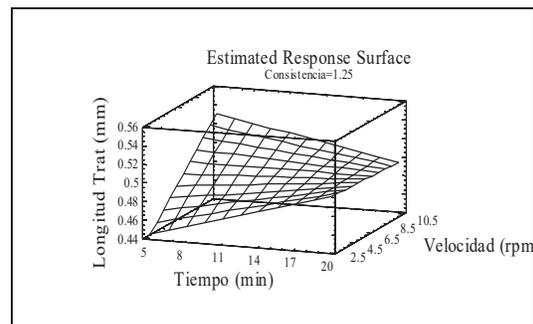


Figura No. 90. Superficie de respuesta

En la tabla No. 69, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la longitud de las fibras para la hoja con tratamiento magnético-mecánico, se debe de trabajar a tiempos, velocidades y consistencias altos, para un óptimo del 0.56%, como se observa abajo en la tabla.

Tabla No. 69. Condiciones óptimas para maximizar la longitud de fibra “tratamiento”.

Optimize Response			

Goal: maximize Long Trat			
Optimum value = 0.568719			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.34. Comportamiento de la longitud de fibra para la hoja de lavado.

En la tabla No. 70, se muestra el análisis de varianza (anova), para la longitud de fibra correspondiente a la hoja desintegrada, se observan los resultados obtenidos (p-value), los factores tiempo y velocidad no tienen efecto estadístico significativo para el análisis de respuesta (0.05), el factor consistencia, así como la interacción AB tienen efecto estadístico, pero no influye de manera significativa para el análisis de respuesta, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, es decir, los factores ya mencionados no tienen inferencia estadística para el análisis estadístico. Las figuras correspondientes a los principales efectos, efectos de las interacciones, el coeficiente de regresión, así como las condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibras para la hoja de lavado, se observan en los apéndices, página No. 215.

Tabla No. 70. Análisis de la longitud de fibra para la hoja de lavado.

Analysis of Variance for Long Lav					

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

A:Tiempo	0.0277223	1	0.0277223	0.91	0.3426
B:Velocidad	0.047961	1	0.047961	1.58	0.2131
C:Consistencia	0.202275	1	0.202275	6.67	0.0120
AB	0.00005625	1	0.00005625	0.00	0.9658
AC	0.148418	1	0.148418	4.89	0.0305
BC	0.0845356	1	0.0845356	2.79	0.0998
blocks	0.742637	7	0.106091	3.50	0.0030
Total error	2.00242	66	0.0303397		

Total (corr.)	3.25602	79			
R-squared = 38.5011 percent					
R-squared (adjusted for d.f.) = 33.4464 percent					

Según la gráfica de Pareto, figura No.91, se muestran las combinaciones de las variables y el factor que tiene mayor influencia para la longitud de fibra, se observa que el factor consistencia y la combinación tiempo, consistencia tienen mayor influencia para esta longitud, las variables consistencia, tiempo, velocidad, así como la combinación de las demás variables influyen en menor proporción, como se observa en la grafica.

En la figura No. 92, se muestra la superficie de respuesta para el comportamiento de los factores velocidad y tiempo, para la longitud de fibra, dicho comportamiento nos indica que es necesario trabajar a tiempos altos y velocidades altas, manteniendo constante la consistencia.

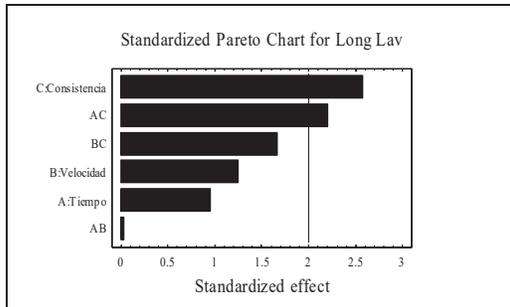


Figura No. 91. Diagrama de Pareto

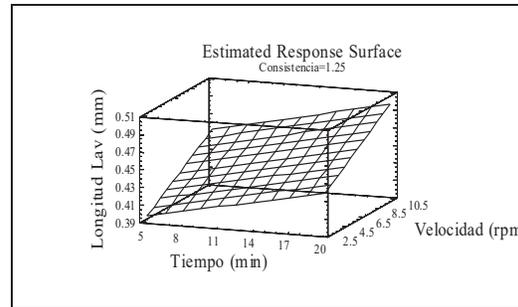


Figura No. 92. Superficie de respuesta

En la tabla No. 71, se muestran las condiciones óptimas para maximizar la longitud de las fibras para la hoja desintegrada, se debe de trabajar a tiempos, velocidades y consistencias altas, como se observa abajo en la tabla.

Tabla No. 71. Condiciones óptimas para maximizar la longitud de fibra “lavado”.

Optimize Response			

Goal: maximize Long Lav			
Optimum value = 0.634431			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

8.35. Clasificación de fibras (comparación del papel bond vs p/t).

A continuación se muestra la tabla No. 72, Se observa el porcentaje de cada una de las mallas para la clasificación de fibras, correspondientes al papel bond con tratamiento magnético-mecánico y sin tratamiento alguno sobre el papel bond.

Tabla No. 72. Clasificación de fibras (comparación del papel bond con y sin tratamiento) (%).

	M30	M50	M100	M200
P.Bond S/T%	17.88	26.08	22.83	13.34
Tratamiento%	51.78	21.96	15.84	11.07

En la figura No. 93, Se muestran las comparaciones de la clasificación de fibras para el papel bond (materia prima) con tratamiento magnético-mecánico y sin tratamiento alguno, se observa que el tratamiento magnético-mecánico, tuvo efecto significativo para las mallas 30 y 50, como se aprecia en la grafica correspondiente, mientras que las mallas 100 y 200, no tuvieron efecto significativo para esta etapa.

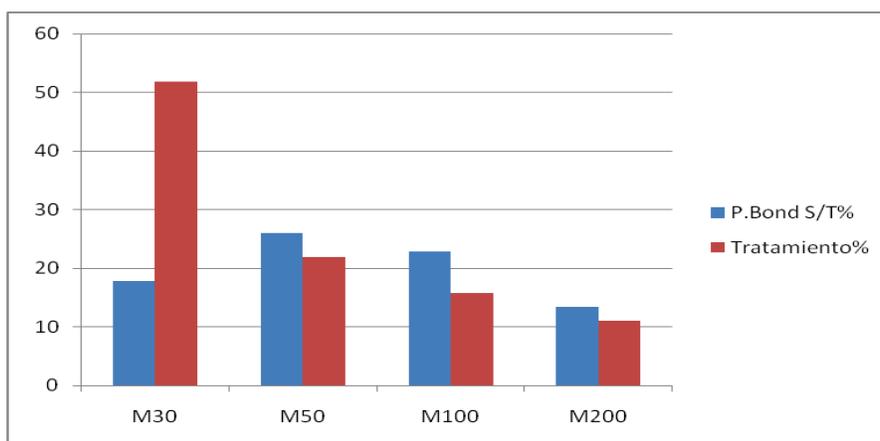


Figura No. 93. Comparación de la clasificación de fibra.
P.Bond s/t= Papel sin tratamiento magnético-mecánico.
Tratamiento= Tratamiento magnético-mecánico.

8.36 Gráficas Dot counter para la corrida 1.

8. 36. 1 Corrida No. 1, Gráficas para la desintegración.

Las siguientes gráficas nos presentan el número de análisis por área de los diferentes tamaños de partículas de tinta.

Se observa que las graficas presentadas, figura No. 95 Figura No. 96 Se muestra que dichas figuras tienen aumento en el rango de 50 y 250 micras, siendo el rango de 50 micras el rango más significativo para la desintegración. Se observa también la figura No. 94, correspondiente a una hoja de la etapa de la desintegración, en la cual se observa que no hay ningún tratamiento previo a la formación de dicha hoja.

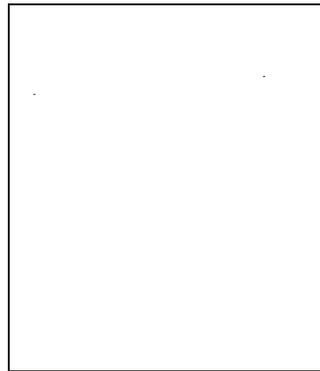


Fig. No. 94. Hoja desintegrada

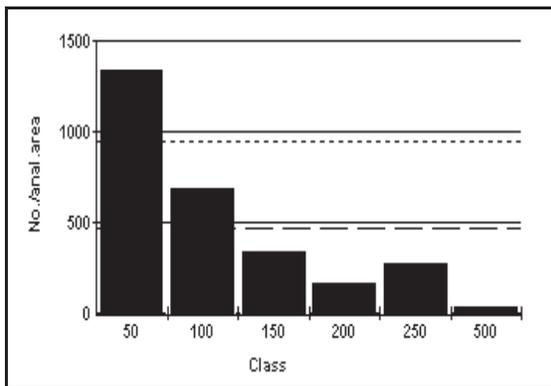


Figura No. 95. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

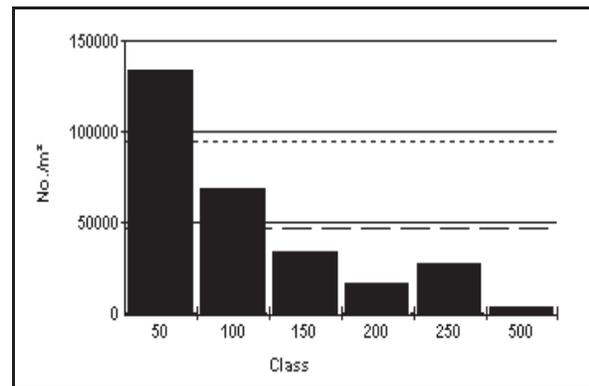


Figura No. 96. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las figuras que se observan a continuación, figura No. 97 y 98, muestran un incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 250 micras, siendo este el más significativo para ambas figuras, lo cual también se puede apreciar en la figura No. 94. Tanto el rango de 50 arriba mencionado, como el rango de 250 micras son los más significativos para esta etapa, lo cual se observa en sus respectivas figuras.

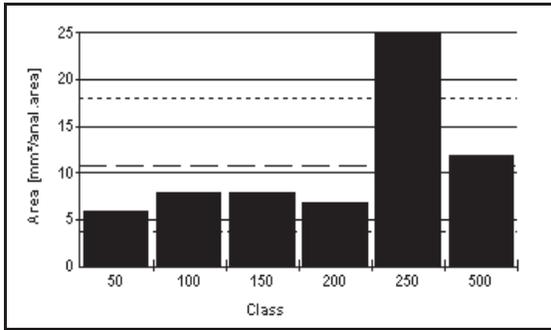


Figura No. 97. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

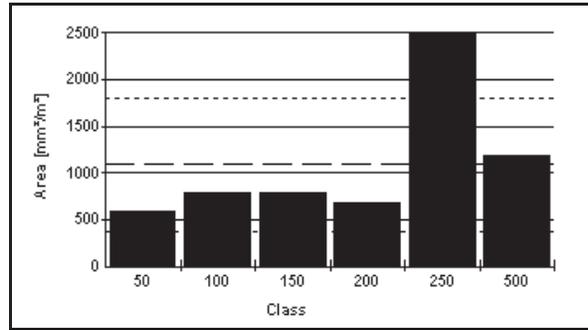


Figura No. 98. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8. 36. 2 Gráficas para el tratamiento.

A continuación se presentan las figuras correspondientes al tratamiento magnético-mecánico, se observa en las figuras No. 100 y 101, un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 micras, teniendo este rango mayor significancia para dichas figuras. Se observa También la figura No. 99, correspondiente a la hoja con tratamiento magnético-mecánico, en la cual se observa un incremento mayor de partículas de tinta con respecto a la etapa de la desintegración, figura No.94. En los anexos Pág. No. 216, aparece la figura correspondiente a las fibras (figura No.A1), a la hoja con tratamiento, así mismo se presenta la longitud de las fibras para esta hoja, Tabla No.A1 Página No. 219.



Fig. No 99. Hoja con tratamiento

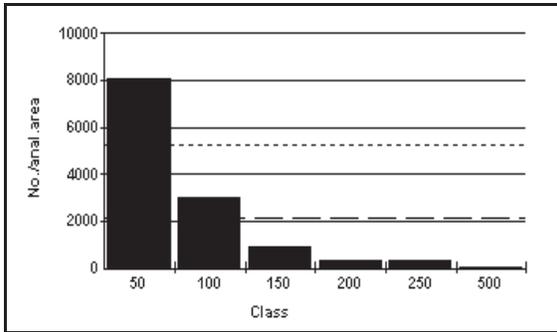


Figura No. 100. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

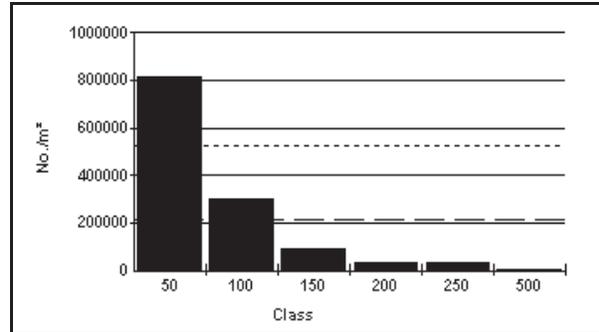


Figura No. 101. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las graficas que se muestran, corresponden al análisis de número de partículas de tinta y al área/m², figuras No. 102 y 103 respectivamente, en las cuales se puede apreciar un incremento de partículas de tinta para los distintos rangos, teniendo el rango de 500 mayor importancia para esta etapa al igual que el rango de 50 micras antes mencionado, dichos incrementos se pueden apreciar en la figura No. 99, pues se observar un incremento de partículas de tinta debido al tratamiento magnético-mecánico, que se le dio a la pulpa, previo a la formación de la hoja.

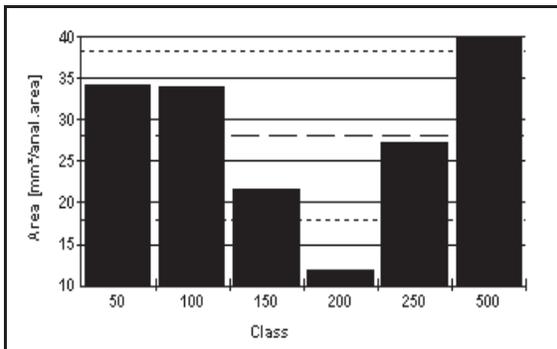


Figura No. 102. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

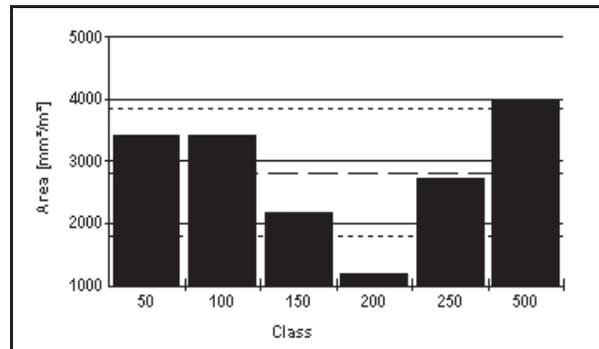


Figura No. 103. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8. 36. 3 Gráficas para el lavado.

A continuación se presentan las graficas correspondientes a la etapa del lavado, se observan las figuras correspondientes a dicha etapa, en las cuales se observa un incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, en ambas figuras se observa tal incremento, figura No. 105 y 106. Así mismo se observa la figura No. 104, correspondiente a la hoja de la etapa de lavado.

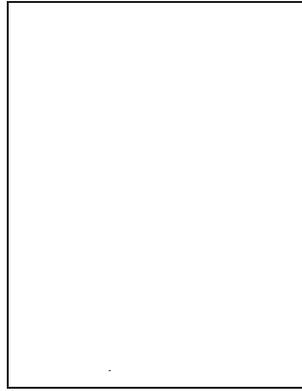


Fig. No 104. Hoja de lavado

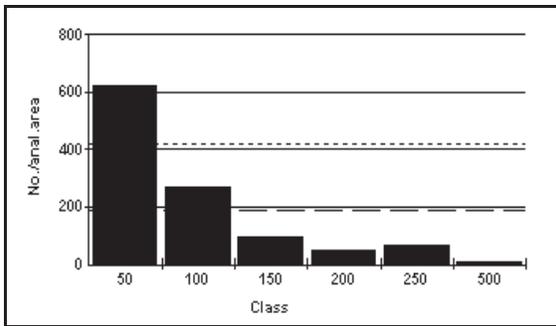


Figura No.105. Análisis del número de partículas de tinta de análisis por área para la hoja de lavado.

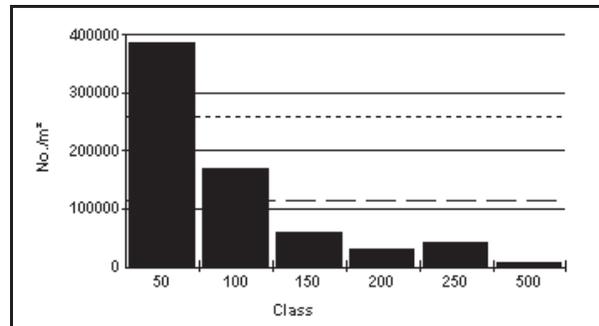


Figura No.106. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las figuras No. 107 y 108, correspondientes también a la etapa del lavado, muestran un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 500 y 250 micras, teniendo mayor significancia el rango de 250 micras, dichos incremento se pueden apreciar en la figura No. 104, al igual que el rango de 50 micras, es decir, estos rangos son de mayor facilidad para su eliminación en dicha etapa.

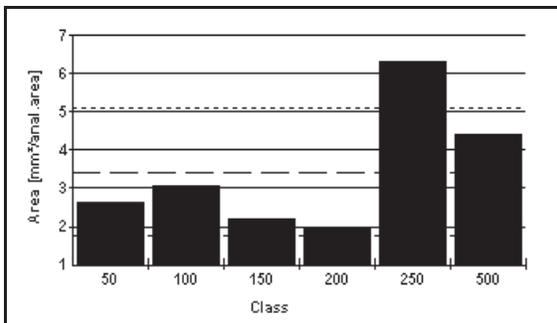


Figura No.107. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

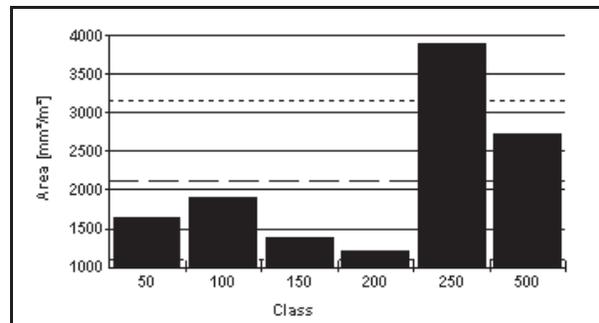


Figura No.108. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.37. Gráficas Dot Counter para la Corrida No. 2

8.37.1 Gráficas para la Desintegración.

A continuación se muestran las gráficas para la desintegración, se observa un aumento en el número de partículas de tinta/m² para los rangos de 50, 100, micras, como se aprecia en la Figura No. 110, así mismo se observa el aumento en el número de partículas de tinta para la Figura No. 111, teniendo una mayor rango de 50 micras para ambas figuras. La figura No. 109, correspondiente a la hoja desintegrada, puede apreciar el incremento de partículas de tinta para ambos rangos.

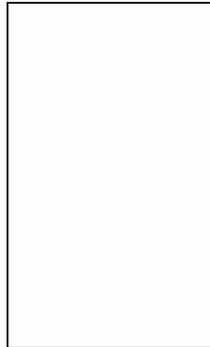


Fig. No. 109. Hoja desintegrada

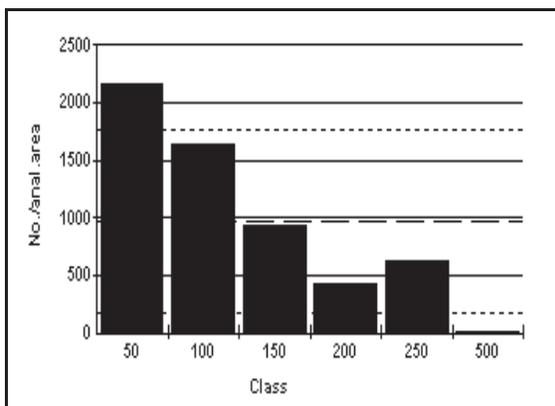


Figura No. 110. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

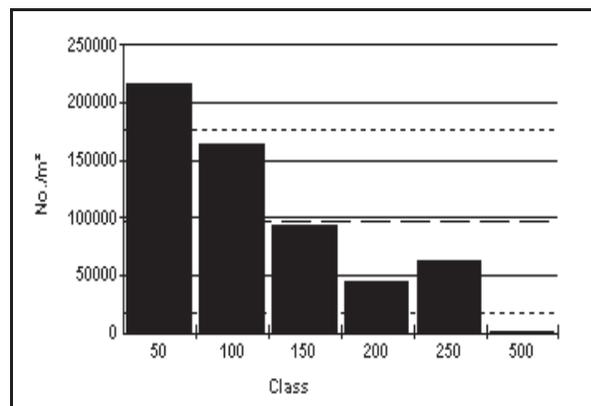


Figura No. 111. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

La figura No. 112, presenta un aumento en el número de partículas de tinta/m², al igual que la figura No. 113, para ambos casos, el rango que tiene mayor significancia para el análisis de área y área/m², es el rango de 250 micras, como se observa en ambas figuras.

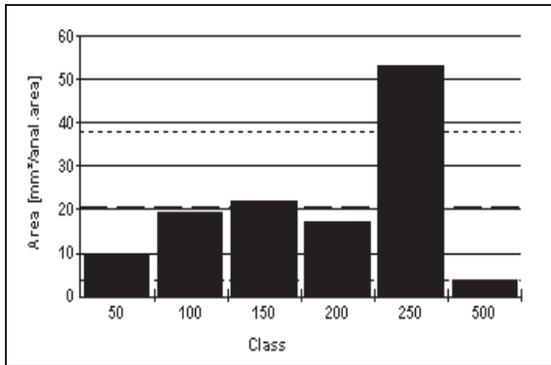


Figura No. 112. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

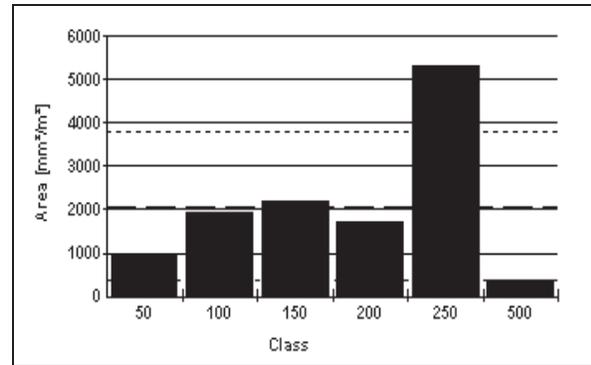


Figura No. 113. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de desintegrada.

8.37.2 Gráficas para el tratamiento.

Las figuras mostradas nos indican el número de análisis por área de los diferentes tamaños de partículas de tinta en micras. Se observa un aumento de partículas de tinta para los rangos de 50, 100, para las figuras 115 y 116, observándose también que hay un mayor aumento de partículas de tinta al aplicar un tratamiento magnético-mecánico a la pulpa, como se muestran en las gráficas. En los anexos, se presenta la figura correspondiente a las fibras del tratamiento magnético-mecánico, figura No.A2, la cual se presenta en la Página No. 216.



Fig. No. 114. Hoja con tratamiento

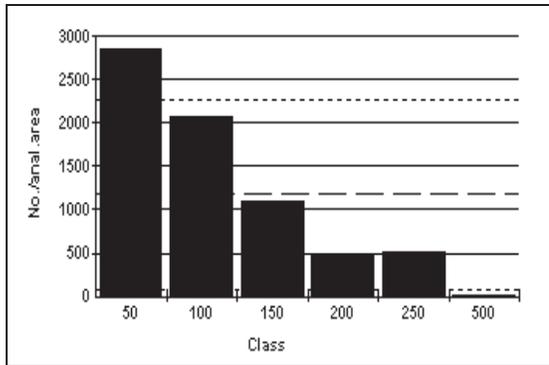


Figura No. 115. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

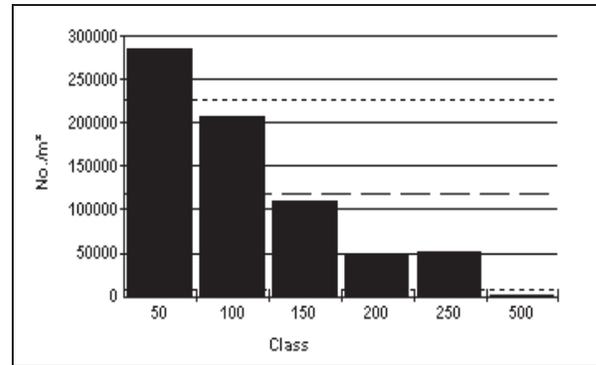


Figura No. 116. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las figuras que a continuación se presentan, indican el aumento de partículas de tinta para el número de análisis por área, figura No.117, para el rango de 250 micras, de la misma forma se presenta el aumento de partículas de tinta para el mm²/m², figura No.118, el rango de 250 al igual que el rango de 50 micras, arriba mencionado se pueden apreciar en la figura No.114, es decir, esa hoja corresponde a una etapa con tratamiento magnético-mecánico, en la cual se aprecia de mayor intensidad grisacea con respecto a la etapa de la desintegración.

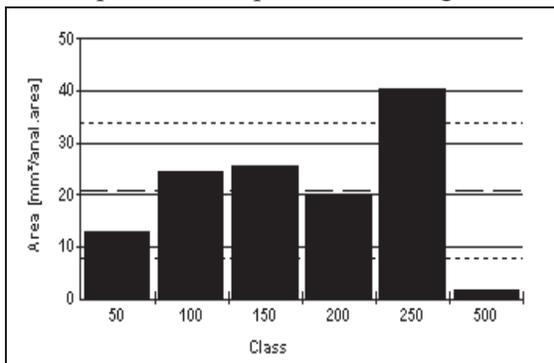


Figura No. 117. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

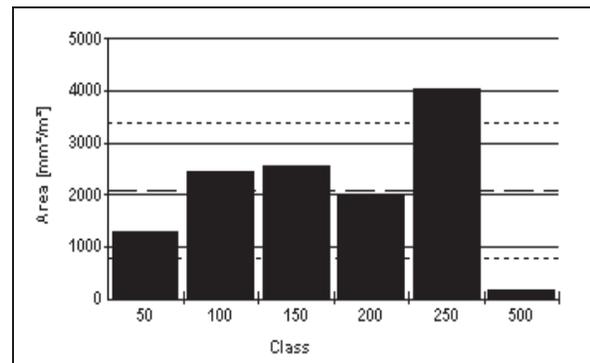


Figura No. 118. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.37.3 Gráficas para el lavado.

Las gráficas que se muestran corresponden a la hoja de lavado, observándose un aumento de partículas de tinta/m², como se observa en la figura 244, número de análisis por área y número por m², figura No. 120 y 121, dicho aumento se presenta para los rangos 100 y 50 micras, teniendo mayor significancia el rango de 50 micras, como se aprecia en las figuras. La figura No. 119, corresponde a la hoja de lavado, en la cual se observa la hoja con menor cantidad de tinta, debido a que estos rangos facilitan su eliminación.



Fig. No. 119. Hoja de lavado

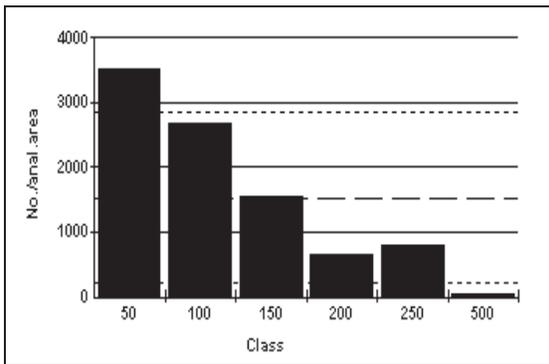


Figura No. 120. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

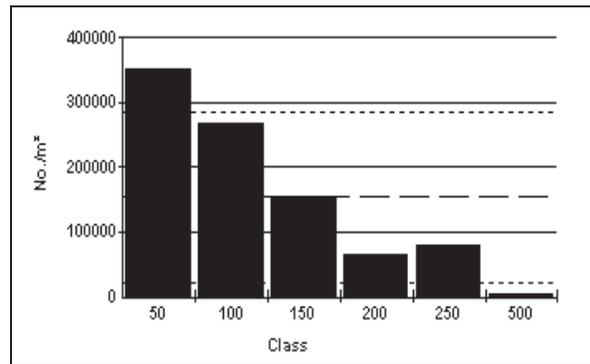


Figura No. 121. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las figuras que se observan corresponden a la etapa de lavado, en ambas figuras se observa un incremento de partículas de tinta para el análisis por área, figura No. 122 y mm²/m², figura No.123, para ambas figuras el incremento se presenta en los rangos de 250 y 500 micras, teniendo como mayor significancia el rango de 250 micras, como se observa en las figuras.

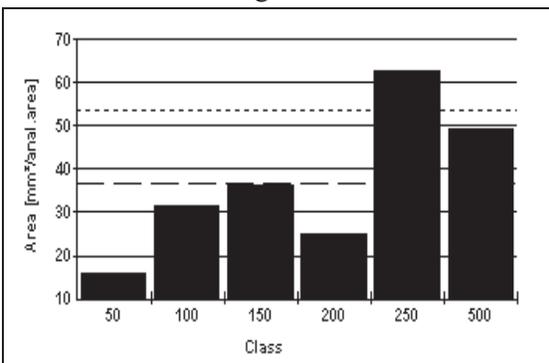


Figura No. 122. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja de lavado.

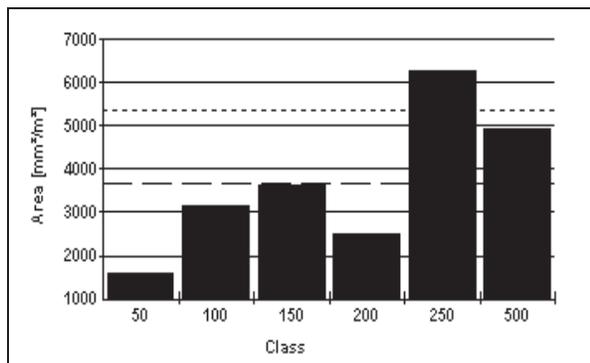


Figura No. 123. Analisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.38. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 3

8.38.1 Gráficas desintegración.

Mostrándose las figuras No. 125 y 126, se observa el número de análisis de partículas de tinta/m², observándose un aumento de partículas para la desintegración en los rangos de 50, 100, siendo el rango de 50 micras el de mayor significancia para ambas figuras. Así también se observa la figura No. 124, correspondiente a la hoja de la etapa de la desintegración.



Fig. No 124. Hoja esintegrada

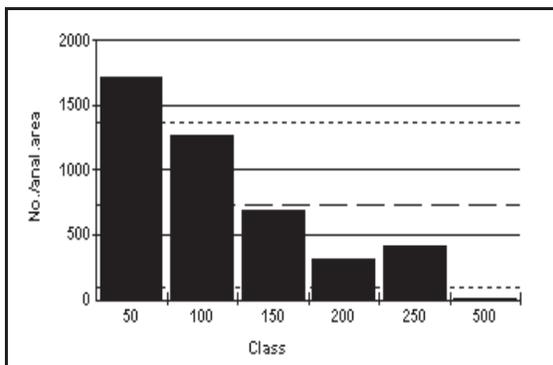


Figura No. 125. Analisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

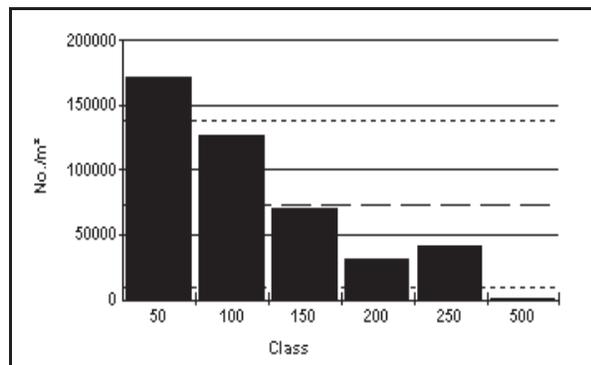


Figura No. 126. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Para las figuras No. 127 y 128, se muestra un incremento de partículas de tinta/m², en el rango de 250 micras, como se aprecia en ambas figuras, tanto el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 y 250 micras respectivamente, se pueden apreciar de mejor forma en la figura No. 124, en ella se observa un desprendimiento de tinta, correspondientes a los rango de tinta entes mencionados.

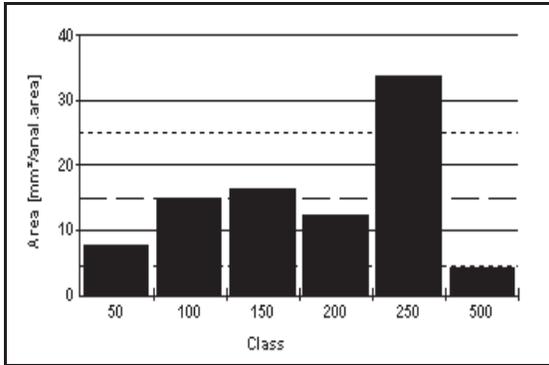


Figura No. 127. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja desintegrada.

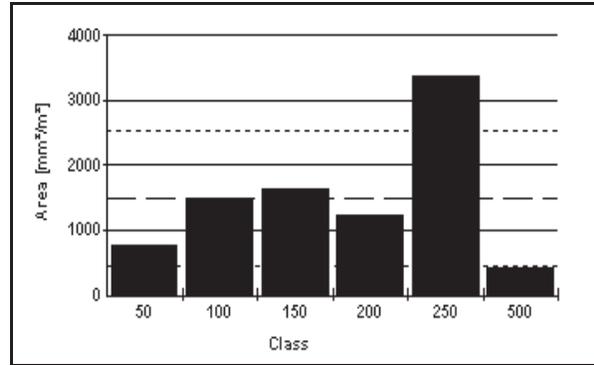


Figura No. 128. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.38.2 Gráficas tratamiento.

Observándose las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico, se observa un incremento de partículas de tinta para las figuras No. 130 y 131, en los rangos de 50 y 100 micras, teniendo mayor significancia el rango de 50 micras para el tratamiento magnético-mecánico. Siendo el tratamiento magnético-mecánico, la etapa que incrementa un mayor número de partículas para este rango. Lo cual se puede apreciar claramente en la figura No. 129, en ella se puede apreciar un mayor incremento de partículas de tinta. En los anexos (páginas No.216 y 219), se muestra la figura correspondiente a las fibras del tratamiento magnético-mecánico, en la cual se muestra la longitud de las fibras, figura No. A3 y tabla No. A1.

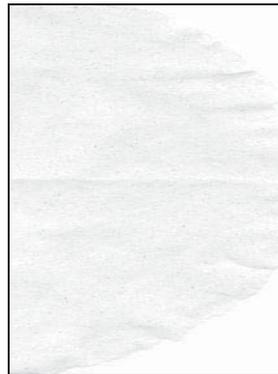


Fig. No. 129. Hoja con tratamiento

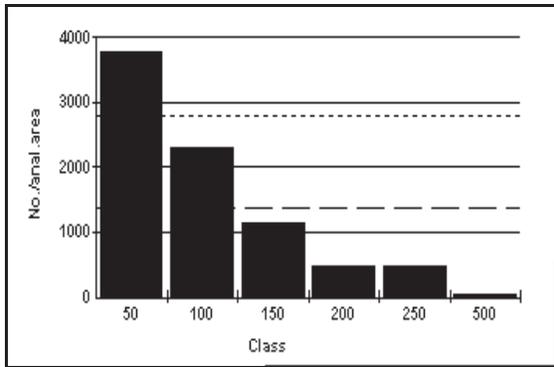


Figura No. 130. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

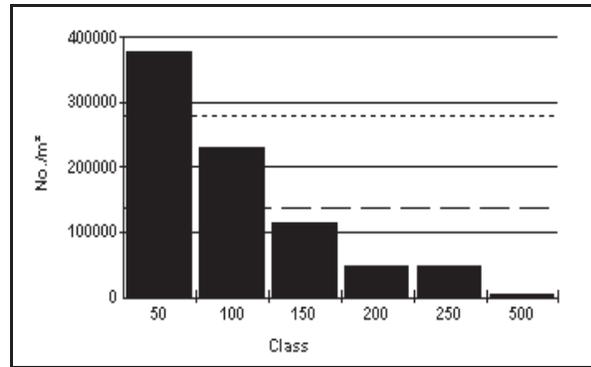


Figura No. 131. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

El incremento de partículas de tinta/m², arriba mencionado, también se puede confirmar claramente en las figuras No. 132 y 133, en las cuales se aprecia el incremento de partículas de tinta para el rango de 500 micras, teniendo mayor relevancia el rango de 50 y 500 micras para esta etapa.

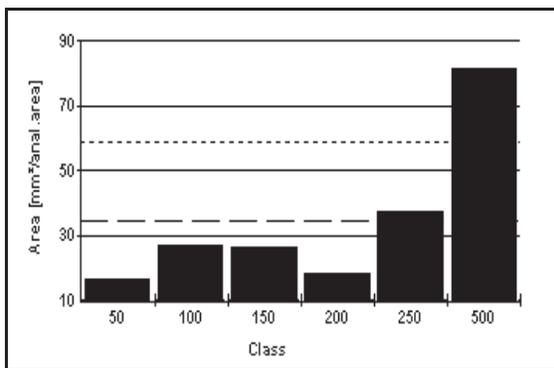


Figura No. 132. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja con tratamiento.

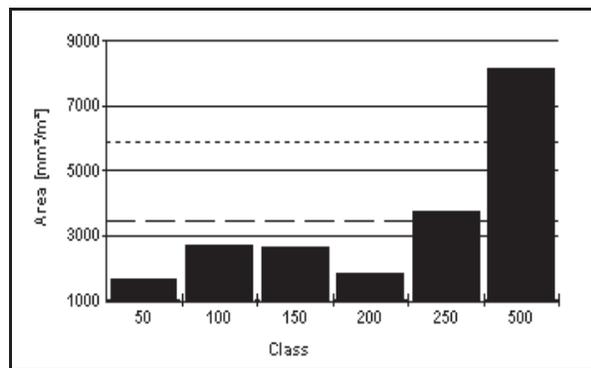


Figura No. 133. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.38.3 Gráficas lavado.

A continuación se muestran las figuras para la hoja de lavado, mostrándose un aumento de partículas de tinta/m² para los rangos de 50 micras, en las figuras No. 135 y 136, teniendo una mayor significancia en el rango de 50 micras, como se muestra en las figuras correspondientes. También se aprecia la figura No. 134, correspondiente a la hoja de la etapa de lavado.

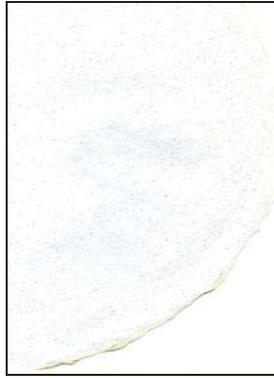


Fig. No. 134. Hoja de lavado

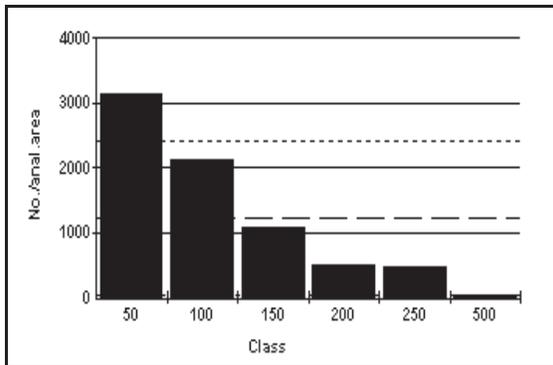


Figura No. 135. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

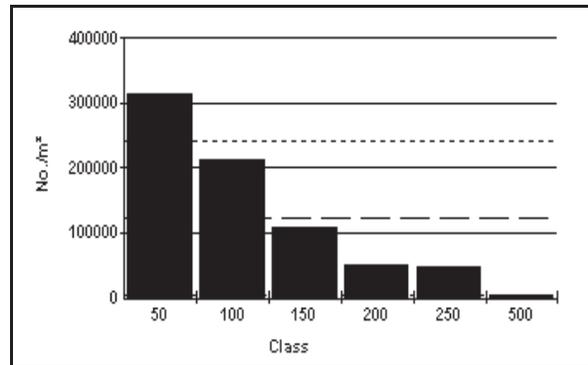


Figura No. 136. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las figuras No. 137 y 138, muestran un incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 500 micras, como se aprecia claramente en las figuras, lo dicho anteriormente, se confirma en la figura No. 134, en la cual se aprecia una hoja mas blanca, con respecto a las anteriores, es decir, dicho incremento de partículas de tinta para los rango de 50 y 500 micras, permiten una mayor facilidad de eliminación para esta etapa de lavado.

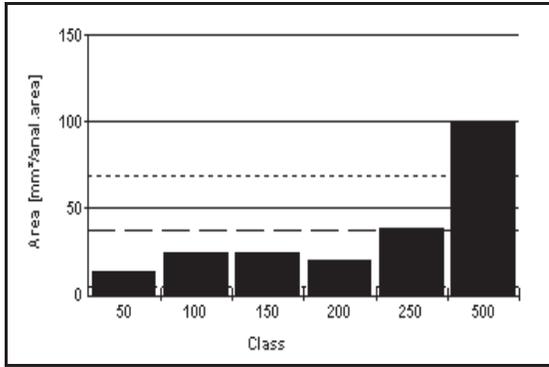


Figura No. 137. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja de lavado.

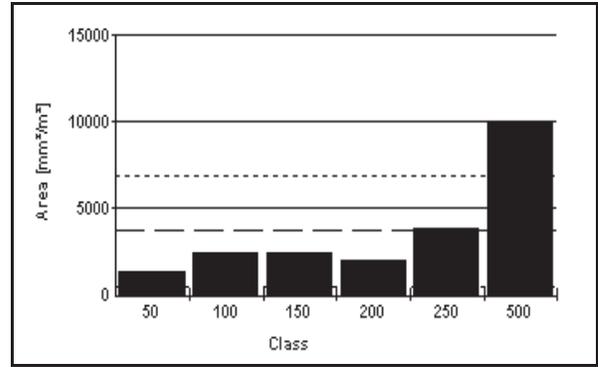


Figura No. 138. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.39. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 4

8.39.1 Gráficas para la desintegración.

Las gráficas que a continuación se observan, muestran un mayor número de análisis de partículas de tinta para el rango de 50 micras para las figuras No. 140 y 141, se observa también la figura No. 139, correspondiente a la etapa de la desintegración, en la cual se aprecia el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras.

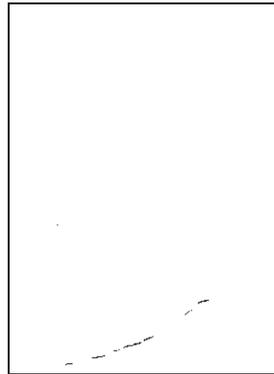


Fig. No 139. Hoja esintegrada

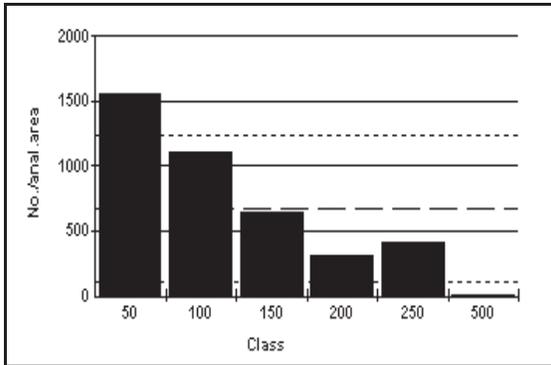


Figura No. 140. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

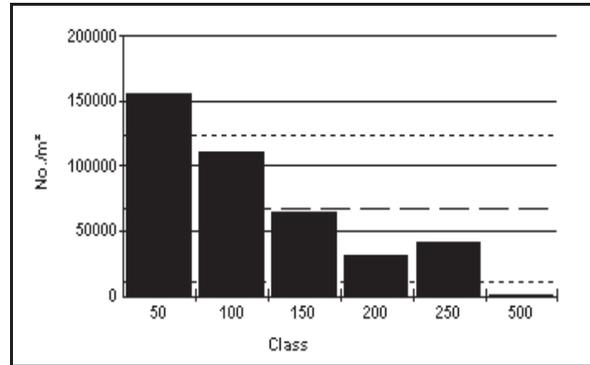


Figura No. 141. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

En las figuras abajo presentadas, se muestra un incremento de partículas de tinta/m², para las gráficas No. 142 y 143, para ambas figuras se muestra un incremento en el rango de 250 micras, al igual que, el rango de 50 micras, el rango de 250 micras se puede apreciar en la figura No. 139, en la cual se puede apreciar el incremento de partículas de tinta para este rango.

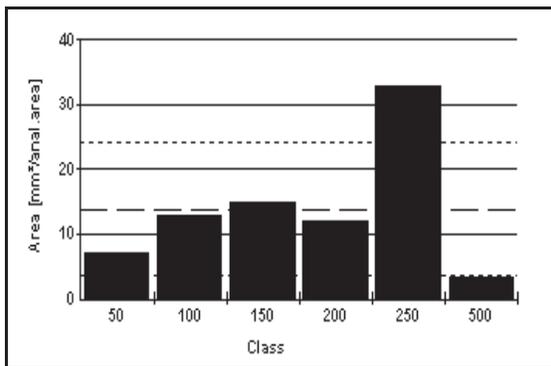


Figura No. 142. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja desintegrada.

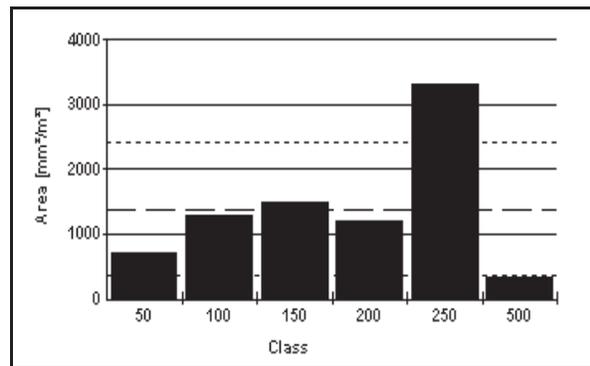


Figura No. 143. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.39.2 Gráficas tratamiento.

Las figuras para el tratamiento magnético-mecánico, se presentan a continuación, las gráficas No. 145 y 146, muestran un mayor incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, como se aprecia en las gráficas correspondientes, así como también se muestra la figura No. 144, correspondiente a la hoja con tratamiento magnético-mecánico. En los anexos (página No.216), aparece la figura correspondiente a la longitud de las fibras (figura No.A4), se muestra las fibras, después de haber aplicado un tratamiento a la pulpa.

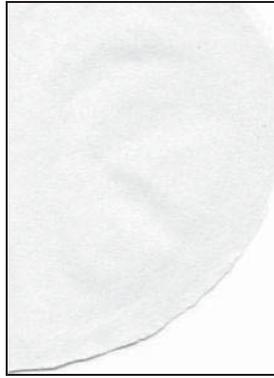


Fig. No. 144. Hoja con tratamiento

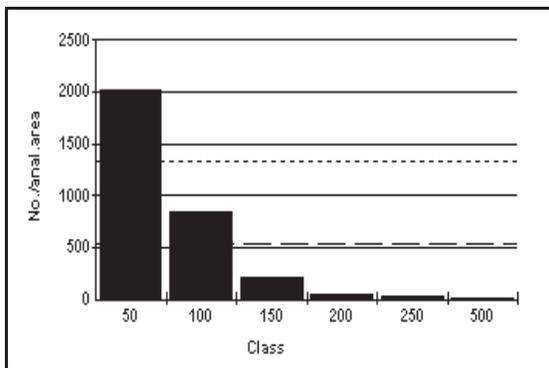


Figura No. 145. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

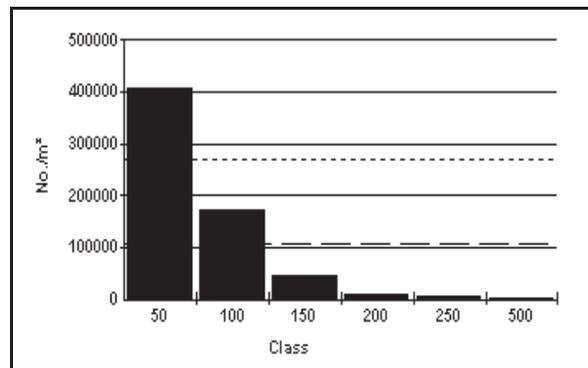


Figura No. 146. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

En las gráficas que se presentan a continuación, figuras No. 147 y 148, se observa un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50, 100 y 150 micras, teniendo los rangos de 50 y 100 micras mayor relevancia para esta etapa, dicho incremento de partículas de tinta/m², se puede apreciar en la figura No. 144, en la cual se puede apreciar a simple vista un mayor incremento de partículas, con respecto a la etapa de la desintegración, por lo que el efecto magnético-mecánico, permite remover con mayor facilidad las partículas de tinta en la siguiente etapa.

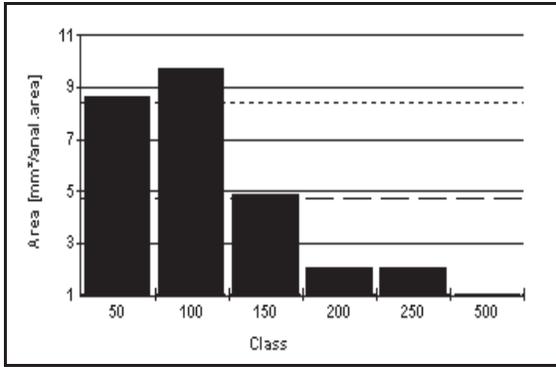


Figura No. 147. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja con tratamiento

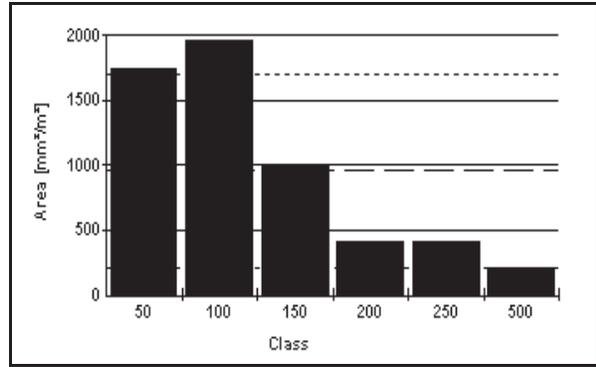


Figura No. 148. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.39.3 Gráficas lavado.

Las gráficas para la hoja de lavado, muestran un mayor incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, siendo este rango el de mayor importancia para la etapa de lavado, como se aprecia en las figuras No. 150 y 151. También se observa la figura No. 149, correspondiente a la etapa de la hoja de lavado, en la cual se aprecia un porcentaje de partículas de tinta.



Fig. No. 149. Hoja de lavado

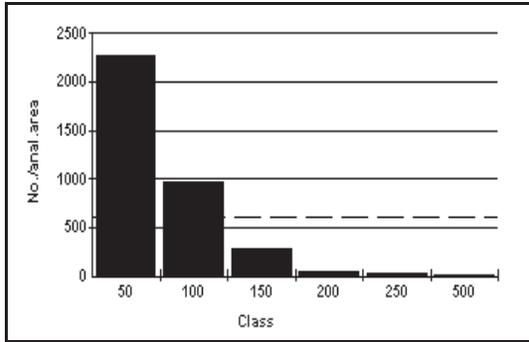


Figura No. 150. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

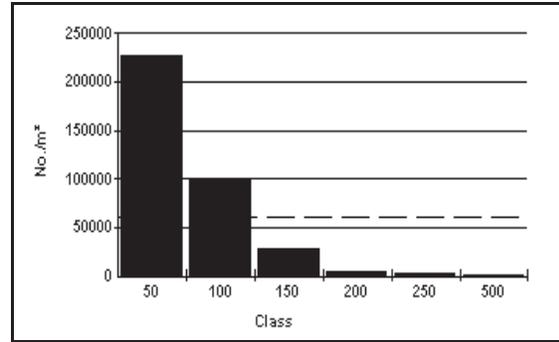


Figura No. 151. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las gráficas No. 152 y 153, se observa un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 y 100 micras teniendo ambos rangos mayor importancia para la etapa de lavado, como se aprecia en la figura No. 149, ya que dichos incrementos de partículas de tinta, permite una mayor facilidad de eliminación para esta etapa.

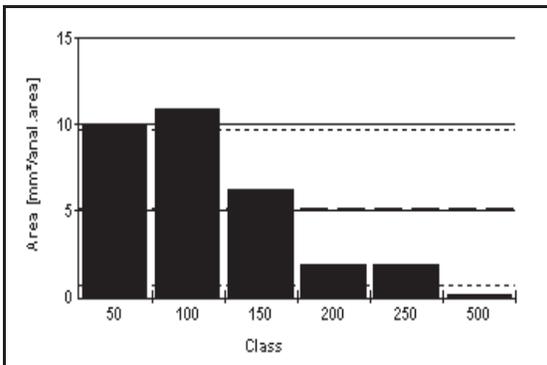


Figura No. 152. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja de lavado.

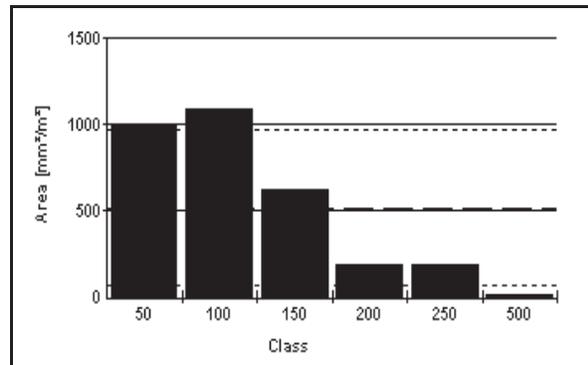


Figura No. 153. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.40. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 5

8.40.1 Gráficas desintegración.

Para la hoja de desintegración se muestran las gráficas, se observa un incremento de de partículas de tinta para los rangos de 50 y 100 micras para las figuras No. 155 y 156, teniendo mayor significancia el rango de 50 micras como se observa en las gráficas correspondientes a dicha etapa. De igual manera se presenta la figura No. 154, correspondiente a la etapa de la desintegración para esta corrida.

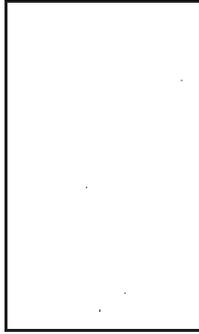


Fig. No. 154. Hoja desintegrada.

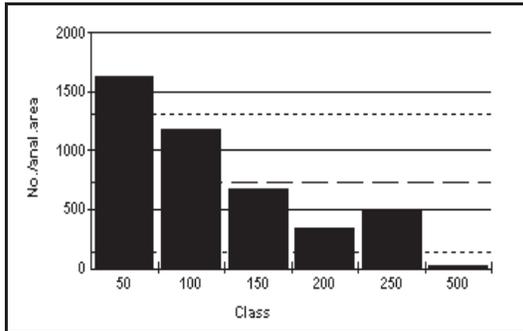


Figura No. 155. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

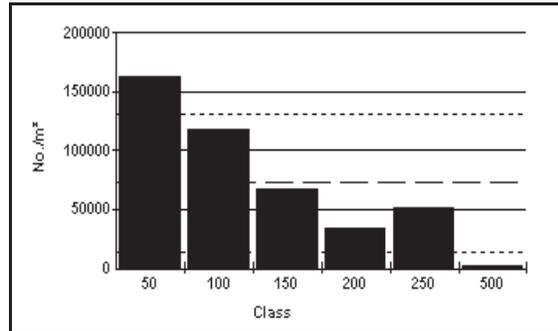


Figura No. 156. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las figuras que se muestran, presentan un incremento de partículas de tinta/m², para la etapa de la desintegración, en el rango de 250 micras, al igual que el rango de 50 micras antes mencionado, el rango de 250 micras tiene también significancia, ya que dicho incremento de partículas, se puede apreciar en la figura No.154, correspondiente a hoja formada para la desintegración.

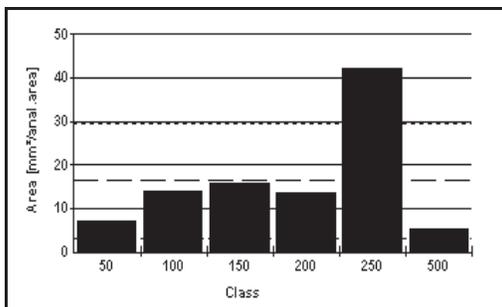


Figura No. 157. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

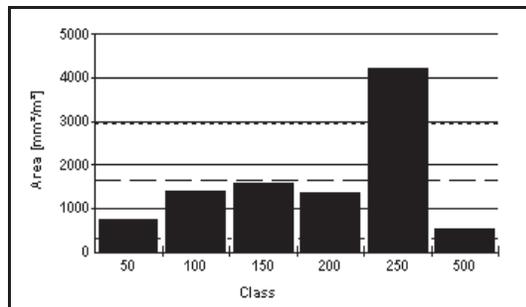


Figura No. 158. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.40.2 Gráficas tratamiento.

Las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico figuras No. 160 y 161, se observa un mayor incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 micras, siendo este rango el más significativo para esta etapa del tratamiento magnético-mecánico. La figura No. 159, se aprecia la hoja formada por la pulpa con tratamiento magnético-mecánico, la cual se aprecia de forma mayor grisácea, debido al incremento de partículas de tinta. En los anexos (figura No.A5), se observa la figura correspondiente a la longitud de las fibras, después de haber aplicado un tratamiento magnético-mecánico.



Fig. No. 159. Hoja con tratamiento

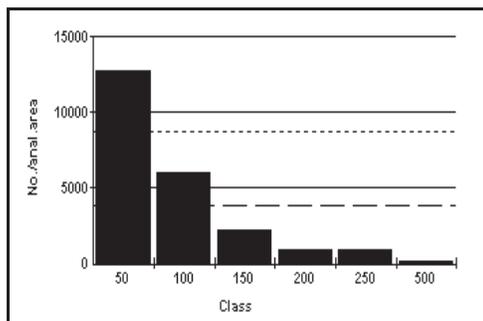


Figura No. 160. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

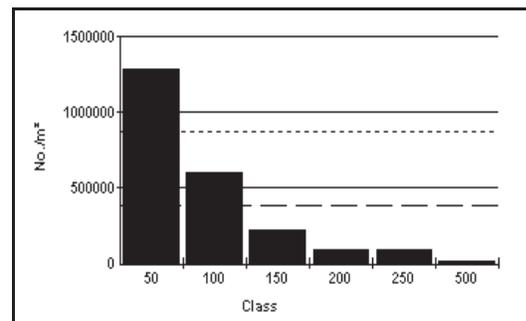


Figura No. 161. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las figuras No. 162 y 163, correspondientes a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, se observa un incremento de partículas de tinta, para el rango de 500 micras, la cual se ve reflejada en la figura No. 159, de la misma forma que el rango de 50 micras arriba mencionado, dichos incrementos permiten una mayor facilidad para su eliminación en la etapa de lavado.

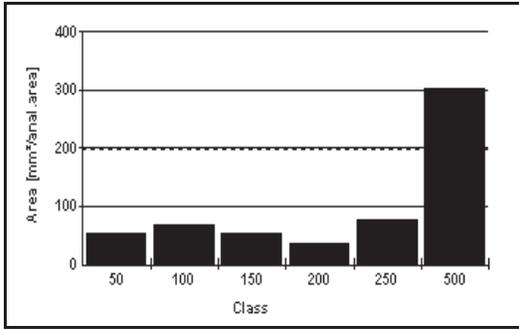


Figura No. 162. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

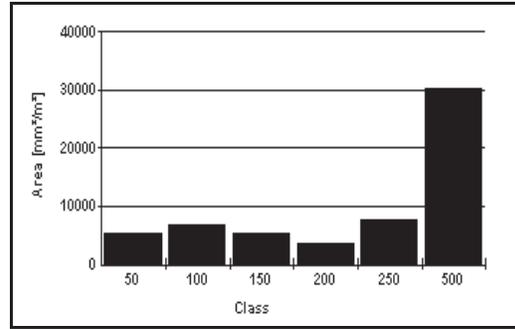


Figura No. 163. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.40.3 Gráficas lavado.

Las figuras para el lavado muestran un incremento para el número de análisis de partículas de tinta/m², para el rango de 50 micras, teniendo mayor importancia para las figuras No. 165 y 166, el rango de 50 micras, como se puede apreciar en las figuras correspondientes. La figura No. 164, corresponde a la hoja de lavado.



Fig. No 164. Hoja de lavado

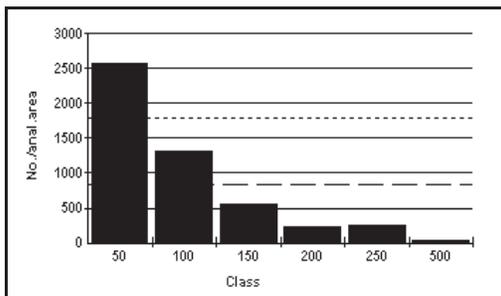


Figura No. 165. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

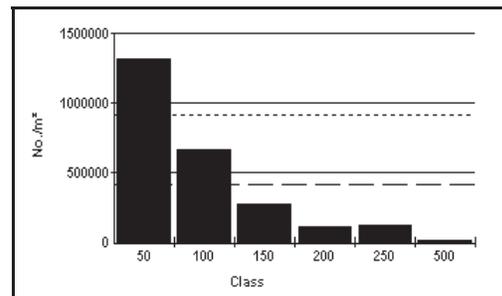


Figura No. 166. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las figuras No. 167 y 168, correspondientes a la etapa de lavado, muestran un incremento de partículas de tinta para los rangos de 250 y 500 micras, dichos rangos de partículas permiten una mayor facilidad de eliminación para la etapa del lavado al igual que el rango de 50 micras, lo anteriormente mencionado se puede confirmar en la figura No. 164, la cual se observa ligeramente con mayor blancura

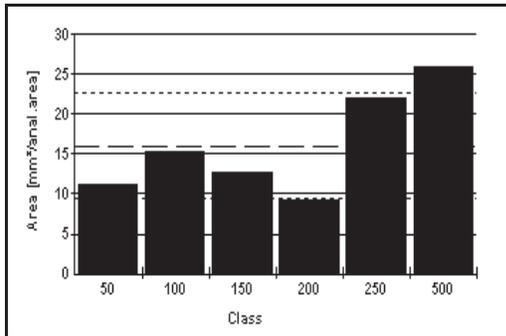


Figura No. 167. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

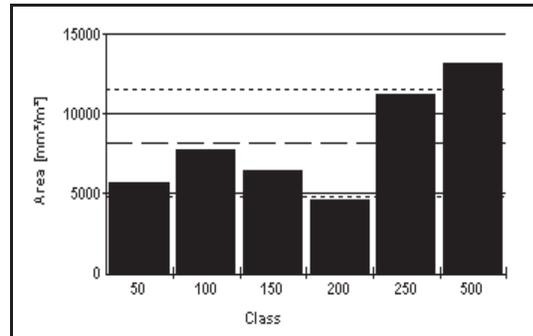


Figura No. 168. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.41. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 6

8.41.1 Gráficas desintegración.

Las gráficas que a continuación se observan corresponden a la etapa de desintegración, dichas graficas, muestran un incremento de partículas para los rangos de 50 micras, para las figuras No. 170 y 171, teniendo este rango mayor importancia para ambas figuras. La figura No. 169, correspondiente a la hoja de la desintegración en la cual se observa el incremento de partículas de tinta.



Fig. No. 169. Hoja desintegra.

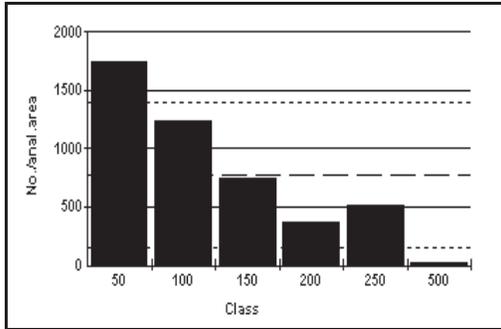


Figura No. 170. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

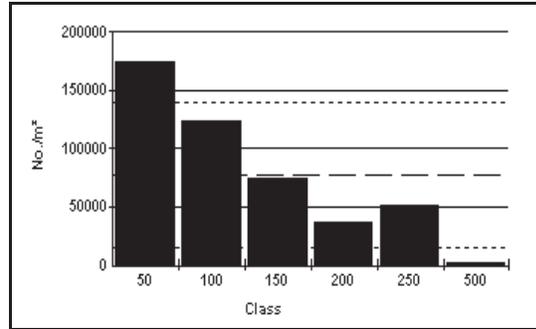


Figura No. 171. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las figuras No. 172 y 173, muestran un incremento de partículas de tinta para el rango de 250 micras, Dicho incremento de partículas al igual que el incremento de 50 micras, se puede observar en la figura No. 165, ya que en esta figura se puede apreciar a simple vista el incremento de partículas.

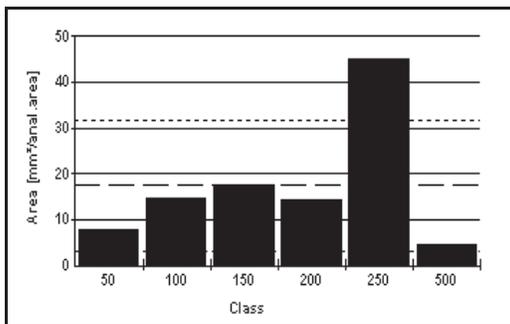


Figura No. 172. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

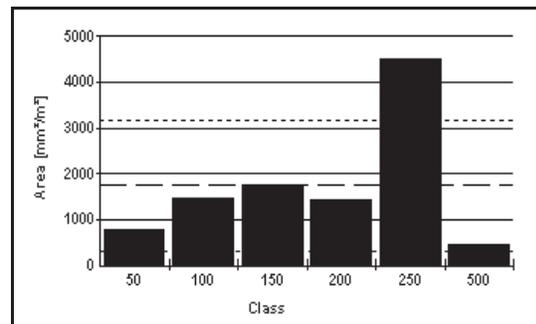


Figura No. 173. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.41.2 Gráficas tratamiento.

En las figuras para el tratamiento magnético-mecánico, se observa un mayor incremento de partículas de tinta/m², en los rangos de 50 micras, teniendo mayor importancia este rango en el incremento de partículas de tinta para esta corrida. Como se puede observar en las figuras No. 175 y 176, así también se observa la figura No. 174, la cual corresponde a la hoja con tratamiento magnético-mecánico. En los anexos (página No.216), se observa la figura correspondiente a la longitud de fibras (figura No.A6), para la hoja con tratamiento magnético-mecánico.



Fig. No. 174. Hoja con tratamiento

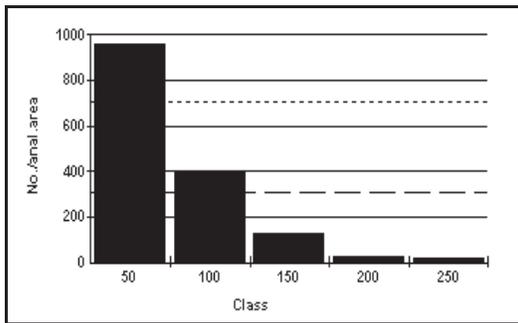


Figura No. 175. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

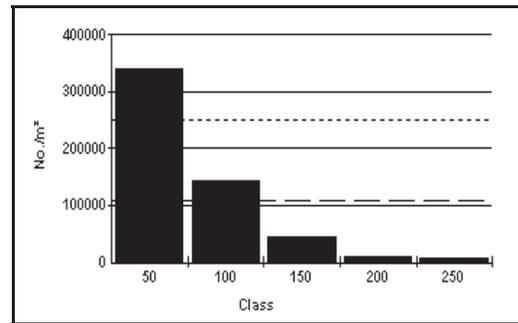


Figura No. 176. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las gráficas número de análisis por área y área/m², correspondientes a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, muestran un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 y 100 micras, lo cual se puede observar a simple vista en la figura No. 174, de la misma forma se puede apreciar los incrementos de partículas de tinta en las figuras No. 177 y 178.

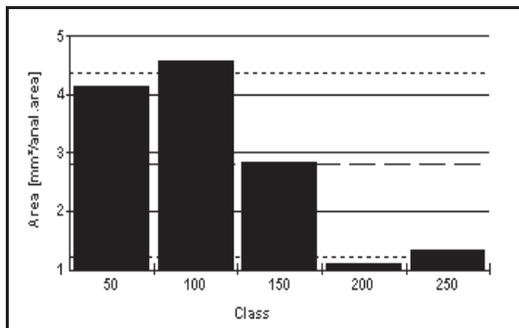


Figura No. 177. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja con tratamiento.

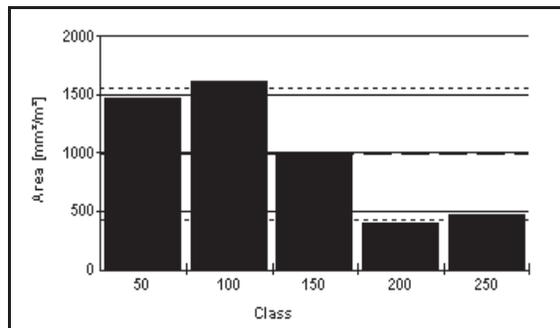


Figura No. 178. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.41.3 Gráficas lavado.

Las gráficas correspondientes para la hoja de lavado, figuras No. 180 y 181, indican que hay un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 micras, lo cual se puede observar en las figuras correspondientes. La figura No. 179, corresponde a la hoja de lavado.



Fig.No.179. Hoja de lavado.

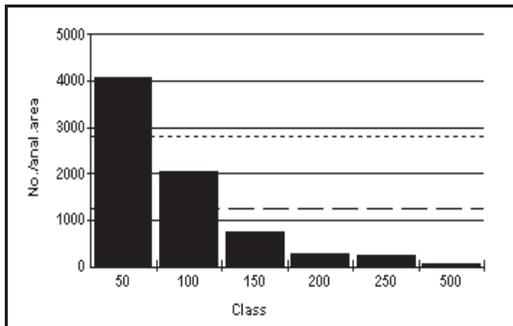


Figura No. 180. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

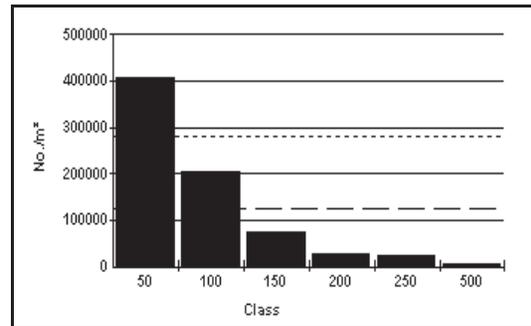


Figura No. 181. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las figuras No. 182 y 183, muestran un incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 500 micras, lo cual permite una mayor facilidad de eliminación de estas partículas de tinta para la etapa de lavado, lo mencionado se puede corroborar en la figura No. 179, en la cual se puede apreciar de forma más blanca con respecto a las hojas formadas anteriormente.

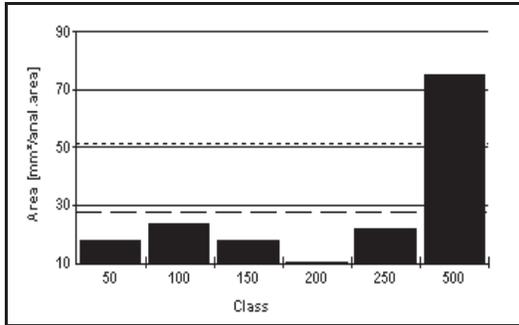


Figura No. 182. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja de lavado.

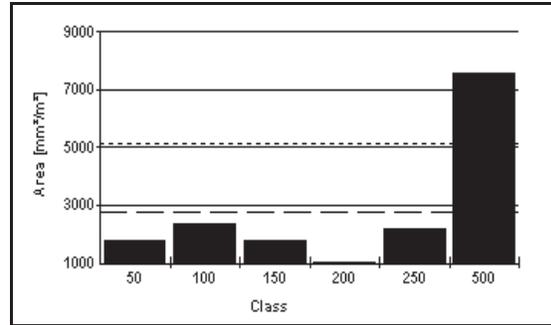


Figura No. 183. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.42. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 7

8.42.1 Gráficas para la hoja desintegrada.

A continuación se muestran las gráficas para la desintegración, dichas gráficas muestran un incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 50 micras, observándose estos incrementos en las figuras No. 185 y 186, para la etapa de la desintegración.

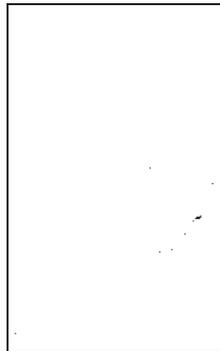


Fig. No. 184. Hoja desintegrada.

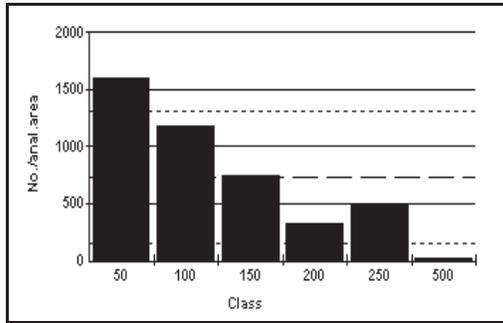


Figura No. 185. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

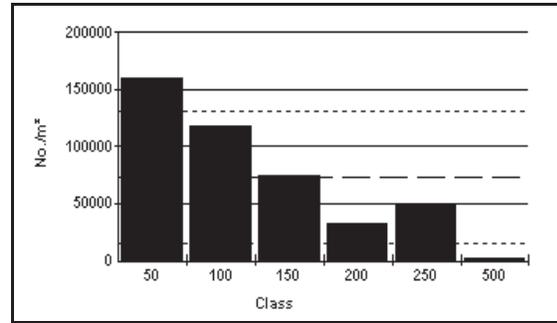


Figura No. 186. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

En las figuras No. 187 y 188, se observa un incremento de partículas de tinta para el rango de 250 micras, siendo esta rango al igual que el rango de 50 micras arriba mencionado, los más importantes para esta etapa. En la figura No. 184, se pueden observar estos incrementos de partículas, para estos rangos.

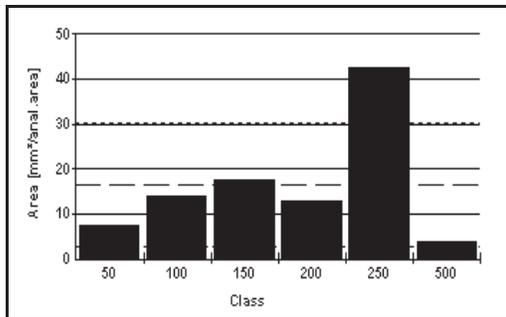


Figura No. 187. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

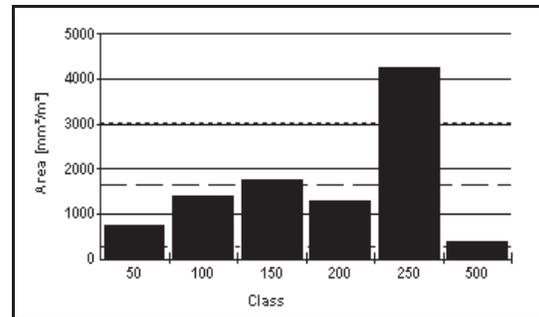


Figura No. 188. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.42.2 Gráficas para la hoja con tratamiento.

En la etapa de la hoja con tratamiento magnético-mecánico, se observan las figuras No. 190 y 191, con un incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, como se observa en ambas figuras, dicho incremento de partículas de tinta/m², se puede observar en la figura No. 189, la cual se explica abajo, junto con las figuras No. 187 y 188. En los anexos (página No.217), aparece la figura correspondiente a la longitud de fibras (figura No.A7), en la cual se observa la medición de las fibras después de haber aplicado un tratamiento.



Fig. No. 189. Hoja con tratamiento

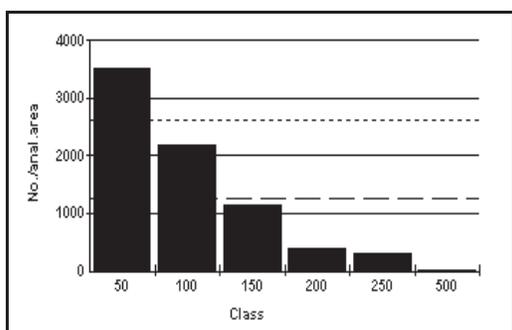


Figura No. 190. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

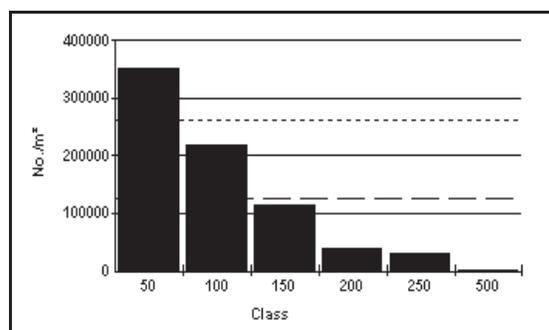


Figura No. 191. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

En las figuras No. 192 y 193, se observa que hay un mayor incremento de partículas de tinta para esta etapa, para los rangos de 100, 150 y 250 micras, teniendo mayor significancia estos rangos al igual que el rango de 50 micras para la etapa del tratamiento magnético-mecánico, como se puede apreciar en las 4 figuras correspondientes para esta etapa, el tratamiento magnético-mecánico, afecta de manera importante del desprendimiento de partículas de tinta, lo cual se puede apreciar a simple vista en la figura No. 189, la cual corresponde a la hoja formada para el tratamiento magnético-mecánico.

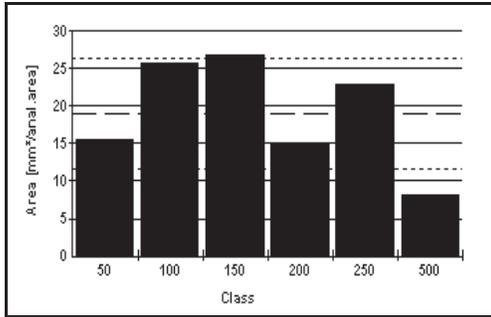


Figura No. 192. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

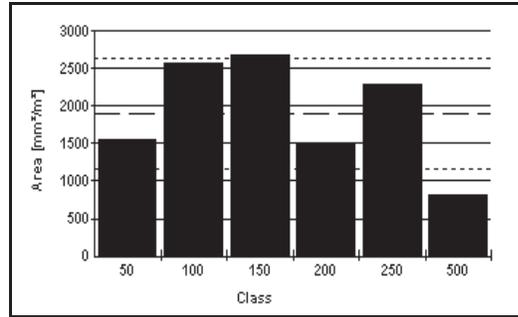


Figura No. 193. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.42.3 Gráficas para la hoja de lavado.

Para la etapa de lavado, se muestran sus gráficas correspondientes, las figuras No. 195 y 196, indican un incremento de partículas de tinta/m², mostrando se que los rangos de 50, 100, 150 y 250 micras, dichos incrementos de partículas de tinta, permiten una mejor eliminación de esta partículas para la etapa de lavado, como se puede observar en la figura No. 194, la cual se observa de forma más blanca con respecto a la hoja desintegrada y con tratamiento magnético-mecánico.

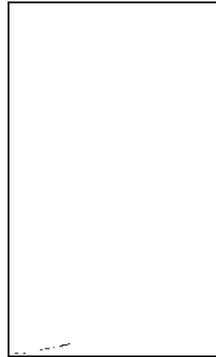


Fig. No. 194. Hoja de lavado

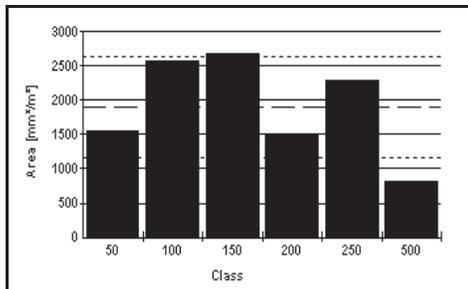


Figura No. 195. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

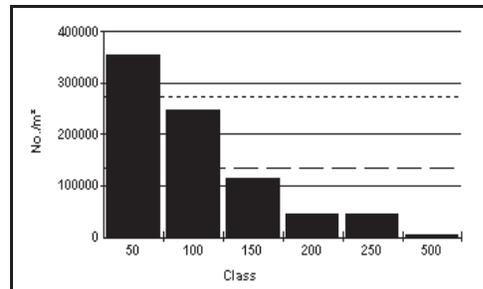


Figura No. 196. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Paras las figuras No. 197 y 198, correspondientes a la etapa del lavado, se observa un incremento de partículas de tinta para los diferentes rangos como son los rangos de 100, 150, 250 y 500 micras, teniendo mayor significancia para la etapa de lavado los rangos de 250 y 500 micras al igual que el rango de 50 micras arriba mencionado, estos parametros se pueden apreciar de mejor manera en la figura No. 194.

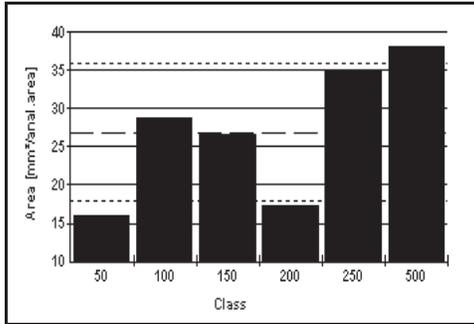


Figura No. 197. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

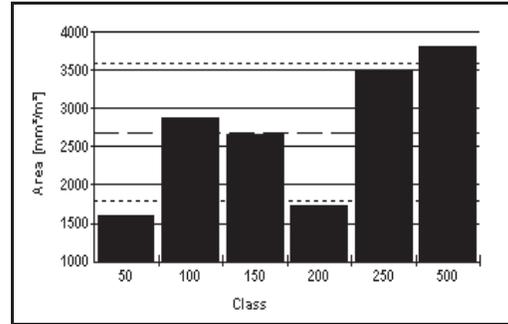


Figura No. 198. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.43. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 8

8.43.1 Gráficas Dot counter, desintegración.

Las figuras que a continuación se observan, correspondientes a la etapa de desintegración, muestran un mayor incremento de partículas de tinta/m² para los rangos de 50 y 100 micras, teniendo estos dos rangos mayor significancia para esta etapa, observándose estos incrementos en las figuras No. 200 y 201. La figura No. 199, correspondiente a la etapa de la desintegración.

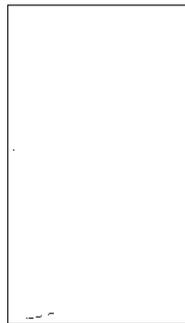


Fig. No. 199. Hoja desintegrada

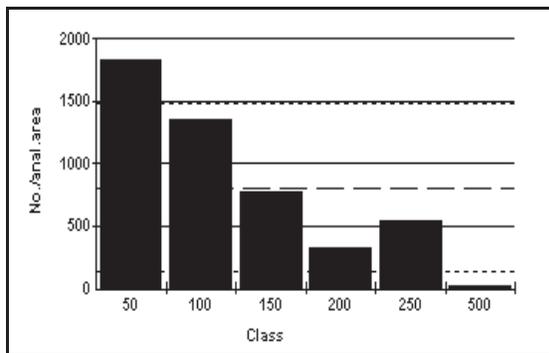


Figura No. 200. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

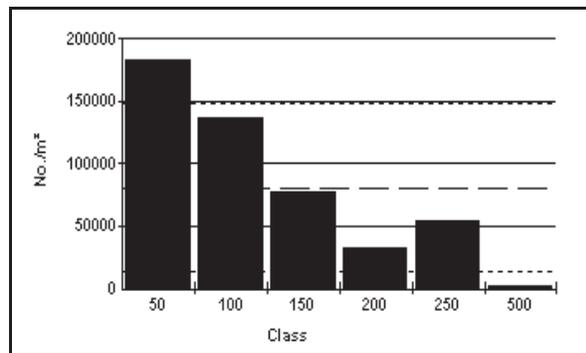


Figura No. 201. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las figuras No. 202 y 203, correspondientes a la etapa de la desintegración, se puede apreciar en dichas figuras un incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 250 micras, como se puede apreciar en ambas figuras, estos rangos al igual que el rango de 50 micras, se pueden apreciar en la figura No. 199, en la cual se observa un desprendimiento de partículas de tinta.

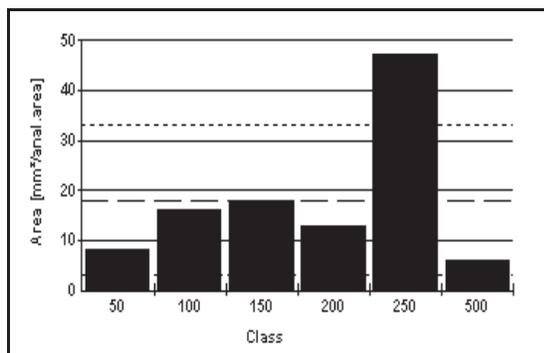


Figura No. 202. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja desintegrada.

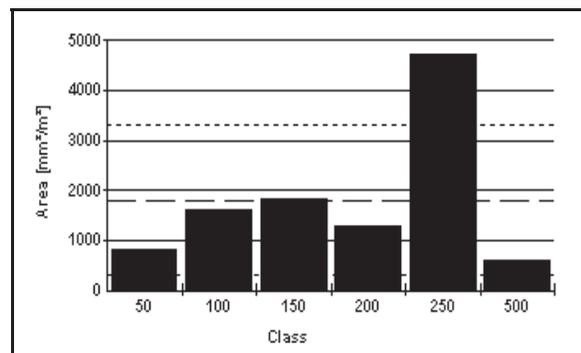


Figura No. 203. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8. 43.2 Gráficas con tratamiento magnético-mecánico.

En las gráficas con tratamiento magnético-mecánico, figuras No. 205 y 206, se observa un incremento de partículas de tinta/m² en los rangos de 50 micras. En la figura No. 204, se muestra dicho incremento de partículas de tinta al igual que los incrementos en el rango de 50 micras, se pueden observar en las figuras antes mencionadas.

En los anexos (página No.217), se observa la figura correspondiente a la longitud de las fibras (figura No.A8), en ella se puede observar la medición de las fibras después de haber aplicado el tratamiento magnético-mecánico a la pulpa.



Fig. No. 204. Hoja con tratamiento.

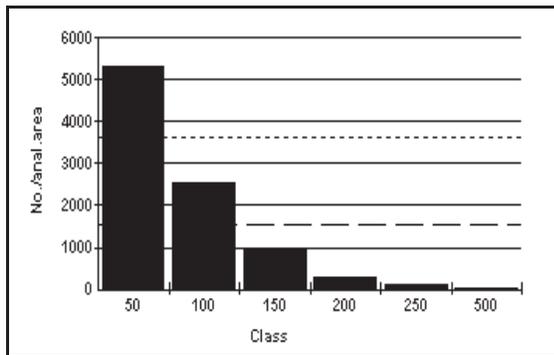


Figura No. 205. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

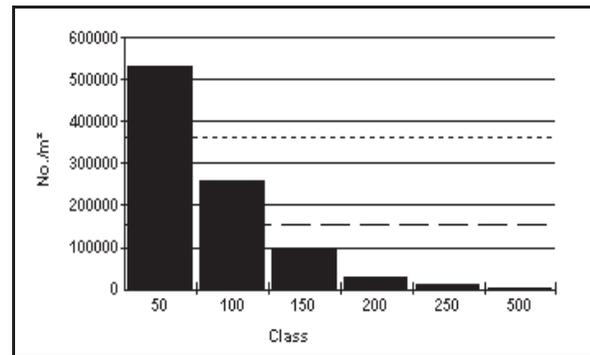


Figura No. 206. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las gráficas que se presentan corresponden al número de análisis del número de partículas de tinta por área y por m², para la etapa del tratamiento magnético-mecánico, en ambas figuras No. 207 y 208, se observa un incremento para los diferentes rangos de 50, 100 y 150 micras, estos incrementos de partículas de tinta al igual que el rango de 50 micras arriba mencionado, se pueden observar en la figura No. 204, ya que en esta figura se puede observar a simple vista un incremento de partículas de tinta, debido al previo tratamiento magnético-mecánico.

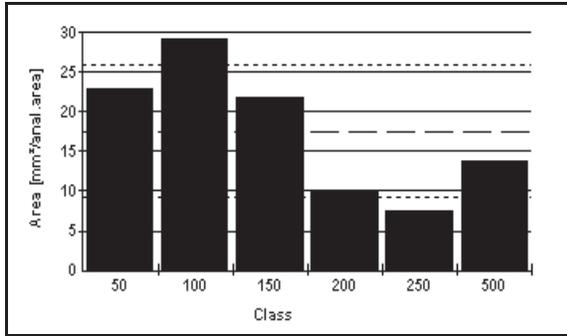


Figura No. 207. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

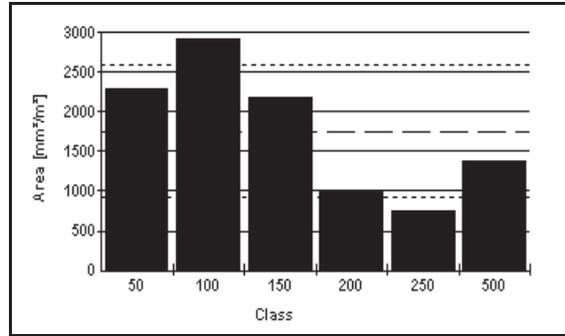


Figura No. 208. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.43.3 Gráficas para la etapa de lavado.

Las gráficas muestran un incremento de partículas de tinta/m² en los rangos de 50 micras, para la etapa de lavado, dichas figuras No. 210 y 211, muestran claramente el incremento en este rango. La figura No. 209, correspondiente a la etapa de lavado, muestran un menor incremento de partículas de tinta/m², debido a que la etapa de lavado permite una mejor facilidad de eliminación de este rango de partículas.



Fig. No. 209. Hoja de lavado.

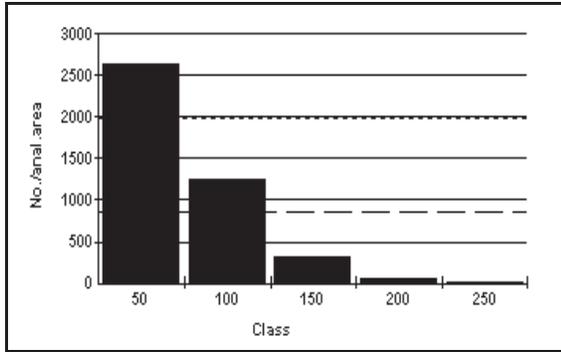


Figura No. 210. Análisis del número de partículas de tinta para la hoja de lavado.

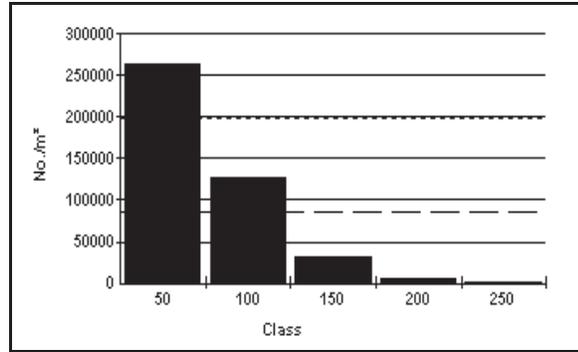


Figura No. 211. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las gráficas que se observan corresponden a la etapa de lavado, dichas figuras No. 212 y 213, se observa un incremento de partículas, para los rangos de 50 y 100 micras, ambos rangos al igual que el rango de 50 micras arriba mencionado, permiten ser eliminadas con mayor facilidad para la etapa de lavado, lo cual se puede apreciar en la figura No. 209.

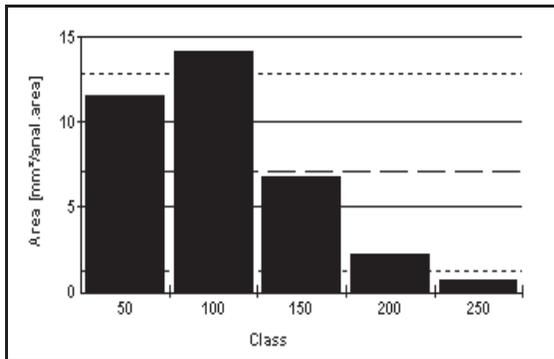


Figura No. 212. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja de lavado.

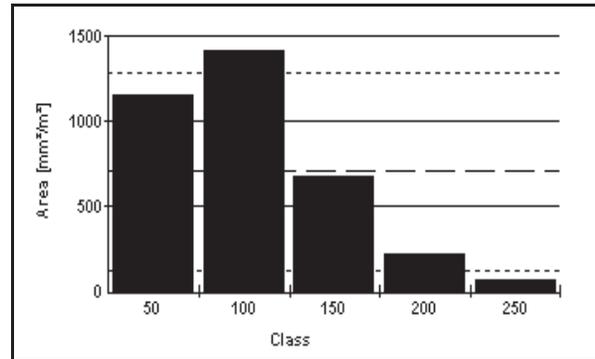


Figura No. 213. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.44. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 9

8.44.1 Gráficas Dot counter, desintegración.

Las figuras No. 215 y 216, muestran los resultados para el Dot counter para la etapa de desintegración, dichas gráficas muestran un incremento de partículas de tinta/m², en el rango de 50 micras, para la etapa correspondiente. La figura No. 214, Correspondiente a la etapa de la desintegración, se puede apreciar el incremento de partículas de tinta para esta etapa.

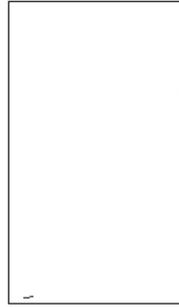


Fig. No. 214. Hoja para la desintegración.

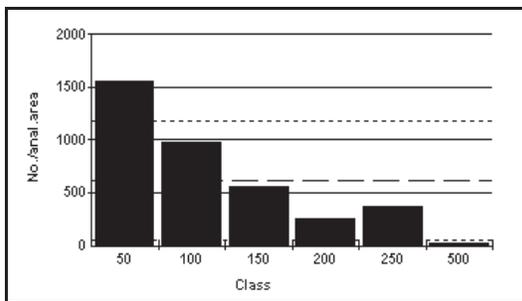


Figura No. 215. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

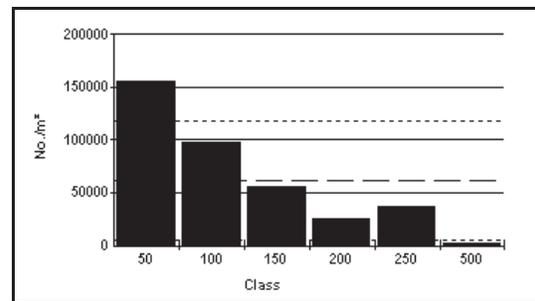


Figura No. 216. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las figuras No. 217 y 218, muestran un incremento de partículas de tinta al igual que el rango de 50 micras, dichos parámetros, resultan ser significativos para la etapa de la desintegración, dichos rangos de pueden apreciar en la figura No. 214, Correspondiente a la hoja de la desintegración.

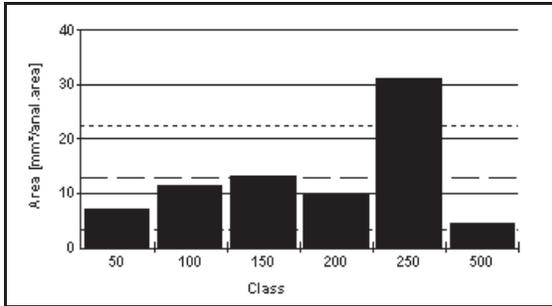


Figura No. 217. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

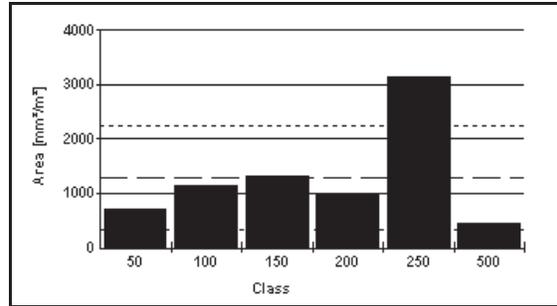


Figura No. 218. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.44.2 Gráficas para el tratamiento.

Las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico, figuras No. 220 y 221, se observa un incremento de partículas de tinta en el rango de 50 micras, como se puede apreciar en las figuras correspondientes, abajo mostradas. La figura No. 219, Correspondiente a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, se puede observar ligeramente el incremento de partículas de tinta para este rango. Así mismo en los anexos (página No.217). Se observa la figura correspondiente a la figura de la longitud de las fibras (figura No.A9), correspondiente a la hoja con tratamiento.

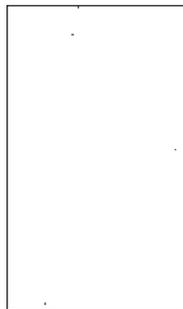


Figura No. 219. Hoja con tratamiento.

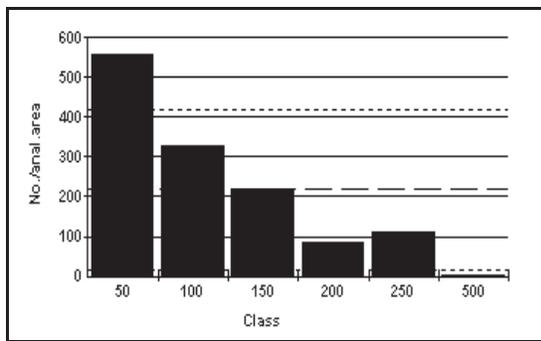


Figura No. 220. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

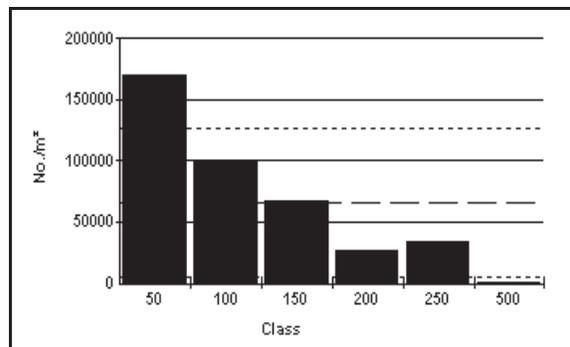


Figura No. 221. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las figuras mostradas a continuación (Figura No. 222 y 223), presentan un incremento de partículas de tinta en el rango de 250 micras, el incremento de partículas para el rango de 250 y 50 micras antes mencionado se puede apreciar en la figura No.219, Correspondiente a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, dichos rangos se pueden apreciar de forma ligera en la figura correspondiente.

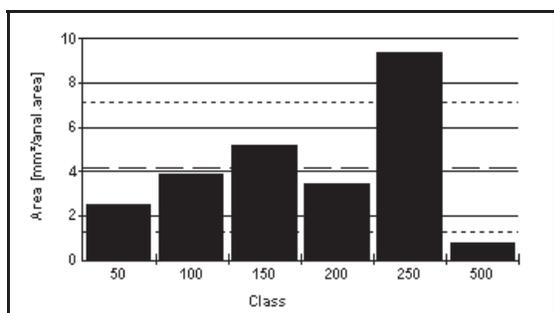


Figura No. 222. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

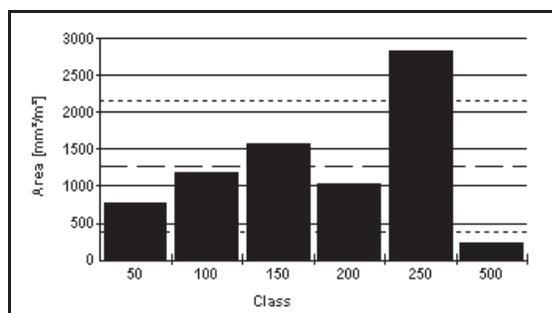


Figura No. 223. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.44.3 Gráficas de lavado.

Para la etapa de lavado se muestran las gráficas correspondientes a esta etapa, dichas gráficas indican un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 micras, como se puede observar en las figuras No. 225 y 226, teniendo estos dos rangos mayor significancia para la etapa de lavado. La figura No. 224. Corresponde a la etapa de lavado.



Figura No. 224. Hoja de lavado.

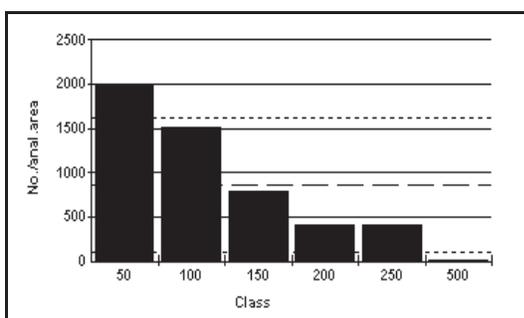


Figura No.225. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

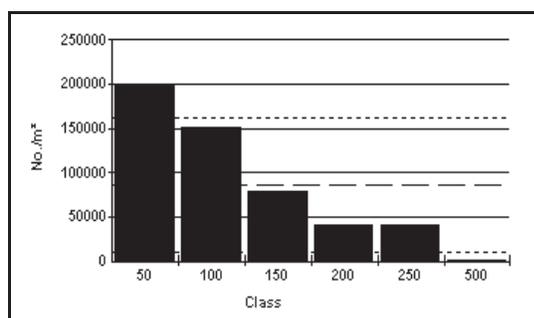


Figura No. 226. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las figuras No. 227 y 228, muestran un incremento de partículas de tinta, para el rango de 250 micras, al igual que el rango de 50 micras, resultan ser de mayor significancia para la etapa de lavado, lo cual se puede corroborar con la figura No. 224, Correspondiente a la etapa de lavado, la cual se aprecia de forma más blanca que las hojas formadas para la etapa de la desintegración y con tratamiento magnético-mecánico.

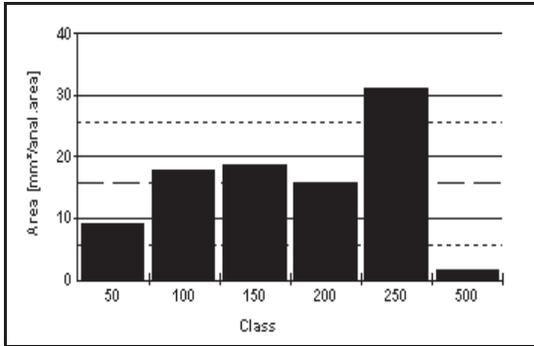


Figura No. 227. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

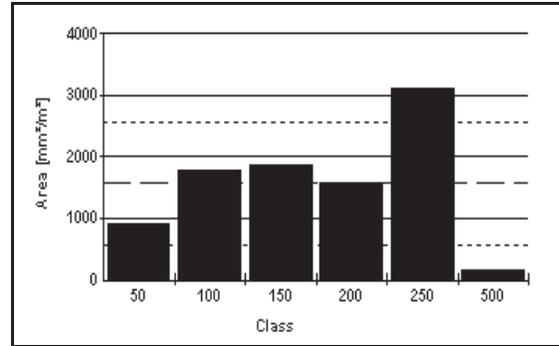


Figura No. 228. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.45. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 10

8.45.1 Gráficas Dot counter, desintegración.

Para la corrida No. 10 se muestran las gráficas correspondientes a la etapa de la desintegración, dichas gráficas muestran un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 micras, como se puede observar en las figuras No. 230 y 231, en ellas se puede observar el incremento de partículas para este rango. La figura No. 229, corresponde a la etapa de la desintegración, en la cual se observa el incremento de partículas de tinta para este rango.

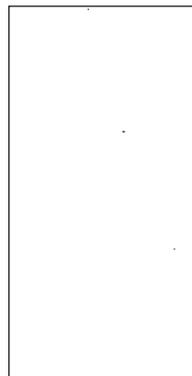


Fig. No. 229. Hoja desintegrada.

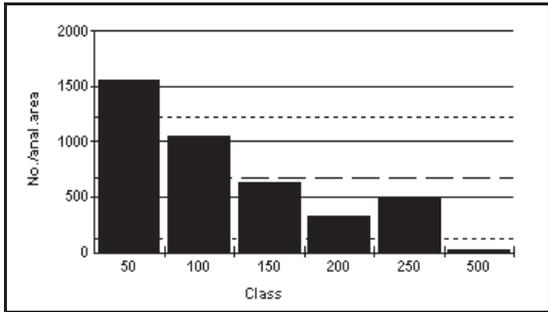


Figura No. 230. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

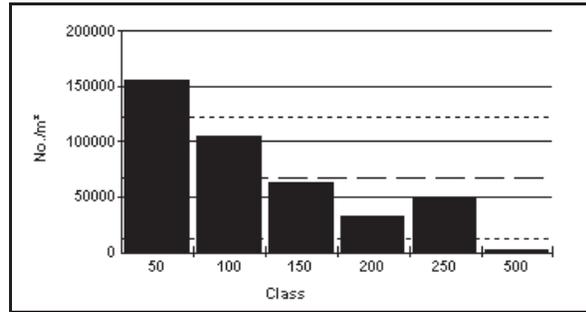


Figura No. 231. Análisis del número por m² para la hoja desintegrada.

En las figuras No. 232 y 233, se pueden observar un incremento de partículas de tinta, para la etapa de la desintegración, el rango que se incrementa para esta etapa es el rango de 250 micras, resultando ser este y el rango de 50 micras los de mayor significancia para la etapa de la desintegración, lo cual se puede apreciar también en la figura No. 229.

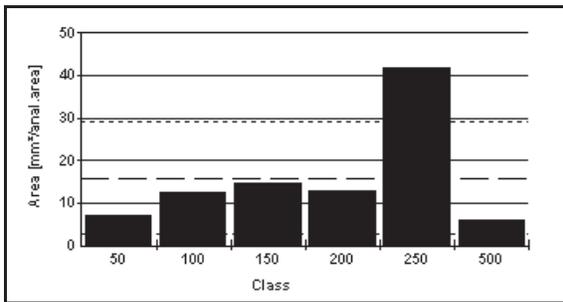


Figura No. 232. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

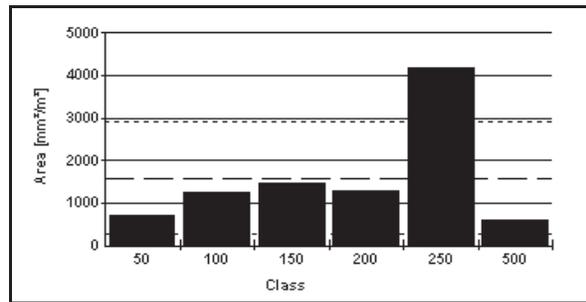


Figura No. 233. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.45.2 Gráficas para el tratamiento.

Para la etapa con tratamiento magnético-mecánico, se presentan las figuras No. 235 y 236, dichas gráficas muestran un mayor incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 50 micras, como se parecían en las gráficas correspondientes. La figura No. 234, correspondiente a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, se puede apreciar de clara forma el incremento de partículas para este rango. En los anexos (página No.217), se muestra la figura No.A10 Correspondiente a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, en ella se aprecia la longitud de las fibras, después de haber aplicado un tratamiento magnético-mecánico a la pulpa.



Figura No. 234. Hoja con tratamiento.

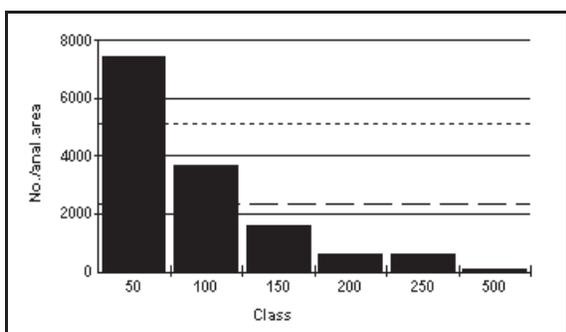


Figura No. 235. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

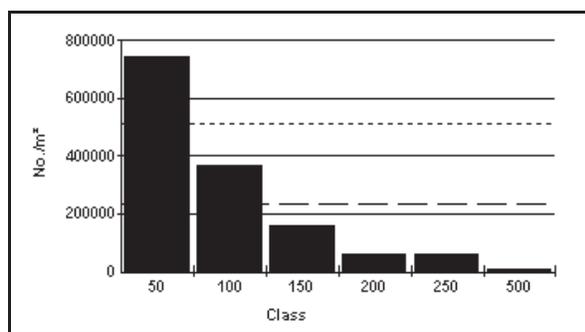


Figura No. 236. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las figuras No. 237 y 238, muestran un incremento de partículas de tinta para el rango de 250 micras, los cuales se pueden apreciar en las figuras correspondientes, dicho incremento de partículas se puede apreciar de mejor forma en la figura No. 234, correspondiente a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, en ella se puede apreciar en forma clara el incremento de las partículas de tinta, debido al previo tratamiento magnético-mecánico.

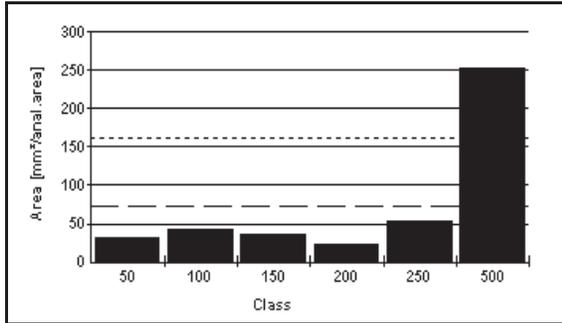


Figura No. 237. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

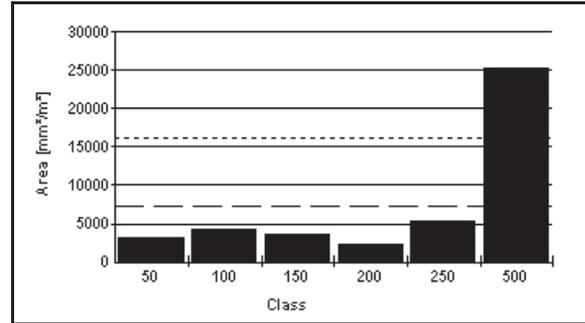


Figura No. 238. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.45.3 Gráficas para el lavado.

En la etapa de lavado se aprecian sus gráficas correspondientes, dichas gráficas indican un mayor incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 micras, como se puede observar en las figuras No. 240 y 241. La figura No. 239, correspondiente a la etapa de lavado, se observa la forma en el que el rango de 50 micras puede ser eliminada con mayor facilidad en esta etapa.



Fig. No. 239. Hoja de lavado.

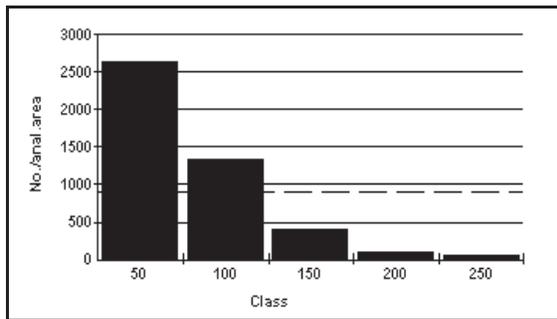


Figura No. 240. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

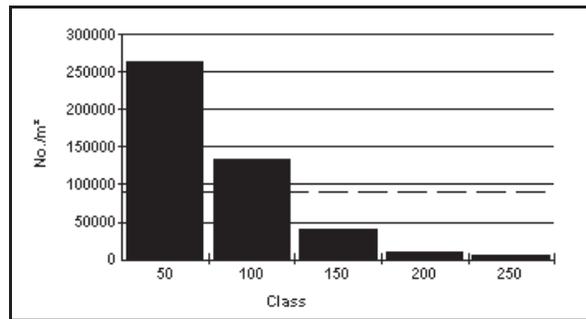


Figura No. 241. Análisis del número de partículas de tinta por m² por la hoja de lavado.

Las gráficas que se observan a continuación, se observa el incremento de partículas de tinta para el rango de 100 micras, como se aprecia en las figuras No. 242 y 243, correspondientes a la etapa de lavado, se observa dicho incremento, lo cual permite con mayor facilidad de eliminación de este rango al igual que el rango de 50 micras, como se puede apreciar en la figura No. 239, la cual se muestra con mayor blancura con respecto a la etapa de la desintegración y con tratamiento magnético-mecánico.

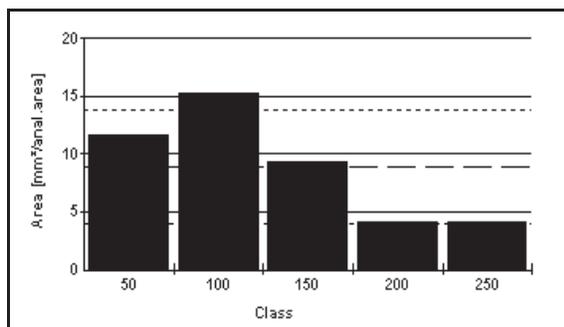


Figura No. 242. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

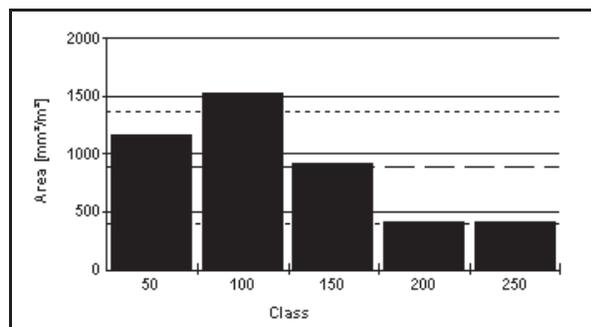


Figura No. 243. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.46. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 11

8.46.1 Gráficas Dot counter, desintegración.

Las gráficas que a continuación se observan, muestran el incremento de partículas de tinta/m² para la hoja de la desintegración, en los rangos de 50 micras, los incrementos se pueden apreciar en las figuras No. 245 y 246, así como en la figura No. 244, la cual corresponde a la etapa de la desintegración, en ella se puede apreciar el incremento de dichas partículas.

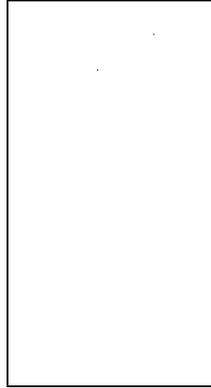


Fig. No. 244. Hoja desintegrada

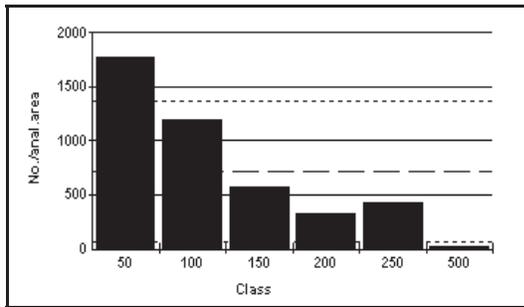


Figura No. 244. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

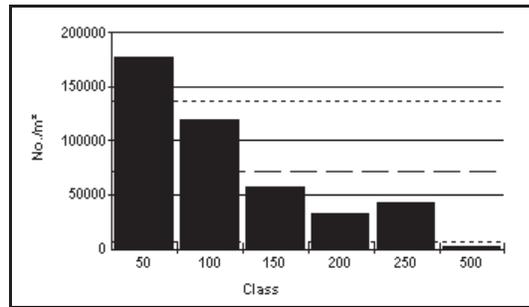


Figura No. 245. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

En las figuras No. 247 y 248, se observa un incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 250 micras, al igual que el rango de 50 micras arriba mencionado, el rango de 250 micras, resulta tener mayor significancia para la etapa de la desintegración, estos incrementos se pueden apreciar, como ya se menciona en la figura No. 244.

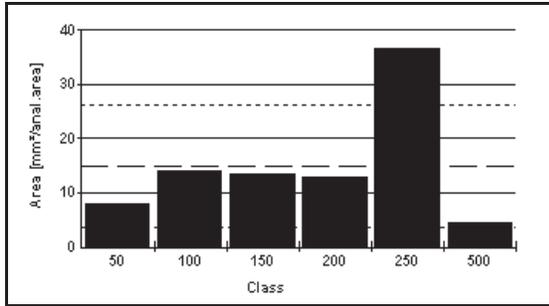


Figura No. 247. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

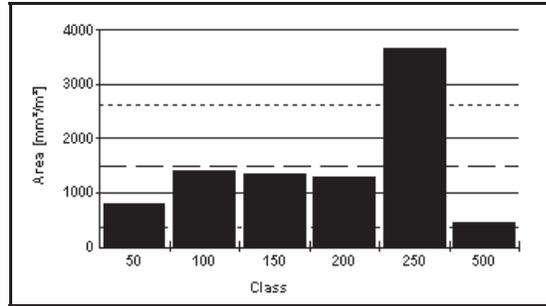


Figura No. 248. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.46.2 Gráficas para el tratamiento.

En las figuras para el tratamiento magnético-mecánico, se observa un incremento de análisis de partículas, para los rangos de 50 micras, siendo este el valor más significativo para esta etapa, como se aprecia en las figuras No. 250 y 251, en ellas se puede apreciar el incremento de partículas de tinta para la etapa del tratamiento magnético-mecánico. Así mismo en los anexos (página No.217), se muestra la figura No. A11, Correspondiente a la longitud de las fibras, se observa la medición de las fibras, después de haber aplicado un tratamiento magnético-mecánico a la pulpa.



Fig. No. 249. Hoja con tratamiento.

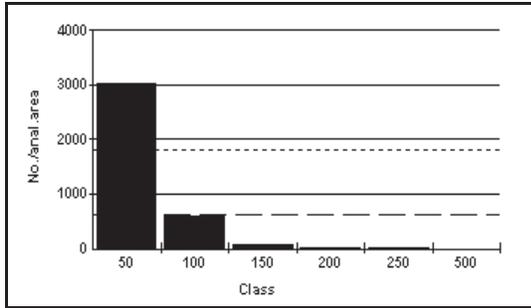


Figura No. 250. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

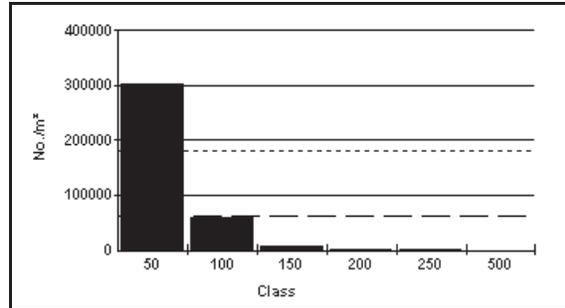


Figura No. 251. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las gráficas que se presentan a continuación, corresponden a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, las cuales son, el número de análisis por área, figura No. 252 y figura No. 253 mm²/m², en ellas se puede apreciar el incremento de partículas de tinta, de la misma forma este rango de partículas se puede observar en la figura No. 249, la cual muestra de forma más clara el incremento de estas partículas.

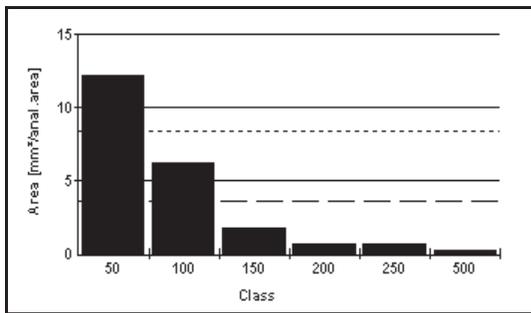


Figura No. 252. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

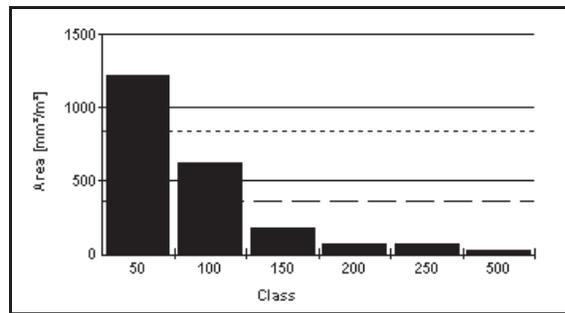


Figura No. 253. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.46.3 Gráficas para el lavado.

Las siguientes figuras muestran el aumento de partículas de tinta/m² para la etapa de lavado, observándose el aumento en los rangos de 50 micras, teniendo este rango mayor importancia para la etapa de lavado, las cuales permiten una mejor eliminación de este rango de partículas para la etapa de lavado, lo cual se puede apreciar en la figura No. 254, la cual corresponde a la formación de la hoja de lavado.

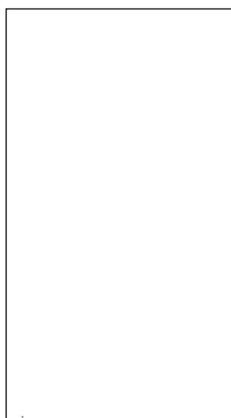


Fig. No. 254. Hoja de lavado.

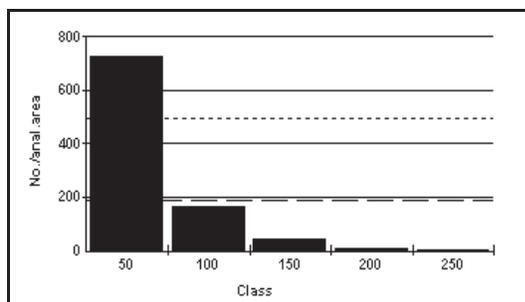


Figura No. 255. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

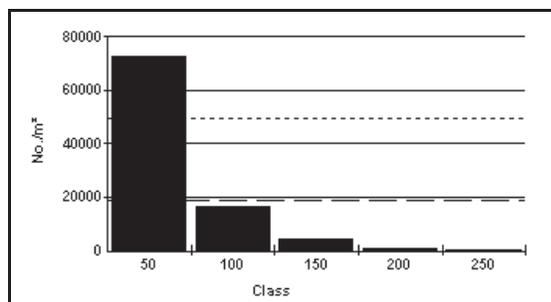


Figura No. 256. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las gráficas No. 257 y 258, correspondientes a la etapa de lavado, se observa un incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, las cuales permiten una mejor eliminación de dichas partículas para la etapa de lavado, como se puede apreciar en la hoja formada para la etapa de lavado, figura No. 254.

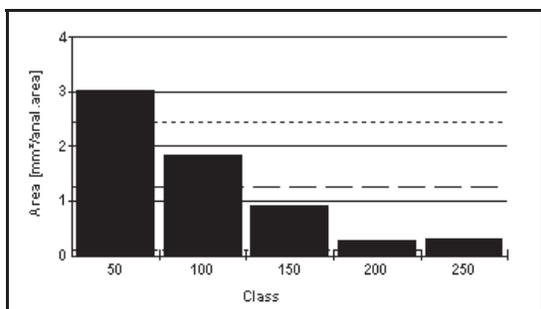


Figura No. 257. Análisis del número de partículas de tinta de área para la hoja de lavado.

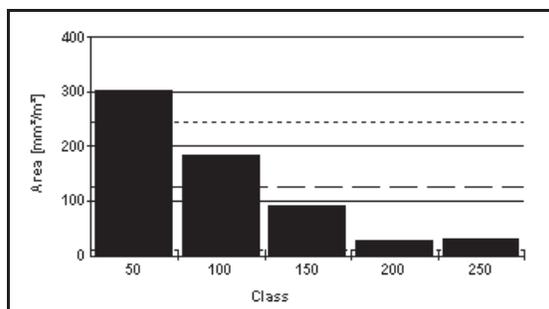


Figura No. 258. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.47. Gráficas Dot Counter para la Corrida No. 12.

8.47.1 Gráficas Dot counter, desintegración.

Las siguientes gráficas representan la etapa de la desintegración, en las cuales se observa un aumento de partículas de tinta/m², en los rangos de 50 micras, teniendo mayor significancia el rango de 50 micras como se aprecia en las figuras No. 260 y 261, en ellas se observa el incremento de partículas de tinta para este rango. En la figura No. 259, también se puede apreciar el incremento de partículas para este rango.



Fig. No. 259. Hoja desintegrada

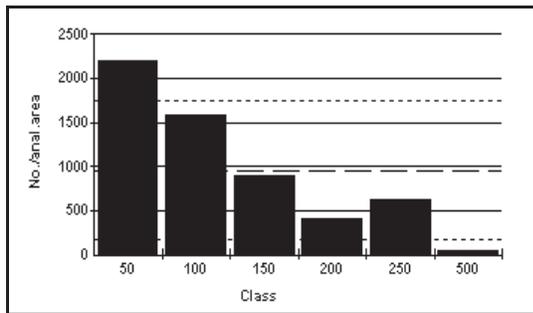


Figura No. 260. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

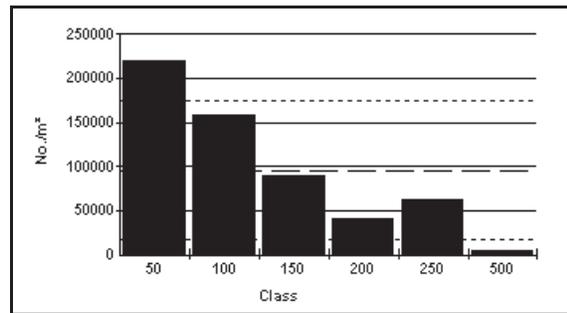


Figura No. 261. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

El rango de 250 micras para la etapa de la desintegración se incrementa de forma ascendente como se observa en las figuras No. 263 y 264, en ellas se puede observar la forma en la cual se incrementan las partículas de tinta para la etapa de la desintegración, dichos incrementos también se pueden apreciar en la figura No. 259.

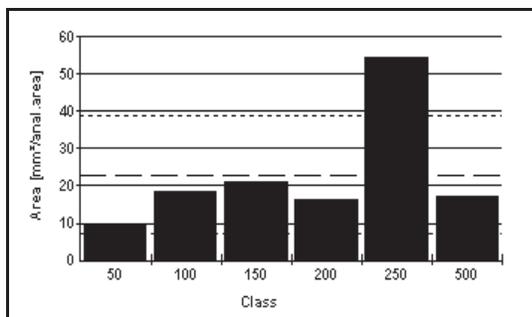


Figura No. 262. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

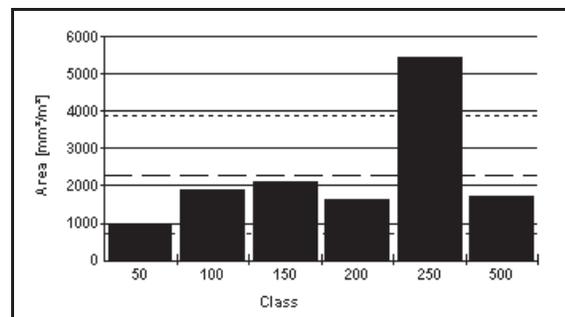


Figura No. 263. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.47.2 Gráficas para el tratamiento.

Las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico, figuras No. 265 y 266, muestran un aumento de partículas de tinta en los rangos de 50 y 100 micras, teniendo mayor significancia el rango de 50 micras, como se observa en las figuras correspondientes. La figura No. 264, muestra de forma más clara el incremento de partículas de tinta para este rango. En los anexos (página No.217), se observa la figura No.A12 Correspondiente a la longitud de las fibras, para la hoja con tratamiento magnético-mecánico, en la cual se observa la medición de las fibras después de haber aplicado un tratamiento magnético-mecánico.



Fig. No. 264. Hoja con tratamiento.

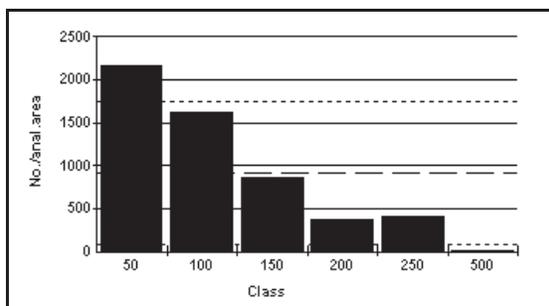


Figura No. 265. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

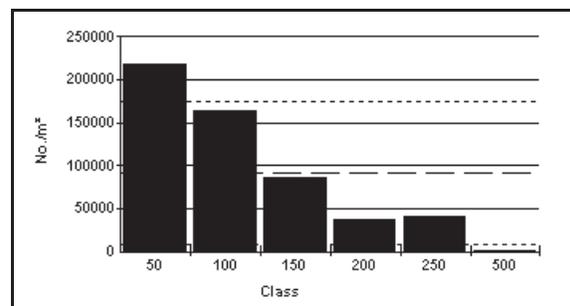


Figura No. 266. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

El rango de 250 micras, se incrementa de forma considerable para la etapa del tratamiento magnético-mecánico, observando se en las figuras No. 267 y 268, la forma en la cual se incrementan dichas partículas de tinta, así mismo este incremento se observa en la figura No. 264, en la cual se puede observar el incremento de las partículas en los rangos de 50 y 250 micras.

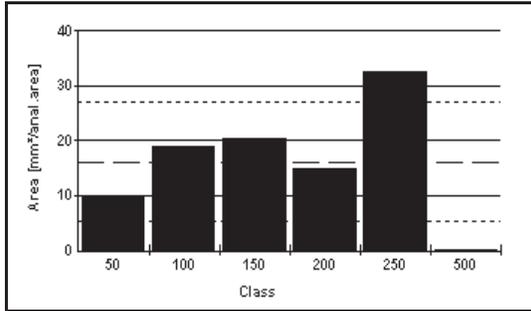


Figura No. 267. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

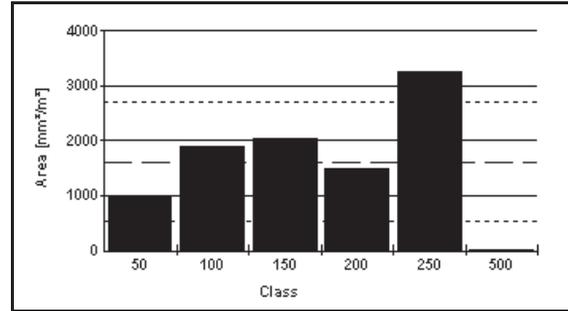


Figura No. 268. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.47.3 Gráficas para el lavado.

Las siguientes figuras, muestran un aumento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 micras, como se observa en las figuras No. 270 y 271 para la etapa de lavado. La figura No. 269, correspondiente a la etapa de lavado, muestra una mejor eliminación de las partículas de tinta para la etapa de lavado.

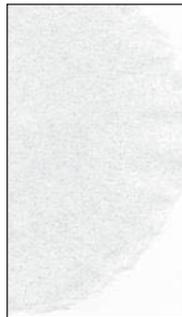


Fig. No. 269. Hoja de lavado.

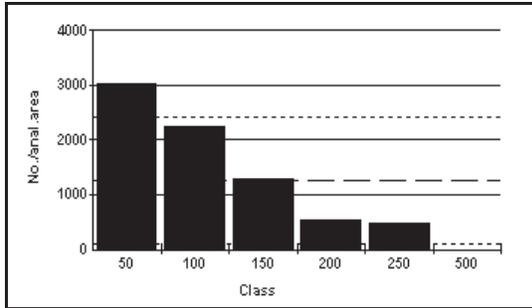


Figura No. 270. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

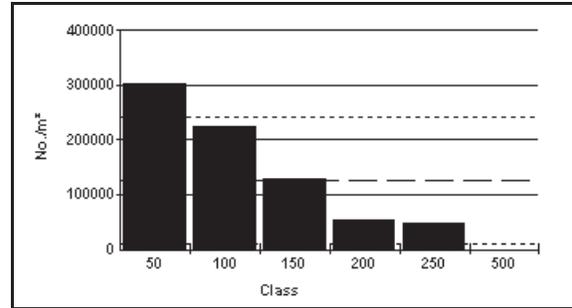


Figura No. 271. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

En las figuras No. 272 y 273, se observa un incremento de partículas de tinta para los diferentes rangos de 100, 150 y 250 micras, dichos incrementos permiten una mejor eliminación de partículas para la etapa de lavado, resultando ser los rangos de 50, 150 y 250 micras los más significativos para esta etapa de lavado, lo cual se puede corroborar en la figura No. 269, la cual se observa de manera más blanca con respecto a la desintegración y etapa del tratamiento magnético-mecánico.

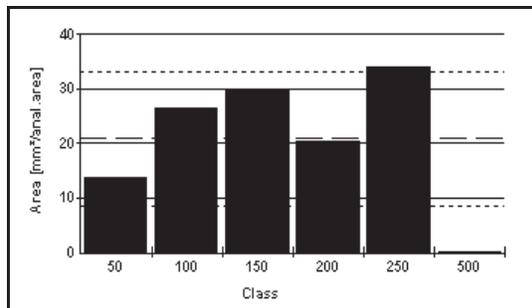


Figura No. 272. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

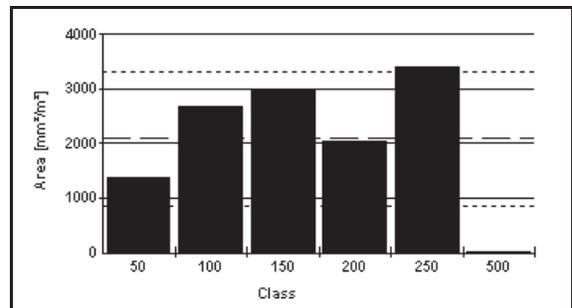


Figura No. 273. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.48. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 13

8.48.1 Gráficas Dot counter, desintegración.

A continuación se presentan las gráficas correspondientes a la desintegración se, en las cuales se puede observar un incremento en la cantidad de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 μ para la etapa de la desintegración, lo cual se puede apreciar en las figuras No. 275 y 276. En la hoja para la desintegración se puede observar el incremento de partículas de tinta, figura No. 274.

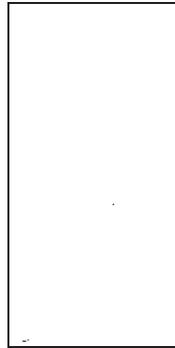


Fig. No. 274. Hoja desintegrada.

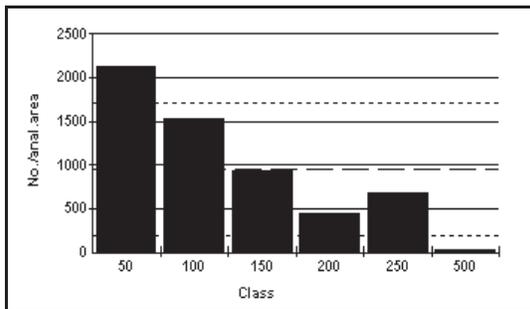


Figura No. 275. Análisis del número partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

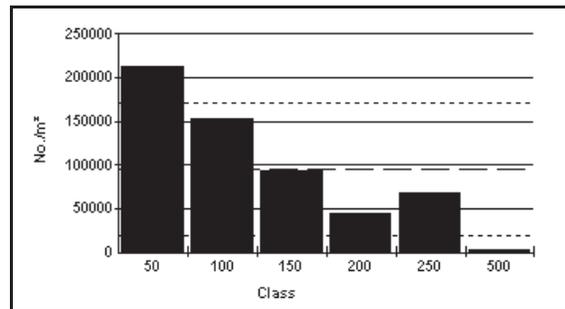


Figura No. 276. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Para la etapa de la desintegración se presentan también las siguientes figuras No. 277 y 278, en las cuales se observa el incremento de partículas de tinta para el rango de 250 micras, resultando ser este rango al igual que el rango de 50 micras, resultan ser los más significativos para la etapa de la desintegración.

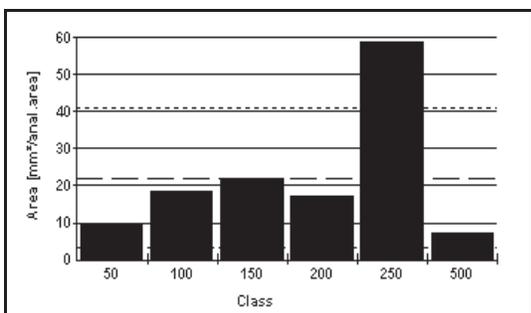


Figura No. 277. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

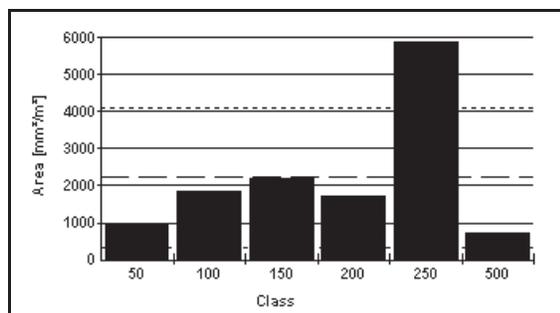


Figura No. 278. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.48.2 Gráficas para el tratamiento.

Las gráficas que se muestran a continuación, se puede observar un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50, 100, 150, y 250 micras, siendo los rangos más significativos 50 y 250 μ , es decir el tratamiento magnético-mecánico si tiene influencia sobre esta etapa. Los incrementos de partículas para el rango de 50 μ , se observan en las figuras No. 280 y 281. En la figura No. 279, se observa la hoja formada para el tratamiento magnético-mecánico, en la cual se pueden apreciar los incrementos de las partículas de diferentes rangos antes mencionados, los cuales permiten de manera más fácil la eliminación de dichos rangos en la etapa de lavado.



Fig. No. 279. Hoja con tratamiento

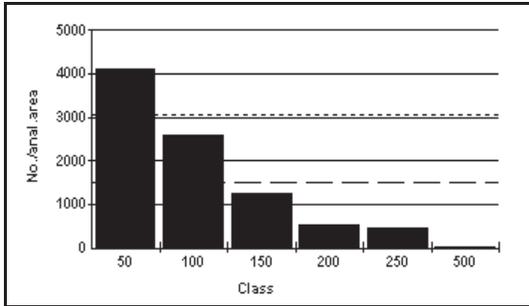


Figura No. 280. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

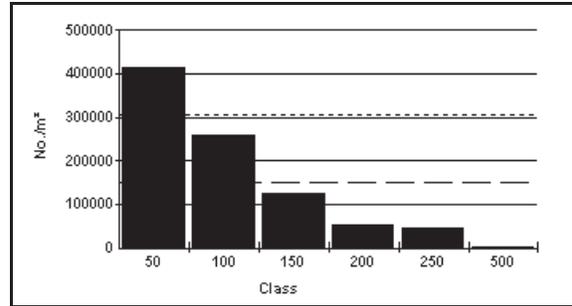


Figura No. 281. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Para la etapa de la hoja con tratamiento magnético-mecánico, se observa que en las gráficas para el área mm²/análisis de área, hay un incremento considerable en los rangos de 100, 150 y 250μ, como se puede observar en las figuras No. 282 y 283, dichos incrementos también se pueden apreciar en la figura No. 279. En los anexos (página No.218), se observa la figura No.A13 la cual corresponde a la hoja con tratamiento magnético-mecánico, después de haber aplicado dicho tratamiento a la pulpa.

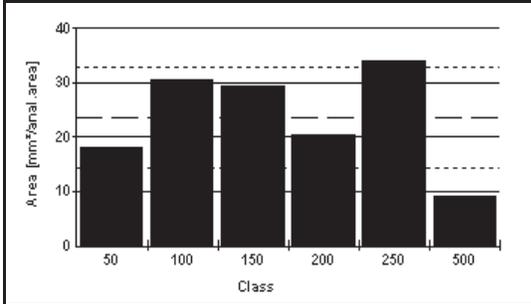


Figura No. 282. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

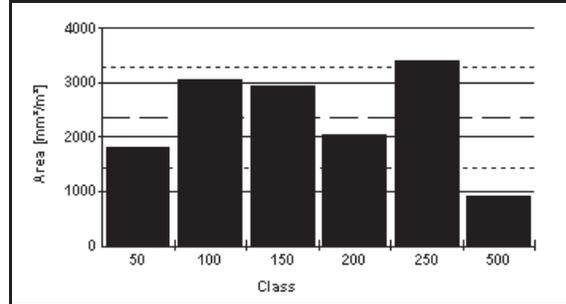


Figura No. 283. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.48.3 Gráficas para el lavado.

A continuación se muestran las gráficas para la etapa de lavado, figuras No. 285, 286, 287 y 288, en las cuales se puede observar un incremento de partículas de tinta/m², para los diferentes rangos 50, 100, 150 y 250μ, siendo los rangos de 100, 150 y 250micras los mas significativos para las gráficas análisis del número de partículas de tinta por área, observando con ello que la etapa de lavado también influye de manera directa para la hoja forma en esta etapa, lo cual se puede observar en su hoja correspondiente figura No. 284.



Fig. No. 284. Hoja de lavado

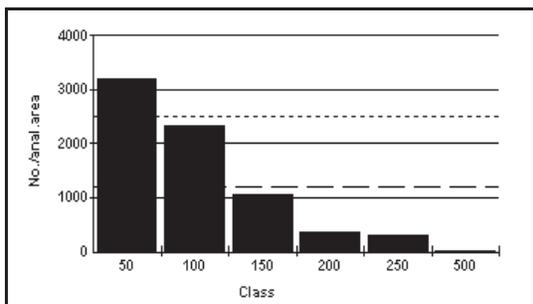


Figura No. 285. Análisis del número de de área para la hoja de lavado.

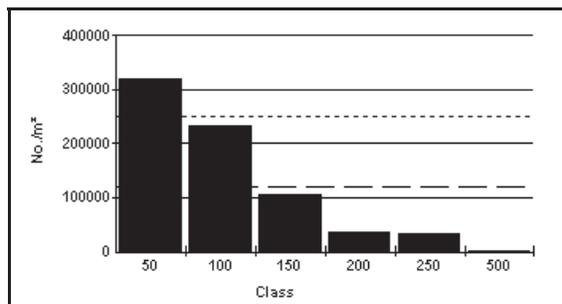


Figura No. 286. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Como se mencionó anteriormente los rangos que influyen de manera directa para la etapa de lavado son los rangos de 100, 150 y 250μ, los cuales permiten una mejor eliminación de partículas de tinta, lo cual se ve reflejado en la hoja formada para la etapa de lavado Figura No. 284, la cual permite ver en forma directa, una hoja mas blanca con respecto a las etapas anteriores. En las figuras No. 287 y 288, se puede observar este incremento de partículas de tinta para estos rangos.

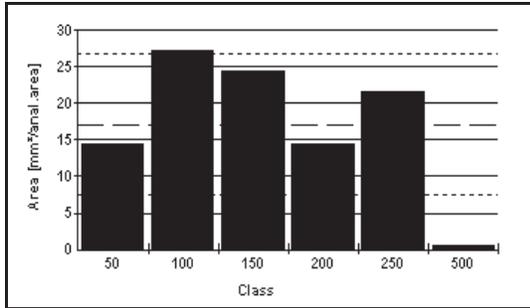


Figura No. 287. Análisis del número de partículas de tinta área para la hoja de lavado.

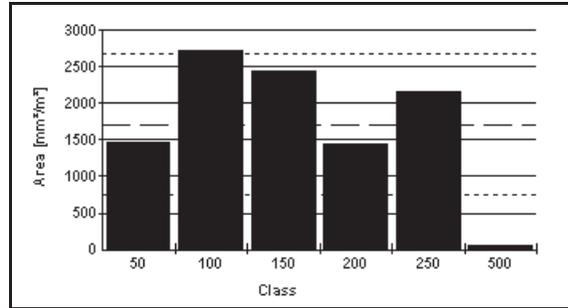


Figura No. 288. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.49. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 14

8.49.1 Gráficas para la desintegración.

Las gráficas que se observan corresponden a la etapa de la desintegración, en ellas se puede apreciar un incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 50 micras, como se puede apreciar en las figuras No. 290 y 291, en las cuales se observa el incremento para este rango, la figura No. 289, correspondiente a la hoja desintegrada, muestra el incremento de partículas para este rango.



Fig. No. 289. Hoja desintegrada .

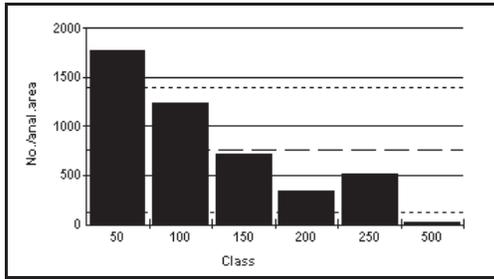


Figura No. 290. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

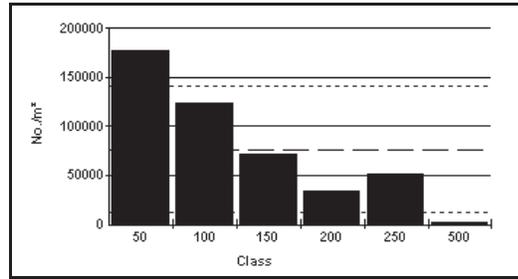


Figura No. 291. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las 2 figuras que se observan (figuras No. 292 y 293), muestran el incremento de partículas de tinta para el rango de 250µ, correspondiente a la etapa de la desintegración, este incremento se puede apreciar en la figura No. 289, en forma mas clara, al igual que el rango de 50 y 250µ, resultaron ser los mas significativos para esta etapa.

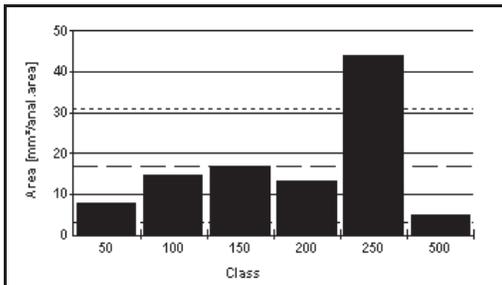


Figura No. 292. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

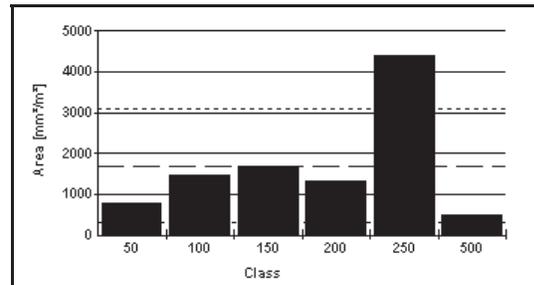


Figura No. 293. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.49.2 Gráficas para el tratamiento.

En las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico, se puede observar un incremento de partículas de tinta/m², en los rangos de 50 y 100 micras, siendo estos los rangos más significativos para esta etapa, observando también que el tratamiento magnético-mecánico tuvo mayor influencia para esta corrida, el incremento de partículas de tinta para el rango de 50μ, se puede observar en las figuras No. 295 y 296. La figura No. 294, corresponde a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, en la cual se puede apreciar el incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 y 100μ, respectivamente.



Fig. No. 294. Hoja con tratamiento.

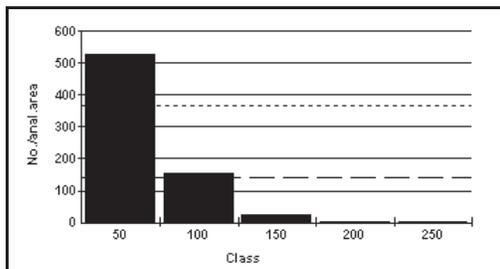


Figura No. 295. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

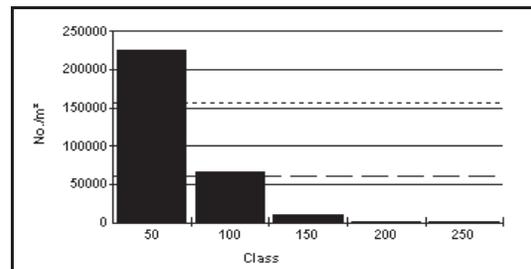


Figura No. 296. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Los rangos de 50 y 100μ, como se menciono anteriormente, se incrementan considerablemente para la etapa del tratamiento magnético-mecánico, facilitando con ello a una mejor eliminación de estos rangos en la etapa siguiente, así mismo estos rangos se pueden apreciar a simple vista en la figura No. 294. En los anexos (página No.218), se observa la figura No.A14 correspondiente a la hoja con tratamiento magnético-mecánico, en la cual se observa la medición de las fibras después de haber aplicado un dicho tratamiento a la pulpa. En las figuras No. 297 y 298, se observa el incremento de partícula de tinta para los rangos ya mencionados.

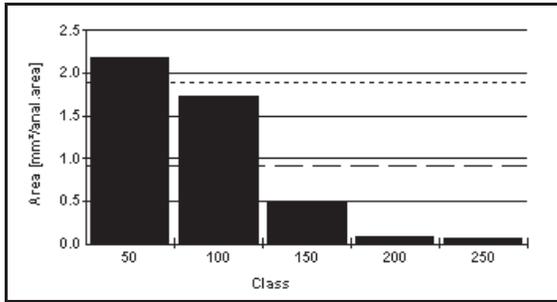


Figura No. 297. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

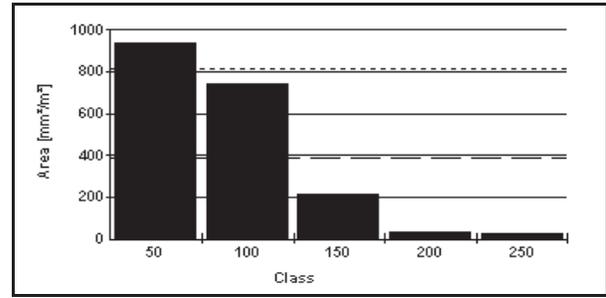


Figura No. 298. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.49.3 Gráficas para el lavado.

Las gráficas para la etapa de lavado se muestran abajo, en las cuales se puede apreciar un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 y 100 micras, siendo el rango de 100µ el más significativo, el incremento de las partículas de tinta para el rango de 50µ, se puede observar en las figuras No. 300 y 301, lo cual se puede confirmar en la figura No. 299, la cual corresponde a la etapa del lavado.



Fig. No. 299. Hoja de lavado.

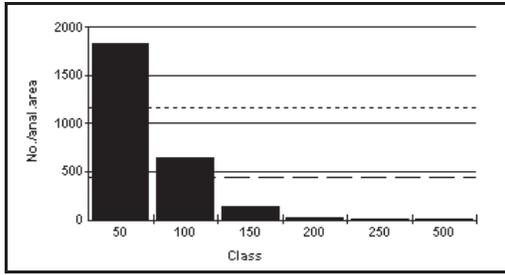


Figura No. 300. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

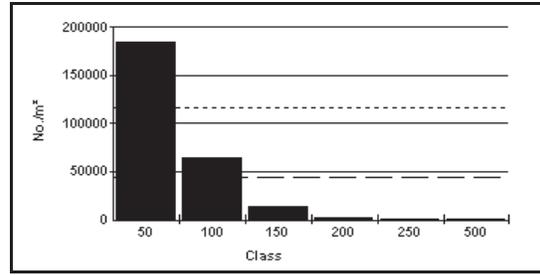


Figura No. 301. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Como se menciono anteriormente los rangos de 50 y 100 μ son de mayor significancia para la etapa de lavado, ya que estos rangos permiten facilitar la eliminación de las partículas de tinta para la etapa de lavado, como se observa en la figura No. 299. En las figuras No. 302 y 303, se observa el incremento de partículas de tinta para los rangos ya mencionados.

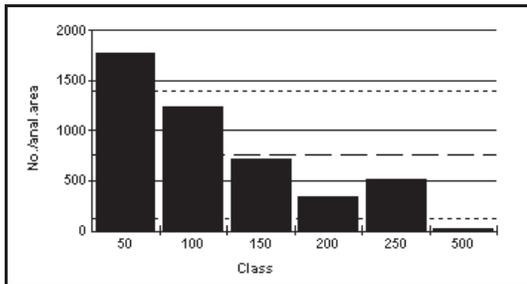


Figura No. 302. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

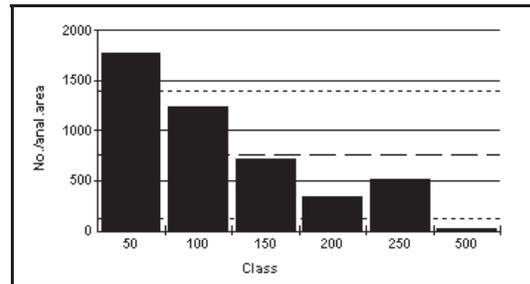


Figura No. 303. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.50. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 15

8.50.1 Gráficas para la desintegración.

En las gráficas para la desintegración, que se muestran a continuación, se observa un incremento de partículas de tinta/m², en los rangos de 50 y 250 micras, siendo estos los rangos más significativos para la etapa de la desintegración, el incremento para el rango de 50μ se puede observar en las figuras No. 305 y 306, en las cuales se aprecia dicho incremento.

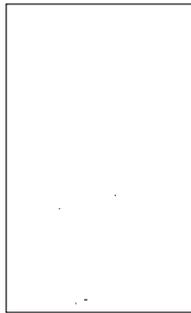


Fig. No. 304. Hoja desintegrada.

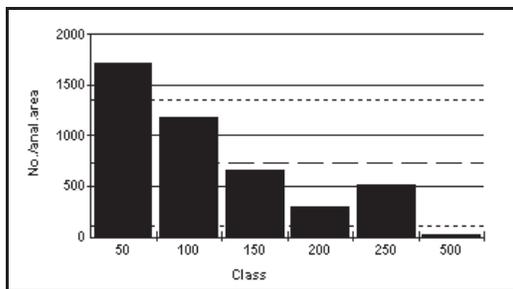


Figura No. 305. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

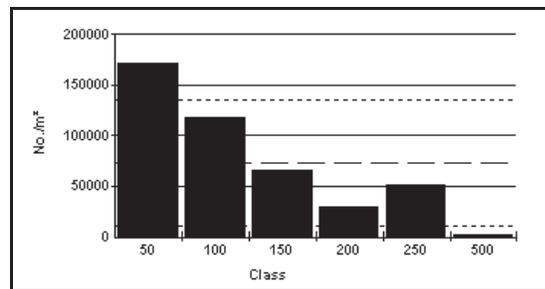


Figura No. 306. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

En las figuras No. 307 y 308, se observa un incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 250 micras, al igual que el rango de 50 micras, el rango de 250μ tienen mayor significancia para esta etapa de la desintegración, lo cual se puede observar en la figura No. 304, la refleja el efecto del incremento de las partículas de tinta para los rangos de 50 y 250μ.

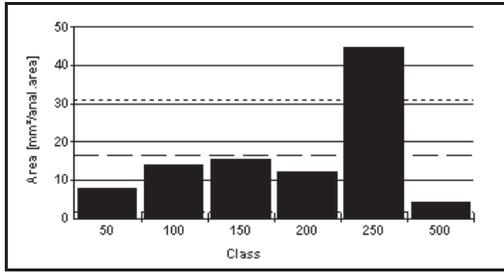


Figura No. 307. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

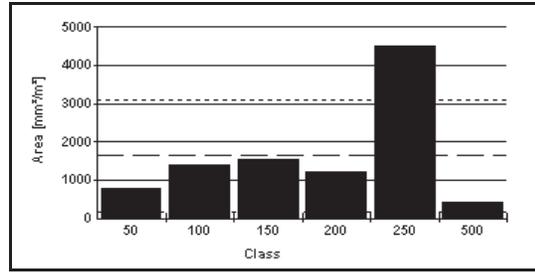


Figura No. 308. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.50.2 Gráficas para el tratamiento.

Las gráficas para la etapa del tratamiento magnético-mecánico, que se muestran a continuación, en ellas se puede apreciar la manera en la que influye de forma significativa, pues se observa un incremento mayor para el rango de 50, 100 micras y una disminución para los demás rangos como se aprecia en las gráficas. El incremento de partículas para el rango de 50 micras se puede apreciar en las figuras No. 310 y 311, lo cual también se aprecia en la figura No. 309, en la cual se observa el incremento de partículas para el rango de 50 μ . En la página No.218, se muestra la figura No.A15 correspondiente a la longitud de las fibras para la hoja con tratamiento en cual se observa que no existe un corte de fibra mayor al aplicar el tratamiento magnético.



Fig. No. 309. Hoja con tratamiento.

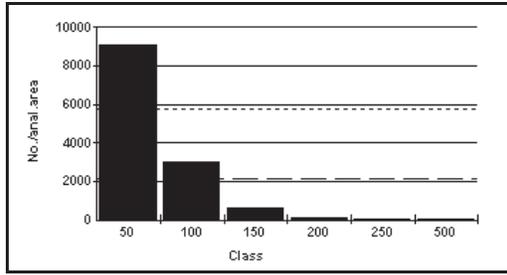


Figura No. 310. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

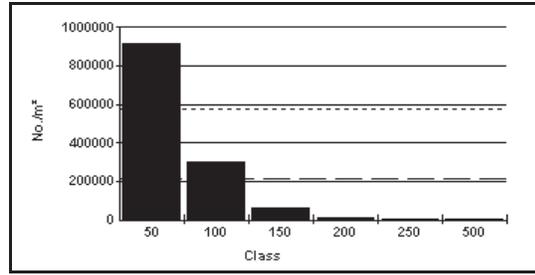


Figura No. 311. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las gráficas correspondientes a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, figuras No. 312 y 313, muestran un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 y 100 micras, los cuales se pueden apreciar de la misma forma que el rango de 50 micras arriba mencionado en la figura No. 309.

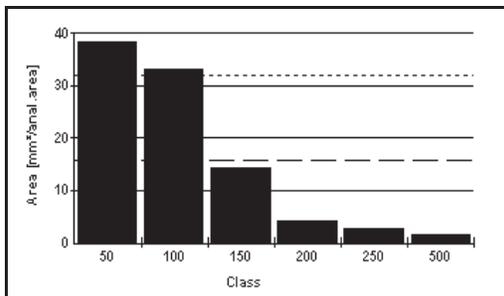


Figura No. 312. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

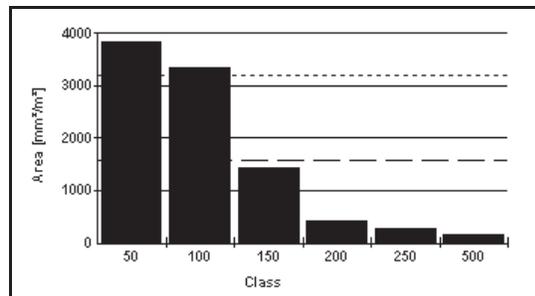


Figura No. 313. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.50.3 Gráficas para el lavado.

Las gráficas que se muestran a continuación corresponden a la etapa del lavado, en las cuales se puede apreciar un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 y 100 micras, siendo estos rangos los más significativos para la etapa de lavado. El incremento de partículas de tinta para el rango de 50 μ , se pueden apreciar en las figuras No. 315 y 316.



Fig. No. 314. Hoja de lavado.

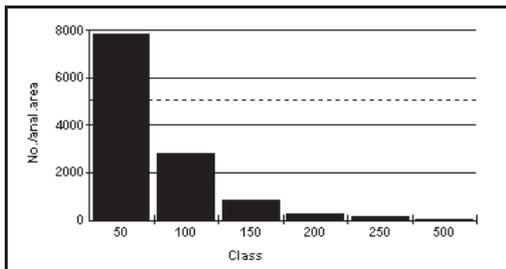


Figura No. 315. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

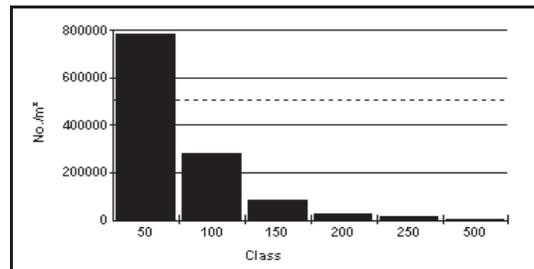


Figura No. 316. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Las Figuras No. 317 y 318, correspondientes a la etapa del lavado, se puede observar claramente el incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 y 100μ, los cuales resusltan ser los rangos mas significativos para la etapa del lavado al igual que el rango de 50 micras arriba mencionado, esto se confirma con la figura No. 314, la cual se observa de forma lijera mas blanca con respecto a la hoja con tratamiento magnético-mecánico.

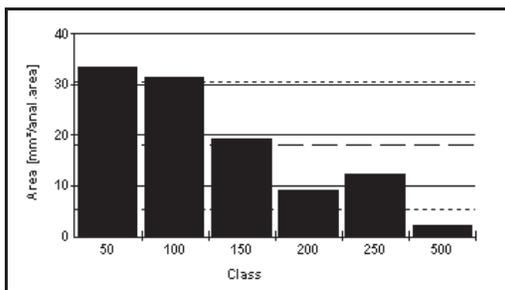


Figura No. 317. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

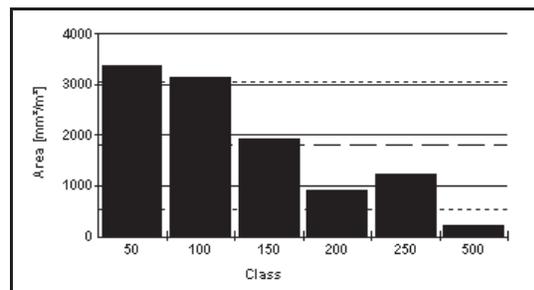


Figura No. 318. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.51. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 16

8.51.1 Gráficas para la desintegración.

Las gráficas para la desintegración, se observan a continuación, en las cuales se observa un incremento de partículas de tinta en los rangos de 50μ , mientras que en las gráficas análisis del número de partículas de tinta por área, se observa un incremento de partículas de tinta para el rango de 250 micras, siendo estos dos rangos los más significativos para la desintegración. El incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, se puede apreciar en las figuras No. 320 y 321. La figura No. 319, correspondiente a la hoja desintegrada, se puede observar el incremento de partículas para el rango de 50μ .

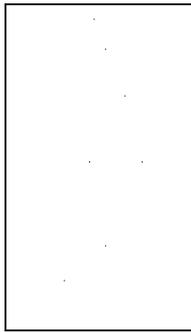


Fig. No. 319. Hoja desintegrada.

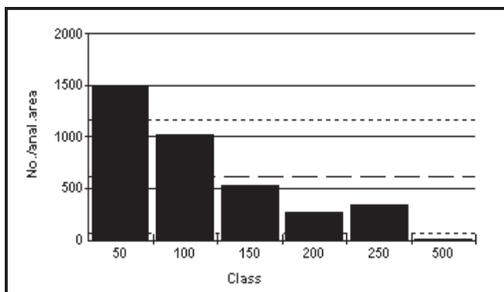


Figura No. 320. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

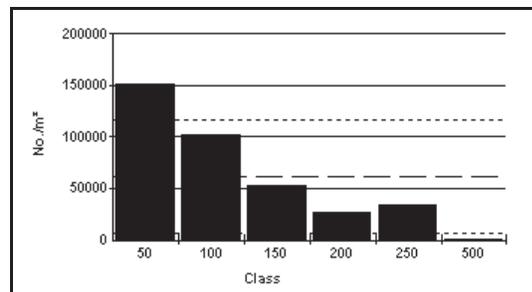


Figura No. 321. Análisis del número de partículas de tinta por m^2 para la hoja desintegrada.

Las gráficas que se observan a continuación, correspondientes a la etapa de la desintegración (figuras No. 322 y 323), se puede observar un incremento de partículas de tinta/ m^2 , para el rango de 250 micras, siendo este rango al igual que el rango de 50μ , los más significativos para la etapa de la desintegración.

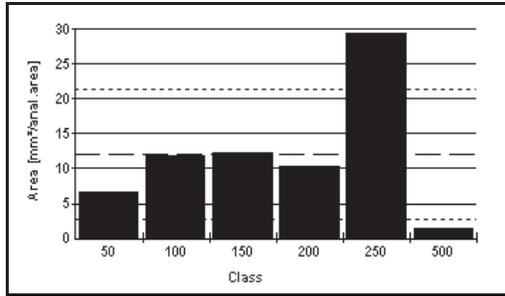


Figura No. 322. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

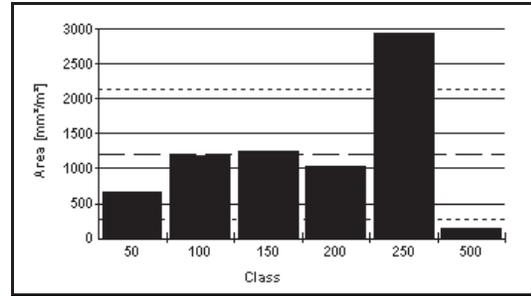


Figura No. 323. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.51.2 Graficas para el tratamiento.

En las figuras para el tratamiento magnético-mecánico, se observa un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 y 100 micras, siendo estos los rangos más importantes para esta etapa, observando con ello que si hay un efecto en forma positiva al realizar un previo tratamiento, posteriormente realizar la etapa final (lavado). El incremento de partículas de tinta para el rango de 50 μ , se puede observar en las gráficas No. 325 y 326, de la misma forma se aprecia la figura No. 324, en la cual también se ve reflejado el incremento de 50 μ .



Fig. No. 324. Hoja con tratamiento.

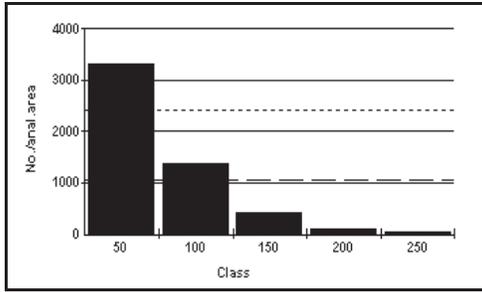


Figura No. 325. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

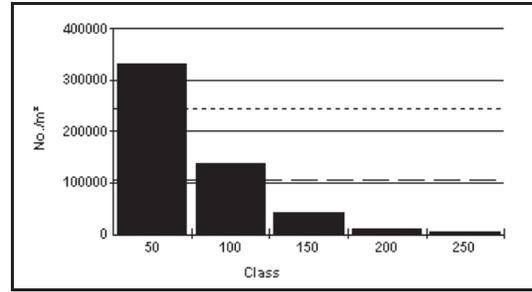


Figura No. 326. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

El incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 100 micras se puede observar en las figuras No. 327 y 328, este rango al igual que las figuras, corresponden a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, dicho incremento al igual que el rango de 50μ, pueden apreciarse en la figura No. 324, correspondiente a la hoja del tratamiento magnético-mecánico, en la cual se puede apreciar el incremento de partículas de los rangos 100 y 50μ. En los anexos (página No.218), se observa la figura correspondiente a la longitud de las fibras para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (figura No.A16), después de haber aplicado un tratamiento a la pulpa.

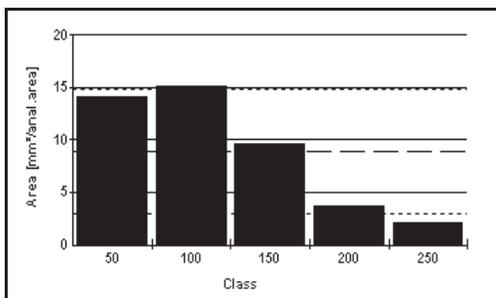


Figura No. 327. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

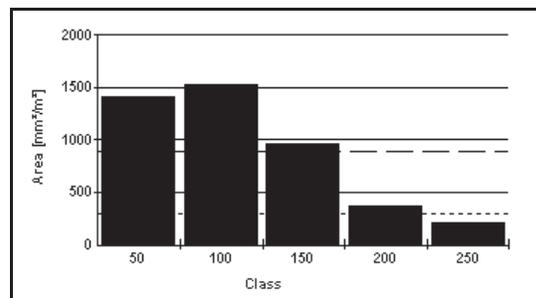


Figura No. 328. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.51.3 Gráficas para el lavado.

Las gráficas para la etapa de lavado que se muestran a continuación, se observa un incremento de partículas de tinta, para los rangos de 50 y 100 micras, teniendo estos dos rangos mayor importancia para la etapa de lavado. El rango de partículas de tinta/m² se puede observar en las figuras No. 330 y 331, los cuales se pueden apreciar a simple vista, la figura No. 329, correspondiente a la etapa de lavado, la cual se observa de forma más blanca.

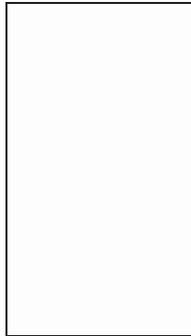


Fig. No. 329. Hoja de lavado.

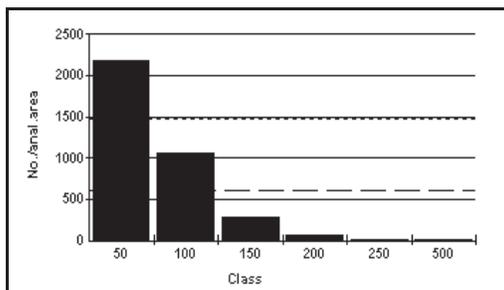


Figura No. 330. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

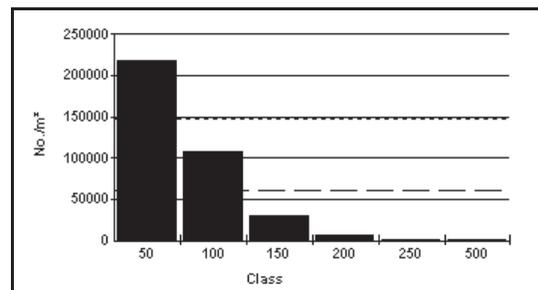


Figura No. 331. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

El rango de 100 μ , se puede apreciar en las figuras No. 332 y 333, en ambas figuras se aprecia el incremento de partículas de tinta para dicho rango, el cual permita una mejor eliminación de estas partículas en la etapa de lavado, al igual que el rango de 50 micras facilita su eliminación para esta etapa, los cuales se observan de manera más simple en la hoja formada para la etapa de lavado.

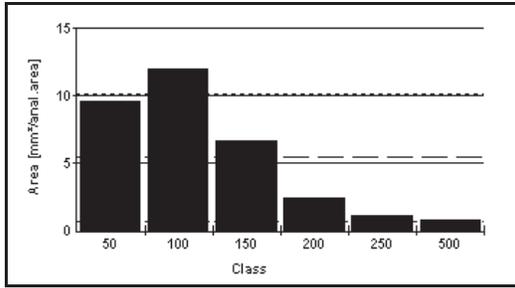


Figura No. 332. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

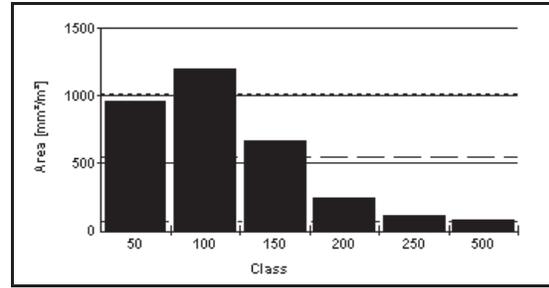


Figura No. 333. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.52. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 17

8.52.1 Gráficas para la desintegración.

A continuación se muestran las gráficas correspondientes a la etapa de la desintegración, se observa un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 y 250 micras, el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras se observa en las figuras No. 335 y 336, para la hoja desintegrada figura No. 334, se observa también el incremento del rango de 50μ.

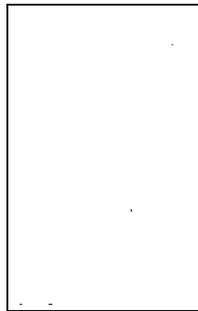


Fig. No. 334. Hoja desintegrada.

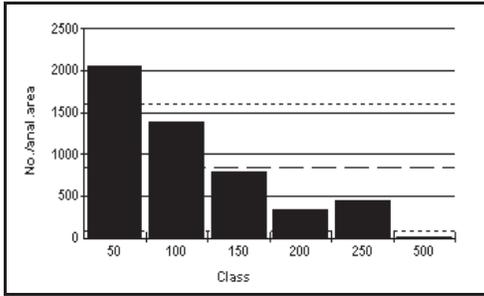


Figura No. 335. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

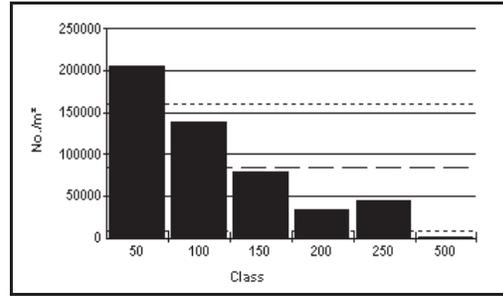


Figura No. 336. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

El rango de 250 micras al igual que el rango de 50 micras, resultan ser los más significativos para la etapa de la desintegración, el rango de 250 μ se puede apreciar en las figuras No. 337 y 338, de la misma forma este rango de puede observar en la figura correspondiente a la hoja desintegrada en la cual se puede observar el incremento de partículas de tinta.

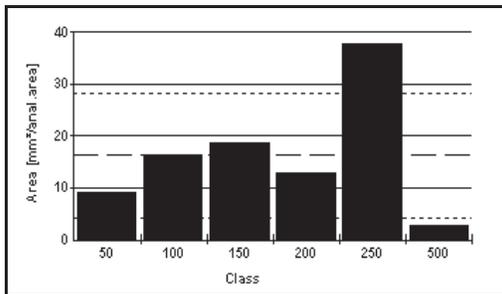


Figura No. 337. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

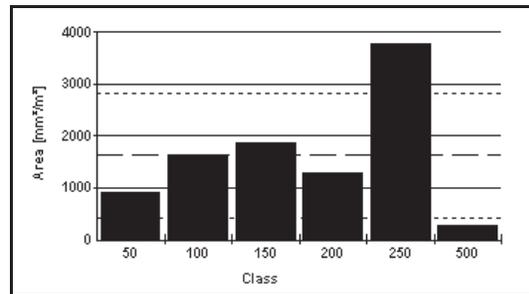


Figura No. 338. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8. 52.2 Gráficas para el tratamiento.

Las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico, se presentan a continuación en las cuales se puede observar claramente un incremento de partículas de tinta para los rangos 50, 100 y 150 micras, siendo estos tres rangos los más significativos para la etapa del tratamiento, observando con ello que el previo tratamiento que se le da a la pulpa si repercute en forma positiva en la etapa posterior, esto se puede comprobar con la etapa de lavado y sus figuras correspondientes.

El rango de 50μ , se puede apreciar en las figuras No. 340 y 341. La Figura No. 339, correspondiente a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, se puede apreciar el incremento de partículas de tinta para el rango de 50μ .



Fig. No. 339. Hoja con tratamiento.

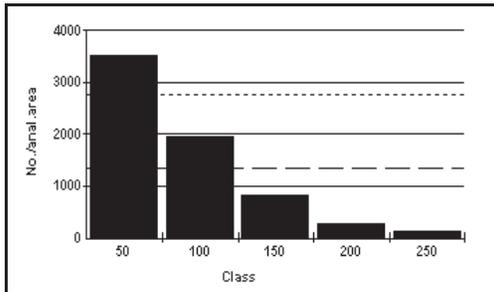


Figura No. 340. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

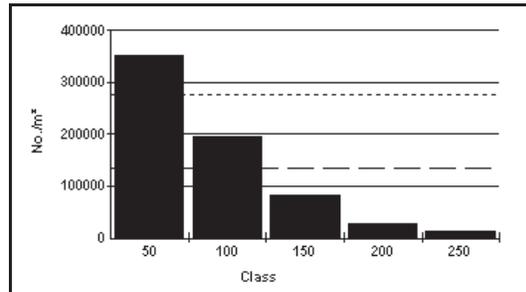


Figura No. 341. Análisis del número de partículas de tinta por m^2 para la hoja con tratamiento.

En las gráficas No. 342 y 343, presentan un incremento de partículas de tinta/ m^2 , para los rangos de 100 y 150 micras, resultando estos rangos como se menciono anteriormente, estos rangos resultan tener mayor significancia para la etapa de tratamiento magnético-mecánico, dichos rangos se pueden apreciar en la figura No. 339, correspondiente a la etapa de la hoja con tratamiento magnético-mecánico. En los anexos (página No.218), se muestra la figura correspondiente a la longitud de las fibras, figura No. A17.

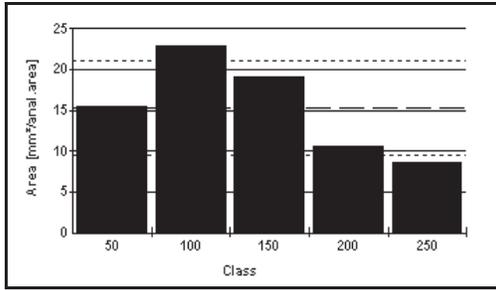


Figura No. 342. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

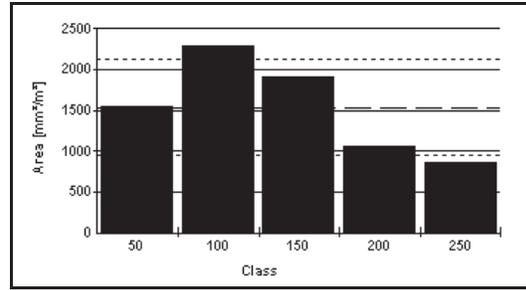


Figura No. 343. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.52.3 Gráficas para el lavado.

Para la etapa de lavado se aprecian las gráficas siguientes (figuras No. 345 y 346), observando que hay un incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 y 100 micras, siendo estos dos rangos los más importantes para la etapa de lavado. El rango de 50μ, permite una mejor eliminación para la etapa de lavado, la figura No. 344, correspondiente a la hoja de lavado, la cual se observa de forma más blanca con respecto a las etapas posteriores.

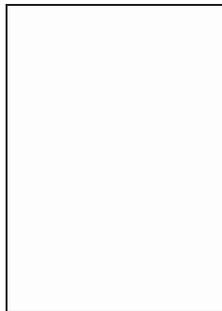


Fig. No. 344. Hoja de lavado.

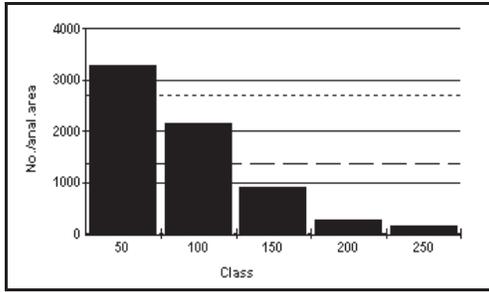


Figura No. 345. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

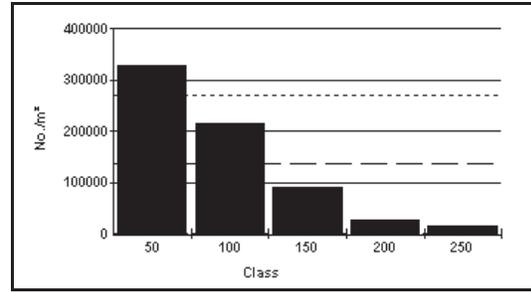


Figura No. 346. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

El incremento de partículas de tinta/m² para el rango de 100 micras, se puede observar en las figuras No. 347 y 348, en los cuales se aprecian los incrementos de partículas en ambas figuras, este rango de partículas de tinta al igual que el rango de 50 micras, permiten de forma más fácil la eliminación de estos rangos, como se observa en la figura No. 344.

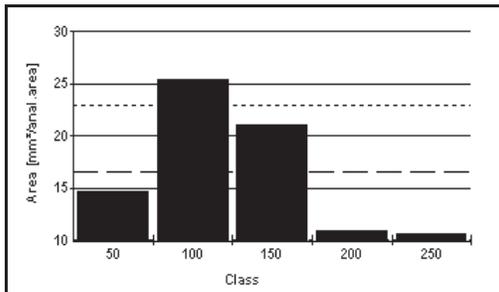


Figura No. 347. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

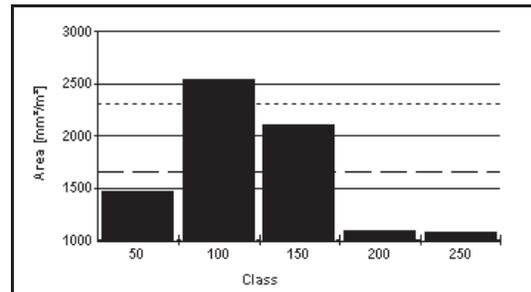


Figura No. 348. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.53. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 18

8.53.1 Gráficas para la desintegración.

A continuación se muestran las gráficas para la desintegración, se observa un incremento de partículas de tinta/m², en los rangos de 50,100 y 250 micras, teniendo estos tres rangos mayor importancia para esta etapa. El rango de 50 micras se puede observar en las figuras No. 350 y 351, en las cuales se manifiesta en incremento de partículas de tinta, de la misma forma se observa la figura No. 349, correspondiente a la hoja desintegra.

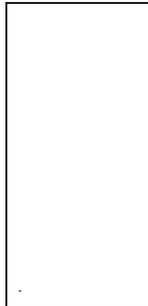


Fig. No. 349. Hoja desintegrada.

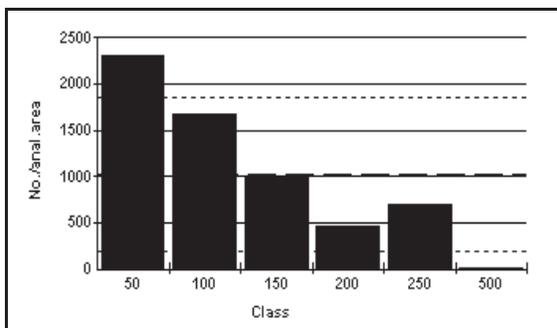


Figura No. 350. análisis del número de de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

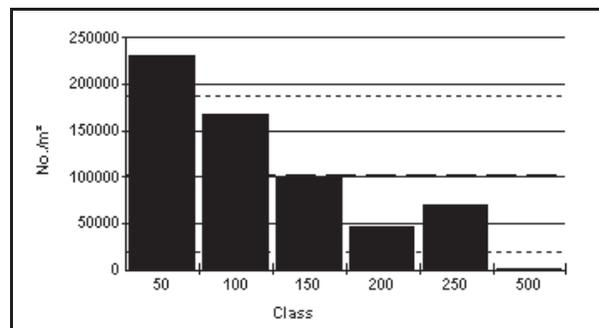


Figura No. 351. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las Figuras No. 352 y 353, muestran un incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 250 micras, el rango de 250 al igual que el rango de 50 micras, resultan ser los más significativos para la etapa de la desintegración, dichos rangos se aprecian en la figura No. 349, correspondiente a la etapa de la desintegración.

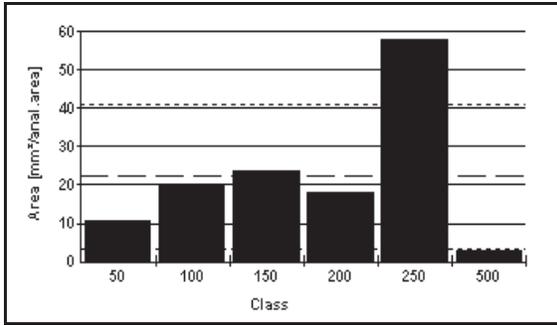


Figura No. 352. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

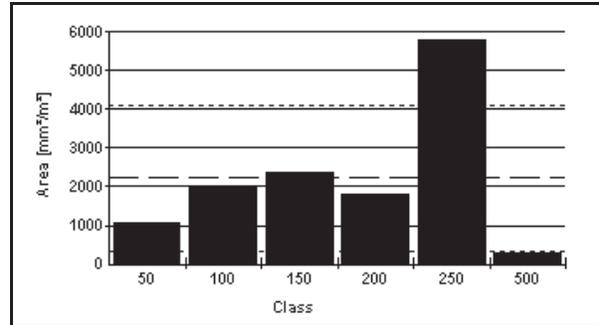


Figura No. 353. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.53.2 Gráficas para el tratamiento.

Las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico se presentan a continuación, observando claramente un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50, 100 y 150 micras, siendo los rangos más importantes 50 y 100 micras, para la etapa con tratamiento magnético-mecánico, la figura No. 354, correspondiente a la etapa de la hoja con tratamiento magnético-mecánico, en la cual se puede observar el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, este incremento se puede observar en las figuras No. 355 y 356.



Fig. No. 354. Hoja con tratamiento.

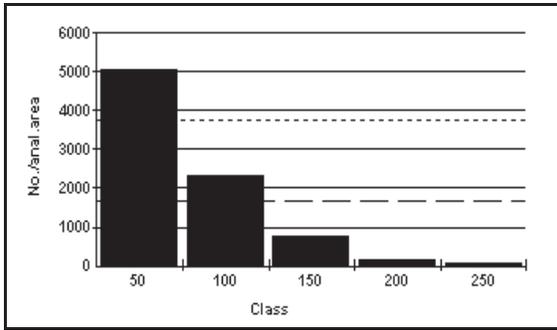


Figura No. 355. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

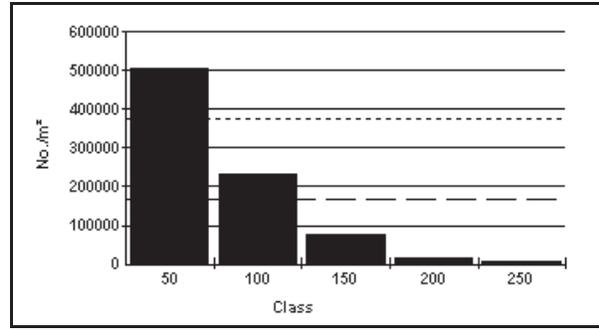


Figura No. 356. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

El incremento de partículas en el rango de 100 micras se puede apreciar en las figuras No. 357 y 358, este incremento de partículas de tinta permite una mejor eliminación para la etapa posterior la de lavado, el incremento de partículas de tinta para los rangos de 100 y 50 μ , se pueden apreciar en la figura No. 354. La medición de la longitud de las fibras aparece en los anexos, página No.218, en ella se observa la longitud de las fibras correspondiente a la hoja con tratamiento magnético-mecánico, Figura No.A18.

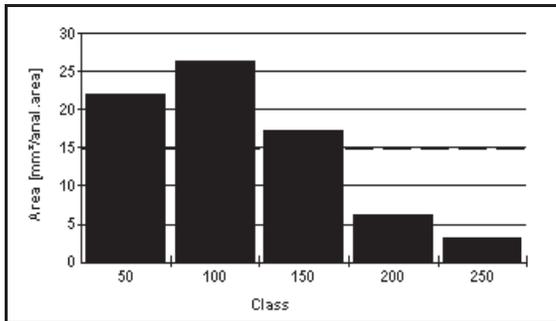


Figura No. 357. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

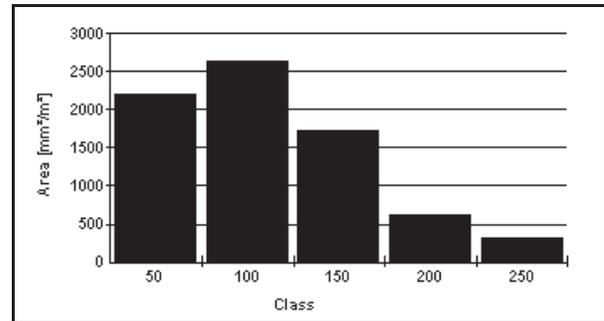


Figura No. 358. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.53.3 Gráficas para el lavado.

Para la etapa de lavado se presentan a continuación las siguientes gráficas, en las cuales se puede observar un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 y 100 micras, el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, se puede observar en las figuras No. 360 y 361, la figura No. 359, que se observa, corresponde a la hoja de lavado, en la cual se puede apreciar el rango de 50 micras.



Fig. No. 359. Hoja de lavado.

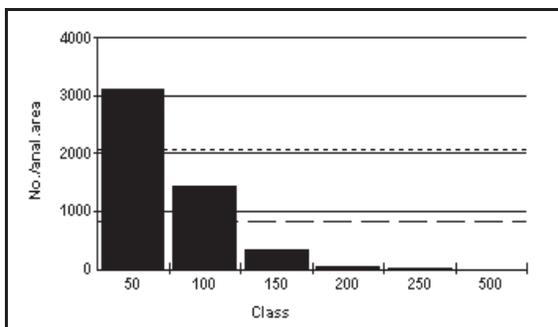


Figura No. 360. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

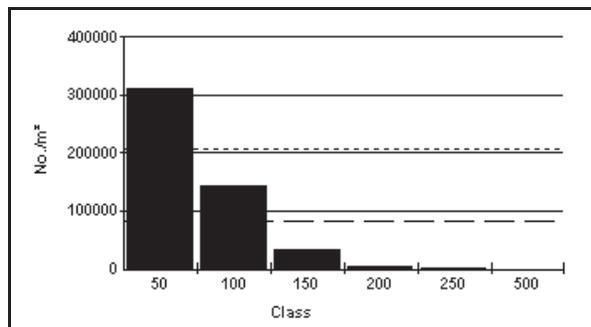


Figura No. 361. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

Los diferentes parámetros de partículas de tinta para la formación de las distintas hojas en cada etapa, permiten una eliminación con mayor facilidad para la hoja de lavado, el incremento de partículas de tinta para el rango de 100 micras, permite una mejor facilidad de eliminación para la etapa de lavado al igual que el rango de 50 micras, el rango de 100 micras se puede observar en las figuras No. 362 y 363.

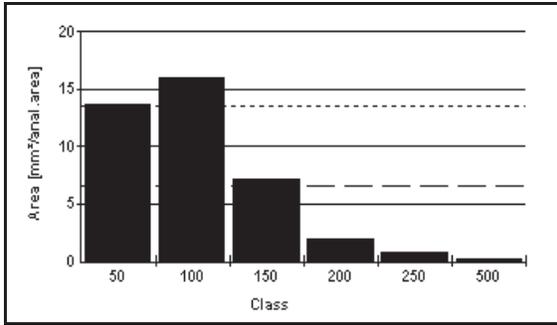


Figura No. 362. mm² por Análisis del número de partículas de tinta área para la hoja de lavado.

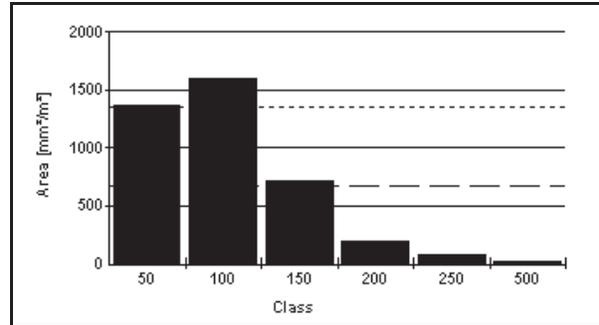


Figura No. 363. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.54. Gráficas Dot Counter para la corrida No. 19

8.54.1 Gráficas para la desintegración.

A continuación se presentan las gráficas para la desintegración, en las cuales se puede observar un incremento de partículas de tinta para los rangos de 50 y 250 micras, siendo estos los rangos más significativos para esta etapa, tomando en cuenta que para esta etapa no se aplico ningún tratamiento. La figura No. 364, correspondiente a la etapa de la desintegración se puede observar, el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 μ , de la misma forma este incremento se puede observar en las figuras No. 365 y 366.

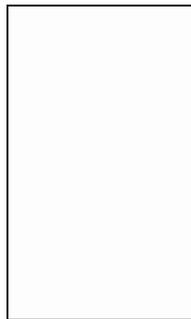


Fig. No. 364. Hoja desintegrada.

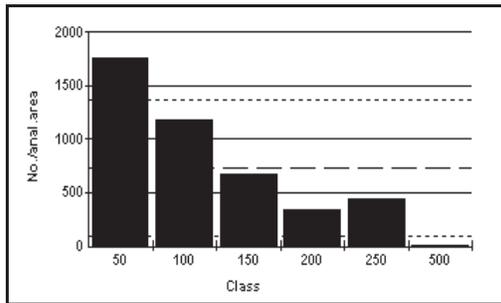


Figura No. 365. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

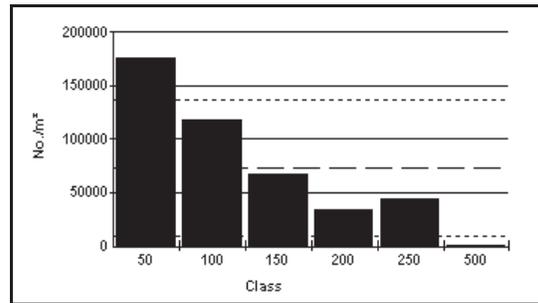


Figura No. 366. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

Las figuras No. 367 y 368, manifiestan un incremento de partículas de tinta/m², en el rango de 250 micras, los cuales se pueden observar en la figura No. 364, correspondiente a la etapa de la desintegración, en esta figura se puede observar de forma mas simple este rango.

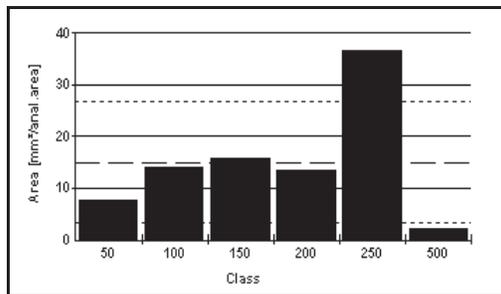


Figura No. 367. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

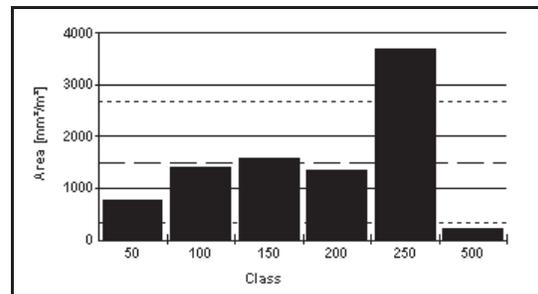


Figura No. 368. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.54.2 Gráficas para el tratamiento.

A continuación se presentan las gráficas para la pulpa con tratamiento magnético-mecánico, en las cuales se puede apreciar un incremento de partículas de tinta/m² para los rangos de 50 y 500 micras, tomando en cuenta las condiciones como el tiempo, velocidad y consistencia, parámetros con los que fue tratada la pulpa, favoreció en el incremento de partículas para este rango. El rango de 50 micras, se pueden observar en las figuras No. 370 y 371, la figura No. 369, Se observa la forma en la cual se manifiesta el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, ya que dicha hoja corresponde la etapa con tratamiento magnético-mecánico.

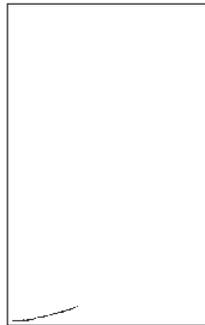


Fig. No. 369. Hoja con tratamiento.

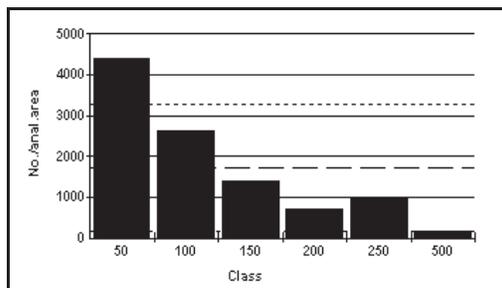


Figura No. 370. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

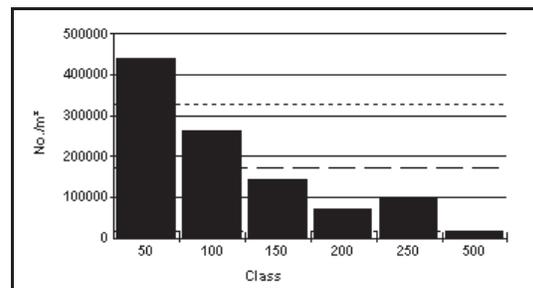


Figura No. 371. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

El incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 500 micras se puede observar en las figuras No. 372 y 373, dicho rango se manifiesta en forma mas representativa en la figura No. 369, Correspondiente a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, los rangos mas representativos para esta etapa, resultaron ser estos (50 y 500 micras), como se menciono anteriormente. La figura correspondiente a la longitud de las fibras (figura No.A19) aparece en los anexos, página No.219.

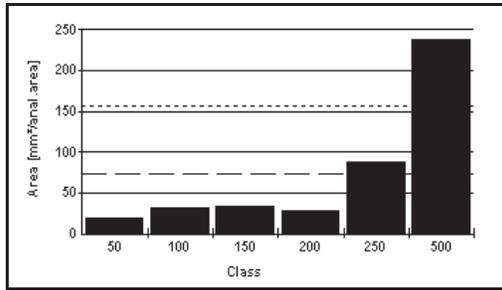


Figura No. 372. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

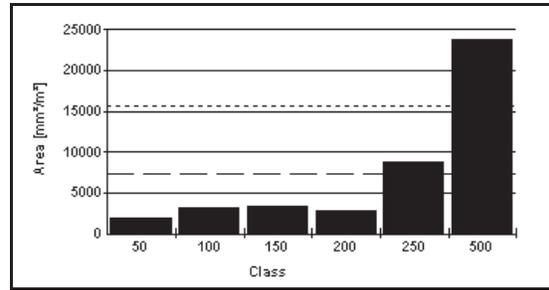


Figura No. 373. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.54.3 Gráficas para el lavado.

Para la etapa de lavado de presentan a continuación sus gráficas correspondientes, se observa un incremento de partículas de tinta en los rangos de 50, 100 y 250 micras, siendo estos los rangos más importantes para esta etapa como se aprecia en sus gráficas No. 375 y 376, en ellas se manifiesta el incremento de partículas de tinta para el rango de 50 micras, en la hoja de lavado figura No. 374.

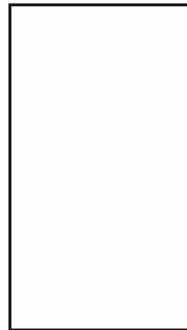


Fig. No. 374. Hoja de lavado.

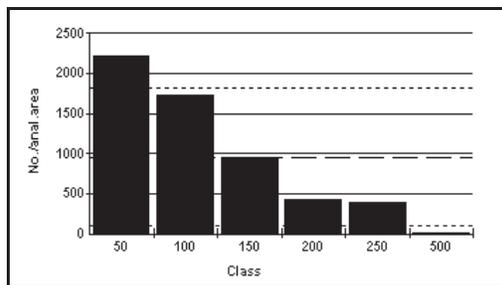


Figura No. 375. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

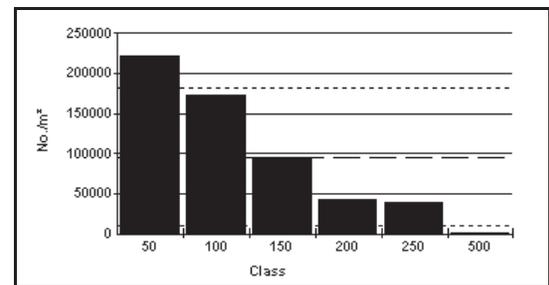


Figura No. 376. Análisis del número de tinta por m² para la hoja de lavado.

Los incrementos de partículas de tinta/m², en los diferentes rangos de 100, 150 y 250 micras, los cuales se manifiestan en las figuras No. 377 y 378, dichos rangos permiten una eliminación mas facil en la etapa de lavado, dichos rangos se pueden observar en menor medida en la figura No. 374.

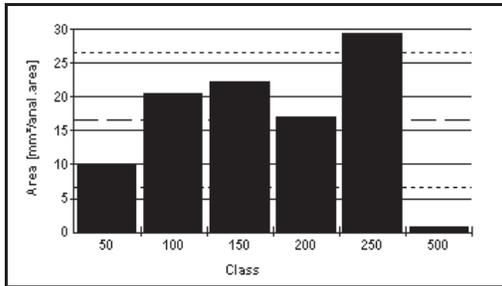


Figura No. 377. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

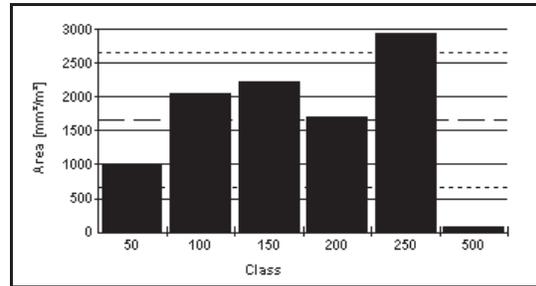


Figura No. 378. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

8.55. Graficas Dot Counter para la corrida No. 20

8.55.1 Gráficas para la desintegración.

Para la etapa de la desintegración se muestran las gráficas No. 380 y 381, en las cuales se puede apreciar que en todas las etapas de la desintegración solo hay incremento de partículas de tinta/m², para los rangos de 50 y 250 micras. Como se muestra en las figuras correspondientes a esta etapa, así mismos se presenta la figura No. 379, correspondiente a la etapa de la desintegración, en ella se puede apreciar de forma visible el incremento de partículas para los rangos de 50 y 250μ.

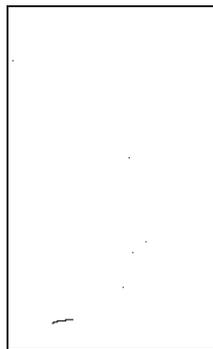


Fig. No. 379. Hoja desintegrada.

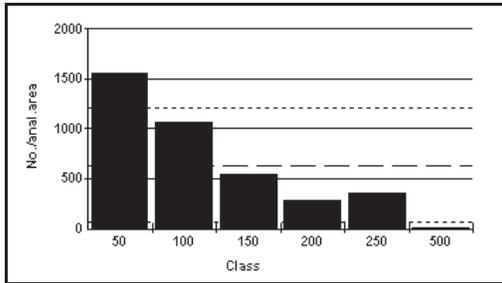


Figura No. 380. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja desintegrada.

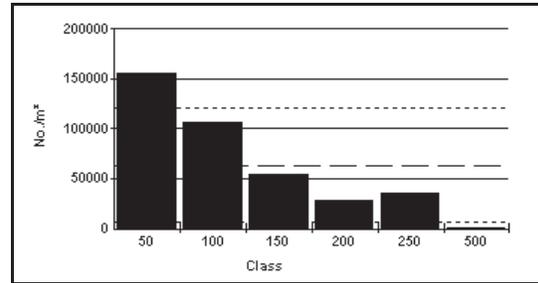


Figura No. 381. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

El incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 250 micras, se observa en las figuras No. 382 y 383, como se menciono anteriormente este rango al igual que el rango de 50μ, resultan ser los más significativos para la etapa de la desintegración, de la misma forma se puede observar el incremento de partículas en la figura No. 379.

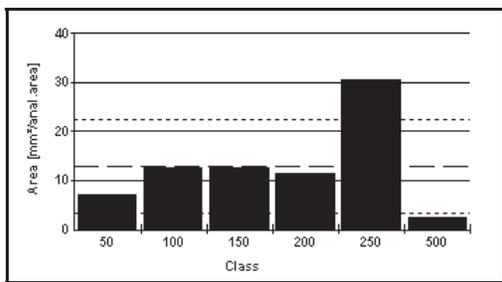


Figura No. 382. Análisis del número de partículas de tinta área para la hoja desintegrada.

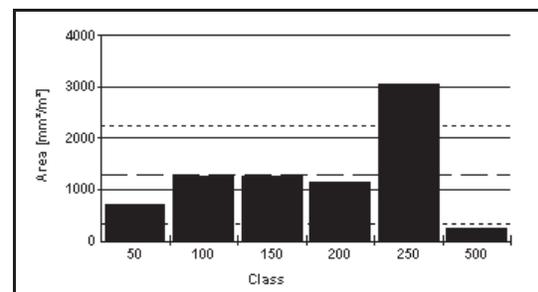


Figura No. 383. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja desintegrada.

8.55.2 Gráficas para el tratamiento.

A continuación se presentan las gráficas para el tratamiento magnético-mecánico, se observa un incremento de partículas de tinta en los rangos de 50, 250 y 500 micras, observando con ello y en cada una de las corridas, el previo tratamiento repercute en forma positivas, es decir, ayuda en la eliminación de las tintas en la etapa de lavado. El rango de 50 micras, se observa en las figuras No. 385 y 386, mientras que la figura No. 384, correspondiente a la etapa de la hoja con tratamiento magnético-mecánico, se puede observar la forma en la cual repercute el tratamiento, ya que al aumentar el incremento de partículas de tinta, provoca que la hoja se vea de forma más grisácea.



Fig. No. 384. Hoja con tratamiento.

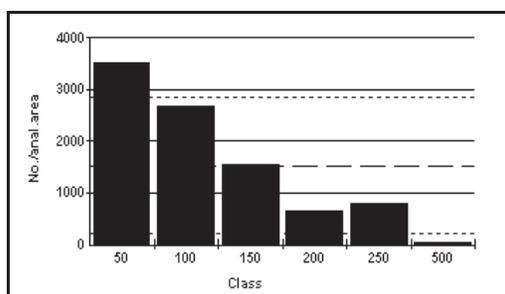


Figura No. 385. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

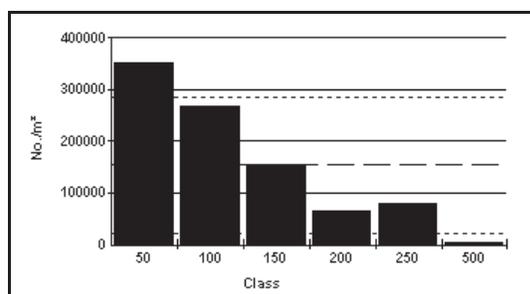


Figura No. 386. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

Las gráficas que se observan corresponden a la etapa del tratamiento magnético-mecánico, en las cuales se puede observar el incremento de las partículas de tinta para los rangos de 250 y 500 μ , como se menciono anteriormente, las figuras en la cuales se pueden observar estos incrementos son el número de análisis por área y mm²/m² (figura No. 387 y No. 388), respectivamente. La figura correspondiente a la medición de las fibras aparece en los anexos (página No.219), las fibras que se observan en la figura No.A20, resultan después de haber aplicado el tratamiento magnético-mecánico.

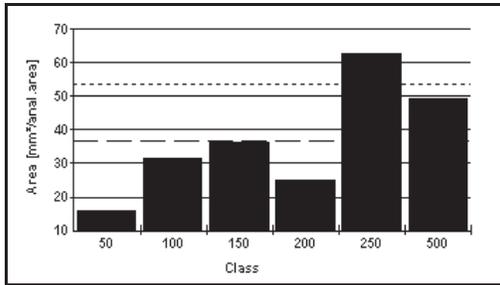


Figura No. 387. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja con tratamiento.

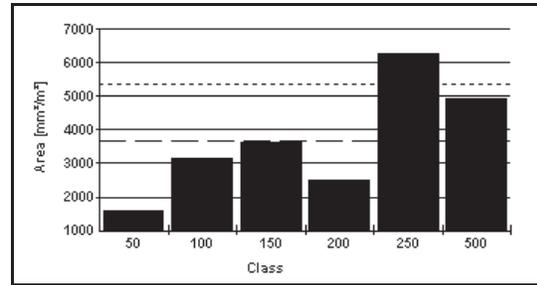


Figura No. 388. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja con tratamiento.

8.55.3 Gráficas para el lavado.

Para la etapa de lavado se muestran las figuras No. 390 y 391, en las cuales se puede observar el incremento de partículas de tinta/m², para el rango de 50μ, para esta misma etapa otro rango de importancia es el rango de 100 micras, estos rangos son los más significativos para la etapa de lavado. La Figura No. 389, correspondiente a la hoja de lavado, se puede observar la forma en la cual estos rangos son más fácilmente eliminados para esta etapa.



Fig. No. 389. Hoja de lavado

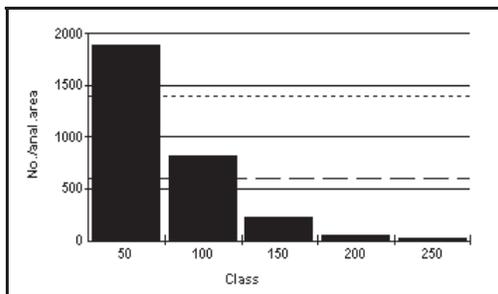


Figura No. 390. Análisis del número de partículas de tinta por área para la hoja de lavado.

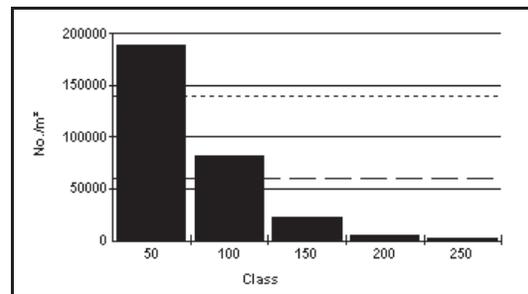


Figura No. 391. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

El rango de 100 micras, se puede observar en las figuras No. 392 y 393, en las cuales se observa claramente el incremento de partículas de tinta para este rango, este rango al igual que el rango de 50 micras, permiten que estos sean eliminados de una mejor forma, dando con ello una formación de hoja para la etapa de lavado mas blanca, como se puede apreciar en la figura No. 389, como se observo a lo largo de las corridas experimentales, las tres etapas resultan ser importantes para la formación de cada una de la hojas, pero teniendo mayor importancia las etapas del tratamiento magnético-mecánico y la etapa de lavado, lo cual se ve reflejado en la formación de cada una de sus respectivas hojas, es decir, el tratamiento magnético-mecánico, incrementa el número de partículas de tinta, facilitando con ello a la eliminación de una forma más simple en la etapa del lavado.

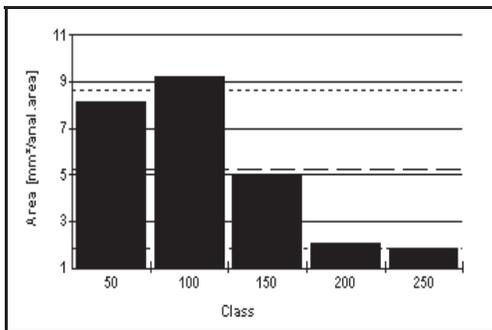


Figura No. 392. Análisis del número de partículas de tinta área para la hoja de lavado.

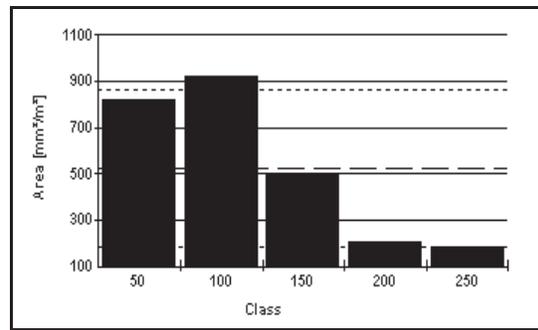


Figura No. 393. Análisis del número de partículas de tinta por m² para la hoja de lavado.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto a las cenizas Gabriel (2010) reporta un contenido de cenizas tanto para maximizar o minimizar la cantidad de partículas de tinta/m², reporta una cantidad de cenizas del 6.48% para el caso de maximizar y del 1.51% para el caso de la minimización de la cantidad de partículas de tinta/m², para el caso de la presente investigación se reporta un máximo del 7.95 y un mínimo de 1.67% para la etapa correspondiente de lavado.

Comparando los resultados obtenidos para la blancura a partir del tratamiento magnético-mecánico, se reporta una blancura óptima del 82.76% manejando tiempos de 5.0 min, velocidades del 2.5% y una consistencia del 2.0%. Gabriel (2010). Reporta una blancura a partir de flotación un valor óptimo de 102.133 trabajando con frecuencias de 45 khz, tiempo 20 min, consistencia de 0.5% y una temperatura de 25°C.

Con respecto a la blancura Ramírez 2004 reporta una blancura de 93.64 siendo este el mayor valor manejando a una frecuencia de 40 khz. Por otro lado Gabriel (2010), obtiene una blancura del 98.80% usando una frecuencia de 25 y 45khz, recordando que ambas blancuras, se obtuvieron usando los procesos de ultrasonido y flotación, mientras que para la presente investigación, se uso un tratamiento magnético-mecánico y posteriormente una etapa de lavado, obteniéndose una blancura del 86.51%.

En el caso de la variable óptica Gabriel (2010). Reporta para el rango 50-100µm un valor óptimo del 108.155 manejando frecuencias de 45 khz, tiempo de un minuto, consistencias del 2 %, con temperaturas de 25° y modulaciones de 1. Ramírez (2004). Reporta que la utilización de consistencias bajas y temperaturas altas genera un incremento en rango de partículas 50-100 micras. Mientras que para la presente investigación se reporta un valor óptimo del 5033 manejando tiempo de 20 min, velocidades 10 rpm, y una consistencia del 0.5%.

Haciendo la respectiva comparación para las partículas de tinta/m², en el rango de 100µm. Gabriel (2010). Reporta un valor óptimo de 580.18 manejando frecuencias de 45 khz, tiempo de un minuto, consistencia del 2.0%, temperatura de 20°, y una modulación de 1. Ramírez (2004).

Reporta que manejando frecuencias, consistencias bajas, así como temperaturas altas genera un incremento en partículas de tinta para el rango de 50-100 μ m.

Las condiciones óptimas para la malla 30, se corroboran en la figura No. 78, en cual se puede observar que para obtener un mayor incremento de clasificación de fibras es necesario trabajar a tiempos y velocidades altas, ya que sin ningún tratamiento no se obtienen grandes cantidades de fibras para esta malla.

Realizando la respectiva comparación para la malla 50, las condiciones óptimas para esta malla como lo indica la tabla No. 60, se debe de trabajar a tiempos y consistencias bajas, a una velocidad baja, así también se puede corroborar esto con la figura No. 80, en cual se observa que es necesario realizar un tratamiento magnético-mecánico, para maximizar la clasificación de fibras para la malla 50.

Realizando la respectiva comparación de la clasificación de fibras para el papel bond con y sin tratamiento magnético-mecánico, las condiciones óptimas para maximizar la fibra en esta malla es necesario trabajar a tiempos bajos, consistencias y velocidades altas. Lo cual se puede corroborar con la figura No. 92, Pues se puede observar que para el papel bond sin tratamiento alguno se retiene mayor cantidad de fibra para esta malla, mientras que el papel de impresión laser (papel bond), no tuvo mayor retención para esta malla, debido a que el tratamiento previo al papel bond no fue el debido, es decir, no se le dio bajo las condiciones óptimas que se muestran en la tabla No. 72.

Para obtener una mayor cantidad de fibra para la malla 200 es necesario trabajar a tiempos, velocidades altas y consistencias bajas, lo cual se puede apreciar también en la figura No. 64. Pues se aprecia que el papel de impresión laser (papel bond) sin tratamiento tuvo mayor retención de fibra para la malla 200, mientras que el papel con previo tratamiento magnético-mecánico tuvo menor retención de clasificación de fibras como se aprecia en su grafica correspondiente.

De acuerdo con las condiciones óptimas para maximizar la longitud de fibra para la etapa de la desintegración es necesario trabajar a tiempo, velocidades bajas, manteniendo constante la consistencia, lo cual también se puede observar en la figura No. 87, en la cual se aprecia que el papel bond sin tratamiento tuvo mayor retención de fibra y un menor acortamiento de fibra, como se puede apreciar en la grafica correspondiente.

De acuerdo con las condiciones óptimas para incrementar la longitud de fibras para la etapa del tratamiento magnético-mecánico es necesario trabajar con tiempos, velocidades y consistencias altos, pues así, se observa en la figura No. 89, en la cual se aprecia que el papel bond sin tratamiento magnético-mecánico sufrió menor acortamiento de fibra, mientras que el papel con tratamiento sufrió un mayor acortamiento de fibra, pues así se observa en la malla 30 y 50 de la figura No. 92, Lo dicho antes se corrobora también con la tabla No. 72, para obtener una mayor retención de fibra y un menor acortamiento de fibra.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El previo tratamiento magnético-mecánico que se le dio a la pulpa antes de la etapa de lavado favorece a la eliminación de la tinta como se puede apreciar en los resultados obtenidos por el dot counter y los resultados mostrados por los análisis anova, así como las respectivas graficas de cada una de las etapas y corridas mostradas.

La corrida No. 9 es la que presenta mejores resultados, pues arroja una blancura del 86.09 % con las siguientes condiciones de tratamiento magnético-mecánico, tiempo 5.0 min, velocidad 2.5 rpm y una consistencia del 2.0%.

La materia prima (papel de impresión laser), previamente tratada (magnético-mecánico), a una consistencia alta, velocidad y consistencia baja, se logra generar partículas de tinta para los rangos de 50 a 250 micras, facilitando con ello la eliminación de estas, en etapas posteriores.

Es necesario aplicar un agente de dispersión para la etapa de lavado, después del tratamiento magnético-mecánico, ya que este agente permite la eliminación con mayor facilidad de la tinta para esta etapa.

La hipótesis para la presente investigación se cumple, pues al realizar un previo tratamiento magnético-mecánico a la pulpa desintegrada, la remoción de la tinta se elimina con mayor facilidad en la etapa de lavado.

Para que exista una mayor retención de fibra en las mallas 50 y 100, es necesario aplicar un tratamiento magnético-mecánico al papel bond, previo a la realización de la clasificación de fibras.

En la clasificación de fibras, la malla No. 50 presento mayor retención de fibras, confirmando con ello, a que no existe un corte de fibra negativo al realizar un tratamiento magnético-mecánico.

No existe corte de fibra significativo al realizar un proceso magnético-mecánico al papel desintegrado, prueba de ello es la respectiva comparación en la clasificación de fibras entre el papel bond con tratamiento magnético-mecánico y sin tratamiento.

BIBLIOGRAFIA.

- Alliot M, Avila A. (2001). Destintado de papel por flotación. Influencia de los factores de forma. Facultad de Ingeniería química. Universidad de Nuevo León.
- Aguilera-Dugarte AV, Rojas O, Mogollón G, Gutiérrez L, Gómez L. (2002). Formulación de surfactantes y especies alcalinas en el destintado por flotación. Congreso Iberoamericano de investigación en celulosa y papel. Mérida, Venezuela.
- Becerra A, B. Ramírez C, R. (2008). Procesos para la elaboración de papel. Departamento de madera, celulosa y papel, Centro universitario de ciencias exactas e ingenierías, Universidad de Guadalajara, Zapopan Jalisco, México.
- Castañeda Huizar P. 1993. Panorama a futuro de la industria celulósica-papelera en México, determinado mediante técnicas estadísticas de proyección. Volumen VII. Pag. 17-26. Boletín de difusión del Instituto de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, México.
- Casey JP. (1991). Pulpa y Papel Volumen 1, México.
- Casey JP. (1991). Pulpa y Papel Volumen 2, México.
- Carrazana García J. A. (1996). Preparación de papel magnético. Caracterización químico-física. Tesis profesional. Departamento de química-física, programa de doctorado: Biodinámica física y fenómenos superficiales, Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Escoto García T. (2004). Evaluación de la calidad en pulpa, papel y cartón. Departamento de madera celulosa y papel. Centro universitario de ciencias exactas e ingenierías. Universidad de Guadalajara, Zapopan Jalisco, México.
- Gabriel-Parra R. (2010). “Destintado de papel de impresión laser mediante ultrasonido a 25 y 45 khz”. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Maestría en ciencias y Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
- Hayt W, Buck J. (2006). Teoría electromagnética. Séptima edición. Editorial McGRAW-HILL. Georgia institute of Technology. Estados unidos de América.
- Montgomery-Douglas C. (2007). Diseños y análisis de experimentos. Segunda edición. Editorial Limusa Wiley. Universidad estatal de Arizona. Estados Unidos de América.
- Miranda-Carreño R. (2009). Caracterización y eliminación de la materia disuelta y coloidal en la fabricación de papel reciclado. Memoria “Tesis de doctorado”. Universidad complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas. Departamento de Ingeniería Química. Madrid, España.

- Michelotti C, Prando R, Álvarez R, Bidegaray F, Ferrari N, Vásquez M. (2001). Destintado de desechos de papel para la obtención de pulpa de alta calidad. Montevideo, Uruguay.
- Ramírez-Casilla R. (2004). “Destintado de papel de impresión LASER usando ultrasonido”. Tesis de Doctorado. Centro Universitario de Ciencias exactas e Ingenierías. Doctorado en Ingeniería y Tecnología. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Sanjuán Dueñas R. (1997). Obtención de pulpas y propiedades de las fibras para papel, Guadalajara, Jalisco, México.
- San Juan R. 1995. Recopilación de técnicas estadounidenses (TAPPI), alemanas (Merck). Departamento de Madera, Celulosa y Papel. Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco, México.
- Salager JL. (2002). Fenómenos Interfaciales en dispersiones polifásicas y en medios porosos. Laboratorio de formulación, interfaces reología y procesos. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Química. Mérida, Venezuela.
- Serway R, Faughn J. (2005). Física. Sexta edición. Editorial Thomson. James Madison University and Estenr Kentucky University. Estados Unidos de América.
- Turrado S, J; Chávez L, H; Saucedo C, A; Ramos Q, J; Sanjuan D, R; Arellano, C, J. (2005). Deinking Digital Offset Prints. Progress in Paper Recycling.
- Tippens P. (2001). Física. Conceptos y aplicaciones. Sexta edición. Editorial McGRAW-HILL. Departamento de física. Southern polytechnic state university Marietta, Georgia, Estados unidos de América.
- Willard Merritt D. (1986). Métodos instrumentales de análisis. Nueva edición. Editorial CECSA. Estados Unidos de América.
- Hemero teca de internet:
 - Destintado magnético de papeles viejos (2009)
 - Pág. www.invenia.es/oepm:e96910340 [Fecha de consulta: Febrero 12,2009]
 - Pág. es.wikipedia.org/wiki/Magnetismo [Fecha de consulta: Julio 17,2009]
 - Pág. www.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1ser [Fecha de consulta: Julio 17,2009]
 - Pág. www.detalperfect.com.mx/laser.htm [Fecha de consulta: Julio 17, 2009]

APENDICES

Apéndices, cenizas para la hoja desintegrada.

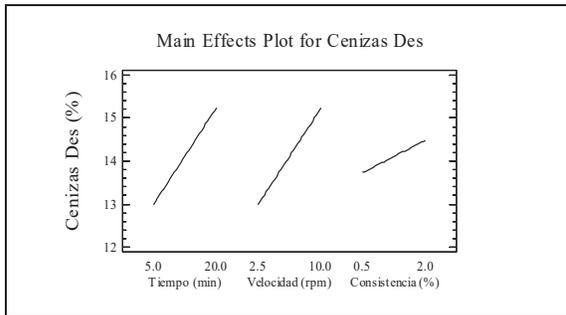


Figura A, No.1 Efectos principales para cenizas para la hoja desintegrada

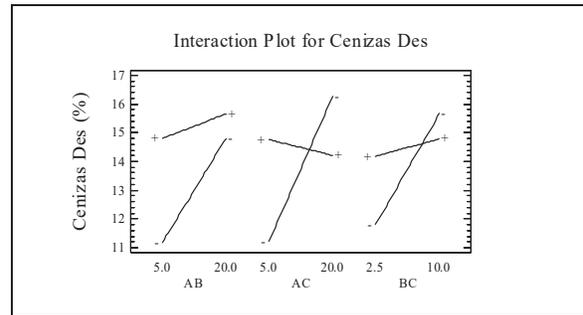


Figura A, No. 2 Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja desintegrada

Tabla A, No. 1 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para cenizas en la hoja desintegrada.

```

Regression coeffs. for Cenizas Des
-----
constant          = 1.62072
A:Tiempo          = 0.617833
B:Velocidad       = 0.974111
C:Consistencia    = 5.44056
AB                = -0.0249333
AC                = -0.249333
BC                = -0.291556
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Cenizas Des = 1.62072 + 0.617833*Tiempo + 0.974111*Velocidad +
5.44056*Consistencia - 0.0249333*Tiempo*Velocidad -
0.249333*Tiempo*Consistencia - 0.291556*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No.2 Condiciones óptimas para maximizar las cenizas en la hoja desintegrada

```

Optimize Response
-----
Goal: maximize Cenizas Des

Optimum value = 17.501

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         20.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          0.5
    
```

Apéndices, cenizas para la hoja con tratamiento.

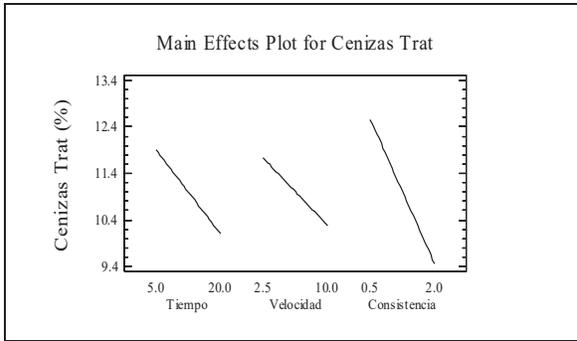


Figura A, No. 3 Efectos principales para cenizas para la hoja con tratamiento.

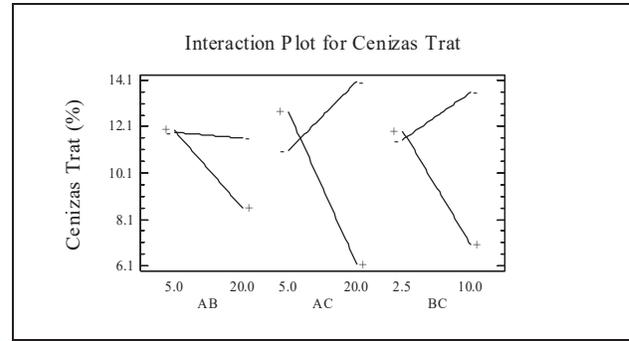


Figura No. 4 Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja con tratamiento.

Tabla A, No.3 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para cenizas en la hoja con tratamiento.

```

Regression coeffs. for Cenizas Trat
-----
constant          = 2.62853
A:Tiempo          = 0.584472
B:Velocidad       = 0.932278
C:Consistencia    = 7.13694
AB                = -0.0276667
AC                = -0.425444
BC                = -0.622889
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Cenizas Trat = 2.62853 + 0.584472*Tiempo + 0.932278*Velocidad +
7.13694*Consistencia - 0.0276667*Tiempo*Velocidad -
0.425444*Tiempo*Consistencia - 0.622889*Velocidad*Consistencia

```

Tabla A, No.4 Condiciones óptimas para maximizar las cenizas para la hoja con tratamiento.

```

Optimize Response
-----
Goal: maximize Cenizas Trat

Optimum value = 14.4408

Factor           Low           High           Optimum
-----
Tiempo           5.0           20.0           5.0
Velocidad        2.5           10.0           2.5
Consistencia     0.5           2.0            2.0

```

Apéndices, cenizas para la hoja de lavado.

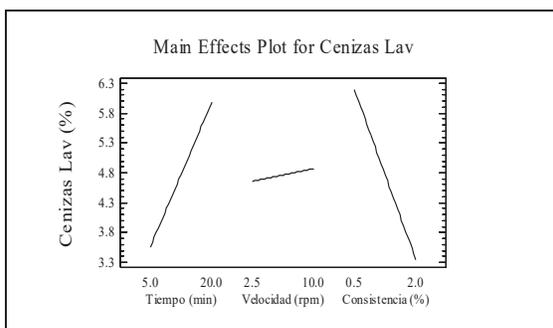


Figura A, No. 5 Efectos principales para cenizas para la hoja de lavado

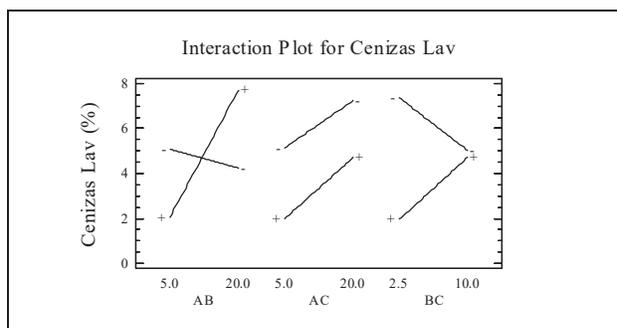


Figura A, No. 6 Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja de lavado

Tabla A, No. 5 coeficientes de regresión y modelo ajustable para cenizas en la hoja de lavado.

```

Regression coeffs. for Cenizas Lav
-----
constant          = 13.5004
A:Tiempo          = -0.236694
B:Velocidad       = -1.27272
C:Consistencia    = -5.10361
AB                = 0.0581556
AC                = 0.0274444
BC                = 0.458889
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Cenizas Lav = 13.5004 - 0.236694*Tiempo - 1.27272*Velocidad -
5.10361*Consistencia + 0.0581556*Tiempo*Velocidad +
0.0274444*Tiempo*Consistencia + 0.458889*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 6 condiciones óptimas para maximizar las cenizas para la hoja de lavado.

```

Optimize Response
-----
Goal: maximize Cenizas Lav

Optimum value = 7.9525

Factor           Low           High           Optimum
-----
Tiempo           5.0           20.0           5.0
Velocidad        2.5           10.0           2.5
Consistencia     0.5           2.0            0.5
    
```

Apéndices, cenizas para la hoja con tintas.

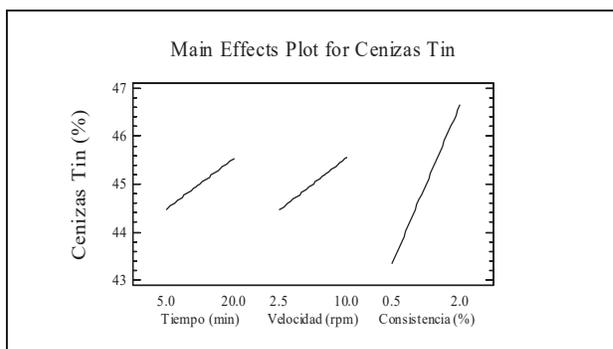


Figura A, No. 7 Efectos principales para cenizas para la hoja con tintas

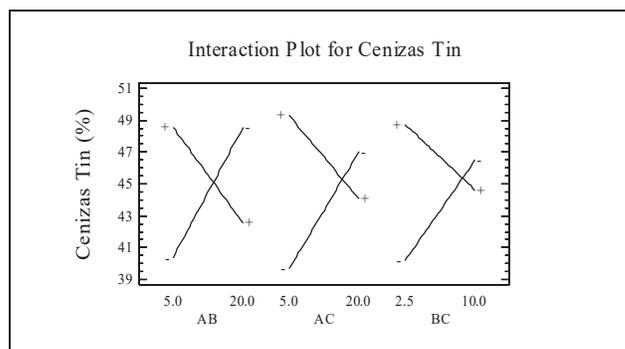


Figura A, No. 8 Efecto de las interacciones para cenizas para la hoja con tintas

Tabla A, No. 7 coeficientes de regresión y modelo ajustable para las cenizas en la hoja con tintas.

```

Regression coeffs. for Cenizas Tin
-----
constant          = 14.6902
A:Tiempo          = 1.55306
B:Velocidad       = 2.87122
C:Consistencia    = 14.9683
AB                = -0.125467
AC                = -0.558444
BC                = -0.924444
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Cenizas Tin = 14.6902 + 1.55306*Tiempo + 2.87122*Velocidad +
14.9683*Consistencia - 0.125467*Tiempo*Velocidad -
0.558444*Tiempo*Consistencia - 0.924444*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 8 Condiciones óptimas para maximizar las cenizas en la hoja con tintas.

```

Optimize Response
-----
Goal: maximize Cenizas Tin

Optimum value = 50.7578

Factor           Low           High           Optimum
-----
Tiempo           5.0           20.0           5.0
Velocidad        2.5           10.0           10.0
Consistencia     0.5           2.0            2.0
    
```

Apéndices para la hoja desintegrada (Blancura).

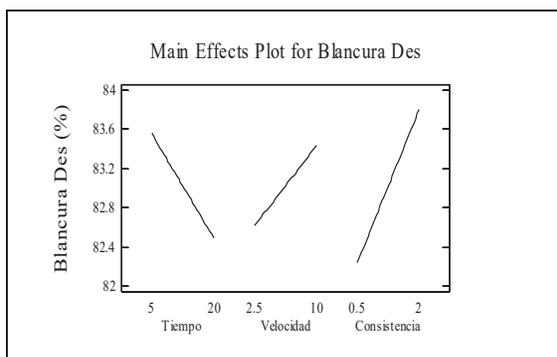


Figura A, No. 9 Efectos principales para la hoja desintegrada “blancura”

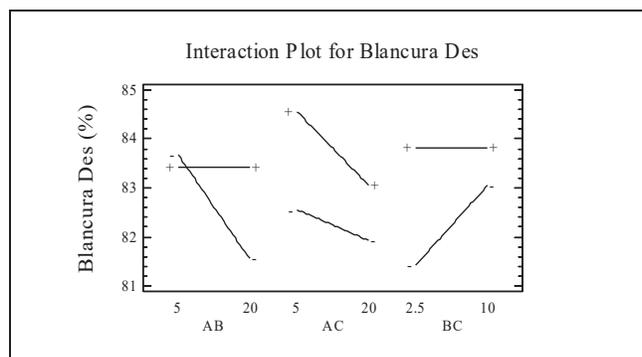


Figura A, No. 10 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada “blancura”

Tabla A, No. 9 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada “blancura”

```

Regression coeffs. for Blancura Des
-----
constant          = 81.6708
A:Tiempo          = -0.140278
B:Velocidad       = 0.0527778
C:Consistencia    = 2.43056
AB                = 0.0188889
AC                = -0.0388889
BC                = -0.144444
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Blancura Des = 81.6708 - 0.140278*Tiempo + 0.0527778*Velocidad +
2.43056*Consistencia + 0.0188889*Tiempo*Velocidad -
0.0388889*Tiempo*Consistencia - 0.144444*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 10, condiciones óptimas para minimizar la blancura para la hoja desintegrada.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize Blancura Des

Optimum value = 80.5875

Factor           Low           High           Optimum
-----
Tiempo           5.0           20.0          20.0
Velocidad        2.5           10.0          2.5
Consistencia     0.5           2.0           0.5
    
```

Apéndices para la hoja con tratamiento (Blancura).

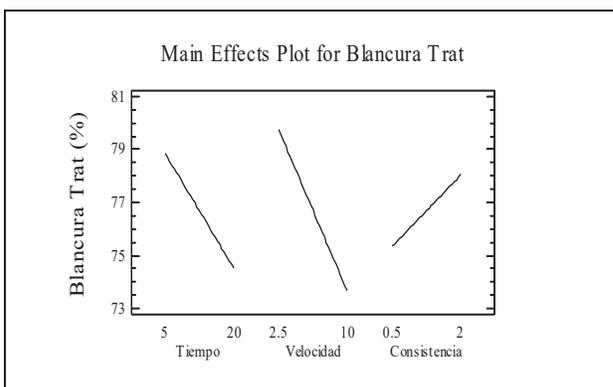


Figura A, No. 11 Efectos principales para la hoja con tratamiento “blancura”

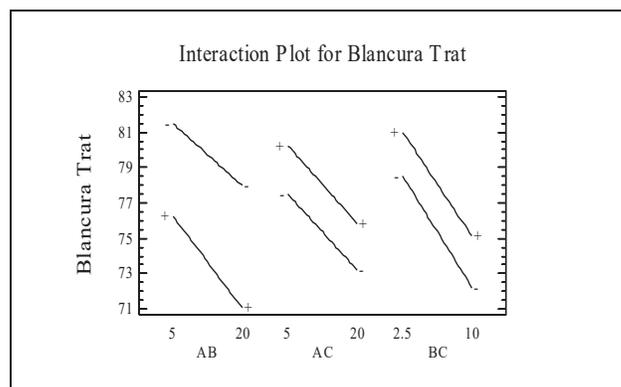


Figura A, No. 12 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento “blancura”

Tabla A, No. 11, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja con tratamiento “blancura”

```

Regression coeffs. for Blancura Trat
-----
constant          = 82.1514
A:Tiempo          = -0.190278
B:Velocidad       = -0.669444
C:Consistencia    = 1.65278
AB                = -0.0144444
AC                = -0.00555556
BC                = 0.0333333
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Blancura Trat = 82.1514 - 0.190278*Tiempo - 0.669444*Velocidad +
1.65278*Consistencia - 0.0144444*Tiempo*Velocidad -
0.00555556*Tiempo*Consistencia + 0.0333333*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 12, condiciones óptimas para minimizar la blancura para la hoja con tratamiento.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize Blancura Trat

Optimum value = 69.7

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         20.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          0.5
    
```

Apéndice para la hoja de lavado (Blancura)

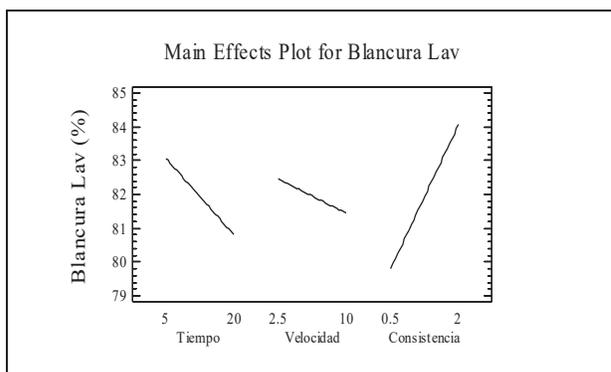


Figura A, No. 13 Efectos principales para la hoja de lavado “blancura”

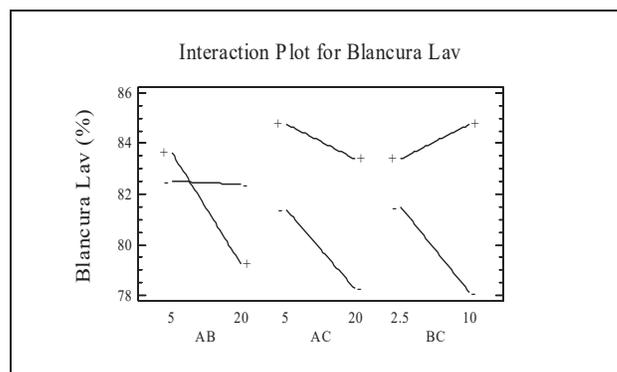


Figura A, No. 14 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado “blancura”

Tabla A, No. 13 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado “blancura”

```

Regression coeffs. for Blancura Lav
-----
constant          = 82.6792
A:Tiempo          = -0.0111111
B:Velocidad       = -0.188889
C:Consistencia    = -0.777778
AB                = -0.0377778
AC                = 0.0777778
BC                = 0.422222
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Blancura Lav = 82.6792 - 0.0111111*Tiempo - 0.188889*Velocidad -
0.777778*Consistencia - 0.0377778*Tiempo*Velocidad +
0.0777778*Tiempo*Consistencia + 0.422222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 14, condiciones óptimas para minimizar la blancura para la hoja de lavado.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize Blancura Lav

Optimum value = 75.5125

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         20.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          0.5
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja desintegrada (50µm).

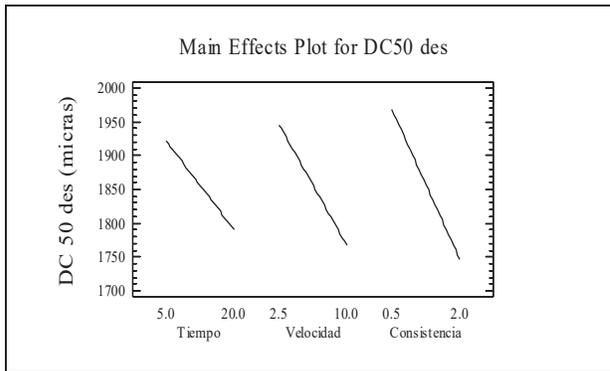


Figura A, No. 15 Efectos principales para la hoja desintegrada (50µm)

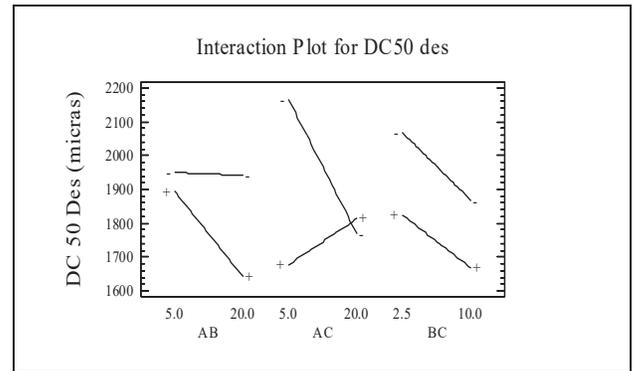


Figura A, No. 16 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (50µm)

Tabla A, No. 15, coeficientes de regresión y modelación ajustable para la hoja desintegrada “50µm”

```

Regression coeffs. for DC50 des
-----
constant          = 2529.43
A:Tiempo          = -24.7917
B:Velocidad       = -1.45
C:Consistencia    = -467.861
AB                = -2.16889
AC                = 23.7111
BC                = 3.82222
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC50 des = 2529.43 - 24.7917*Tiempo - 1.45*Velocidad -
467.861*Consistencia - 2.16889*Tiempo*Velocidad +
23.7111*Tiempo*Consistencia + 3.82222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 16, condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja desintegrada “50µm”

Optimize Response			

Goal: minimize DC50 des			
Optimum value = 1607.61			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (50µm).

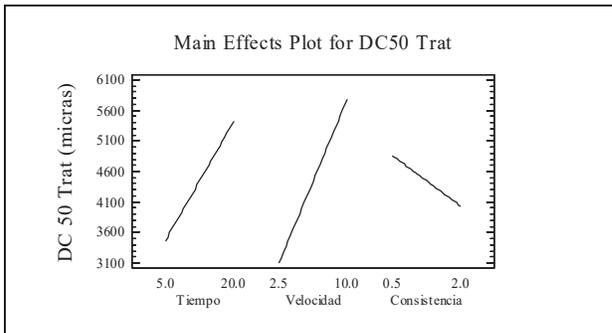


Figura A, No. 17 Efectos principales para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (50µm)

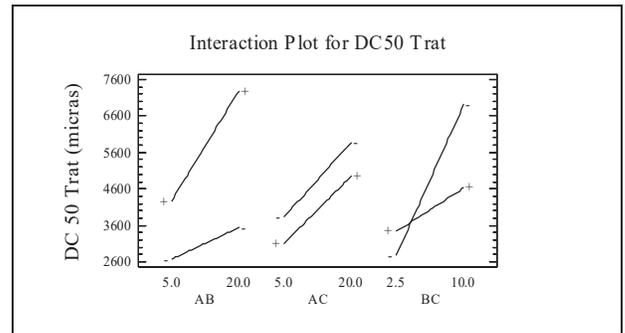


Figura A, No. 18 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (50µm)

Tabla A, No. 17, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada (50µm).

```

Regression coeffs. for DC50 Trat
-----
constant          = 580.475
A:Tiempo          = 22.3667
B:Velocidad       = 444.478
C:Consistencia    = 1204.94
AB                = 19.1244
AC                = -9.55556
BC                = -261.733
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC50 Trat = 580.475 + 22.3667*Tiempo + 444.478*Velocidad +
1204.94*Consistencia + 19.1244*Tiempo*Velocidad -
9.55556*Tiempo*Consistencia - 261.733*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 18 condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (50µm).

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC50 Trat

Optimum value = 2293.98

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         5.0
Velocidad       2.5          10.0         2.5
Consistencia    0.5          2.0          0.5
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja de lavado (50µm).

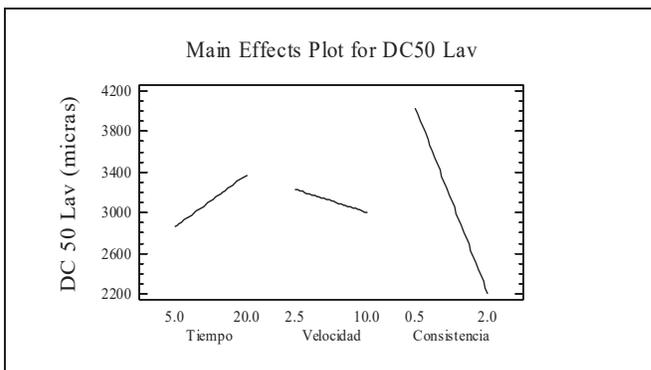


Figura A, No. 19 Efectos principales para la hoja de lavado (50µm)

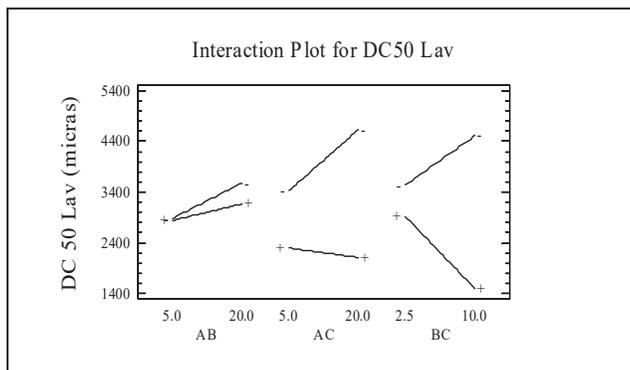


Figura A, No. 20 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (50µm)

Tabla A, No. 19, coeficientes de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado (50µm).

```

Regression coeffs. for DC50 Lav
-----
constant          = 1488.01
A:Tiempo          = 133.323
B:Velocidad      = 279.213
C:Consistencia   = 902.452
AB                = -3.34004
AC               = -62.4447
BC               = -214.356
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC50 Lav = 1488.01 + 133.323*Tiempo + 279.213*Velocidad +
902.452*Consistencia - 3.34004*Tiempo*Velocidad -
62.4447*Tiempo*Consistencia - 214.356*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 20, condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta para la hoja de lavado (50µm).

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC50 Lav

Optimum value = 1298.59

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         20.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia     0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja desintegrada (100µm).

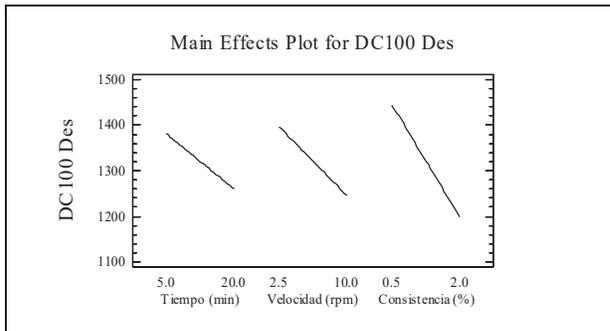


Figura A, No. 21 Efectos principales para la hoja desintegrada (100µm)

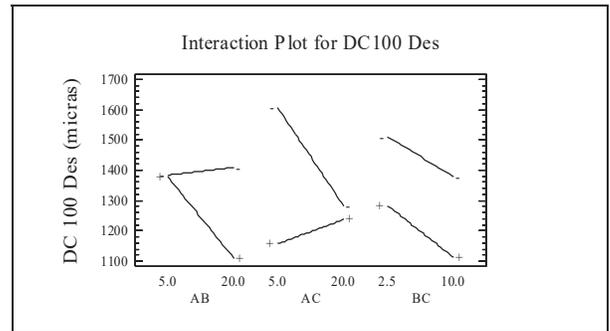


Figura A, No.22 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (100µm)

Tabla A, No 21, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada (100µm).

```

Regression coeffs. for DC100 Des
-----
constant          = 1800.7
A:Tiempo          = -14.1236
B:Velocidad       = 17.1861
C:Consistencia    = -365.847
AB                = -2.62333
AC                = 17.9389
BC                = -3.65556
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC100 Des = 1800.7 - 14.1236*Tiempo + 17.1861*Velocidad -
365.847*Consistencia - 2.62333*Tiempo*Velocidad +
17.9389*Tiempo*Consistencia - 3.65556*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 22 Condiciones optimas para minimizar la cantidad de tinta en el rango de 100µm.

Optimize Response			

Goal: minimize DC100 Des			
Optimum value = 1078.18			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	20.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja con tratamiento magnético-mecánico (100µm).

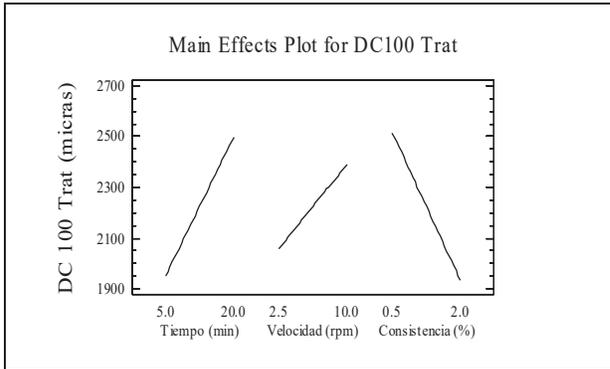


Figura A, No. 23 Efectos principales para la hoja con tratamiento (100µm)

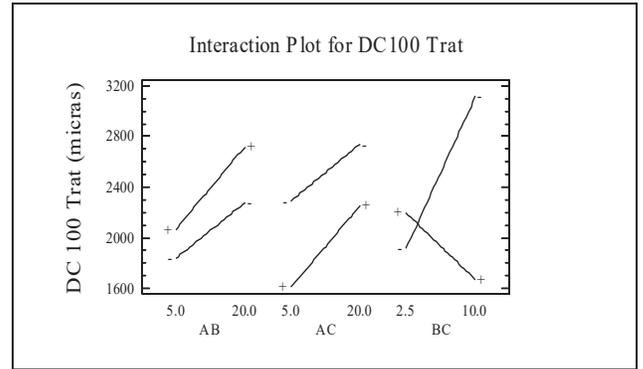


Figura A, No. 24 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (100µm)

Tabla A, No. 23, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja con tratamiento (100µm).

```

Regression coeffs. for DC100 Trat
-----
constant          = 1063.91
A:Tiempo          = 13.7514
B:Velocidad       = 212.536
C:Consistencia    = 458.292
AB                = 1.88111
AC                = 8.75
BC                = -153.1
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC100 Trat = 1063.91 + 13.7514*Tiempo + 212.536*Velocidad +
458.292*Consistencia + 1.88111*Tiempo*Velocidad +
8.75*Tiempo*Consistencia - 153.1*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 24, Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m², para hoja con tratamiento el rango de 100µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC100 Trat

Optimum value = 1294.16

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         5.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja de lavado (100µm).

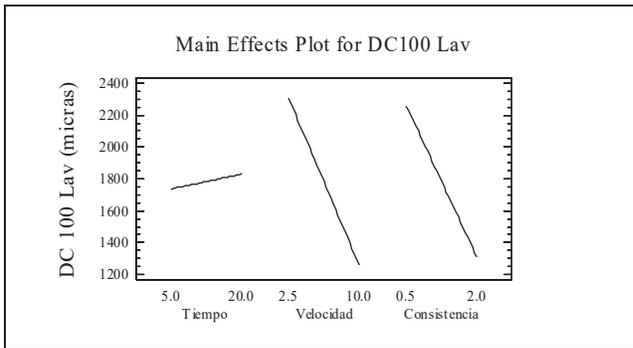


Figura A, No. 25 Efectos principales para la hoja de lavado (100µm)

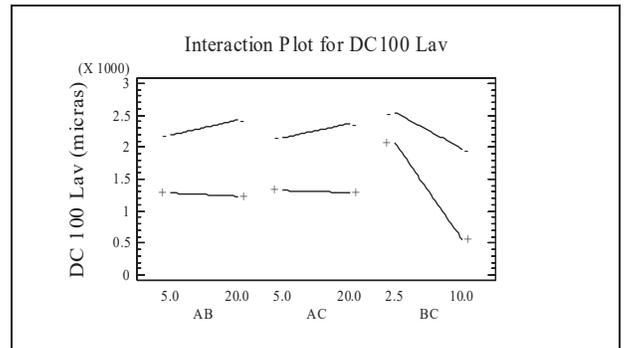


Figura A, No. 26 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (100µm)

Tabla A, No. 25, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado en el rango de (100µm).

```

Regression coeffs. for DC100 Lav
-----
constant          = 2326.66
A:Tiempo          = 36.7556
B:Velocidad       = -1.22211
C:Consistencia    = 38.3894
AB                = -2.58342
AC                = -11.4504
BC                = -84.8342
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC100 Lav = 2326.66 + 36.7556*Tiempo - 1.22211*Velocidad +
38.3894*Consistencia - 2.58342*Tiempo*Velocidad -
11.4504*Tiempo*Consistencia - 84.8342*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 26, Condiciones óptimas para minimizar el contenido de partículas de tinta/m² para la hoja de lavado en el rango de 100µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC100 Lav

Optimum value = 454.948

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         20.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja desintegrada (150µm).

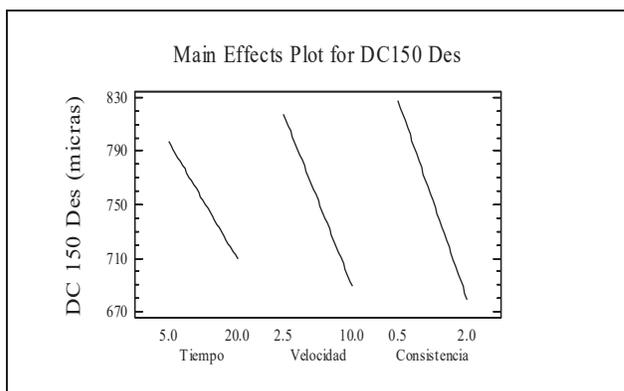


Figura A, No. 27 Efectos principales para la hoja desintegrada (150µm)

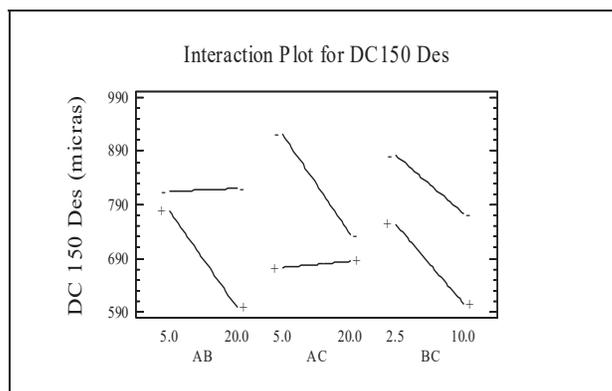


Figura A, No. 28 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (150µm)

Tabla A, No. 27 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada para el rango de 150µm.

```

Regression coeffs. for DC150 Des
-----
constant          = 1038.97
A:Tiempo          = -6.54583
B:Velocidad       = 7.85278
C:Consistencia    = -187.792
AB                 = -1.65444
AC                 = 8.83889
BC                 = -3.47778
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC150 Des = 1038.97 - 6.54583*Tiempo + 7.85278*Velocidad -
187.792*Consistencia - 1.65444*Tiempo*Velocidad +
8.83889*Tiempo*Consistencia - 3.47778*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 28, condiciones óptimas para minimizar el contenido de tintas/m² en el rango de 150µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC150 Des

Optimum value = 564.112

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo         5.0          20.0         20.0
Velocidad      2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja con tratamiento (150µm).

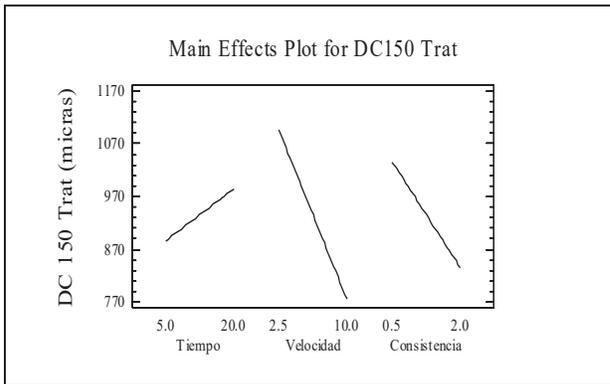


Figura A, No. 29 Efectos principales para la hoja con tratamiento (150µm)

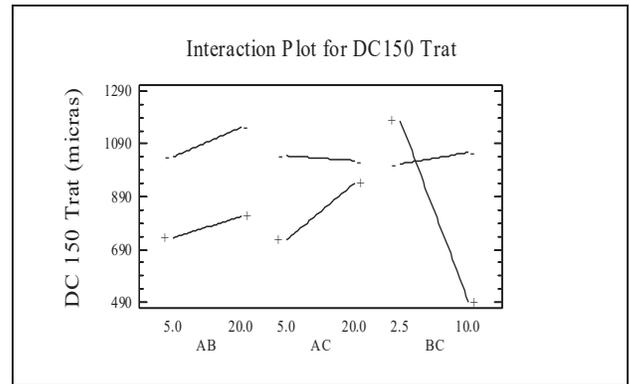


Figura A, No. 30 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (150µm)

Tabla No. 29 Coeficiente de regresión y modelación ajustable para la hoja con tratamiento para el rango de 150µm.

```

Regression coeffs. for DC150 Trat
-----
constant          = 924.064
A:Tiempo          = -4.7875
B:Velocidad       = 41.4583
C:Consistencia    = 141.069
AB                = -0.261111
AC                = 10.3722
BC                = -64.7889
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC150 Trat = 924.064 - 4.7875*Tiempo + 41.4583*Velocidad +
141.069*Consistencia - 0.261111*Tiempo*Velocidad +
10.3722*Tiempo*Consistencia - 64.7889*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 30 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m² para la hoja con tratamiento 150µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC150 Trat

Optimum value = 391.737

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         5.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja de lavado (150µm).

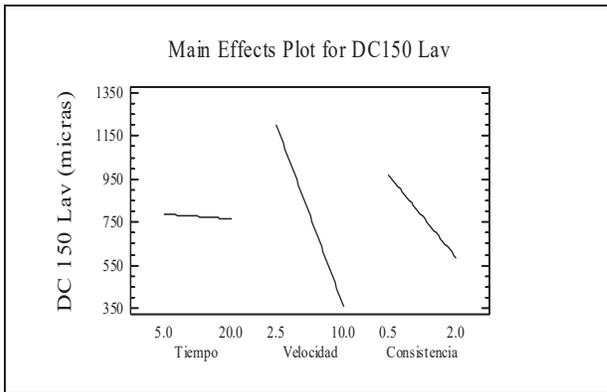


Figura A, No. 31 Efectos principales para la hoja con de lavado (150µm)

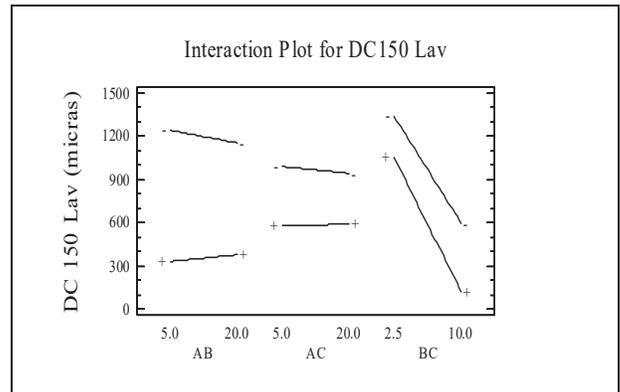


Figura A, No. 32 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (150µm)

Tabla A, No. 31 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado para el rango de 150µm.

```

Regression coeffs. for DC150 Lav
-----
constant          = 1804.83
A:Tiempo          = -11.7589
B:Velocidad       = -105.396
C:Consistencia    = -170.478
AB                = 1.20876
AC                = 2.21044
BC                = -17.7569
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC150 Lav = 1804.83 - 11.7589*Tiempo - 105.396*Velocidad -
170.478*Consistencia + 1.20876*Tiempo*Velocidad +
2.21044*Tiempo*Consistencia - 17.7569*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 32 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m² para la hoja de lavado en el rango de 150µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC150 Lav

Optimum value = 78.5295

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         5.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja desintegrada (200µm).

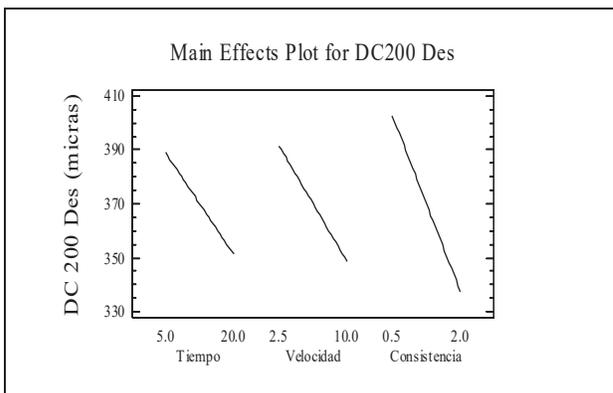


Figura A, No. 33 Efectos principales para la hoja desintegrada (200µm)

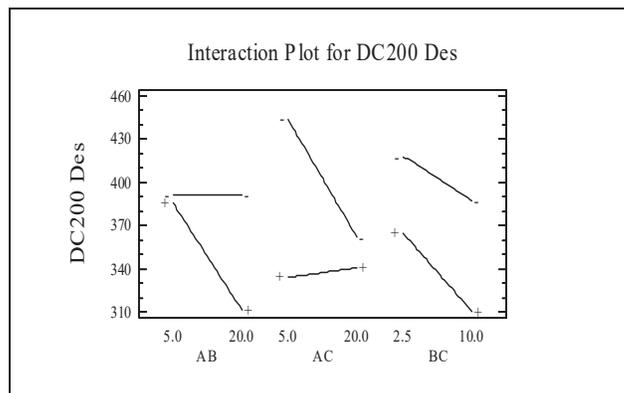


Figura A, No. 34 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada(200µm)

Tabla A, No. 33 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada (200µm).

```

Regression coeffs. for DC200 Des
-----
constant          = 484.926
A:Tiempo          = -3.30417
B:Velocidad       = 5.18056
C:Consistencia    = -79.375
AB                = -0.658889
AC                = 3.92778
BC                = -2.12222
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC200 Des = 484.926 - 3.30417*Tiempo + 5.18056*Velocidad -
79.375*Consistencia - 0.658889*Tiempo*Velocidad +
3.92778*Tiempo*Consistencia - 2.12222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 34 Condiciones óptimas para minimizar el contenido de partículas de tinta para la hoja desintegrada (200µm)

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC200 Des

Optimum value = 294.788

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo         5.0          20.0         20.0
Velocidad      2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja con tratamiento (200µm).

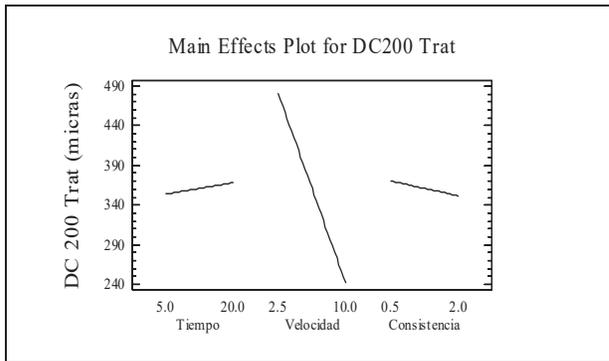


Figura A, No. 35 Efectos principales para la hoja con tratamiento (200µm)

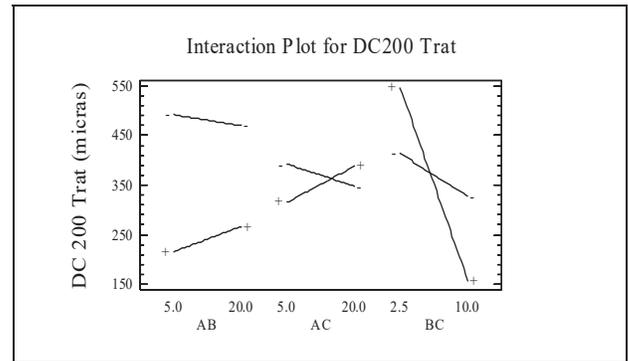


Figura A, No. 36 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (200µm)

Tabla A, No. 35 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja con tratamiento (200µm).

```

Regression coeffs. for DC200 Trat
-----
constant          = 485.35
A:Tiempo          = -9.68472
B:Velocidad       = -6.23611
C:Consistencia    = 91.6528
AB                = 0.654444
AC                = 5.23889
BC                = -27.1222
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC200 Trat = 485.35 - 9.68472*Tiempo - 6.23611*Velocidad +
91.6528*Consistencia + 0.654444*Tiempo*Velocidad +
5.23889*Tiempo*Consistencia - 27.1222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 36 Condiciones optimas para minimizar el contenido de partículas de tinta para la hoja con tratamiento para el rango de (200µm).

Optimize Response			

Goal: minimize DC200 Trat			
Optimum value = 100.538			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja de lavado (200µm).

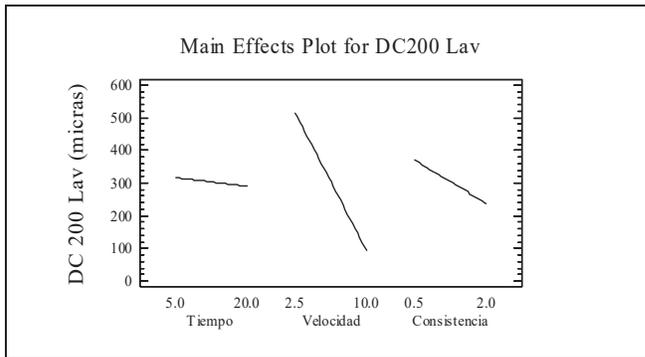


Figura A, No. 37 Efectos principales para la hoja de lavado (200µm)

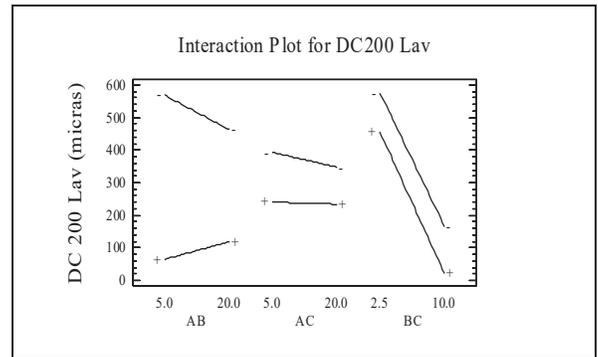


Figura A, No. 38 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (200µm)

Tabla A, No. 37 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado para el rango de 200µm.

```

Regression coeffs. for DC200 Lav
-----
constant          = 909.862
A:Tiempo          = -12.7654
B:Velocidad       = -71.4863
C:Consistencia    = -96.7094
AB                = 1.42129
AC                = 1.72867
BC                = -2.16489
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC200 Lav = 909.862 - 12.7654*Tiempo - 71.4863*Velocidad -
96.7094*Consistencia + 1.42129*Tiempo*Velocidad +
1.72867*Tiempo*Consistencia - 2.16489*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 38 Condiciones óptimas para minimizar el contenido de partículas de tinta/m² para el rango de 200µm.

Optimize Response			

Goal: minimize DC200 Lav			
Optimum value = -17.1935			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja desintegrada (250µm).

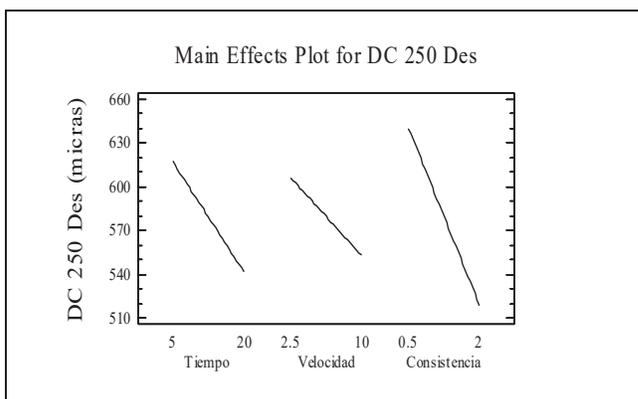


Figura A, No. 39 Efectos principales para la hoja desintegrada (250µm)

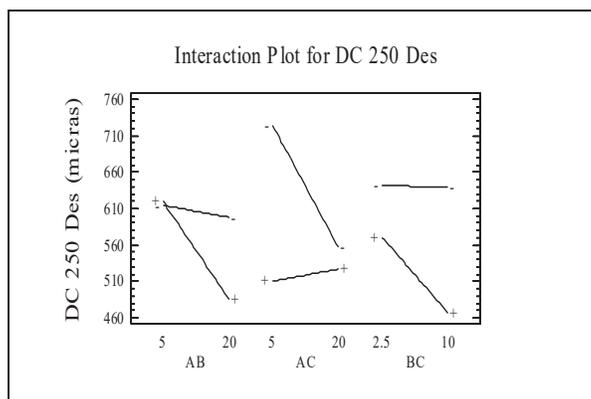


Figura A, No. 40 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (250µm)

Tabla A, No. 39 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada, para el rango de 250µm.

```

Regression coeffs. for DC 250 Des
-----
constant          = 764.436
A:Tiempo          = -8.74861
B:Velocidad      = 17.1139
C:Consistencia   = -127.153
AB                = -1.03889
AC                = 8.18333
BC                = -8.98889
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC 250 Des = 764.436 - 8.74861*Tiempo + 17.1139*Velocidad -
127.153*Consistencia - 1.03889*Tiempo*Velocidad +
8.18333*Tiempo*Consistencia - 8.98889*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 40 Condiciones óptimas para minimizar las condiciones óptimas para la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC 250 Des

Optimum value = 446.075

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo         5.0          20.0         20.0
Velocidad     2.5          10.0         10.0
Consistencia   0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja con tratamiento (250µm).

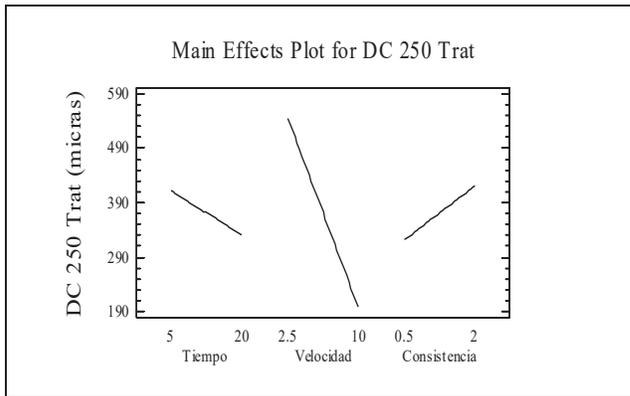


Figura A, No. 41 Efectos principales para la hoja con tratamiento (250µm)

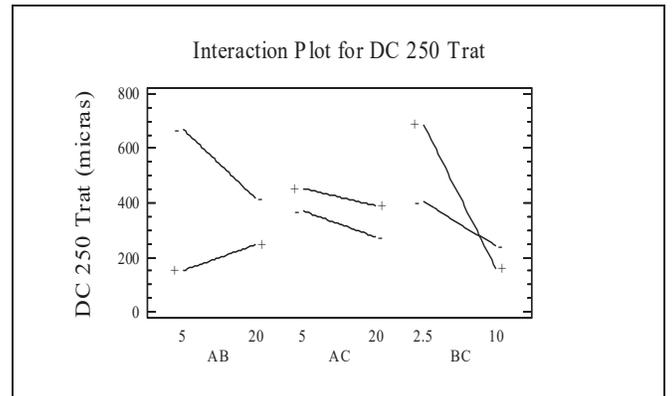


Figura A, No. 42 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (250µm)

Tabla A, No. 41 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada para la hoja con tratamiento para el rango de 250µm.

```

Regression coeffs. for DC 250 Trat
-----
constant          = 653.204
A:Tiempo          = -26.4542
B:Velocidad       = -44.0194
C:Consistencia    = 251.847
AB                = 3.09889
AC                = 1.43889
BC                = -32.6333
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC 250 Trat = 653.204 - 26.4542*Tiempo - 44.0194*Velocidad +
251.847*Consistencia + 3.09889*Tiempo*Velocidad +
1.43889*Tiempo*Consistencia - 32.6333*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 42 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m² para el rango de 250µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC 250 Trat

Optimum value = 101.1

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0          5.0
Velocidad       2.5          10.0          10.0
Consistencia    0.5          2.0           2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja de lavado (250µm).

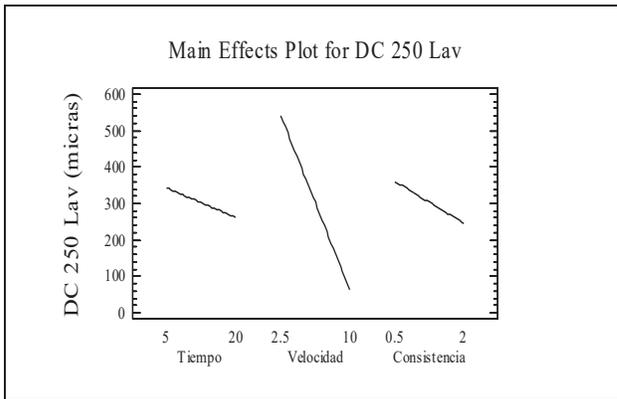


Figura A, No. 43 Efectos principales para la hoja de lavado (250µm)

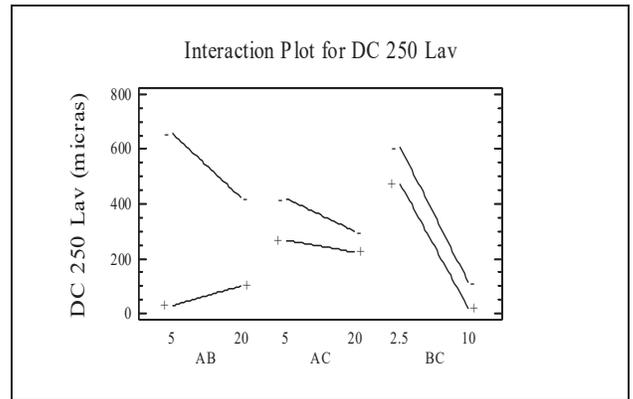


Figura A, No. 44 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (250µm)

Tabla A, No. 43 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado en el rango de 250µm.

```

Regression coeffs. for DC 250 Lav
-----
constant          = 1154.61
A:Tiempo          = -26.4883
B:Velocidad       = -101.854
C:Consistencia    = -141.328
AB                = 2.70356
AC                = 3.36222
BC                = 3.68
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC 250 Lav = 1154.61 - 26.4883*Tiempo - 101.854*Velocidad -
141.328*Consistencia + 2.70356*Tiempo*Velocidad +
3.36222*Tiempo*Consistencia + 3.68*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 44 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m² para la hoja de lavado en el rango de 250µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC 250 Lav
Optimum value = -36.6325

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0          5.0
Velocidad       2.5          10.0          10.0
Consistencia    0.5          2.0           2.0
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja desintegrada (500µm).

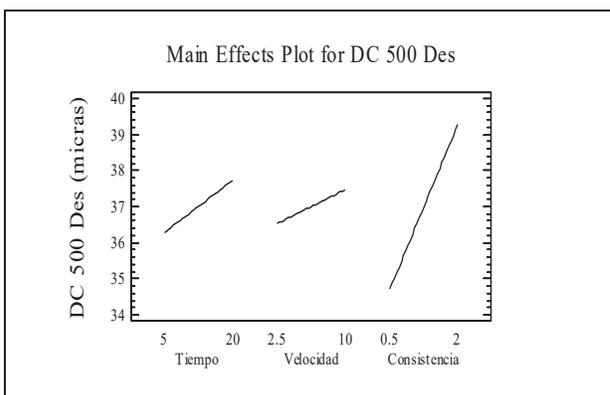


Figura A, No.45 Efectos principales para la hoja desintegrada (500µm)

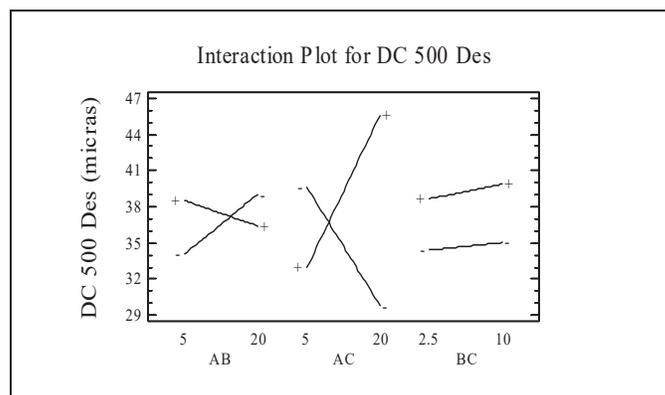


Figura A, No. 46 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada (500µm)

Tabla A, No. 45 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja desintegrada para el rango de 500µm.

```

Regression coeffs. for DC 500 Des
-----
constant          = 42.4167
A:Tiempo          = -0.765278
B:Velocidad       = 0.847222
C:Consistencia    = -9.875
AB                = -0.0633333
AC                = 1.00556
BC                = 0.0555556
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC 500 Des = 42.4167 - 0.765278*Tiempo + 0.847222*Velocidad -
9.875*Consistencia - 0.0633333*Tiempo*Velocidad +
1.00556*Tiempo*Consistencia + 0.0555556*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 46, condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m² para la hoja desintegrada en el rango de 500µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC 500 Des

Optimum value = 28.3125

Factor           Low           High           Optimum
-----
Tiempo           5.0           20.0           20.0
Velocidad        2.5           10.0           10.0
Consistencia     0.5           2.0            0.5
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja con tratamiento (500 μ m).

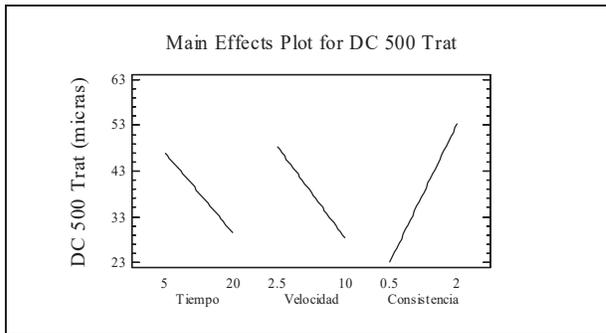


Figura A, No. 47 Efectos principales para la hoja con tratamiento (500 μ m)

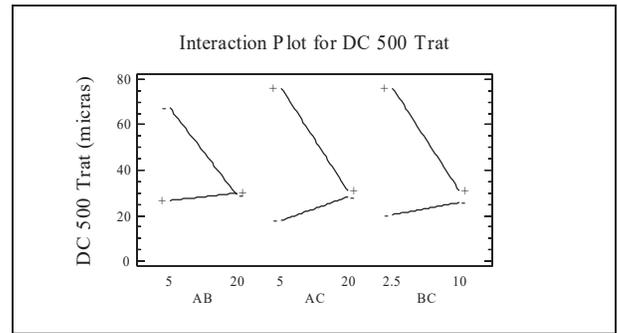


Figura A, No. 48 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento (500 μ m)

Tabla A, No. 47 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja con tratamiento para el rango de 500 μ m.

```

Regression coeffs. for DC 500 Trat
-----
constant          = -0.876389
A:Tiempo          = -0.375
B:Velocidad       = -1.63889
C:Consistencia    = 79.4167
AB                = 0.368889
AC                = -2.47778
BC                = -4.51111
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC 500 Trat = -0.876389 - 0.375*Tiempo - 1.63889*Velocidad +
79.4167*Consistencia + 0.368889*Tiempo*Velocidad -
2.47778*Tiempo*Consistencia - 4.51111*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 48 condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m² para la hoja con tratamiento en el rango de 500 μ m.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC 500 Trat

Optimum value = 10.2625

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         5.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          0.5
    
```

Apéndices, Evaluación óptica para la hoja de lavado (500µm).

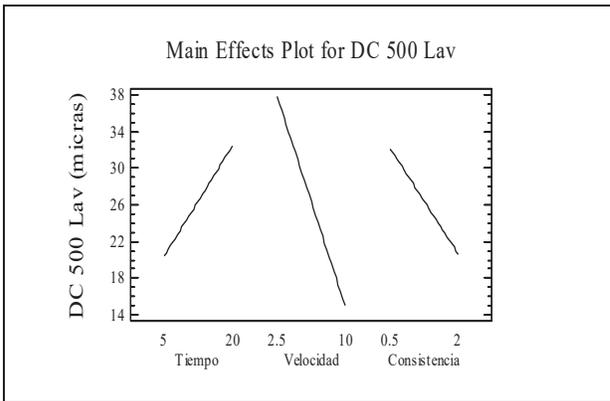


Figura A, No. 49 Efectos principales para la hoja de lavado (500µm)

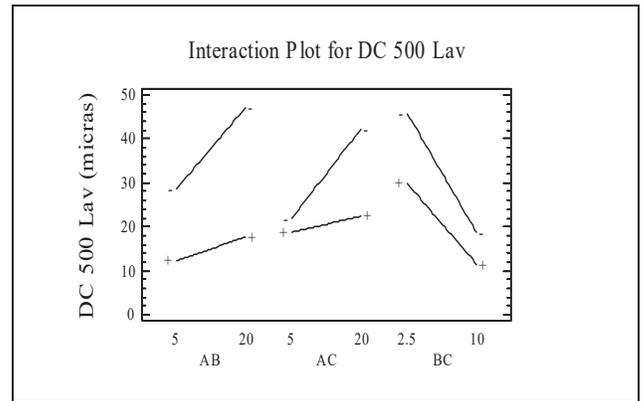


Figura A, No.50 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado (500µm)

Tabla A, No. 49 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado para el rango de 500µm.

```

Regression coeffs. for DC 500 Lav
-----
constant          = 30.3114
A:Tiempo          = 2.45944
B:Velocidad       = -2.54778
C:Consistencia    = -3.29444
AB                = -0.117333
AC                = -0.742222
BC                = 0.782222
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

DC 500 Lav = 30.3114 + 2.45944*Tiempo - 2.54778*Velocidad -
3.29444*Consistencia - 0.117333*Tiempo*Velocidad -
0.742222*Tiempo*Consistencia + 0.782222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 50 Condiciones óptimas para minimizar la cantidad de partículas de tinta/m² para la hoja de lavado en el rango de 500µm.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize DC 500 Lav

Optimum value = 9.9225

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0         20.0
Velocidad       2.5          10.0         10.0
Consistencia    0.5          2.0          2.0
    
```

Apéndice para la malla 30.

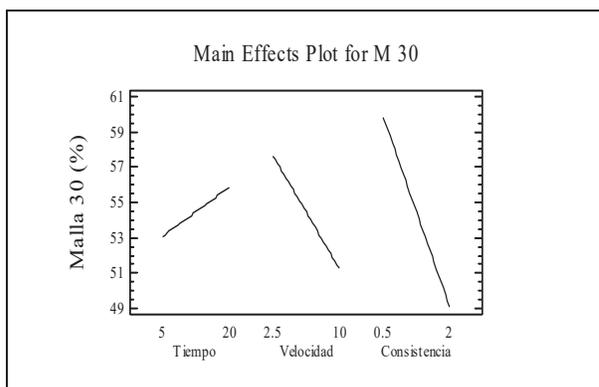


Figura A, No. 51 Efectos principales para la malla 30.

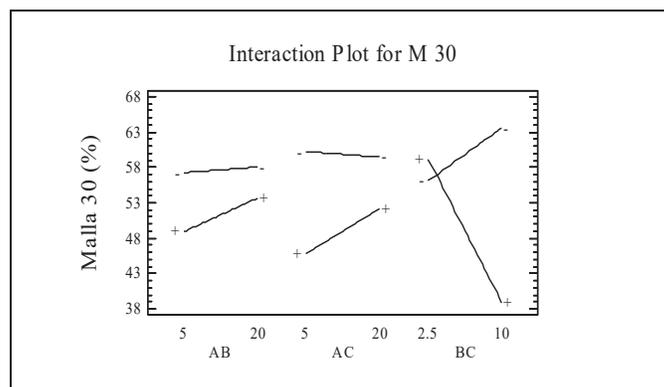


Figura A, No. 52 Efecto de las interacciones para la malla 30.

Tabla A, No. 51 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 30

```

Regression coeffs. for M 30
-----
constant          = 54.9102
A:Tiempo          = -0.431194
B:Velocidad       = 1.78428
C:Consistencia    = 4.25361
AB                = 0.0352667
AC                = 0.315889
BC                = -2.46022
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

M 30 = 54.9102 - 0.431194*Tiempo + 1.78428*Velocidad +
4.25361*Consistencia + 0.0352667*Tiempo*Velocidad +
0.315889*Tiempo*Consistencia - 2.46022*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 52, condiciones óptimas para minimizar la cantidad de fibras para la malla 30.

Optimize Response			

Goal: minimize M 30			
Optimum value = 34.822			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

Apéndice para la malla 50.

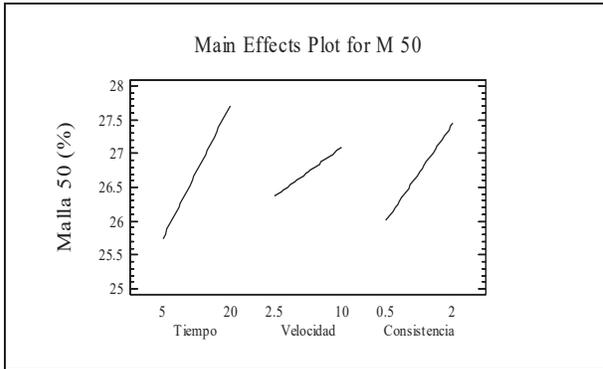


Figura A, No. 53 Efectos principales para la malla 50.

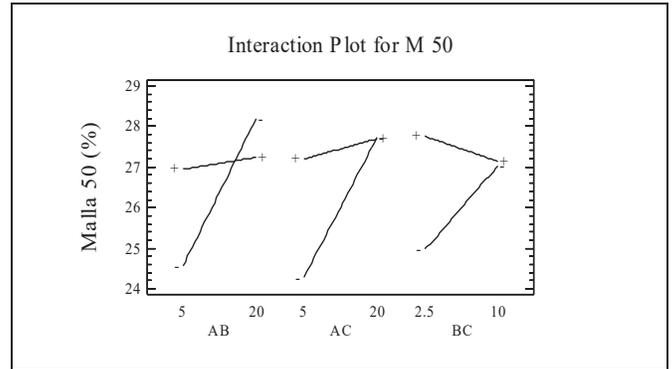


Figura A, No. 54 Efecto de las interacciones para la malla 50.

Tabla A, No. 53 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 50.

```

Regression coeffs. for M 50
-----
constant          = 17.0982
A:Tiempo          = 0.477
B:Velocidad       = 0.763333
C:Consistencia    = 4.07111
AB                = -0.0295111
AC                = -0.129778
BC                = -0.238222
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

M 50 = 17.0982 + 0.477*Tiempo + 0.763333*Velocidad +
4.07111*Consistencia - 0.0295111*Tiempo*Velocidad -
0.129778*Tiempo*Consistencia - 0.238222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 54, condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 50.

```

Optimize Response
-----
Goal: maximize M 50

Optimum value = 28.831

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0          20.0
Velocidad       2.5          10.0          2.5
Consistencia    0.5          2.0           2.0
    
```

Apéndice para la malla 100.

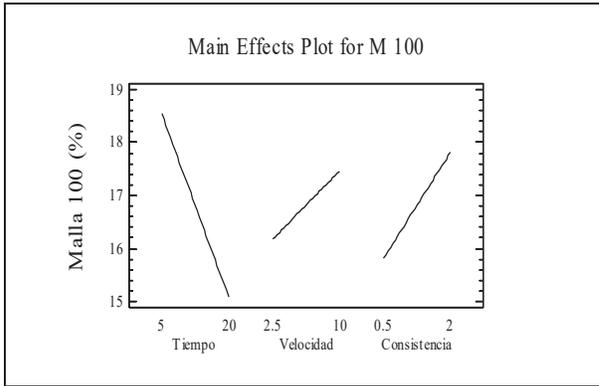


Figura A, No. 55 Efectos principales para la malla 100.

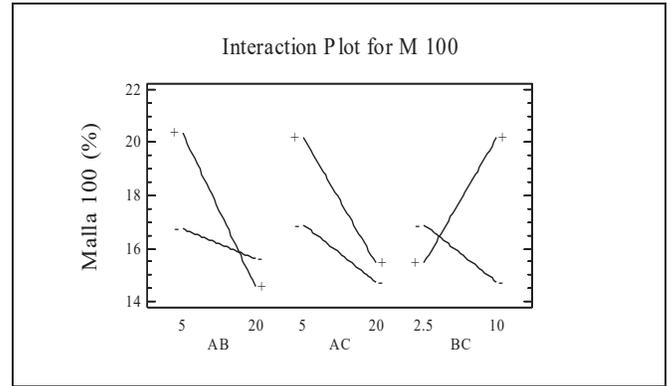


Figura A, No. 56 Efecto de las interacciones para la malla 100.

Tabla A, No. 55 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 100.

```

Regression coeffs. for M 100
-----
constant          = 16.7403
A:Tiempo          = 0.170306
B:Velocidad       = -0.0793889
C:Consistencia    = -1.07028
AB                = -0.0411778
AC                = -0.113889
BC                = 0.612222
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

M 100 = 16.7403 + 0.170306*Tiempo - 0.0793889*Velocidad -
1.07028*Consistencia - 0.0411778*Tiempo*Velocidad -
0.113889*Tiempo*Consistencia + 0.612222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 56, condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 100.

```

Optimize Response
-----
Goal: maximize M 100

Optimum value = 23.704

Factor          Low          High          Optimum
-----
Tiempo          5.0          20.0          5.0
Velocidad       2.5          10.0          10.0
Consistencia    0.5          2.0           2.0
    
```

Apéndice para la malla 200.

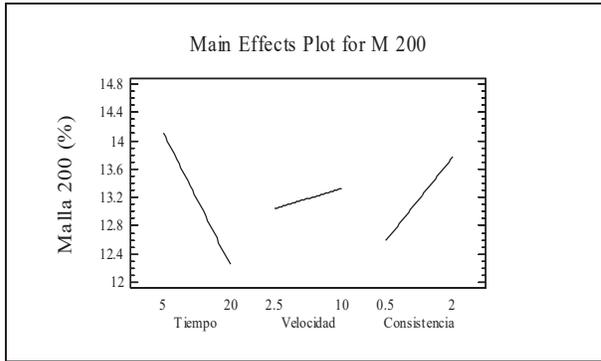


Figura A, No. 57 Efectos principales para la malla 200.

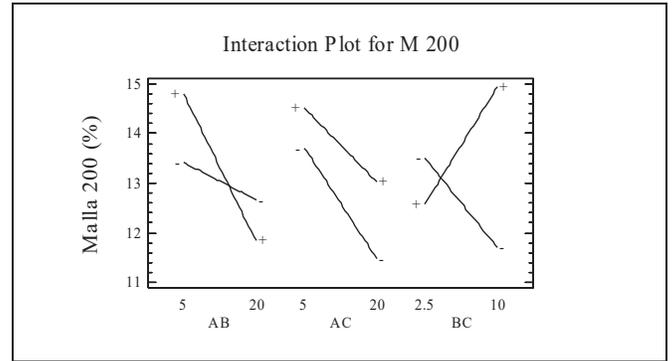


Figura A, No. 58 Efecto de las interacciones para la malla 200.

Tabla A, No. 57 Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la malla 200.

```

Regression coeffs. for M 200
-----
constant          = 15.3981
A:Tiempo          = -0.0420278
B:Velocidad       = -0.178944
C:Consistencia    = -1.9525
AB                = -0.0198
AC                = 0.0332222
BC                = 0.370889
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

M 200 = 15.3981 - 0.0420278*Tiempo - 0.178944*Velocidad -
1.9525*Consistencia - 0.0198*Tiempo*Velocidad +
0.0332222*Tiempo*Consistencia + 0.370889*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 58, condiciones óptimas para maximizar la cantidad de fibras para la malla 200.

Optimize Response			

Goal: maximize M 200			
Optimum value = 16.2535			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	2.0

Comportamiento de la longitud de fibra para la hoja desintegrada.

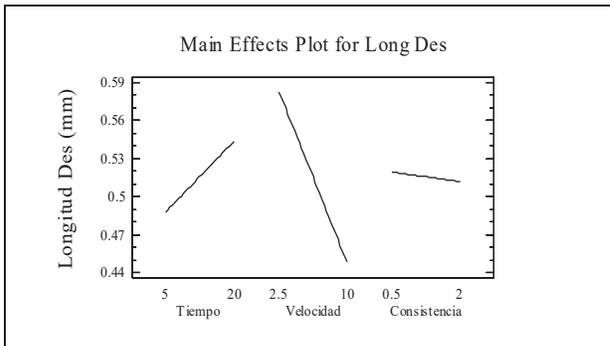


Figura A, No. 59 Efectos principales para la hoja desintegrada.

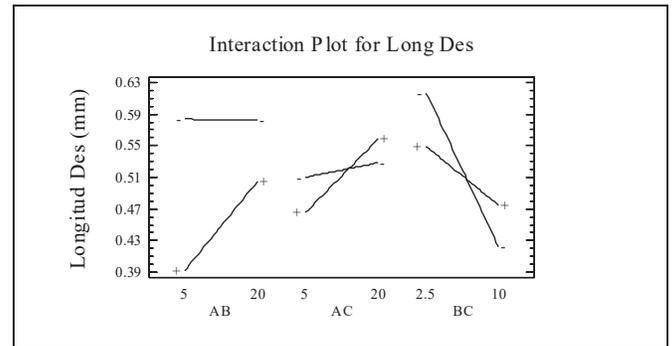


Figura A, No. 60 Efecto de las interacciones para la hoja desintegrada.

Tabla A, No. 59, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la longitud de las fibras en la hoja desintegrada.

```

Regression coeffs. for Long Des
-----
constant          = 0.802569
A:Tiempo          = -0.00673819
B:Velocidad       = -0.0440375
C:Consistencia    = -0.113826
AB                = 0.00100611
AC                = 0.003325
BC                = 0.0107722
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Long Des = 0.802569 - 0.00673819*Tiempo - 0.0440375*Velocidad -
0.113826*Consistencia + 0.00100611*Tiempo*Velocidad +
0.003325*Tiempo*Consistencia + 0.0107722*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 60 Condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra en la hoja desintegrada.

Optimize Response			

Goal: minimize Long Des			
Optimum value = 0.384069			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	10.0
Consistencia	0.5	2.0	0.5

Comportamiento de la longitud de la fibra para la hoja con tratamiento “magnético-mecánico”.

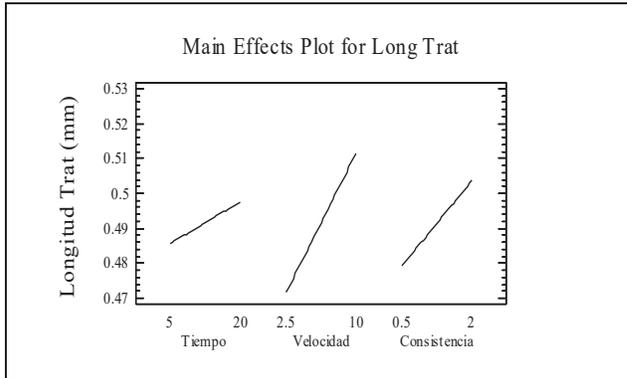


Figura A, No. 61 Efectos principales para la hoja con tratamiento.

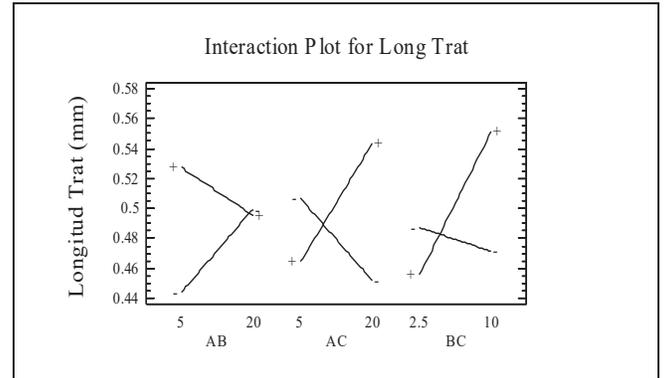


Figura A, No. 62 Efecto de las interacciones para la hoja con tratamiento.

Tabla A, No.61, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la longitud de fibra para la hoja con tratamiento.

```

Regression coeffs. for Long Trat
-----
constant          = 0.537066
A:Tiempo          = -0.00172708
B:Velocidad       = 0.0026625
C:Consistencia    = -0.119493
AB                = -0.000779444
AC                = 0.00591389
BC                = 0.00989444
-----

The StatAdvisor
-----
This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Long Trat = 0.537066 - 0.00172708*Tiempo + 0.0026625*Velocidad -
0.119493*Consistencia - 0.000779444*Tiempo*Velocidad +
0.00591389*Tiempo*Consistencia + 0.00989444*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No.62, Condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra con tratamiento.

Optimize Response			

Goal: minimize Long Trat			
Optimum value = 0.394969			
Factor	Low	High	Optimum

Tiempo	5.0	20.0	5.0
Velocidad	2.5	10.0	2.5
Consistencia	0.5	2.0	2.0

Comportamiento de la longitud de las fibras para la hoja de lavado.

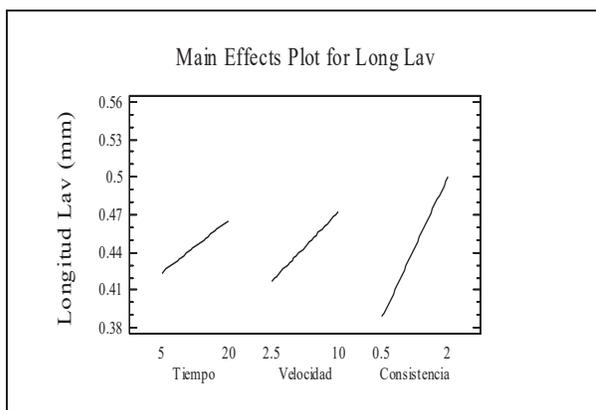


Figura A, No. 63 Efectos principales para la hoja de lavado.

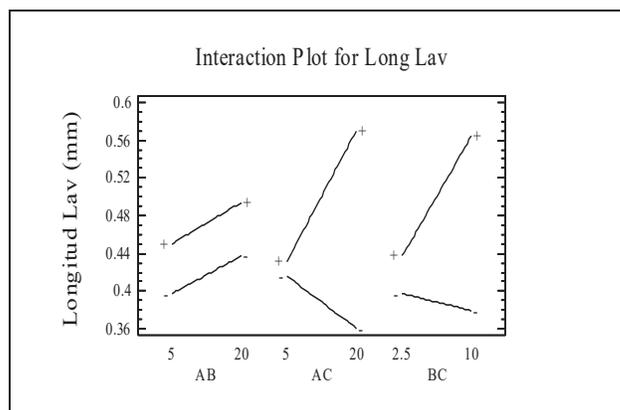


Figura A, No. 64 Efecto de las interacciones para la hoja de lavado.

Tabla A, No. 63, Coeficiente de regresión y modelo ajustable para la hoja de lavado.

```

Regression coeffs. for Long Lav
-----
constant          = 0.507903
A:Tiempo          = -0.00813472
B:Velocidad       = -0.00926944
C:Consistencia    = -0.112819
AB                = 0.0000333333
AC                = 0.00856111
BC                = 0.0129222
-----

The StatAdvisor
-----

This pane displays the regression equation which has been fitted to
the data. The equation of the fitted model is

Long Lav = 0.507903 - 0.00813472*Tiempo - 0.00926944*Velocidad -
0.112819*Consistencia + 0.0000333333*Tiempo*Velocidad +
0.00856111*Tiempo*Consistencia + 0.0129222*Velocidad*Consistencia
    
```

Tabla A, No. 64, Condiciones óptimas para minimizar la longitud de fibra para la hoja de lavado.

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize Long Lav

Optimum value = 0.352994

Factor           Low           High           Optimum
-----
Tiempo           5.0           20.0           20.0
Velocidad        2.5           10.0           10.0
Consistencia     0.5           2.0            0.5
    
```

Graficas de barras para el diseño experimental.

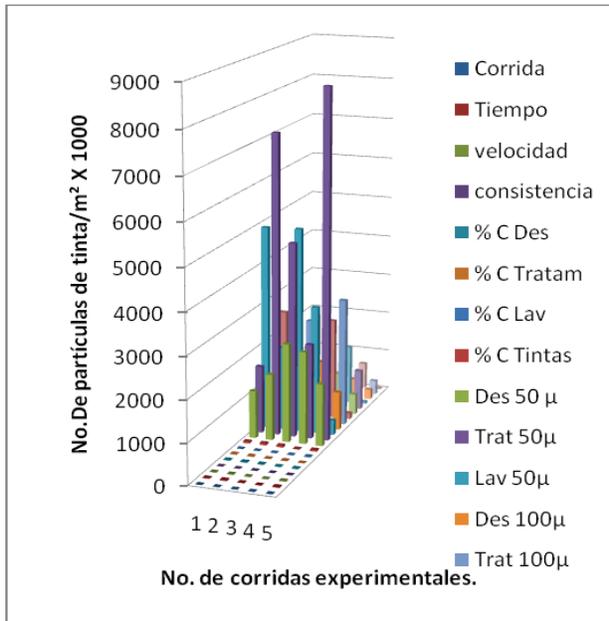


Figura A, No. 65 Diseño de experimentos, corridas de la 1-5.

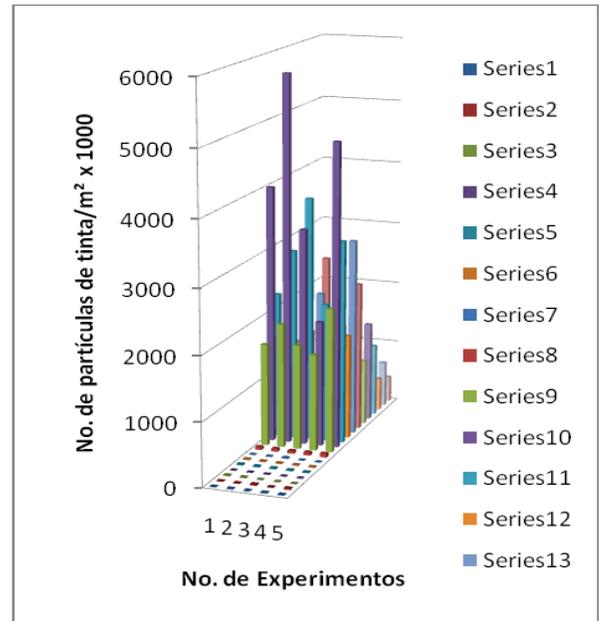


Figura A, No. 66 Diseño de experimentos, corridas de la 6-10.

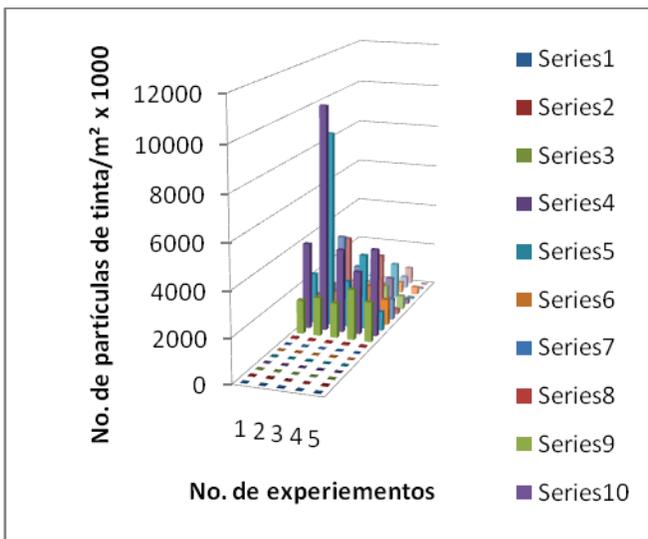


Figura A, No. 67 Diseño de experimentos, corridas de la 11-15.

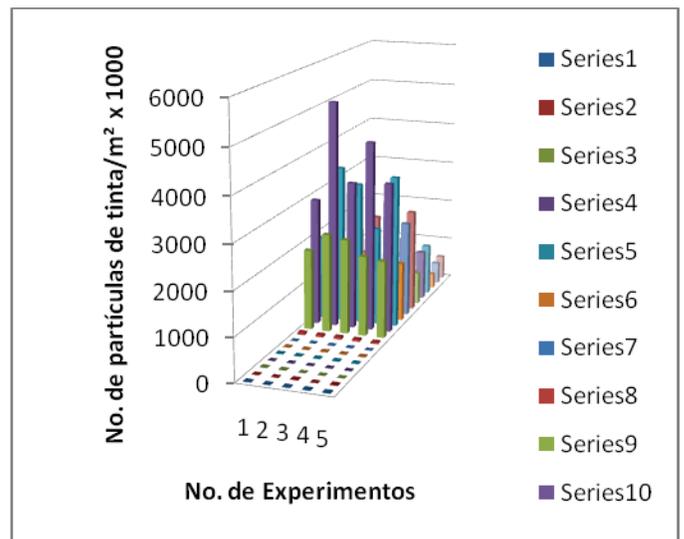


Figura A, No. 68 Diseño de experimentos, corridas de la 16-20.

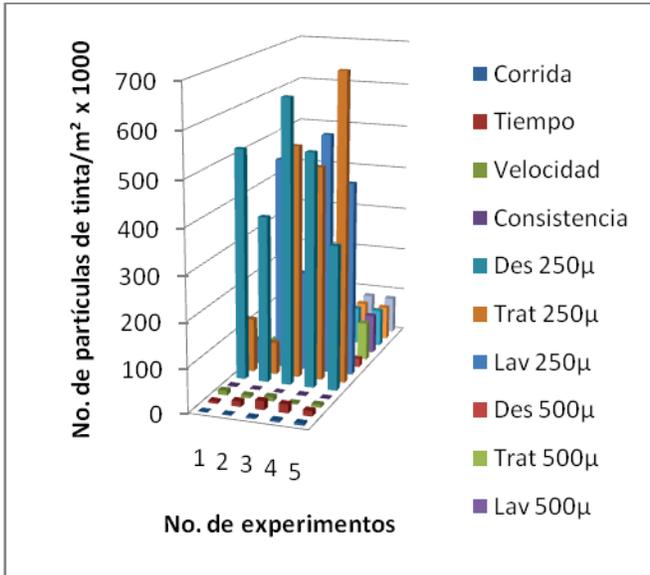


Figura A, No. 69, 2º Parte del diseño experimental, corridas de la 1-5.

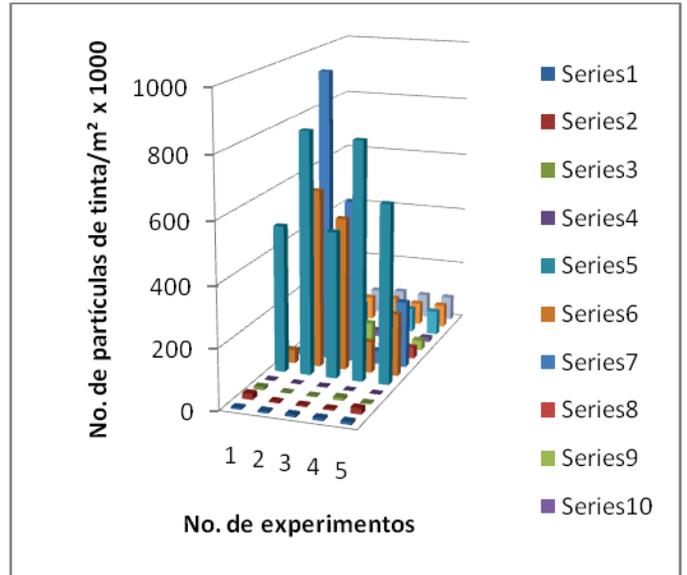


Figura A, No. 70, 2º Parte del diseño experimental, corridas de la 6-10.

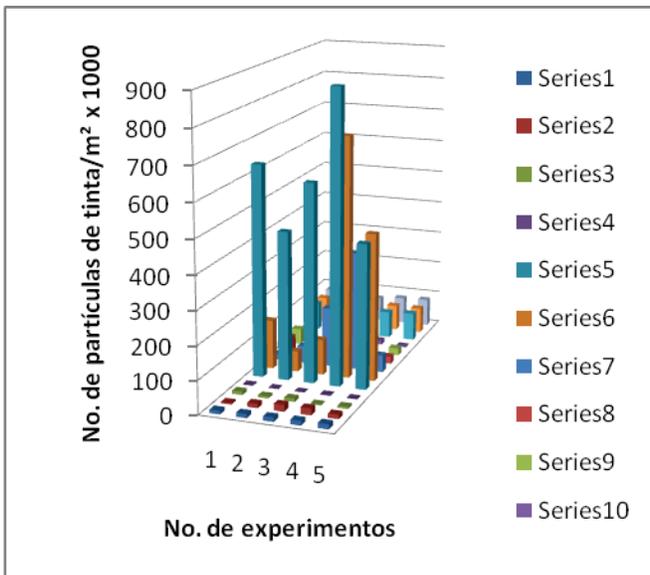


Figura A, No. 71, 2º Parte del diseño experimental, corridas de la 11-15.

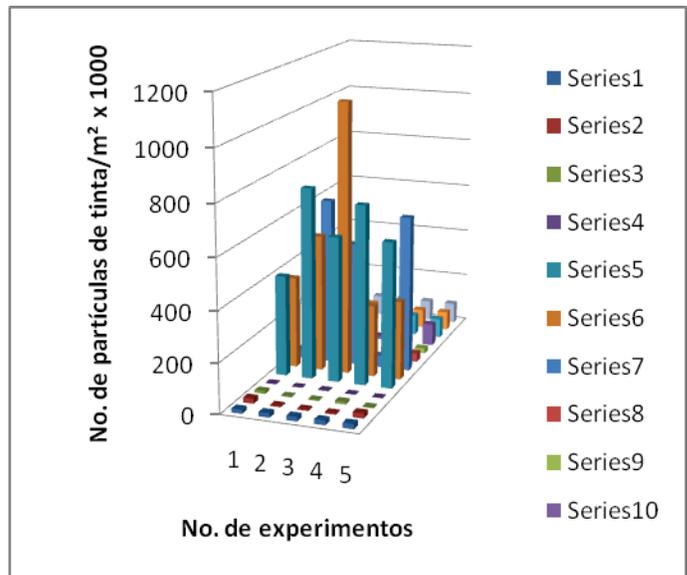


Figura A, No. 72, 2º Parte del diseño experimental, corridas de la 16-20.

Anexos.

Medición de fibras, correspondientes a cada una de las corridas experimentales que se realizaron para el desarrollo del presente trabajo.



Fig. No. 1 Fibras correspondientes a la 1^o corrida experimental

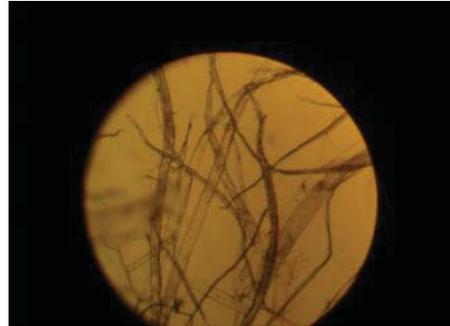


Fig. No. 2 Fibras correspondientes al 2^o experimento

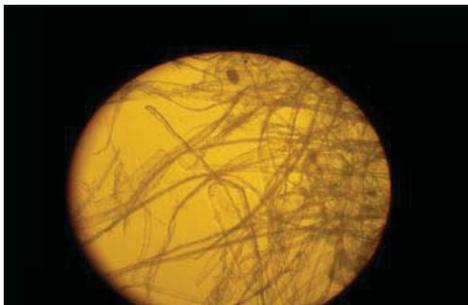


Fig. No. 3 Fibras Correspondientes al 3^o experimento



Fig. No. 4 Fibras correspondientes al 4^o experimento



Fig. No. 5 Fibras correspondientes al 5^o experimento

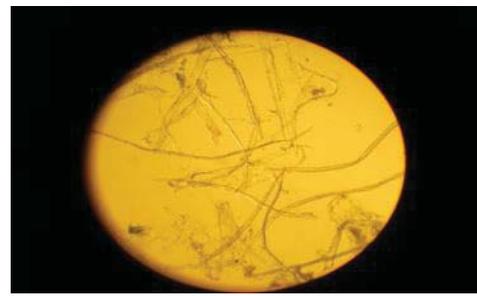


Fig. No. 6 Fibras correspondientes al 6^o experimento



Fig. No. 7 Fibras correspondientes al 7° experimento



Fig. No. 8 Fibras correspondientes al 8° experimento



Fig. No. 9 Fibras correspondientes al 9° experimento



Fig. No. 10 Fibras correspondientes al 10° experimento

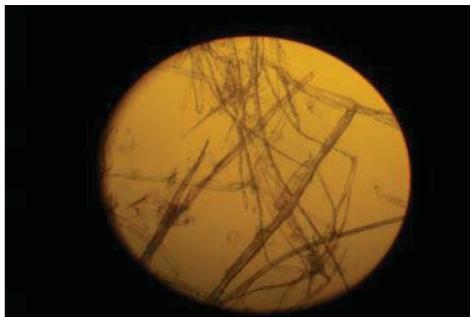


Fig. No. 11 Fibras correspondientes al 11° experimento



Fig. No. 12 Fibras correspondientes al 12° experimento

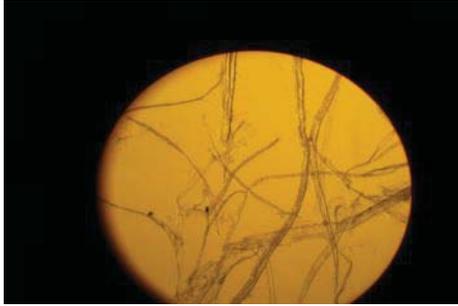


Fig. No. 13 Fibras correspondientes al 13° experimento

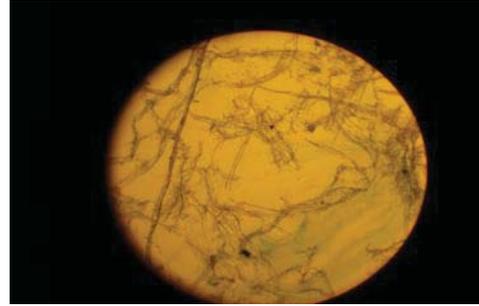


Fig. No. 14 Fibras correspondientes al 14° experimento

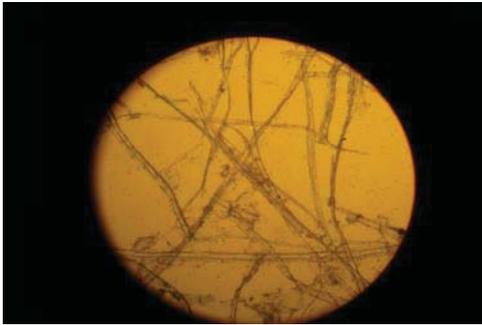


Fig. No. 15 Fibras correspondientes al 15° experimento



Fig. No. 16 Fibras correspondientes al 16° experimento

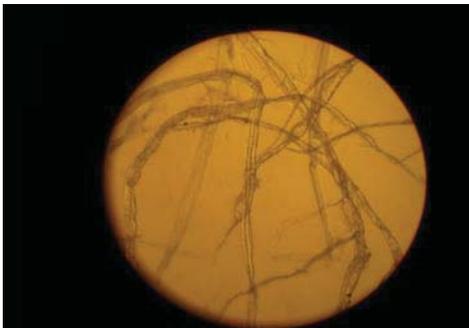


Fig. No. 17 Fibras correspondientes al 17° experimento



Fig. No. 18 Fibras correspondientes al 18° experimento

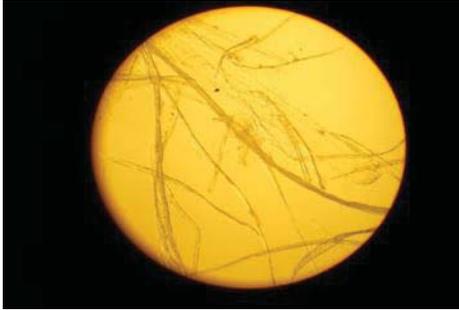


Fig. No. 19 Fibras correspondientes al 19° experimento

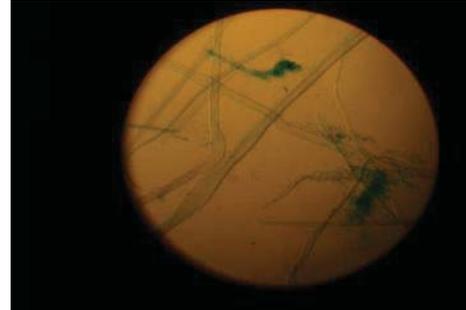


Fig. No. 20 Fibras correspondientes al 20° experimento

Promedios para cada una de las corridas experimentales, medición de fibra.

Tabla No. 1 Promedios “longitud de fibras”.

No. De Corridas	Promedios (Longitud de fibra) mm.
1	0.64
2	0.47
3	0.60
4	0.52
5	0.38
6	0.47
7	0.46
8	0.45
9	0.40
10	0.44
11	0.51
12	0.59
13	0.53
14	0.49
15	0.49
16	0.52
17	0.48
18	0.43
19	0.43
20	0.53