



Influencia del calandrado sobre las propiedades de papeles obra fabricados con pulpas NSSC

Delorenzi, Fabián.⁽¹⁾; Vélez, Hugo.⁽¹⁾

⁽¹⁾INTI-Celulosa y Papel

Introducción

Papel obra para fotocopias e impresoras de chorro a tinta

Estos papeles se utilizan para fotocopiado e impresiones sin impacto, para lo cual necesitan buena lisura y control de penetración de tintas. Desde el punto de vista óptico necesitan altos niveles de blancura y opacidad. La resistencia normalmente no es un factor limitante, mientras que una buena formación y una superficie muy regular son atributos necesarios. El encolado en masa es realizado en medio neutro o alcalino. Además, se añade aproximadamente de 10 a 15% de cargas y suele realizarse un encolado superficial con almidón ⁽²⁾. Los papeles de mejor calidad se fabrican a partir de pulpa química, usualmente de fibra corta reforzada con un mínimo de fibra larga para lograr la resistencia requerida. La composición fibrosa para el papel obra normalmente recibe un refinado de débil a moderado debido a que éste no requiere una elevada resistencia y así se evita la influencia adversa sobre su apariencia y propiedades ópticas ⁽³⁾.

Tradicionalmente, este tipo de papeles se calandraba en línea con una calandra dura (*hard nip calender*), pero actualmente la tecnología preferida es utilizar calandras blandas (*soft-calenders*). Se comercializan en bobinas y en hojas, dependiendo del tipo de máquina usada en los procesos posteriores. En nuestro país el tamaño más común en el que se cortan las hojas cuando van a ser utilizadas en oficinas es el A4 (210 x 297 mm). El gramaje varía entre 70 y 90 g/m² y la blancura entre 80-96 % ⁽²⁾.

Hipótesis de trabajo

La razón que motiva este estudio es la posibilidad de mejorar las propiedades de un papel obra obtenido a partir de pulpas NSSC, de alto rendimiento y bajo costo relativo, con el fin de obtener papeles de calidad comparable a la

de los papeles fabricados con pulpas químicas tradicionales.

Objetivo general

Con este trabajo se desea estudiar la influencia de las principales variables operativas del calandrado en calandras blandas en las propiedades de papeles de impresión y escritura para fotocopias e impresiones de chorro a tinta fabricados a partir de pulpas NSSC.

Objetivos particulares

1. optimizar las condiciones de calandrado en una calandra blanda.
2. Verificar la mejora en las propiedades de los papeles tratados.
3. Realizar ensayos comparativos de aptitud a la impresión con otros papeles obtenidos del mercado local.

Metodología / Descripción Experimental

Experiencias de calandrado en una calandra blanda a escala piloto (correspondiente al objetivo particular 1)

Para este estudio fueron analizados los siguientes tipos de papeles:

- Papeles de fábrica a partir de pulpas NSSC, las cuales se tomaron de bobinas antes de realizar el calandrado en fábrica, y se identificaron como "**Papel obra NSSC sin calandrar**".
- Papeles de fábrica a partir de pulpas NSSC iguales a estas últimas, pero calandrados y optimizados en laboratorio e identificados como "**Papel obra NSSC calandrado en laboratorio**".
- Producto terminado de la misma producción en forma de resmas calandrado en fábrica

en calandras duras, identificado como **“Papel obra NSSC de fábrica”**.

- Papeles fabricados a partir de pulpa química de fibra corta como componente mayoritario calandrados en fábrica en calandras duras tomados como testigo, identificados como **“Papel obra testigo de fábrica”**

Las experiencias de calandrado fueron realizadas en una calandra blanda a escala piloto marca Beloit Corp. Modelo 750 (Ver Figura 1) de 1 nip, rango de presiones 0 - 3000 lb/in, rango de temperaturas del rodillo caliente 23 - 139°C, rango de velocidad del rodillo 0 - 16 m/s.

Una pasada por el nip equivale al pasaje de las caras del papel por ambos rodillos para igual acabado en ambas caras, por ser el rodillo metálico de una terminación muy superior que la del lado del rodillo blando.

Los tratamientos de calandrado se realizaron únicamente sobre las muestras identificadas **“Papel obra NSSC sin calandrar”**, trabajando a velocidad máxima (16 m/s), y considerando como variables:

- *Presión lineal*
- *Temperatura del rodillo caliente*
- *Nº de pasadas por el nip*

La elección de los rangos de valores utilizados se basó en condiciones experimentales de otros trabajos a escala piloto ^{(10) (14) (20) (21) (22)}



Figura 1 : Calandra blanda de laboratorio utilizada en los ensayos

La optimización del tratamiento se realizó mediante un diseño de experimentos. Se aplicó un diseño central compuesto para 3 factores (CCD) factorial de 2³ (3 factores a 2 niveles) con repetición del punto central (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Combinaciones de tratamiento

Presión lineal (kN/m) (A)	Nº de pasadas por el nip (B)	Temperatura del rodillo caliente (°C) (C)
30	2	60
45	2	60
30	4	60
45	4	60
30	2	90
45	2	90
30	4	90
45	4	90
25	3	75
50	3	75
37,5	1	75
37,5	5	75
37,5	3	50
37,5	3	100
37,5	3	75
37,5	3	75

Los papeles tratados y los calandrados en fábrica con calandras duras se evaluaron mediante los siguientes ensayos (Ver Tabla 3):

Tabla 1: Ensayos realizados

ENSAYO	NORMA
Porosidad Gurley (*)	IRAM P 3019
Rugosidad Bendtsen (**)	IRAM P 3011
Rugosidad IGT	Método IGT W 28
Brillo (75 grados)	TAPPI 480 om-99
Penetración de impresión IGT	Método IGT W 24
Arranque superficial con ceras dennison (*) (**)	IRAM P 3043
Blancura (*) (**)	IRAM P 3114
Opacidad (*) (**)	IRAM P 3115
Resistencia a la Tracción (*)	NM-ISO 1924-2:2001
Espesor (*) (**)	IRAM P 3011
Gramaje (*)	IRAM P 3009

(*) Los límites de estos parámetros se encuentran en la norma IRAM 3100:1999 “Papel obra primera”.

(**) Los límites de estos parámetros se encuentran en la norma IRAM 3124:2001 “Papel para fotocopiado con polvos secos”.

Análisis estadístico de los resultados (correspondiente al objetivo particular 2)

A partir de los resultados obtenidos a través de los usos, se realizó un análisis de las respuestas al diseño aplicado con el fin de verificar que variables representan un efecto significativo en la mejora de las propiedades.

Análisis comparativo de los papeles tratados con las muestras utilizadas como testigo (correspondiente al objetivo particular 3)

Se realizó un análisis de varianza utilizando el test de ANOVA para la comparación entre la

muestra ensayada con tratamiento óptimo y las muestras calandradas en fábrica.

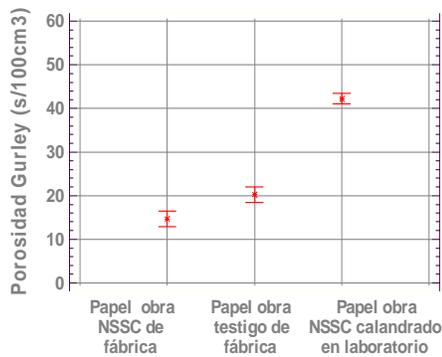
Resultados

Análisis comparativo de los papeles tratados de manera óptima con las muestras utilizadas como testigo (correspondiente al objetivo particular 3)

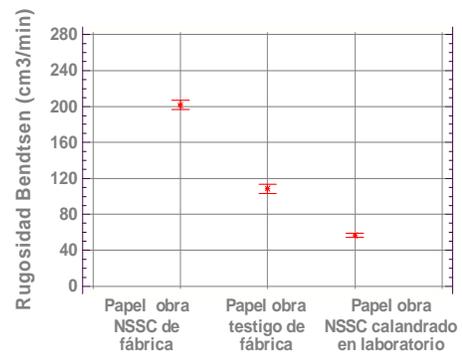
Los gráficos correspondientes al análisis comparativo entre los papeles calandrados en fábrica y en laboratorio para cada propiedad analizada utilizando el Test ANOVA (Ver Figuras 2 a 12).

Del análisis de los gráficos de análisis comparativo surge como tendencia general una mejora importante en las propiedades de impresión en las muestras calandradas en laboratorio respecto de las muestras testigo y una diferencia significativamente mayor en relación a las mismas muestras calandradas en fábrica.

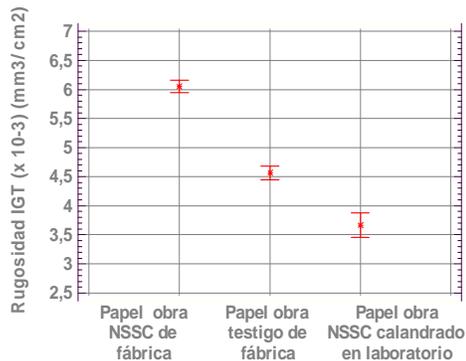
Por otro lado, las propiedades ópticas y de resistencia no ofrecen diferencias relevantes.



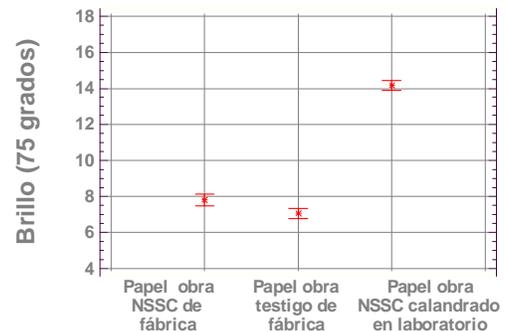
Porosidad Gurley : Figura 2: Gráfico comparativo de análisis de porosidad



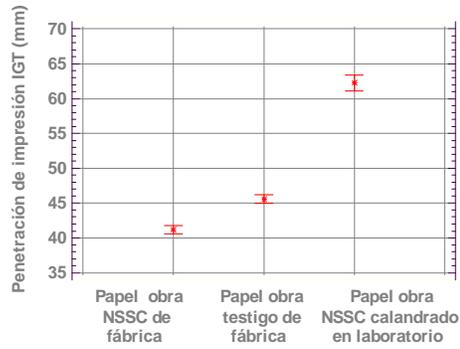
Rugosidad Bendtsen : Figura 3: Gráfico comparativo de análisis de Rugosidad Bendtsen



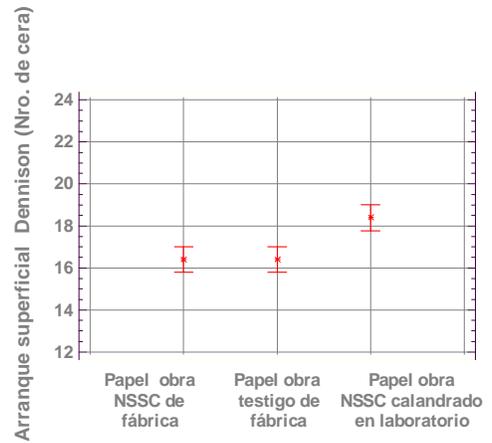
Rugosidad IGT : Figura 4: Gráfico comparativo de análisis de Rugosidad IGT



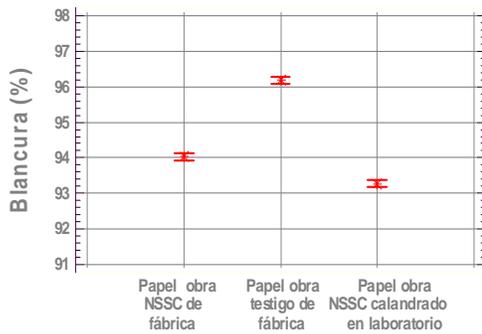
Brillo: Figura 5: Gráfico comparativo de análisis de Brillo



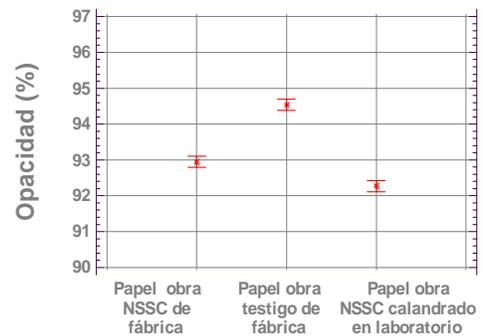
Penetración de impresión IGT : Figura 6: Gráfico comparativo de análisis de penetración IGT



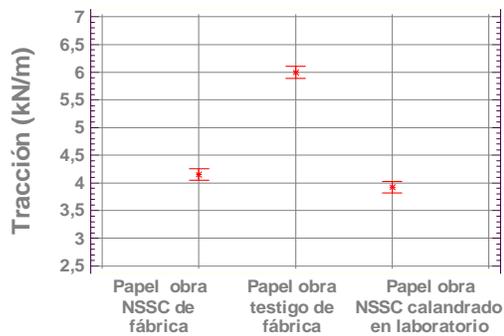
Arranque superficial Dennison : Figura 7: Gráfico comparativo de análisis de arranque superficial



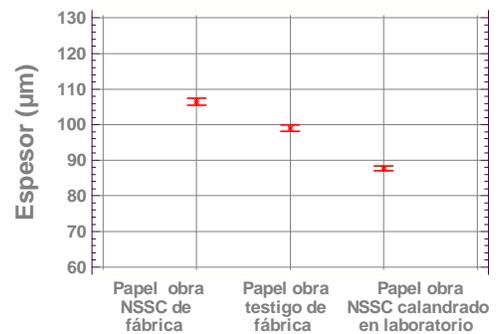
Blancura: Figura 8: Gráfico comparativo de análisis de blancura



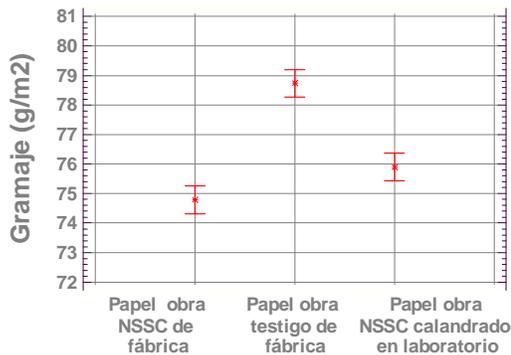
Opacidad : Figura 9: Gráfico comparativo de análisis de opacidad



Resistencia a la Tracción : Figura 10: Gráfico comparativo de análisis de tracción



Espesor Figura 11: Gráfico comparativo de análisis de espesor



Gramaje: Figura 12: Gráfico comparativo de análisis de gramaje

Conclusiones

De los resultados obtenidos en la presente investigación sobre la influencia del calandrado sobre las propiedades de papeles obra fabricados con pulpas NSSC se deducen las siguientes conclusiones:

- Se lograron optimizar las condiciones de calandrado a escala piloto con mejoras importantes en aptitud a la impresión sin afectar en gran medida las propiedades restantes.
- De los parámetros examinados (Presión lineal, Temperatura del rodillo caliente y N° de pasadas por el nip), la temperatura ejerce el efecto positivo más importante sobre la aptitud a la impresión (aumento de brillo, penetración de impresión, resistencia superficial y la disminución de la rugosidad Bendtsen e IGT) y un leve efecto negativo sobre la blancura y la opacidad (sólo de 0,3% y 0,2% respectivamente). El espesor es levemente afectado.
- La presión lineal ejerce un efecto positivo menor que la temperatura sobre la aptitud a la impresión pero no un efecto significativo sobre la blancura. El espesor es afectado pero con una disminución normal para este tipo de calandras.

- El N° de pasadas por el nip no ejerce ningún efecto significativo sobre las propiedades examinadas.
- Ninguna variable ejerce un efecto significativo sobre la resistencia a la tracción y el gramaje.
- La muestra de papeles fabricados con pulpas NSSC calandrada a escala piloto en calandras blandas presenta una aptitud a la impresión muy superior respecto a la de los mismos papeles calandrados en fábrica en calandras duras.
- La muestra de papeles fabricados con pulpas NSSC calandrada a escala piloto en calandras blandas presenta una aptitud a la impresión superior respecto a los papeles producidos a partir de pulpas químicas de composición tradicional calandradas en fábrica en calandras duras tomada como testigo.

Referencias

- [1]- Paulapuro, H., "Papermaking Part 1, Stock Preparation and Wet End" Papermaking Science and Technology (8), Capítulo 1, TAPPI Press (1998).
- [2]- Paulapuro, H., "Paper and Board Grades" Papermaking Science and Technology (18), Capítulo 1, TAPPI Press (1998).

- [3]- Shultz, B.J., "On-line soft-nip calendering and supercalendering: Effects of coating formulation and operating variables", *Tappi Journal* 79 (2): 215 - 225 (1996).
- [4]- Gullichsen, J.; "Chemical pulping" *Papermaking Science and Technology* (6A), Capítulo 1, TAPPI Press (1998).
- [5]- www.paperloop.com/inside/stories/wk06_13_2005/24_key.html (Junio 2005).
- [6]- PRODUCTOS PULPA MOLDEADA S.A.
- [7]- Thorp, B.A. "Paper Machine Operations" *Pulp and Paper Manufacture Third Edition* (7), Capítulo XIII, TAPPI (1992).
- [8]- Jokio, M., "Papermaking Part 3, Finishing" *Papermaking Science and Technology* (10), Capítulo 1, TAPPI Press (1998).
- [9]- Winkels, H., "On- and off- machine soft-nip surface finishing of coated groundwood and wood-free paper grades", *Tappi Journal* 71 (8): 97 - 103 (1988).
- [10]- Steffner, O "Influence of the calendering conditions on the structure and the properties of woodfree paper – A comparison between soft nip calendering and hard nip calendering", *Nordic Pulp and paper Journal* 13 (1): 68 - 75 (1998).
- [11]- Kurtz, R., "Soft nip calendering: The latest state-of-the-art for a wide range of grades ", *Pulp and paper Canada* 92 (12): 113 - 122 (1991).
- [12]- Niskanen, K., "Paper Physics" *Papermaking Science and Technology* (16), Capítulo 3, TAPPI Press (1998).
- [13]- Manual del rugosímetro bendtsen
- [14]- Enomae, T., "Softcalendering: Effect of temperature, pressure and speed on sheet properties", 1995 Finishing & Converting Conference, TAPPI Proceedings, pp. 169 - 174 (1995).
- [15]- Crotogino, R.H., "hard-nip and soft-nip calendering of uncoated groundwood papers ", *Pulp and paper Canada* 88 (12): 208 - 216 (1987).
- [16]- Granberg, A. , Nylund, T., Rigdahl; "Calendering of a moistened woodfree uncoated paper", *Nordic Pulp and paper Journal* 11 (3): 132-136 (1996).
- [17]- Turunen, R., "Pigmenting and soft calendering of printing papers", *Tappi Journal* 76 (12): 87 - 92 (1993).
- [18]- Tuomisto, M. V., "Hot soft- calendering of groundwood printing papers", *Tappi Journal* 73 (5): 131 - 135 (1990).
- [19]- Rodal, J. A., "Soft-nip calendering of paper and paperboard", *Tappi Journal* 72 (5): 177 - 186 (1989).
- [20]- Lyons, A.V., "Scale-up procedure for relating pilot calendering to comercial reality", *Tappi Journal* 75 (10): 173 - 183 (1992).
- [21]- Groshek, J. M., "A finishing alternative for offset LWC", *Tappi Journal* 77 (10): 105 - 110 (1994).
- [22]- Peel, J. D., "Supercalendering and soft nip calendering compared", *Tappi Journal* 74 (10): 179 - 186 (1991).
- [23]- Tuomisto, M. V., "Upgrading groundwood printing papers: What can soft calendering do?", *Pulp and paper Canada* 93 (2): 25 - 28 (1992).
- [24]- Peel, J. D., "Breaker stack soft nip calendering of mechanical pulp containing papers", *Pulp and paper Canada* 93 (9): 50 - 55 (1992).
- [25]- Levlín, J.E., "Pulp and Paper Testing" *Papermaking Science and Technology* (17), Capítulo 9, TAPPI Press (1998).
- [26]- Hagemeyer, R.W., "Stock Preparation" *Pulp and Paper Manufacture Third Edition* (6), Capítulo X, TAPPI (1992).
- [27]- Smook, G. A.; "Manual para técnicos de pulpa y papel", Capítulos 4 y 18, TAPPI Press, Atlanta, GA., USA (1990).
- [28]- Smook, G. A.; "Handbook for Pulp and Paper Technologists", Capítulos 15 y 17, TAPPI Press, Atlanta, GA., USA (1992).
- [29]- Endres, I., Engstrom, G., "Influence of calendering conditions on paper SURFACE CHARACTERISTICS – A comparison between hard-nip, soft-nip, and extended soft-nip calendering", *Tappi Journal* 4 (9): 9 - 14 (2005).