



Superintendencia de Recuperación y Energía
CMPC Celulosa S.A. - Planta Laja

AUTOCAUSTIFICACIÓN CON BORATO CMPC CELULOSA - PLANTA LAJA

Mirta Gómez

*Ingeniero de Producción
Superintendencia de Recuperación y Energía*

Héctor Jara Millar

*Superintendente
Superintendencia de Recuperación y Energía*

CELULOSA CMPC - PLANTA LAJA

Laja, Septiembre 2009

Resumen Ejecutivo

La prueba de autocaustificación con borato en Planta Laja se realizó desde el 26 de noviembre de 2007 hasta el 30 de mayo de 2008.

El objetivo principal de esta prueba fue reemplazar la cal externa consumida en el proceso de caustificación mediante el uso de un compuesto de boro, que posee la capacidad de reaccionar en la caldera recuperadora generando soda.

La prueba fue diseñada inicialmente considerando un objetivo final del 10% de autocaustificación. Después de haber operado 6 meses con boro en el circuito de licor, se alcanzó un 6 % de autocaustificación en promedio, que fue suficiente para equilibrar el circuito de calcio.

Al mes de haber iniciado la prueba se contaba con aproximadamente 800 ppm de boro en el circuito de licor. La carga diaria requerida fue de 2,3 toneladas promedio para mantener la concentración, que en el mes de mayo de 2008, promedió las 1000 ppm de boro.

Como resultado de la prueba se obtiene un descenso promedio mensual del 35% en el make-up de calcio del proceso de caustificación y el consumo mensual de cal externa por tonelada de licor producido disminuye un 57% desde la partida de la prueba.

Durante este período el consumo de cal externa se debió exclusivamente a la falta de cal interna por eventos producidos en los hornos de cal.

La disminución en el consumo de cal externa se logra sin un incremento relevante en los costos de insumos químicos del área y no se evidencian problemas operacionales.

Se pudo concluir al final de la prueba que al utilizar boro en el circuito de licor se eliminó el cuello de botella de Planta Laja, que eran los Hornos de Cal y disminuyó en forma considerable el consumo cal externa. No se produjo variaciones en los procesos de planta asociados al circuito de licor y tampoco se observaron efectos de corrosión sobre los equipos principales en las áreas de cocción y recuperación.

1. INTRODUCCIÓN

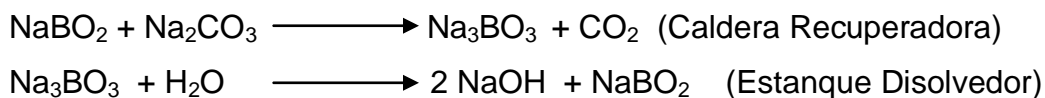
Planta Laja posee dos hornos de cal que se encontraban operando sobre diseño y la cal requerida era superior a la producida, por lo que era necesario utilizar cal externa para equilibrar el circuito de calcio.

Esto originaba una cantidad de lodo (Carbonato de calcio, CaCO₃) que los hornos no eran capaces de procesar, por lo que los estanques de lodo se encontraban frecuentemente con alto nivel y se producían rebases hacia el tratamiento primario.

Se decide entonces utilizar la autocaustificación con borato, tecnología que permite mediante la utilización de un compuesto de boro generar soda en la caldera recuperadora, en consecuencia disminuye el consumo de cal en el proceso de caustificación.

a. Autocaustificación con borato

Es un proceso de obtención de soda a partir de la reacción del borato de sodio con el carbonato de sodio en el interior de la caldera recuperadora, según las reacciones:



El metaborato de sodio permanece en el circuito de licor y requiere un make up diario para mantener la concentración. La forma comercial del borato corresponde al bórax pentahidratado (Na₂B₄O₇ * 5 H₂O). Algunas de sus características se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas

Apariencia	gránulos blancos cristalinos, inodoro
Pureza	99,5%
Cl	< 120 ppm
Insolubles agua	< 400 ppm
pH sn. aq. 1%	: 9 – 9.5
T inflamación	no tiene
Propiedades explosivas	no tiene
Peligro de fuego o ignición	no tiene

La autocaustificación se mide en porcentaje e indica la cantidad de carbonato de sodio presente en el licor que el boro es capaz de caustificar.

2. IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOCAUSTIFICACIÓN CON BORATO

a. Actividades desarrolladas durante la prueba

Carga del producto: La carga diaria de borato hacia el circuito de licor se realiza en el estanque de mezcla de la caldera recuperadora, a razón promedio de 2,3 ton diarias. Para cargar el producto se utilizó los mismos sistemas de dosificación que el Na₂SO₄ make-up

b. Evaluación de la prueba

Disminución en el consumo de cal: Al generar parte de la soda en la caldera recuperadora, la planta de caustificación requiere menos cal para caustificar la misma cantidad de licor verde. Para evaluar la prueba se consideró lo siguiente:

1. Make-up de calcio
2. Análisis general de parámetros de licores y cal
3. Inspección de equipos durante la parada de planta

3. RESULTADO DE LA PRUEBA

a. Make-up de calcio

Tabla N° 2- Consumos de cal y caliza

	ANTES DE PRUEBA	DESPUÉS PRUEBA	VARIACIÓN %
Cal (ton CaO)	325	139	-57
Caliza (ton CaCO₃)	218	297	+36
Calcio total (ton Ca)	319	207	-35

Se puede apreciar que se produjo un descenso en el calcio total requerido por el proceso de Caustificación en 35 %. Esto ocurrió por la acción del boro en las calderas recuperadoras, donde una fracción del carbonato de sodio del licor negro se transformó en soda durante la producción de licor verde, siendo en este caso del orden del 6 % (esto se conoce como nivel de autocaustificación).

Como el licor verde ingresó a la Caustificación con un porcentaje mayor en soda, fue requerida una menor cantidad de cal para tratarlo.

b. Análisis de parámetros de proceso en el circuito de licor

I – Caustificación y Hornos de Cal : Al comenzar a dosificar boro a fines de noviembre de 2007 aumentó rápidamente la concentración de boro en el licor blanco, consolidándose entre 950 – 1100 ppm a fines de mayo de 2008.

Gráfico 1 – Concentración de Boro y nivel de Autocaustificación con Borato

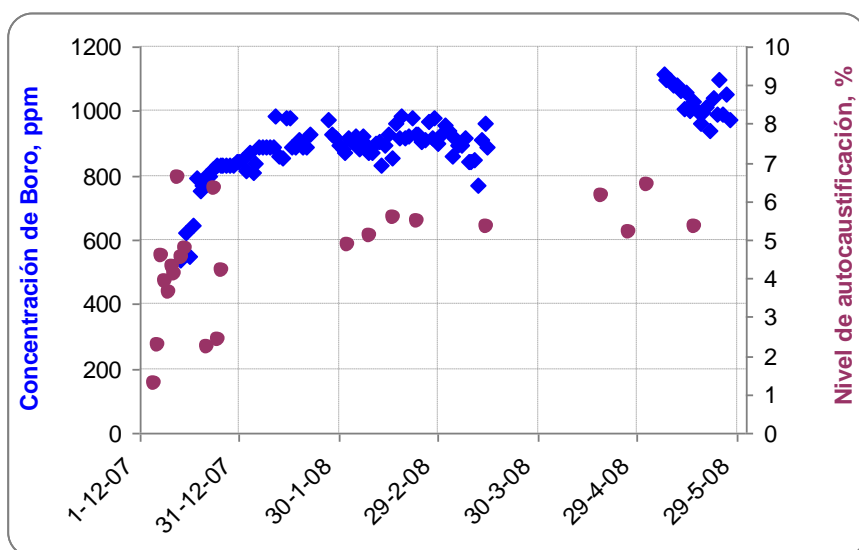


Tabla N° 3: Parámetros de proceso de autocaustificación

Parámetro	Unidad	Antes de Prueba*	Después de la Prueba**	Variación %
LICOR VERDE				
Flujo Total	m3/h	196,7	203,0	+3,2
NaOH	g/L,soda	23,9	26,3	+10,0
Na2CO3	g/L,soda	92,1	90,6	-1,6
Na2S	g/L,soda	42,5	43,2	+1,5
Alcali Total	g/L,soda	158,6	160,1	+1,0
LICOR BLANCO				
NaOH	g/L,soda	100,2	101,4	+1,2
Na2S	g/L,soda	43,7	44,1	+0,9
Na2CO3	g/L,soda	23,1	23,6	+2,2
Alcali Efectivo	g/L,soda	122,0	123,5	+1,2
Causticidad	%	81,3	81,1	-0,2
Sulfidez	%	30,4	30,3	-0,2
Concentración Boro	ppm		1012	
Nivel Autocaustificación	%		6,0	

* Antes de la prueba: Promedio de consumos de Jun 2007 a Nov 2007

** Después de la prueba: Promedio Dic 2007 a May 2008

El licor verde aumentó en concentración de soda en un 10% y disminuyó en 1,6 % en carbonato de sodio. El álcali total aumentó ligeramente.

En el licor blanco el álcali efectivo aumentó un 1,2 %, conservando la causticidad y la sulfidez.

II- Hornos de Cal

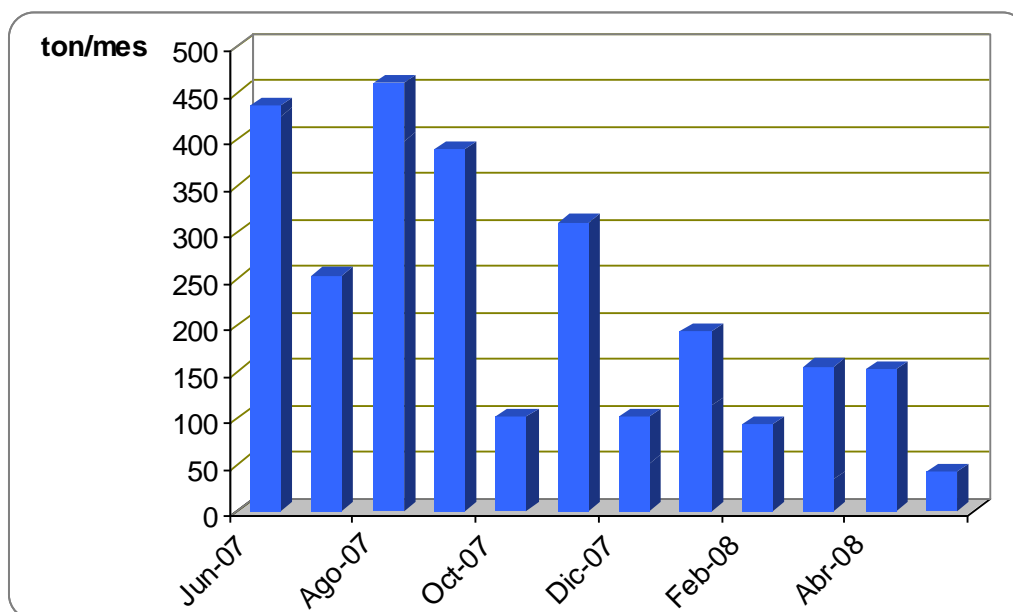
Previo al comienzo de la prueba la planta operó en equilibrio procesando 190 m3/h de licor verde. Utilizando la caustificación con borato, se pudo aumentar el flujo de licor verde a 220 m3/h consumiendo cal sólo producida en nuestros hornos.

Tabla N° 4: Parámetros de proceso de Hornos de cal

Parámetro	Unidad	Antes de Prueba	Después de la Prueba	Variación %
Flujo Lodo	m3/h	24,0	18,2	-24,3
Alto nivel estanques lodo	eventos	12	2	- 83
Ley de la cal producida	%	90,9	91,4	+5,3
Carbonato Residual	%	-	2,1	

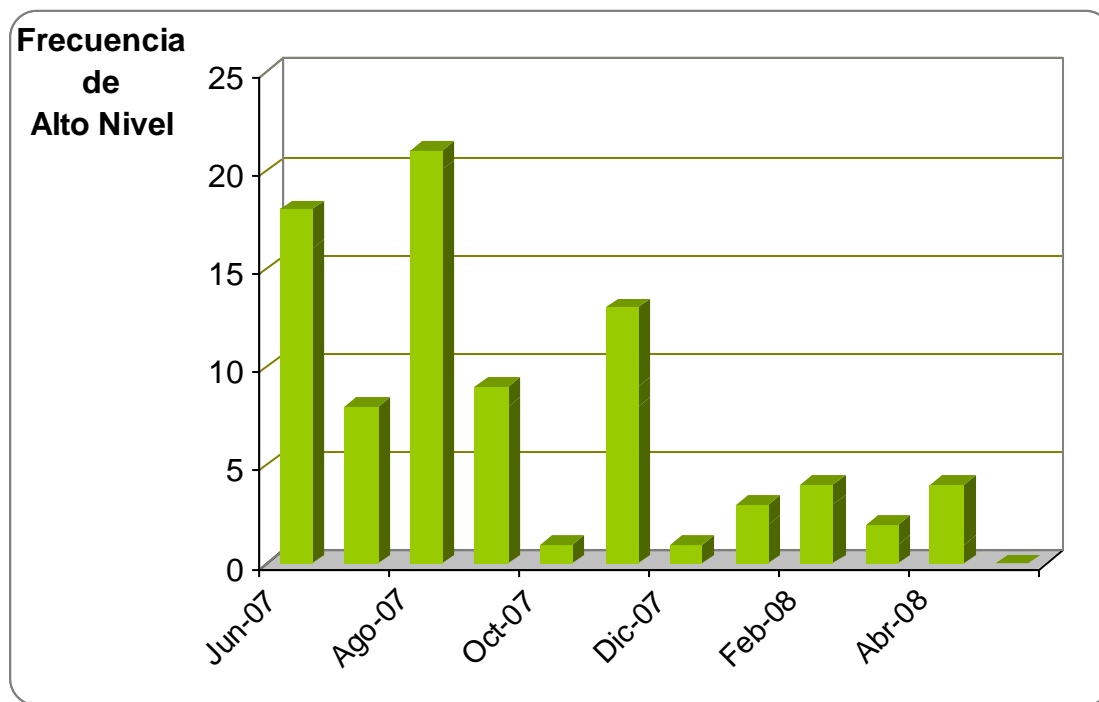
El consumo de cal externa disminuyó considerablemente desde el comienzo de la auto-caustificación. Esto se aprecia en la Gráf. 2, donde la cal externa consumida promedió el 52 % del consumo promedio normal.

Gráfico N° 2 – Consumo cal externa área caustificación



Al no haber utilizado cal externa, disminuyó considerablemente el nivel de los estanques de lodos, decreciendo además el flujo alimentado a los hornos de cal.

Gráfico N° 3 – Alto nivel en estanques de lodo



Los estanques de lodo operaban frecuentemente con alto nivel. Durante la prueba estos eventos descendieron drásticamente. (Gráf. 3)

Durante todo el período de prueba no se realizaron disparos a los hornos por formación de anillos.

III – Área de cocción – Digestor Continuo

Tabla N° 5: Parámetros de proceso del área de fibra

Parámetro	Unidad	Antes de Prueba	Después de la Prueba	Variación %
Lejía Blanca				
Álcali Efectivo	g/l, como soda	120.4	121.6	+1,0
Sulfidez	%	30.5	30.2	-1.1
Digestor Continuo				
Producción	Adt/d	886.0	890.6	+0.5
Consumo LB	Ton AE/d	341.6	332.4	-2.7
Específico Consumo LB	Ton AE/ Adt	0.386	0.373	-3.2

En el área de fibras las características del licor de entrada muestran un aumento del 1% en la concentración de álcali efectivo.

En términos de producción del digestor y consumo específico de licor blanco se han producido variaciones asociadas a su proceso y que no están asociadas a la presencia de boro en el licor.

El kappa de la pulpa a salida del digestor continuo y el rendimiento no varían.

IV – Plantas Evaporadoras

Las plantas evaporadoras presentaron un leve descenso en los flujos tratados y una mayor carga de sólidos procesados. Hubo un aumento en el porcentaje de sólidos hacia las plantas, del orden del 9% promedio, debido al incremento de la presencia de inorgánicos en el sistema.

V. Caldera Recuperadora

Ninguna de las dos calderas recuperadoras presentó problemas de operación. Se observó un ligero enfriamiento en el hogar de una de las calderas, debido a la carga batch de boro. Este problema se corrigió dosificando la carga diaria en forma distribuida en las 24 horas.

La concentración del licor negro grueso no presenta variaciones. La producción de vapor se mantuvo sin problemas.

No se observó depósito alguno sobre tubos durante la parada de planta, ni presencia de corrosión. El Ph de las cenizas de las calderas en general se observó superior a 9.5, límite inferior donde comienza a formarse sulfato ácido de sodio.

4. Presencia de Boro en otros puntos del circuito de licor

Tabla 6: Concentración de Boro en distintos puntos de proceso, ppm

Muestra	Antes Prueba	Después Prueba
Licor Negro grueso previo adición de sulfato	13,8	1222,0
Licor Verde clarificado	5,2	852,0
Licor Blanco hacia digestores	6,8	783,0
Cal de hornos	1,3	50,0
Pulpa café después salida DDW	3,6	181,0
Pulpa blanqueada salida filtro 4	2,2	1,8
Celulosa ECF Secadora 2	0,9	0,5
Papel Máquina 15 FT 75	1,1	1,1
Celulosa cruda Secadora 1	0,4	1,1
Papel máquina 12 Ex 80	1,4	2,1
Efluente tratado**	0,17	1,14

**El decreto 90/2001 establece como límite máximo de concentración de boro para efluentes 3 ppm.

5. Inspección de equipos durante la parada de planta

Calderas Recuperadoras: Los tubos de sobrecalentador, banco generador y economizador se vieron en buen estado, sin incrustaciones ni evidencia de corrosión.

Plantas Evaporadoras: No se observó indicios de corrosión ó incrustaciones en los tubos ni en las cabezas de los efectos.

Hornos de Cal: Se observó leve formación de anillos en ambos hornos. Los anillos no requirieron disparos permitiendo operar con producción normal de cal.

Circuitos de Licor verde: Se observa una capa de carbonato de menor espesor que años anteriores, los lavados químicos requirieron menos tiempo y cantidad de ácido para la limpieza.

Equipos en el área de fibras: Durante la parada de planta se inspeccionaron los digestores y distintos intercambiadores de calor, sin evidencia de corrosión ó incrustación.

6. Conclusiones

Las principales conclusiones de la prueba de autocausticizing son:

- a. Desciende el consumo mensual de cal externa en un 57 % promedio y en un 35% el make-up de calcio del circuito.
- b. El circuito alcanza el equilibrio con autocaustificación del 6 % y 1100 ppm de concentración de boro.
- c. En el licor verde aumenta el porcentaje de soda y desciende el carbonato desciende. En el licor blanco el álcali efectivo aumenta ligeramente, se mantienen la causticidad y la sulfidez.
- d. Disminuye el nivel promedio de los estanques de almacenamiento de lodos.
- e. Aumenta el porcentaje de sólidos hacia las plantas evaporadoras. No existió variación alguna en los parámetros de las calderas ni del digestor continuo.
- f. No hubo evidencias de corrosión, incrustación ó ensuciamiento en los equipos principales en el circuito de licor.