



Formación de papel con tecnología de espumas

[Maria Soledad Peresin](#)

Auburn University, USA

Elina Pääkkönen, Tiina Pöhler, Petri Jetsu, Erkki Hellen and Harri Kiiskinen

VTT Technical Research Centre of Finland

VTT - Centro de Investigación Técnica de Finlandia S.A.



75 years' experience in supporting our clients' growth with top-level research and science-based results.

Learn more:
www.vttresearch.com,
 #vttpeople, @VTTFinland

- Lider en el ramo de la investigación y de tecnología en los Países Nórdicos.
- Servicios de pericia a nuestros clientes, socios de cooperación, sectores públicos y provados, en Finlandia y en el extranjero.



* Loikkanen, T. et al. Roles, effectiveness, and impact of VTT. Towards broad-based impact monitoring of a research and technology organisation. 2013. VTT, Espoo. VTT Technology 113. 106 p. + app. 5 p.



Net turnover and other operating income
 269 M€ (VTT Group 2016)



Unique research and testing infrastructure



Personnel 2,414
 (VTT Group 2016)



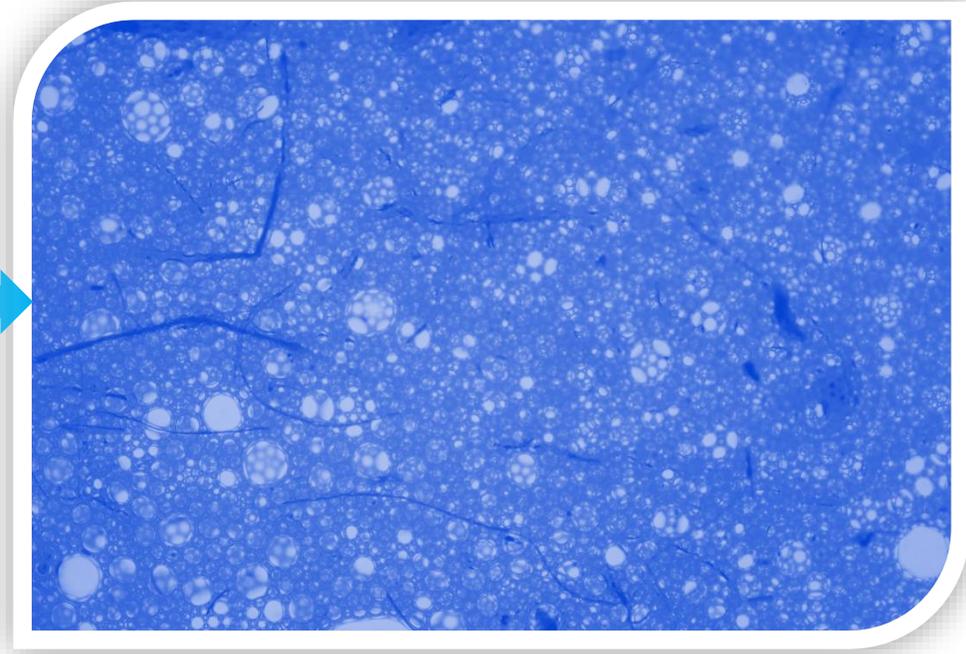
Wide national and international
 cooperation network



Introducción a formación de papel con espumas

Formación con espumas en resumen:

- Fibras y otros aditivos son mezclados con espuma en lugar de agua
- Espuma: agua + agente espumante + aire (30-70%)
- Burbujas de aire previenen la floculación de las fibras en la caja formadora
- Importante: “adecuado tipo” de espuma!



Beneficios de la formación con espumas

(Desde 2008...)



Excelente uniformidad

- Mejoras en la calidad
- Utilización de fibras largas
- Menor requerimiento de energía para refinado
- Mejoras en formabilidad térmica

Baja densidad – alto volumen

- Ahorro en fibras cuando se utilizan agentes de refuerzos/cargas

Mejoras en drenaje

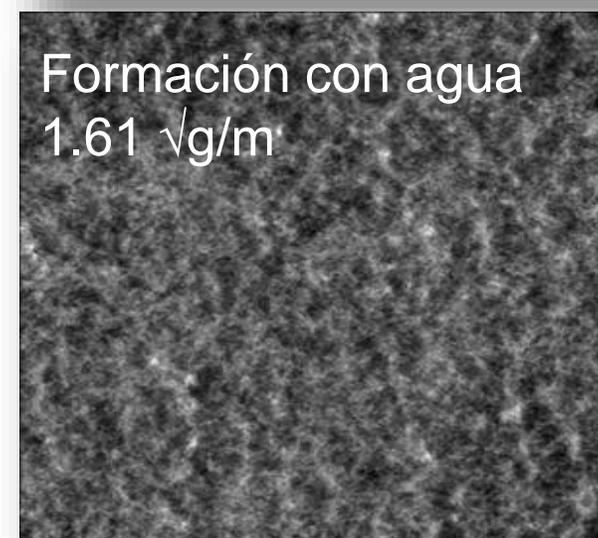
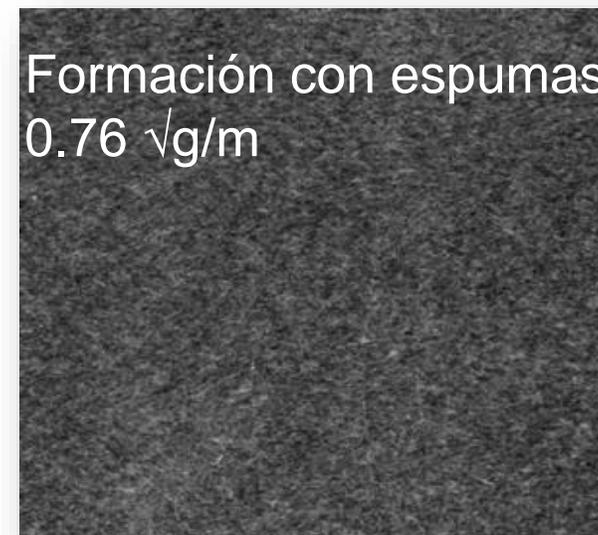
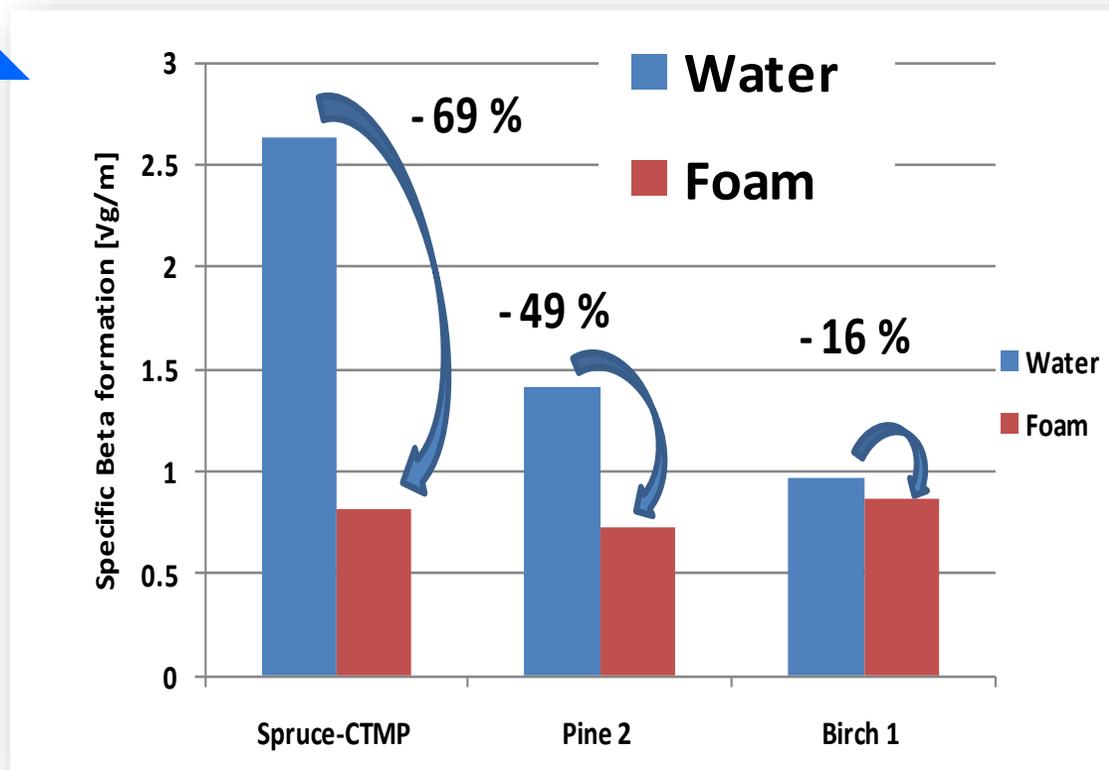
- Ahorros en energía de secado
- Mayores volúmenes debido a menor requerimiento de prensado en húmedo

Combinaciones avanzadas de materiales

- Desde nanofibras a fibras largas
- Productos con propiedades únicas

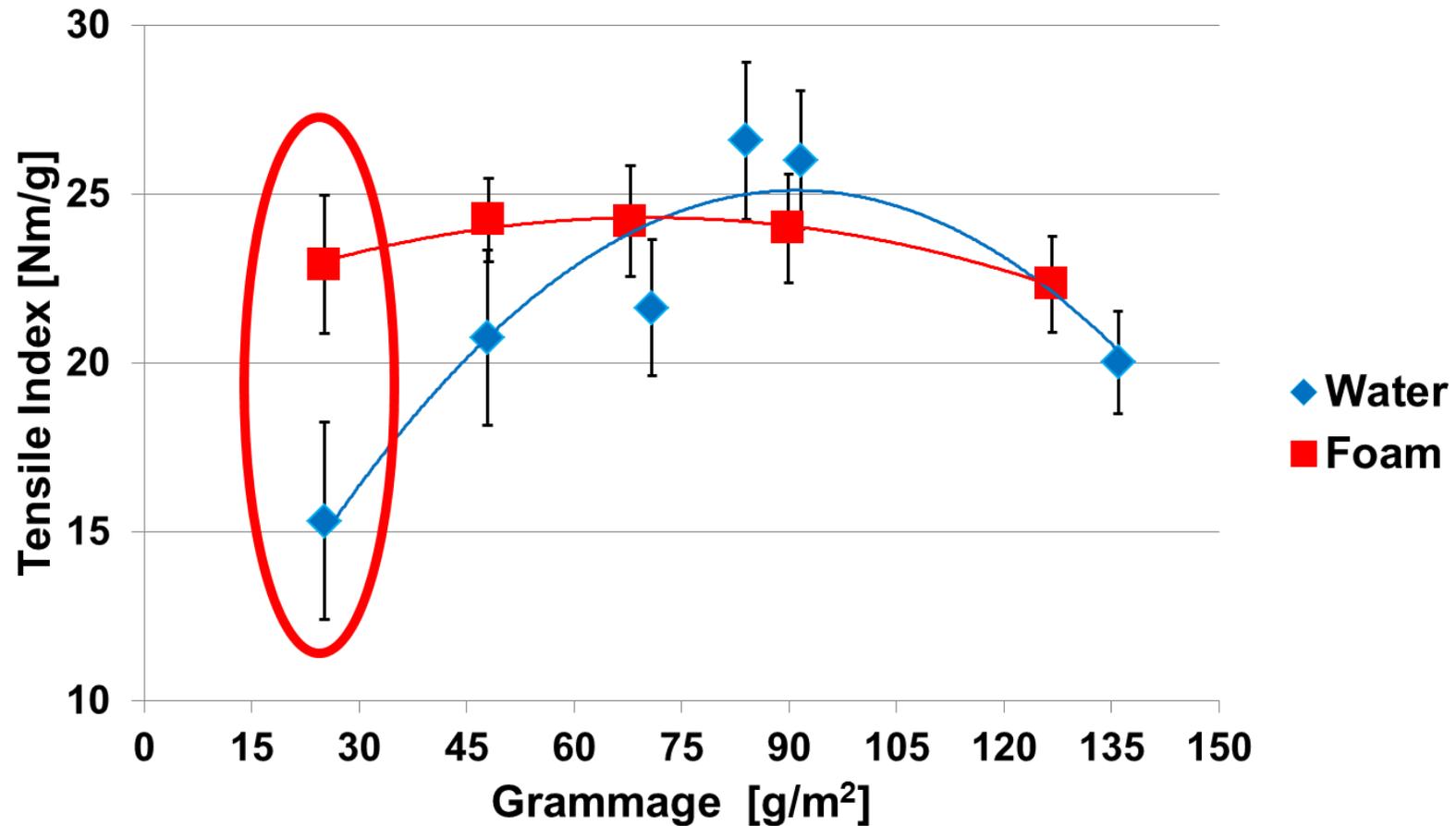
Superior FORMACIÓN independientemente de la longitud de fibra utilizada

Irregularidades



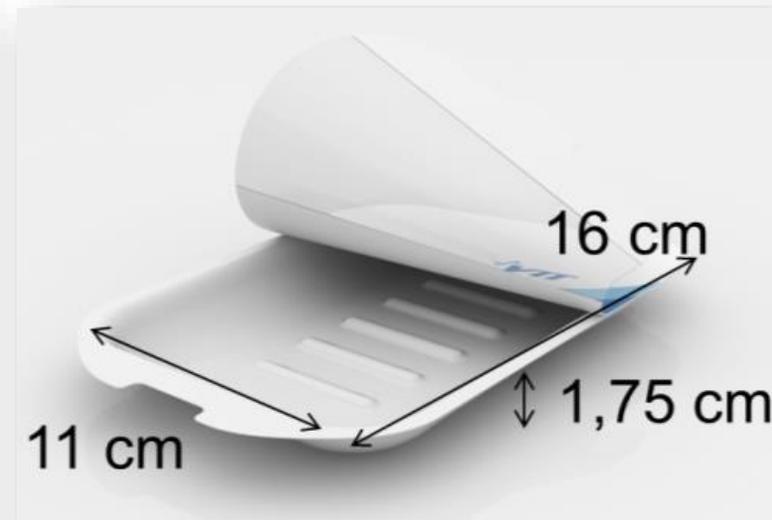
Beneficios: resistencia, moldeabilidad y mayor consistencia de formación

RESISTENCIA a la TENSIÓN a bajos gramajes – Tissue paper



UNIFORMIDAD: permite empaques moldeables

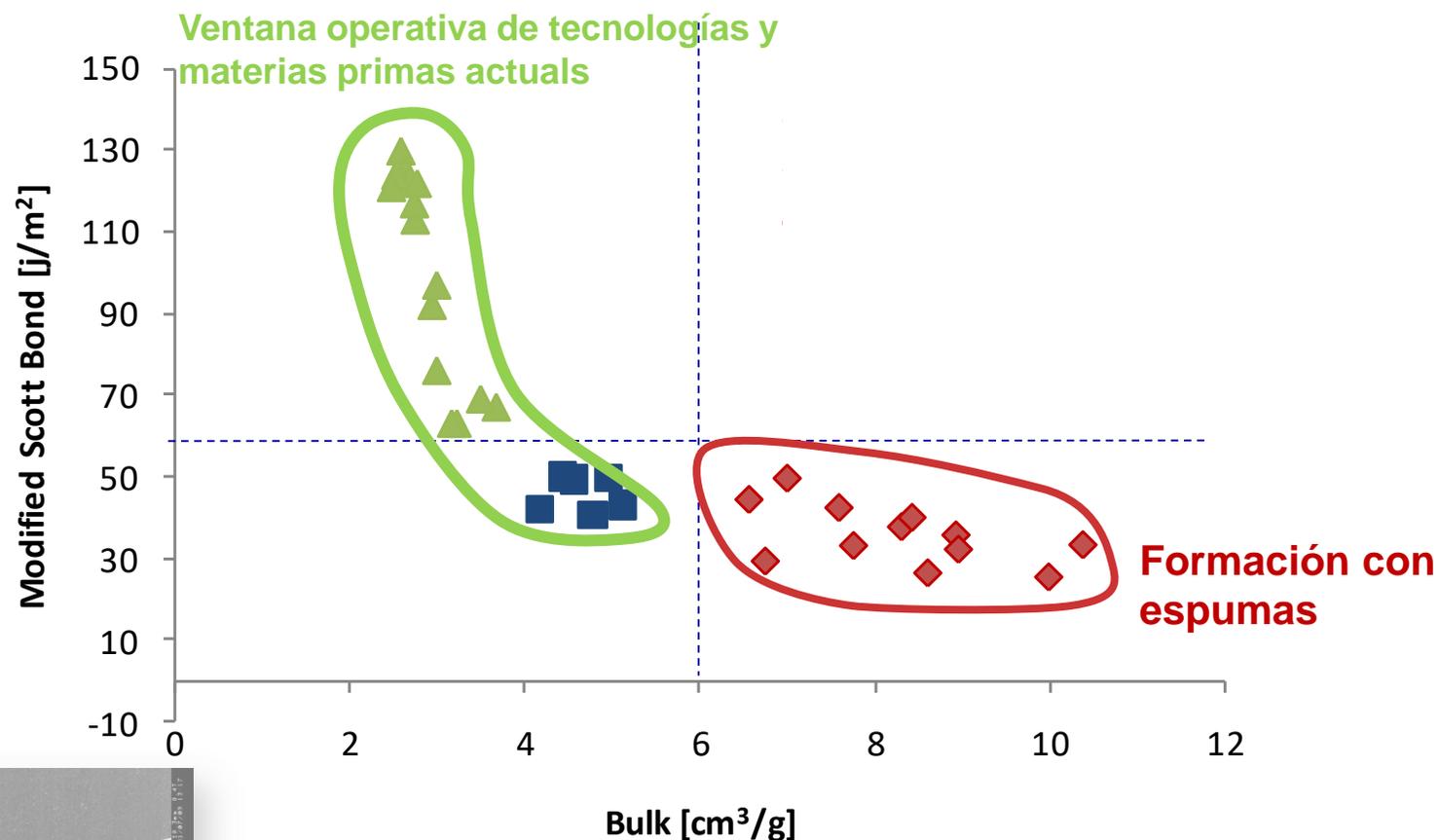
**Materiales termoformables a partir de fibras:
gran potencial para reemplazar plásticos
sintéticos en artículos de empaques**



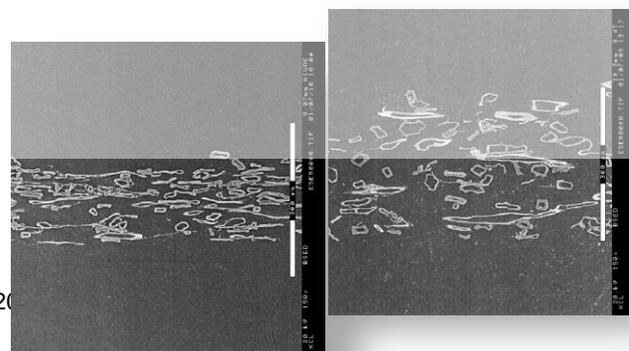
Significativo AHORRO de MATERIA PRIMA

Ejemplo: cartones

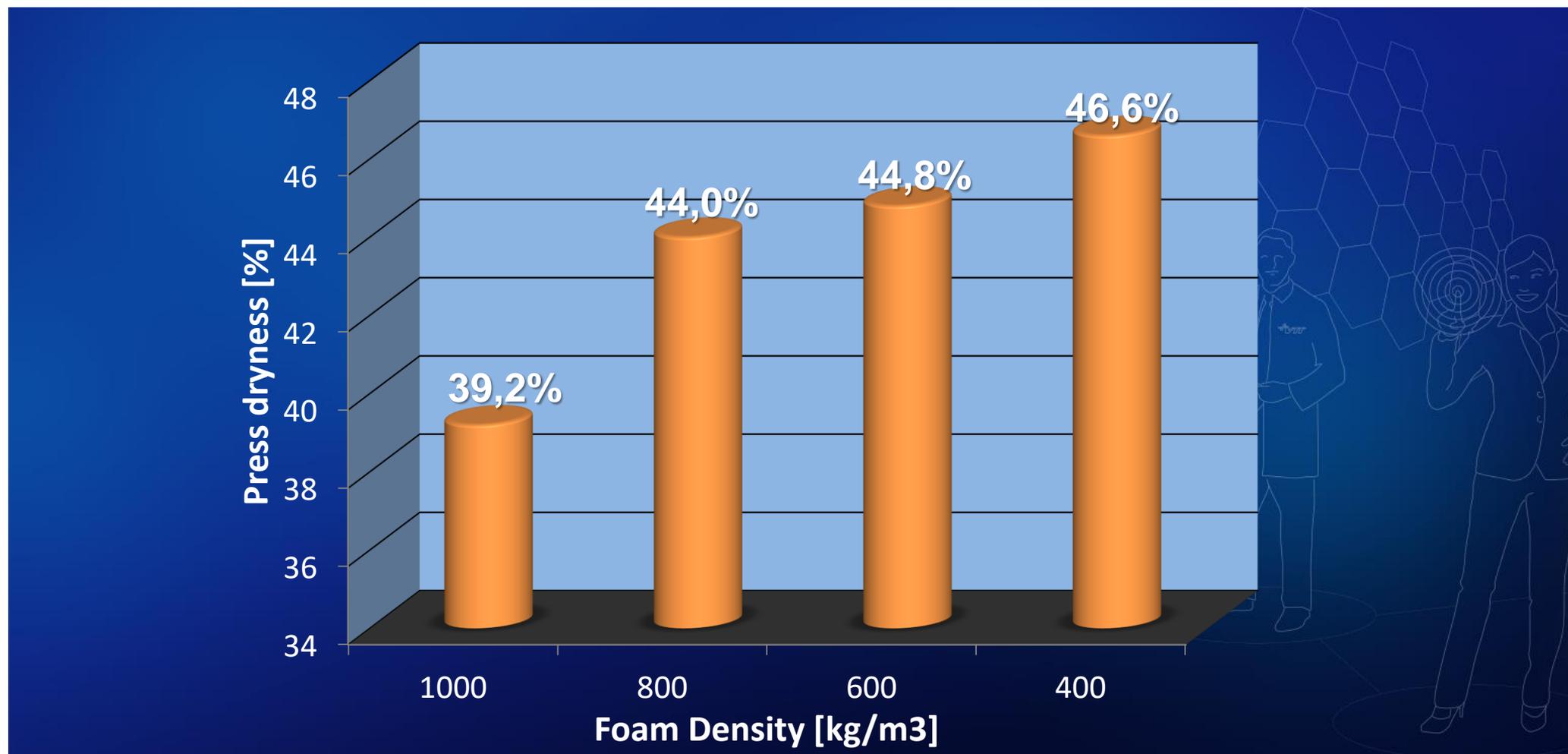
Hojas formadas con espumas son **54% más livianas** que las formadas con agua



Beneficio: combinación de espumas y agentes de refuerzo (microfibrillas de celulosa)

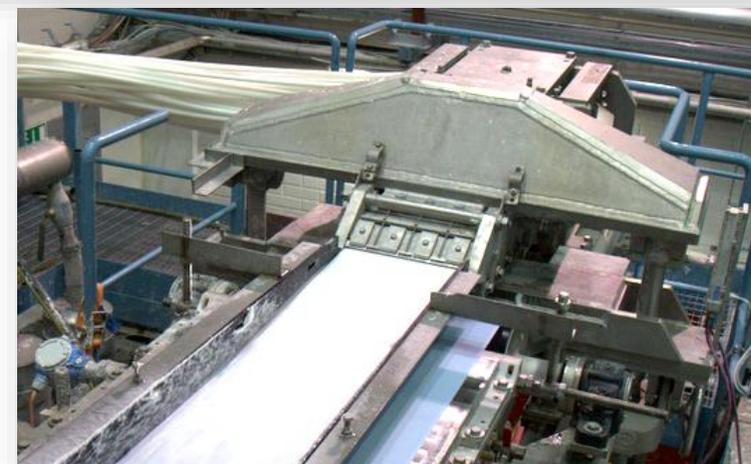
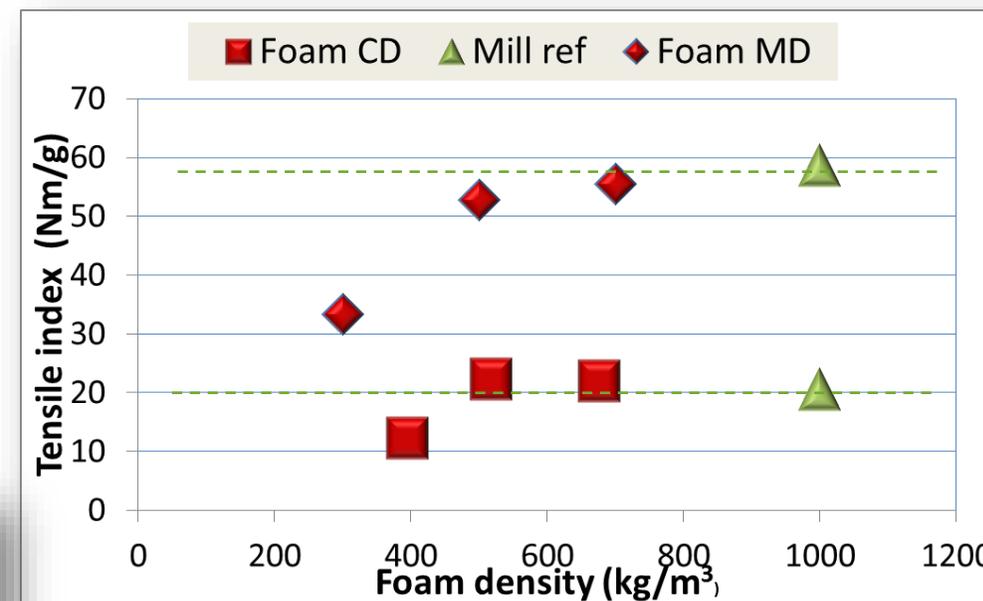
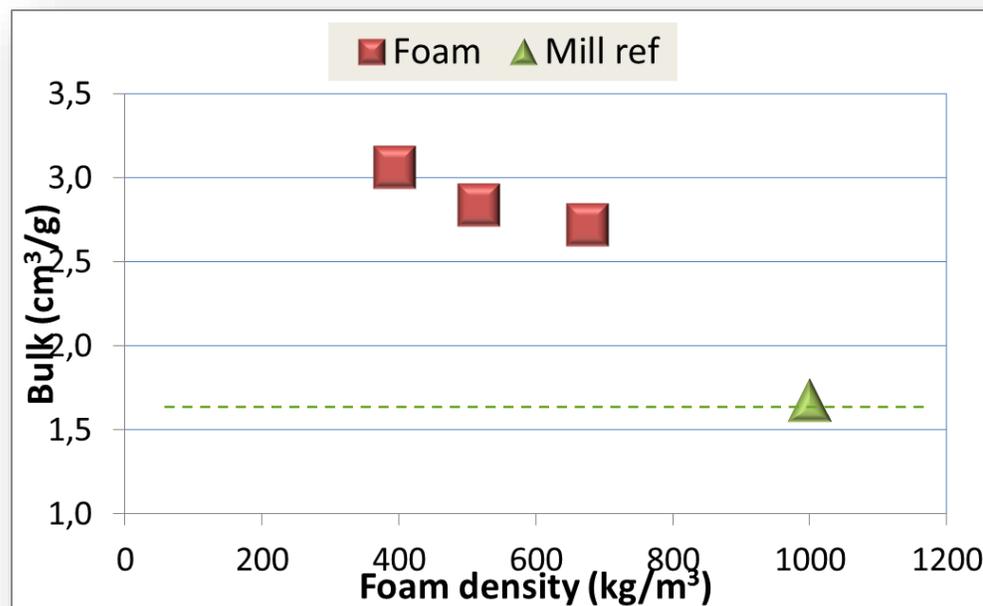


Mejoras en drenaje – Escala piloto



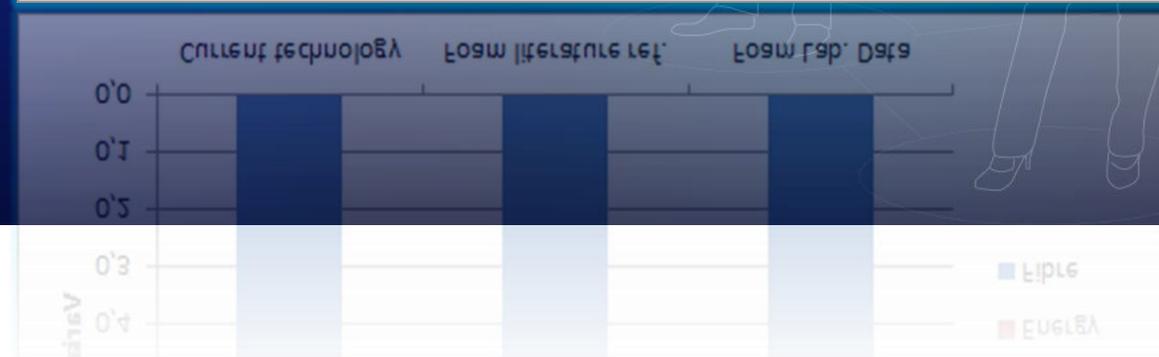
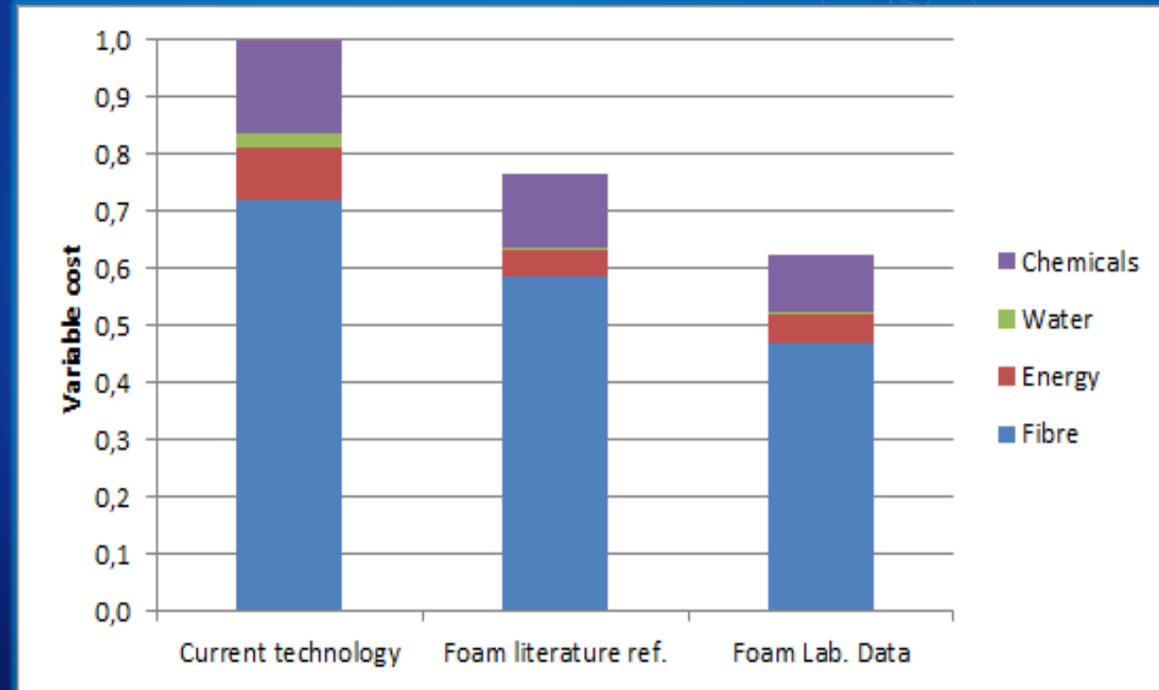
RESISTENCIA a bajos gramajes – Escala piloto

- Demostración con mezcla convencional en planta
- Gramaje: 40 g/m²



Salto cuali/quantitativo en EFICIENCIA de RECURSOS

- **Significativo ahorro de recursos**
 - Ahorro de material prima (>aire)
 - Menor consumo energético (menos energía de secado por bajo gramaje y mas fácil drenado)
 - Menores gastos en químicos y aditivos por el menor gramaje y las mejoras en retención
- **Sustentabilidad**
 - Hasta 40% menos huellas de emisiones de carbon y agua





Escalado de laboratorio a piloto

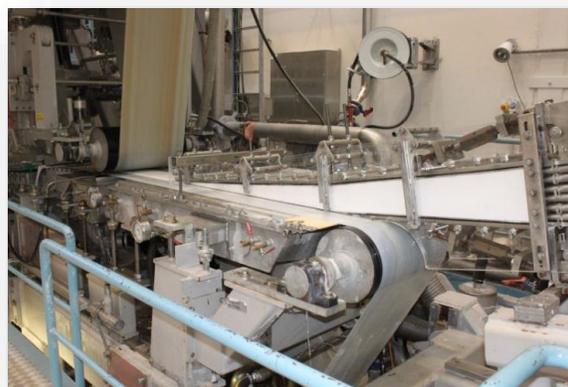
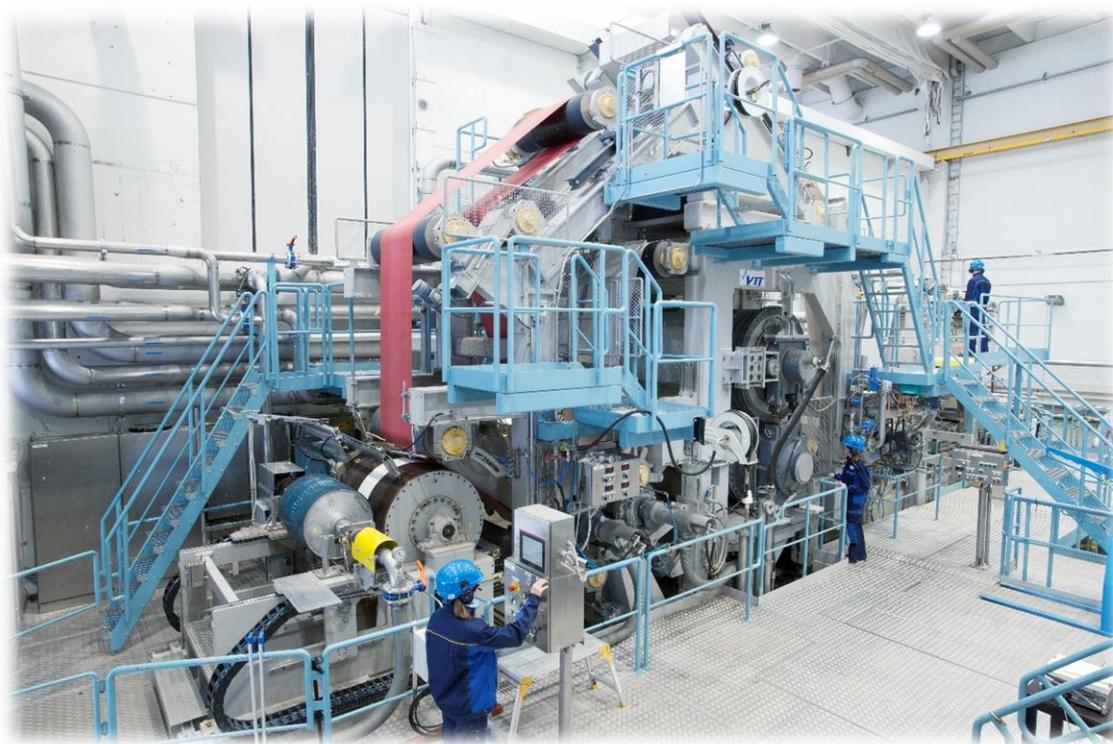
Webinar timeline:

PILOTING

Infraestructura SUORA

SUORA ofrece una excelente infraestructura y personal capacitado para el desarrollo de testeo y escalado de nuevas tecnologías, materiales de partida, químicos y conceptos de procesos.

- Infraestructura flexible para investigación sobre el procesos de manufactura de papel y desarrollo de nuevos productos
- Mas de 600 medidas del proceso on-line
- **Unica planta de formación con espumas a escala piloto** con velocidades de hasta 1000 m/min
- Operacional con cantidades pequeñas de material (<50 kg secos)



Especificaciones de la infraestructura SUORA



Especificaciones técnicas:

- Ancho 300 mm
- Velocidad de diseño 2000 m/min
- Velocidad de testeo <1000 m/min
- Varias opciones de configuración
 - Gap former
 - Hybrid former
 - Fourdrinier
 - Built 2001
- Prensa nip extendida (350 mm nip)
 - Built 2007
- Plataforma de automatización Metso DNA
- Proceso de diagnóstico Savcor Wedge
- Secado off-line



Socios para el escalado



storaenso



European Union

European Regional Development Fund



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

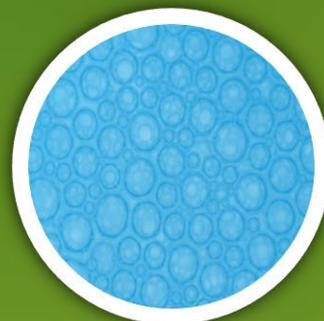


Materiales sustentables a partir de combinaciones novedosas de materias primas

**F
U
T
U
R
O**



Fibras naturales



Espumas



Nanomateriales



Materiales ultra livianos



Fibras regeneradas



Fibras sintéticas



Químicos funcionales

Valor agregado para no-tejidos

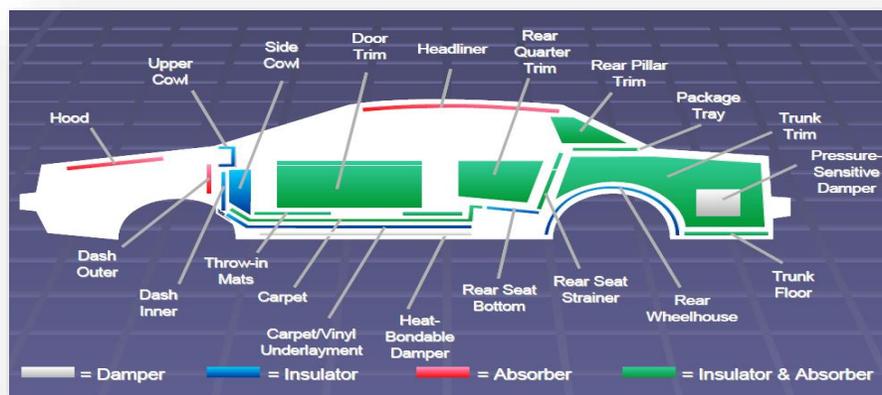
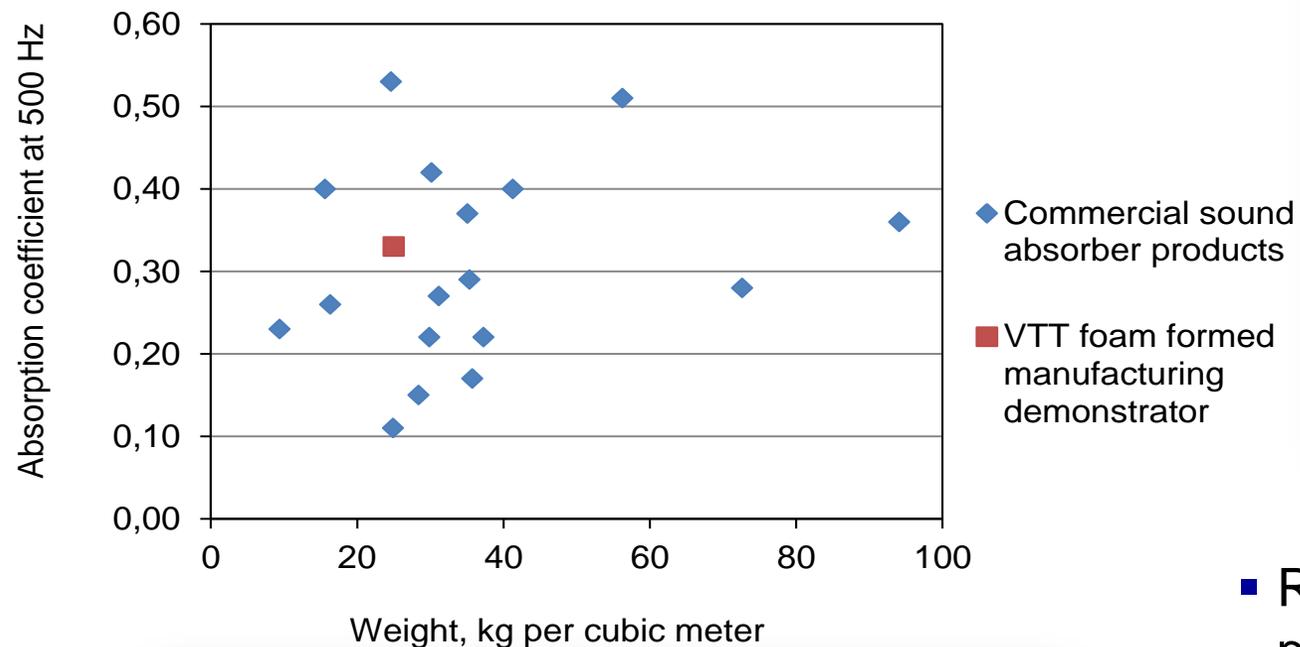


- Sustentabilidad: incorporación de fibras naturales
- Excelente formación



- Eficiencia de producción
 - Altas velocidades
 - Altas consistencias

Materiales para aislamiento acústico



- Resultados prometedores para frecuencias menores a 500 Hz
 - 0.3 espumas VTT's
 - 0.1-0.6 productos comerciales
- Sin optimización estructural

Comentarios finales

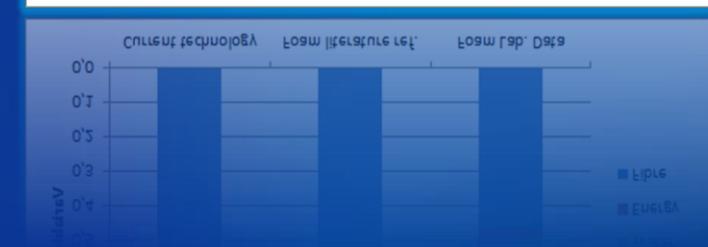
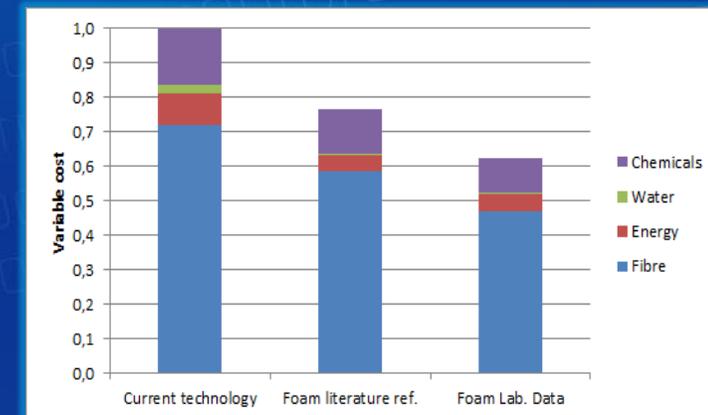
- Varios beneficios de formación con espumas en producción de papeles y cartones
 - Excelente formación
 - Baja densidad (alto volumen)
 - Mejoras en drenaje
 - Combinaciones avanzadas de materias primas
- Rápida adaptación a escala piloto
 - Planeamiento comenzó 01/2012; start-up 10/2012
 - Reels 03/2013; 900m/min 02/2014
- Adecuada para infraestructuras existentes
 - Corridas con agua y con espuma utilizan la misma caja de entrada
- Tecnología versátil que expande el uso de fibras naturales a varias aplicaciones novedosas



Perspectivas

- Próxima generación de plataforma de manufactura para productos a partir de fibras
 - Productos de baja densidad y ahorros energéticos
 - Diferenciación de productos -> propiedades únicas
 - Explotación de combinaciones sostenibles de materias primas
 - Remodelación de líneas de manufactura existentes con bajos costos de inversión
- Mejoras competitivas para productos actuales
- Diferenciación de los competidores: rápida adaptación a las necesidades de futuros mercados
- Soluciones sostenibles tanto para grandes compañías como para PyMES

Tecnología utilizada industrialmente hoy (no-tejidos)





Nanocelulosas y su utilización en mejoramiento de propiedades de papel

[Maria Soledad Peresin](#)

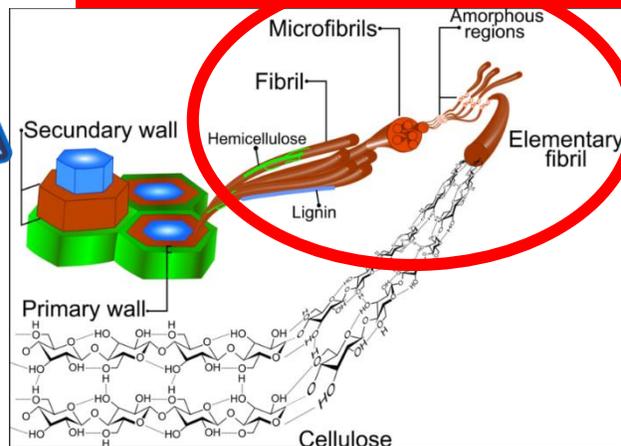
Auburn University, USA

Panu Lahtinen, Jani Lehmonen, Heli Kangas, Katariina Torvinen, Sari Liukkonen, Asko Sneck, Tekla Tammelin and Jaakko Pere
VTT Technical Research Centre of Finland,

INTRODUCCIÓN a NANOCELULOSAS



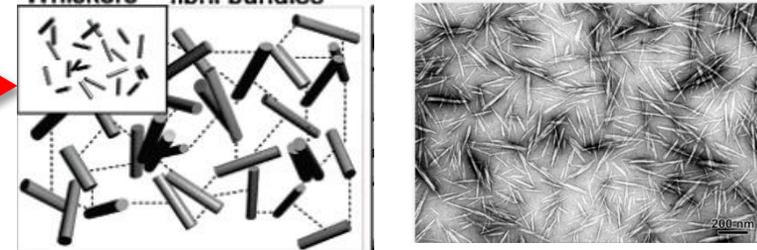
**Deconstrucción
de fibras**



John Rojas, et al DOI: 10.5772/61334

Nanocristales de cellulose (CNC)

Hidrólisis
ácida

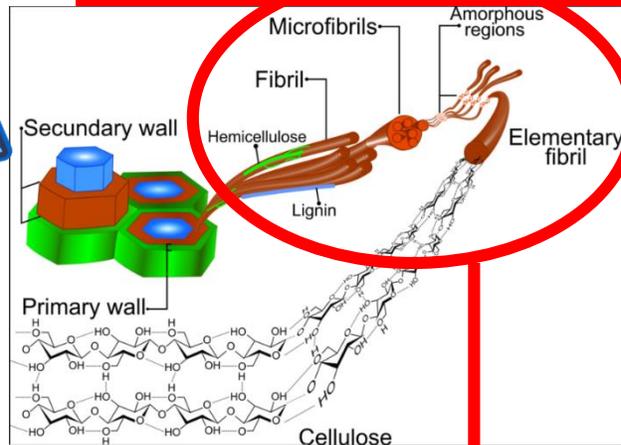


Peresin et al. *Biomacromolecules* (2010) 11, p. 674
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules* (2007) 8 p.1934

INTRODUCCIÓN a NANOCELULOSAS



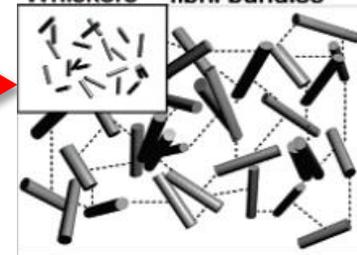
Deconstrucción de fibras



John Rojas, et al DOI: 10.5772/61334

Nanocristales de celulosa (CNC)

Hidrólisis
ácida

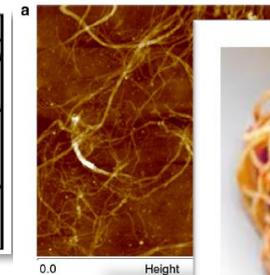


Peresin et al. *Biomacromolecules*
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules*



Nano/microfibrillas de celulosa (CNF/MCF)

(Pre-tratamiento enzimático/químico)
Tratamientos mecánicos



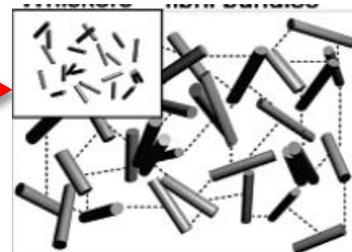
Pitkänen et al. *Cellulose* (2014) 21 (6)
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules* (2007) 8 (1)

INTRODUCCIÓN a NANOCELULOSAS

- Procesos químicos, hidrólisis ácida
- “Ladrillos” cortos
- Alta cristalinidad
- Posible auto-ensamblado
- Reología definida

Nanocristales de celulose (CNC)

Hidrólisis
ácida



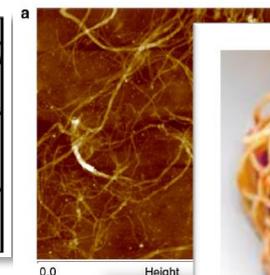
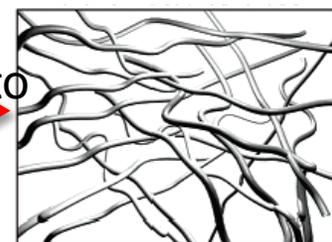
Peresin et al. *Biomacromolecules*
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules*



- Procesos mecánicos (o químico-mecánicos)
- Fibrillas largas
- Ambas regiones: cristalinas y amorfas
- Auto-ensamblado
- Pseudoplástico – comportamiento reológico varía según el proceso de manufactura

Nano/microfibrillas de celulosa (CNF/MCF)

Pre-tratamiento
enzimático/
químico)
Tratamientos
mecánicos



Pitkänen et al. *Cellulose* (2014) 21 (6)
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules* (2007) 8 (1)



Potencial en aplicaciones y mercados claves

Mercado	Tamaño (k ton)	Loading, %	Penetración en el mercado, %	Demanda (k ton)	TCCA estimada, %
Papeles y cartones	400,000	5	5-10	1000-2000	6
Excipientes	4,600-550,000	2-10	2,5-6	2-3300	4-5
Empaques: materiales compuestos	16,000	5	5-10	40-80	4-5
Films para empaques: altas propiedades de barrera	1,600	50	3-10	24-80	5
Pinturas y recubrimientos	40-44,000	2	3-6	26-53	4
Textiles sintéticos	50-56,000	2	2-5	20-56	4
Textiles naturales	35,000	2	2-5	14-35	4
Combustibles (Oil&Gas)	17,500	1	5	9	
Materiales compuestos de fibras naturales	5,500	2	3-7	3-8	10-12
No-tejidos	7,000	2	5	7	
Adhesivos	4,000	2	5	4	
Cementos	15-16,000	0,5-1	2-5	1,5-8	7-8
Recubrimientos funcionales y para barrera (en papeles y cartones)	2,000	2	3-6	1-2	4-5

Fuentes: RISI, NANOCELLULOSE: Technology, Applications and Markets (2014); Future Markets, The Global Market for Nanocellulose, March 2015; September 2016

Nanomateriales celulósicos – Estado de la producción



Productos existentes en el mercado

Nippon Paper
 Asahi Kasei
 Imerys
 Oji Holdings
 Borregaard
 JeNaCell
 Mitsubishi Pencil
 UPM
 Stora Enso & Elopak
 American Process Inc.



Fuente: SE web-site



Fuente: Uni-ball web-site

Medicina
 Terapéutica
 Pañales
 Cosméticos
 No-tejidos
 Pinturas
 Alimentos
 Tinta de lápizceras
 (gel rollerball)
 Medios de cultivo
 Empaques

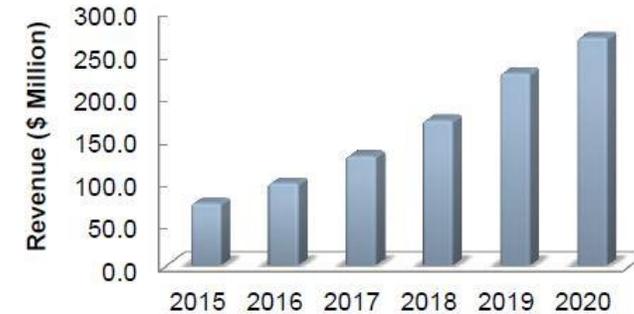


Fuente: Google

Mercados para nanocelulosos

- Según Frost & Sullivan, el Mercado de nanocelulosos ha generado ingresos alrededor de
 - **\$73 M in 2015**
 - Con expectativas de alcanzar **\$268 M in 2020**, con TCCA de **29.7%**

NC Market: Revenue Forecast, Global, 2015-2020



Fuente: Frost & Sullivan. Emerging Applications of nanocellulose technology (TechVision). D6DF-TV. May 2016.

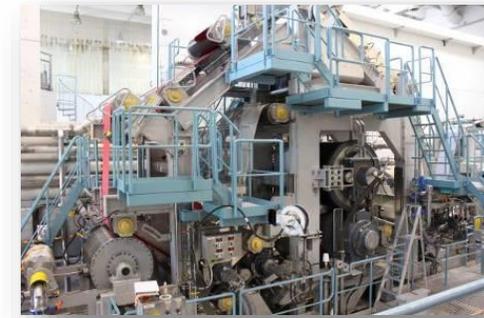




Ejemplos de resultados

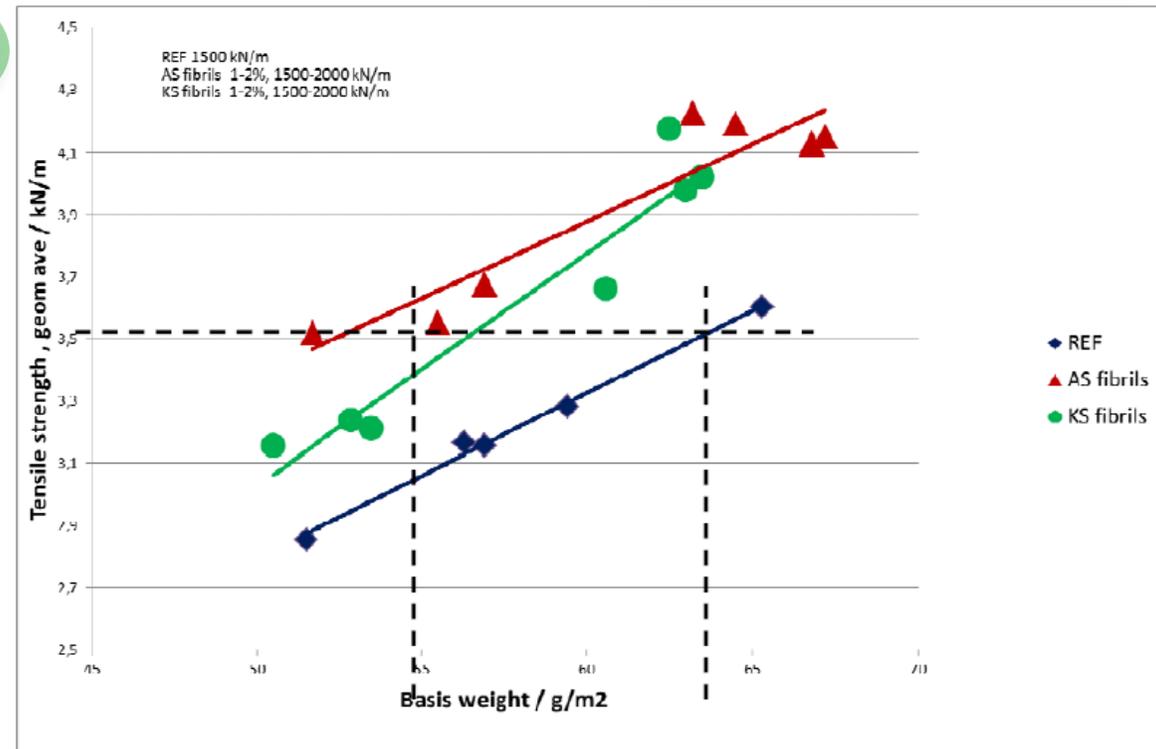
Estructuras de baja densidad

Adición de 1-2% de nanocelulosa al papel Ensayado @ VTT SUORA



Aumento de resistencia a bajas dosis sin comprometer drenaje

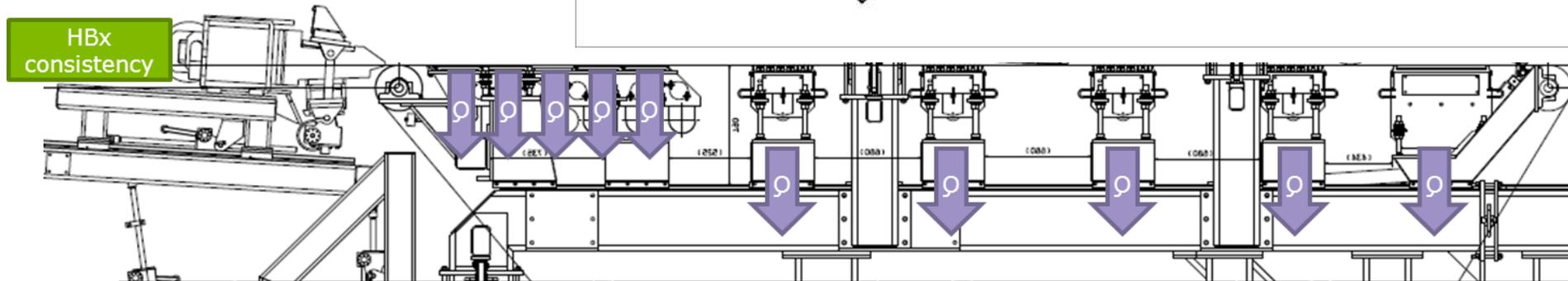
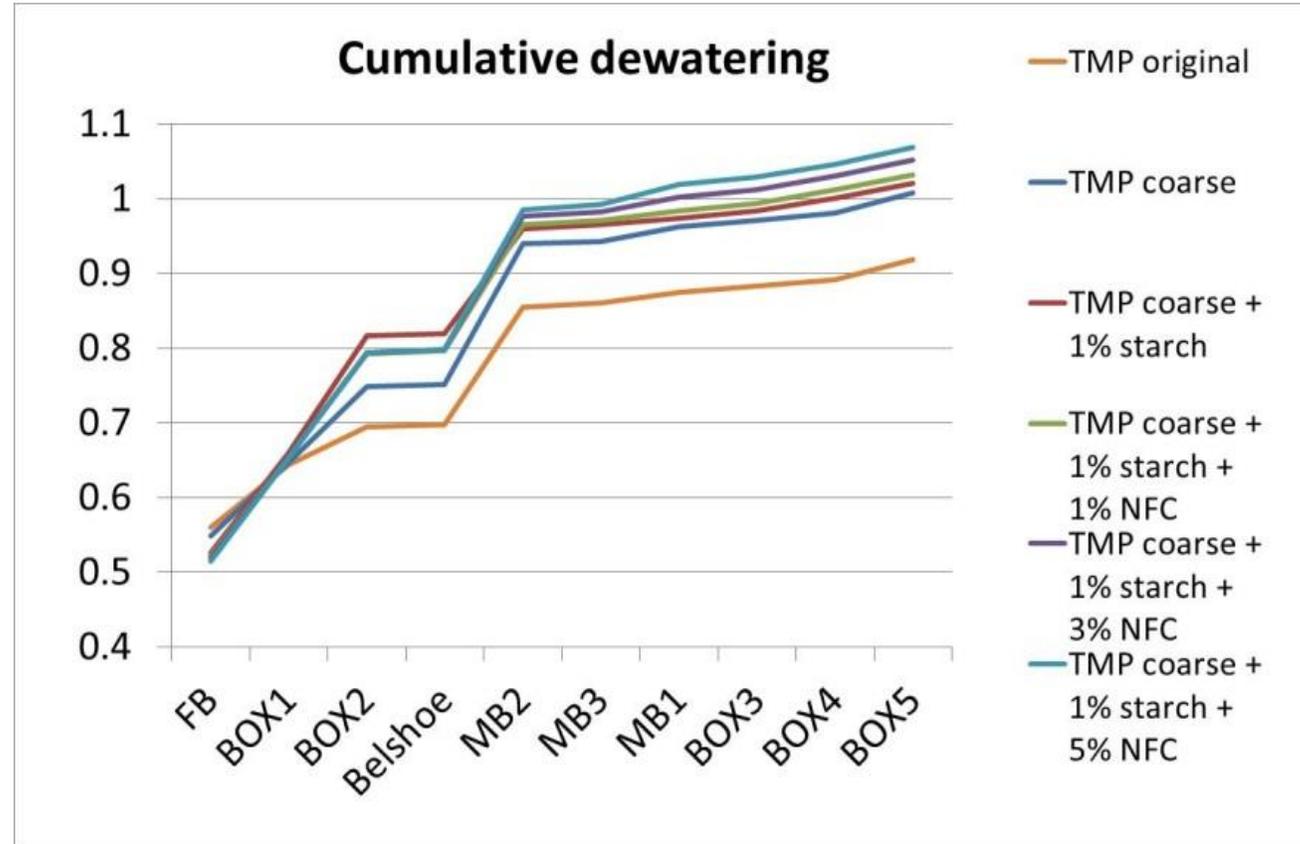
- Reducción de drenaje en la formadora
- Aumento del 1-3%-unidades en sólidos secos despues de prensado
- Sin cambios en formación o retención
- **Aumento de Resistencia a la tracción (~8g/m² en reducción de gramaje)**
- Aumento significativo en modulo elástico
- Resistencia a la flexion permanence constante
- 20-30% menor porosidad
- ~4%-unidades menor opacidad



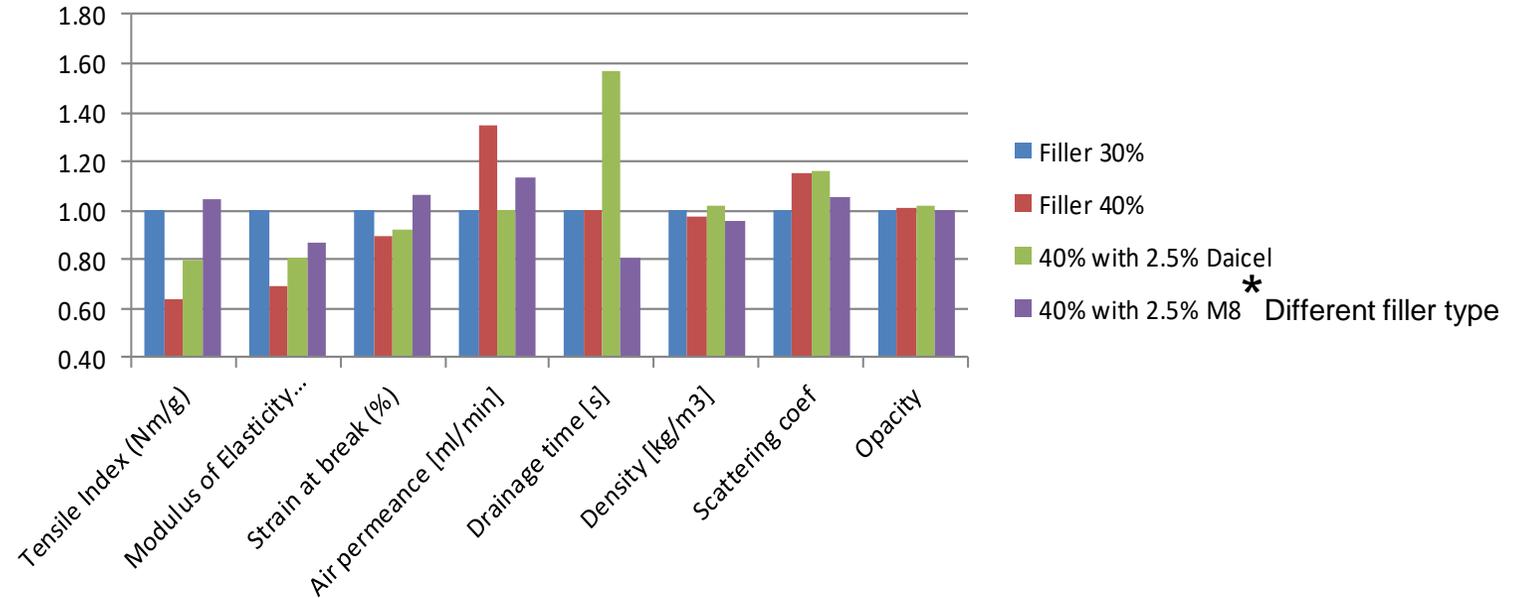
Información detallada en drenaje en condiciones reales de proceso

Ensayos piloto: cartones

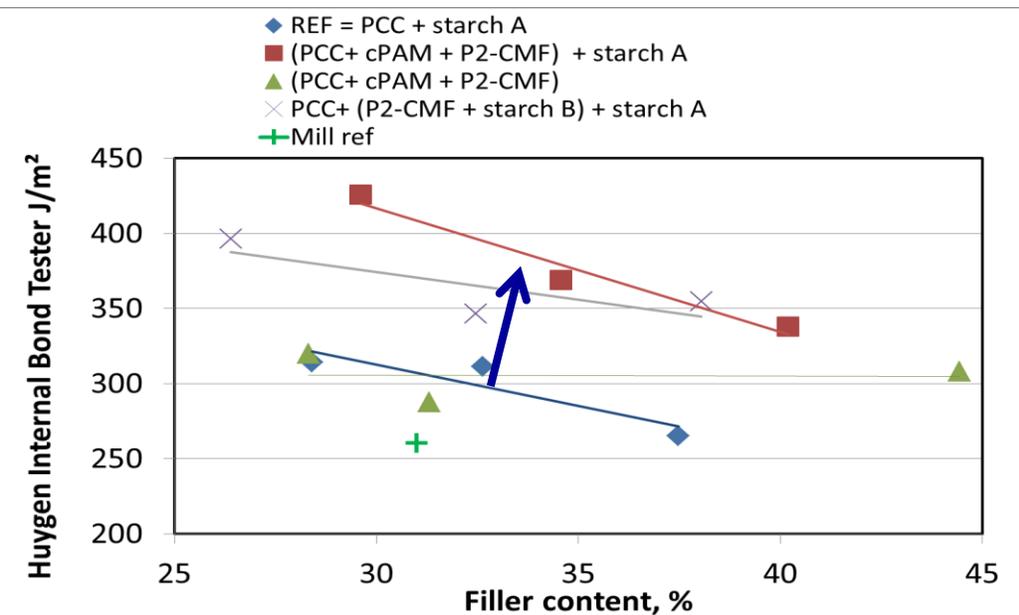
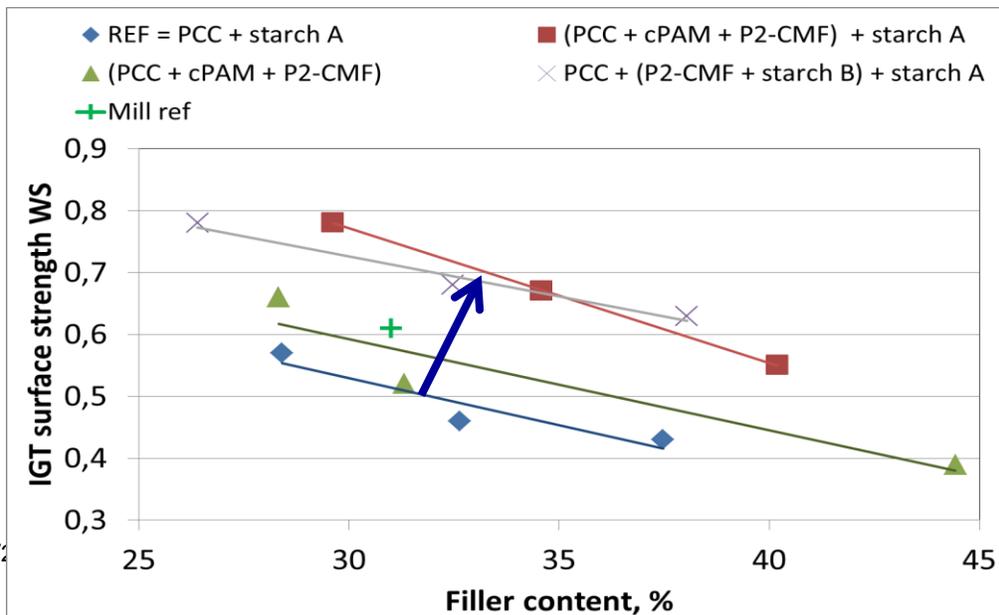
- La adición de CMF disminuye el *drenaje inicial* pero
- drenaje total es mejorado con la adición de CMF



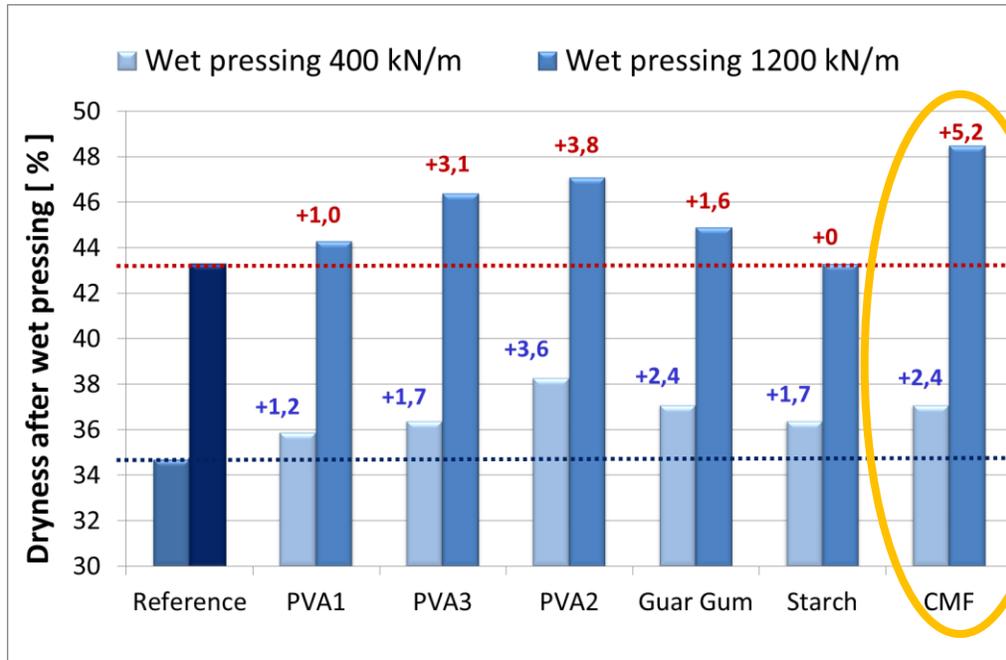
Aumento en el contenido de aditivos: PCC-cPAM-CMF



Mejoras en resistencia superficial & de adhesión interna Scott Bond



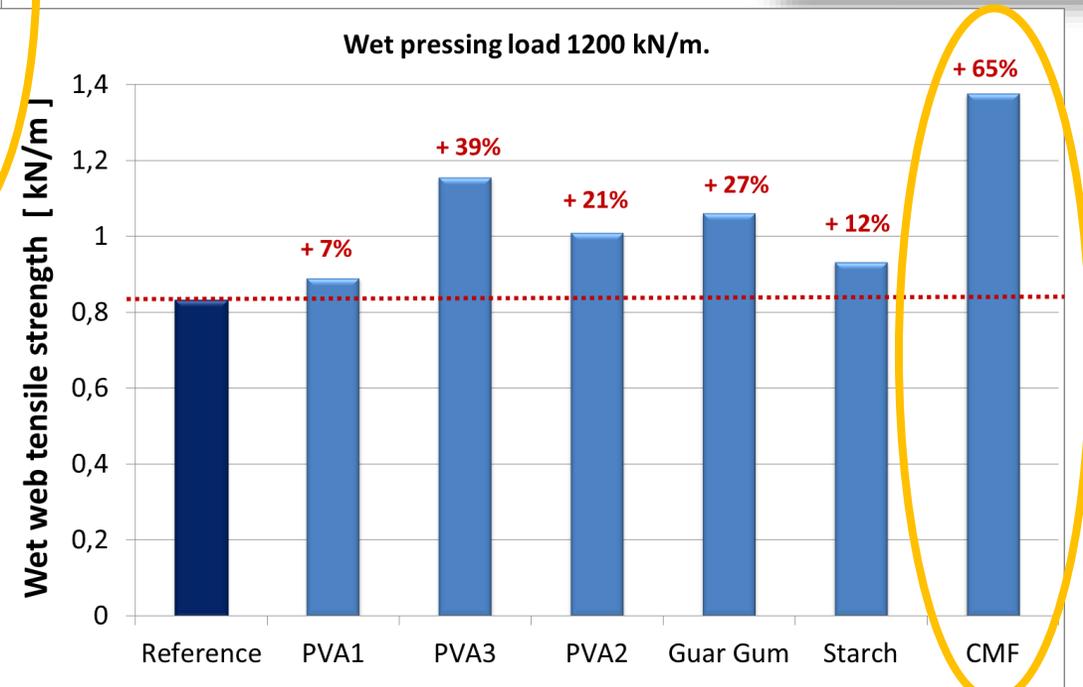
Competitivo respecto a la aplicación de otros polimeros en la sección de wire (espumas)



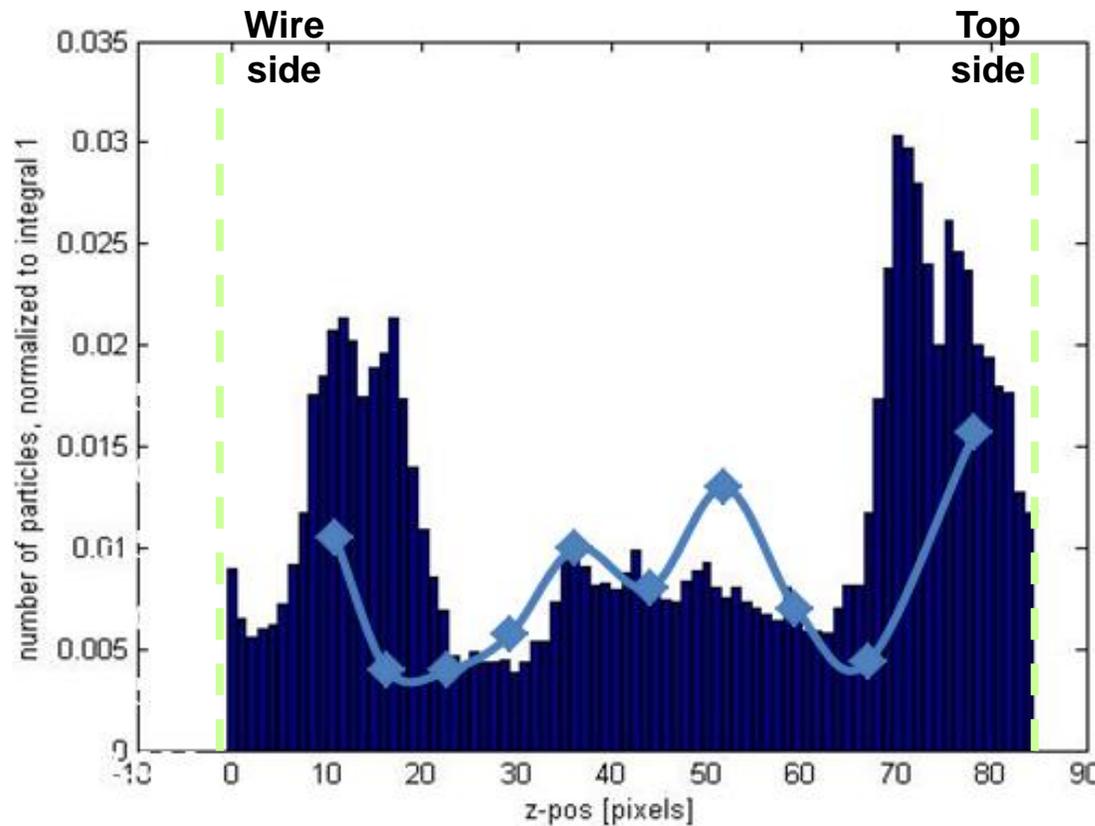
Hoja hasta 5% mas seca luego de la sección de prensado

→ Ahorros energéticos significativos

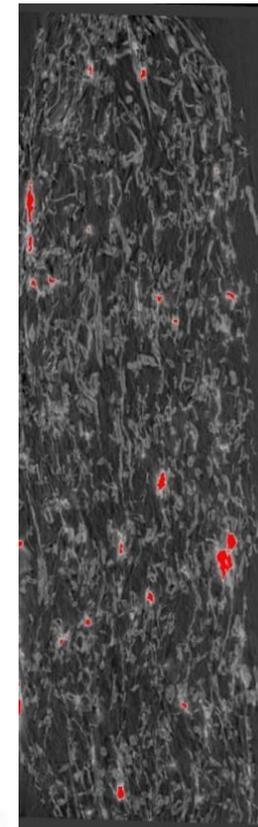
Aumentos significativos de Resistencia en húmedo con el agregado de CMF



Medida de la distribución y retención de CMFs en condiciones reales de proceso



- Línea sólida: "Tape splitting"
- Barras: Microtomografía de Rayos X



Evaluación de la efectividad de CMF en el sistema de retención de aditivos

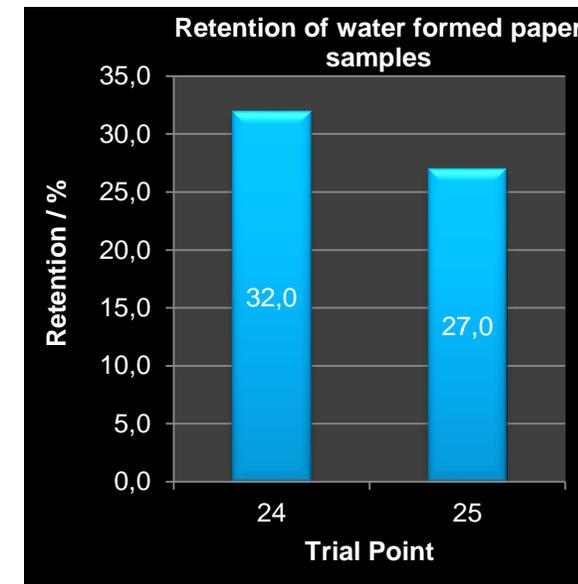
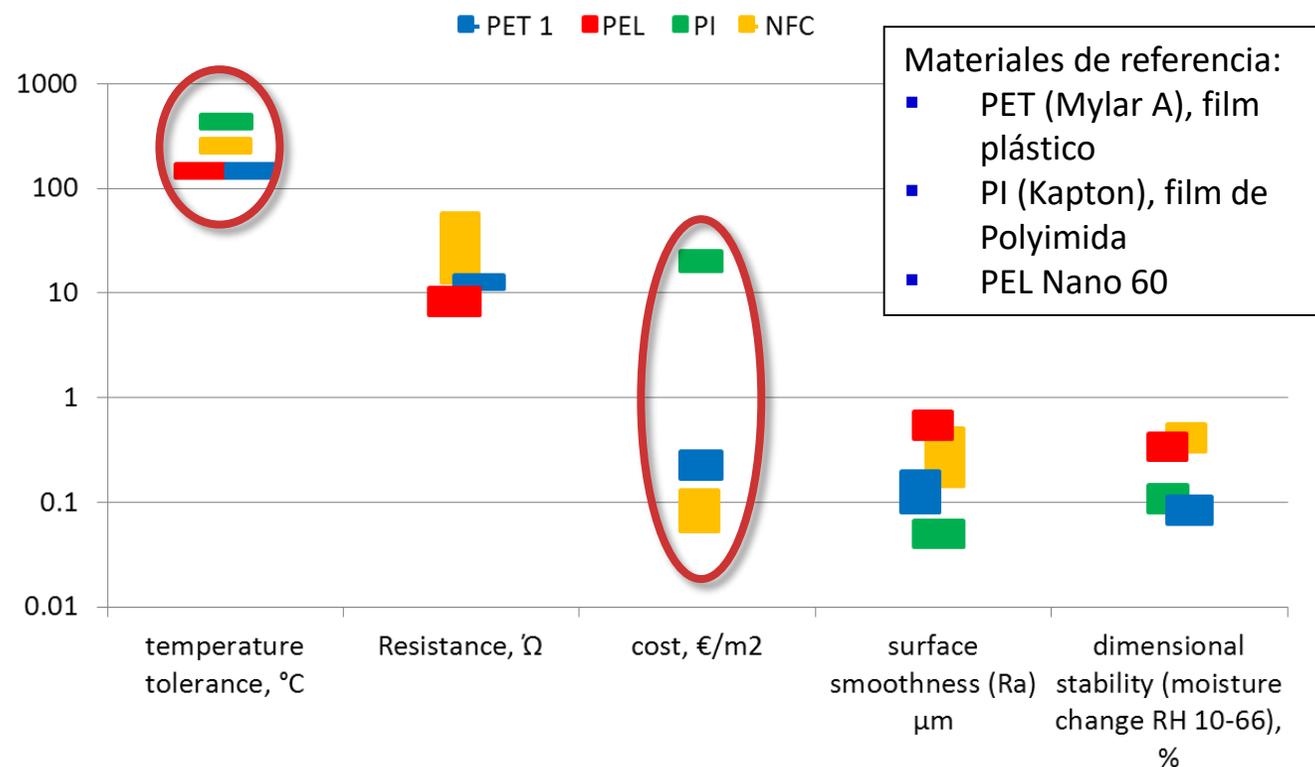


Fig.1 Imagen tomada con microtomografía de Rayos X de la sección transversal de una muestra de papel. CMF se visualiza en color rojo.

Substratos de papel para electrónicos impresos tolerantes a altas temperaturas y con costos competitivos



Demos exitosas:

- Conductores (inkjet)
- LC-resonadores (impresión de pantalla)
- Etiquetas de comunicación de campo próximo RFID tag (impresión de pantalla)
- Transistores (flexo-printing)

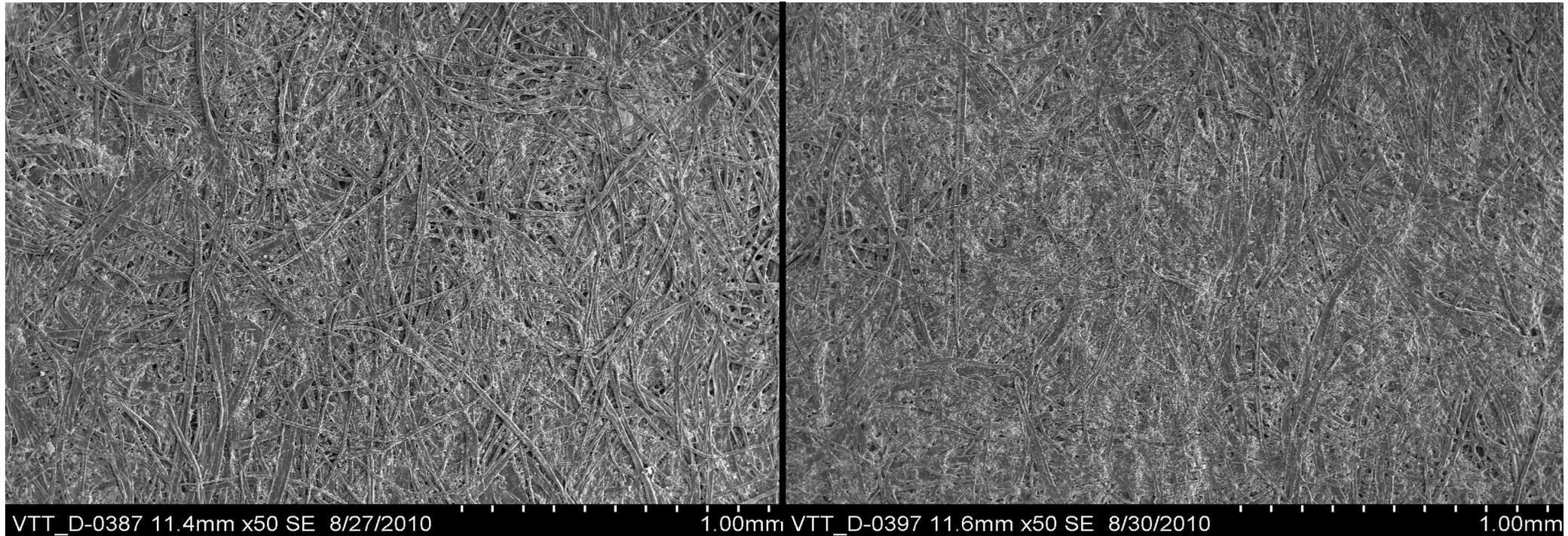


Sustratos: of 50-80 % pigmentos y cargas (e.g. CaCO₃, kaolin) y 20-50 % CMFs

Tratamiento superficial de papel con CMF

Imágenes SEM x50 de superficies de papel (sin calenderado)

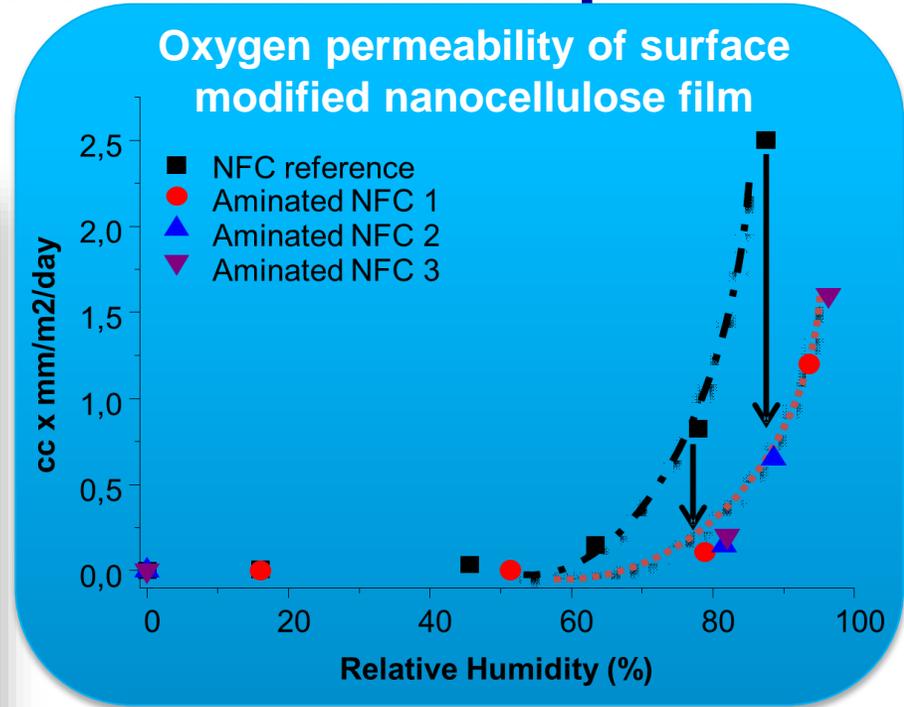
Carga de CNF < 1 g/m²



Papel base

Papel recubierto con CNF

Produccion de films de nanocelulosa a escala piloto



- Varios metros de film
 - Excelente calidad de impresion
 - Sin derrames ni tinta a través del film (20 µm films)
 - Estructuras conductoras
- Translúcido
- Tolerante a la humedad
- Excelentes propiedades de barrera contra O₂ y grasa

Conclusiones

- CMF es una alternativa versátil y con mucho potencial para ser utilizada como aditivo en la producción de papeles y cartones
- A bajas dosis, produce un aumento de la resistencia del papel sin comprometer el drenaje de agua (si inicial!)
 - Estabiliza sistemas coloidales -> aumento del contenido de cargas, (reduce costos), propiedades adicionales
 - Mejora en Resistencia superficial, adhesión interna Scott Bond, en húmedo y proporciona ahorros energéticos
 - Mejoras en rugosidad superficial (recubrimientos)
 - Nuevos materiales -> films, electrónicos impresos, etc.

Muchas gracias por su atención!!

Maria Soledad Peresin
soledad.peresin@auburn.edu

Tekla Tammelin
tekla.tammelin@vtt.fi

Erkki Hellén
erkki.hellen@vtt.fi

VTT Ltd.: uso de microfibras de celulosa (CMFs) en papeles y cartones

- **Personalización del proceso de química en húmedo**
 - Desarrollo de sistemas de retención y dosaje optimizado
 - Caracterización de eliminación de agua a escala piloto
 - Efectividad de refuerzo garantizada a través de mediciones de la distribución de CMF en el producto.
 - Comparación de eficiencia en costos: CMF's vs. otros aditivos de refuerzo
- Mejora en la resistencia: en ambos casos, formación con tecnología en húmedo y con espumas, fijación de agregados de aditivos, etc.
- Aplicación de CMFs y otros aditivos con tecnologías de espumas en la sección de formación
- Procesamiento: bombeo, mezclado, preservación, reología
- Producción energéticamente eficiente de CMFs con enzimas
- Desarrollo de análisis de CMFs
- Modificación de superficie a través de recubrimientos
- Seguridad
- Concentración de suspensiones de CMFs