

# VALIDACIÓN DE TÉCNICAS DE ENSAYOS BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA ESPECÍFICAS

Vivian Mastroianni, Edgardo Fontana, Osvaldo Valenzuela  
**INTI Celulosa y Papel**  
[vivianm@inti.gob.ar](mailto:vivianm@inti.gob.ar)

## **OBJETIVO**

Demostrar la competencia técnica del Laboratorio de Ensayos Físicos, en los ensayos de Resistencia a la Tracción y Resistencia al Reventamiento.

Probar que con las condiciones reales del laboratorio, los ensayos siguen siendo igual de válidos que utilizando las Condiciones Ambientales normativas.

## **DESCRIPCIÓN**

Las actividades realizadas consistieron en:

- Recopilar y compaginar los datos de Temperatura y Humedad del Laboratorio de Acondicionamiento de muestras, con el fin de mostrar las condiciones reales del laboratorio.
- Analizar los resultados de estos ensayos en la participación en los años 2010 a 2013 en Interlaboratorios en el Collaborative Testing Services de Estados Unidos.
- Realizar un diseño de experimentos que sea representativo de los papeles, cartones y cartulinas existentes, con el fin de demostrar que con las condiciones que el Laboratorio posee los resultados no difieren de aquellos que están dentro del rango de Humedad requerido.
- Analizar estadísticamente estos resultados para demostrar que los ensayos son comparables con aquellos que se realizan con las condiciones normativas.

## **Acondicionamiento**

El requisito más importante para el ensayo de papeles es el acondicionamiento de la muestra de papel debido a la variación de las propiedades con el contenido de humedad. Dado que las fibras de madera son de naturaleza higroscópica, el papel absorbe fácilmente humedad del ambiente o libera humedad si la atmósfera es más húmeda o más seca que la correspondiente al contenido de humedad de equilibrio del papel. El contenido de humedad del papel influye a casi todas sus propiedades físicas. Las Normas NM-ISO 187 y la TAPPI 402, de amplia aceptación a nivel internacional, establecen las siguientes condiciones ambientales para el acondicionamiento y

ensayo de las muestras de materiales celulósicos:

Temperatura:  $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$

Humedad relativa ambiente:  $(50 \pm 2) \% \text{ HR}$

condiciones que presentan la dificultad de cumplimiento y control, en particular la humedad.

## **Efecto del contenido de humedad en las propiedades mecánicas**

Se ha establecido que el contenido de humedad influye sobre la flexibilidad de las fibras de papel y afecta la unión entre fibras. Mayores contenidos de humedad conducen a mayor flexibilidad y uniones entre fibras más débiles.

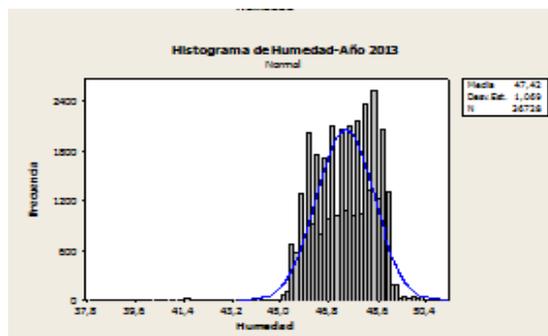
## **RESULTADOS**

### **Condiciones Ambientales Reales**

Se realizó un análisis de los datos históricos del laboratorio desde el 2010 hasta el 2013 determinando que la temperatura tiene un promedio de  $23.0 ^\circ\text{C}$  y la Humedad tiene un promedio de  $47.5 \% \text{ HR}$  (valor sin corregir), considerando última calibración el valor corregido es de  $50.2\% \text{ HR}$ . **Fig. 1.**

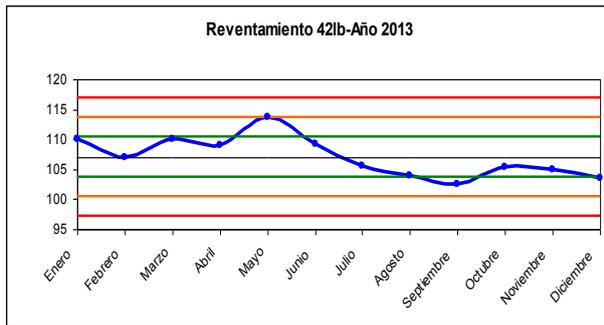
Resulta imposible asegurar el comportamiento dentro del intervalo de medición ya que la incertidumbre de calibración es del  $2.5 \% \text{ HR}$  (menor incertidumbre posible de conseguir en el país al momento de la calibración).

**Fig. 1 – Historial Humedad en Lab. Físico**

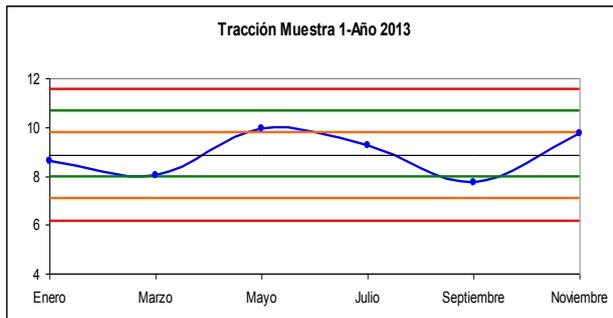


### **Interlaboratorios**

Se realizaron gráficos de control para los años 2010-2013 para los ensayos de Resistencia al Reventamiento y Resistencia a la Tracción, resultados obtenidos a partir de la participación en los ensayos interlaboratorios del Collaborative Testing Services de EEUU. En reventamiento se participa mensualmente, durante todo el año con tres gramajes distintos: 42lb, 36lb y 69lb. **Fig. 2.** Mientras que en Tracción se realiza bimestralmente en dos muestras diferentes. **Fig. 3.**



**Fig. 2 – Historial Reventamiento 42lb Año 2013**



**Fig. 3 – Historial Tracción Año 2013**

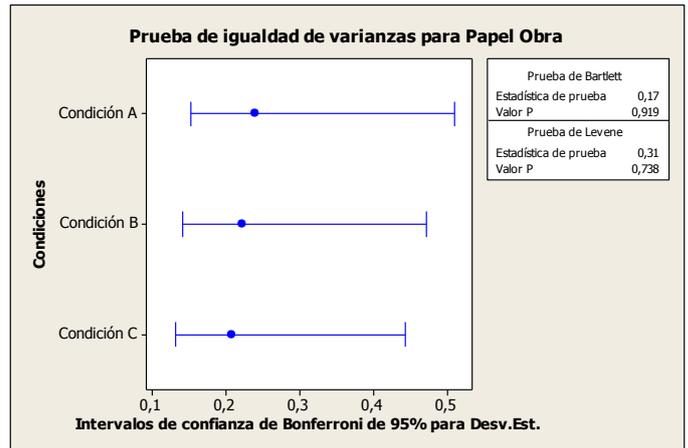
### Diseño de Experimentos y Resultados

Para el ensayo de Resistencia a la Tracción se realizó el ensayo sobre 4 tipos de muestras: Papel Obra, Grado Médico, Liner y Bolsero. **Fig. 4.**

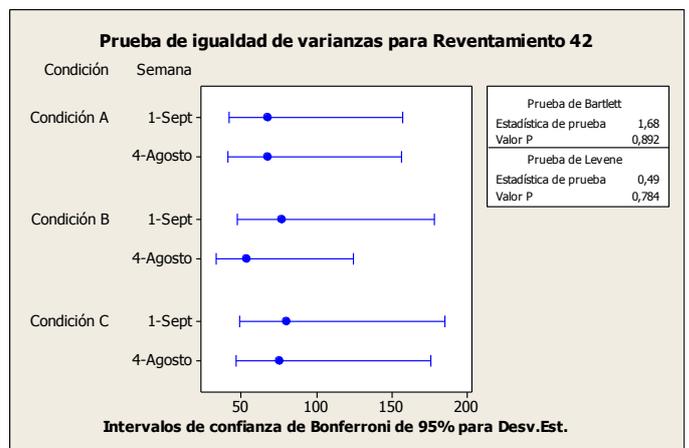
Se efectuaron 50 determinaciones en cada una de las siguientes condiciones:

- Condición A: 23° C y 47% HR
- Condición B: 23° C y 50% HR
- Condición C: 23° C y 53% HR

Para el ensayo de Reventamiento, debido a la heterogeneidad de las muestras, se decidió usar muestras sobrantes del Interlaboratorio CTS de las muestras de 42lb y 69lb. **Fig. 5.** En ambos casos se efectuó un análisis de ANOVA y Prueba de Igualdad de Varianzas.



**Fig. 4 – Resultados para Tracción**



**Fig. 5 – Resultados para Reventamiento**

Se demuestra que:

- Históricamente se han obtenido resultados satisfactorios en la realización de los ensayos Interlaboratorios (si bien se muestran los últimos años, se cuenta con una historia de más de 20 años).
- Se han mantenido condiciones ambientales estables a través de los años
- El estudio comparativo que se realizó demostró que más allá que el rango de humedad (47-53 %HR, sin tener en cuenta incertidumbre de calibración) sea mayor que el requerido por la normativa, los resultados provistos por el Laboratorio de Ensayos Físicos de INTI-Celulosa y Papel son Satisfactorios para las condiciones ambientales reales del mismo.

### CONCLUSIONES

Puede concluirse que los métodos de ensayo de Resistencia a la Tracción y Resistencia al Reventamiento han sido validados a través del presente trabajo.

