

**UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPTO. ING. EN MADERAS**

**PROFESOR GUIA:
EMILIO VERGARA S.**

**ING. PATROCINANTE:
LUIS VALLEJOS S.**



**CARACTERIZACION Y COMPARACION DE PROPIEDADES FISICAS Y
MECANICAS DE CARAS DE PUERTAS MOLDEADAS DE HARDBOARD
PROCEDENTES DE CINCO PLANTAS.**

SEMINARIO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO DE
EJECUCIÓN EN MADERAS.

CLAUDIA BAEZA S.

MARIANA MARTINEZ M.

CONCEPCION, ENERO 2007.

RESUMEN.

El objetivo del trabajo fue caracterizar y relacionar las propiedades físicas y mecánicas de tableros moldeados de fibra duros de Masonite Chile S.A, empleados como caras de puertas (doorskins), fabricados por proceso seco, provenientes de cinco plantas. Dos de ellos, provenientes de una de las plantas son los de mayor interés ya que se fabrican en Chile, y se designaron como productos Uréico y Fenólico.

Se evaluaron las propiedades mecánicas (MOR y MOE) de flexión, resistencia a tracción perpendicular y clivaje, y las propiedades físicas de perfil de densidad, hinchamiento y absorción en agua, contenido de humedad, permeabilidad específica, expansión lineal y ángulo de humectación.

Los resultados demostraron que los productos de interés definidos como Ureico y Fenólico cumplen con los requerimientos de la norma para los ensayos de absorción en agua a 24 horas, hinchamiento a 3 horas, hinchamiento a 24 horas, expansión lineal, y densidad promedio. Sólo el producto Ureico cumple con los requerimientos en clivaje. Ambos productos no cumplen con los requerimientos de la norma para los ensayos de CH, MOR, MOE e IB.

Se demostró que existe un grado de relación entre el clivaje de los doorskins y el ángulo de humectación.

En cuanto a la situación de los doorskin elaborados en Masonite Chile, en relación a su competencia, se pudo determinar que ambos productos cumplen con una mayor cantidad ensayos normados por la empresa.

INDICE

Capítulo I

1.1	Introducción.	1
1.2	Objetivos.	2

Capítulo II : Antecedentes generales.

2.1	Fabricación tableros HDF.	3
2.1.1	Definición.	3
2.1.2	Características del producto.	3
2.1.3	Etapas y equipos del proceso de producción del tablero.	4

Capítulo III : Metodología.

3.1	Diseño del experimento.	10
3.2	Análisis de datos.	10
3.3	Obtención de probetas.	11
3.4	Procedimientos ensayos Físico mecánicos.	12
3.4.1	Equipo e instrumentos.	12
3.4.2	Materiales.	13
3.5	Ensayos.	14
3.5.1	Absorción e Hinchamiento.	14
3.5.2	Contenido de humedad.	14
3.5.3	Modulo de ruptura - Modulo de elasticidad.	14
3.5.4	Expansión lineal.	14
3.5.5	Resistencia a la tracción perpendicular.	14
3.5.6	Clivaje.	14
3.5.7	Angulo de humectación.	15
3.5.8	Perfil de densidad.	17
3.5.9	Permeabilidad.	18

Capítulo IV : Resultado y análisis.

4.1	Tabla resumen.	21
4.2	Análisis de datos por ensayo.	22
4.2.1	Absorción 3 horas.	22
4.2.2	Absorción 24 horas.	23
4.2.3	Hinchamiento 3 horas.	24
4.2.4	Hinchamiento 24 horas.	25
4.2.5	Contenido de humedad.	26
4.2.6	Modulo de ruptura.	27
4.2.7	Modulo de elasticidad.	28
4.2.8	Expansión lineal.	29
4.2.9	Resistencia a la tracción perpendicular.	30
4.2.10	Clivaje.	31
4.2.11	Densidad promedio.	32
4.2.12	Densidad superficial en la trancara.	33
4.2.13	Densidad en el centro.	34
4.2.14	Permeabilidad especifica.	35

4.2.15	Angulo de humectación según procedencia.	36
4.2.16	Angulo de humectación a los cinco minutos.	37
4.3	Regresión y correlación de datos.	38
4.3.1	Clivaje v/s Contenido de humedad.	38
4.3.2	Clivaje v/s Angulo de humectación.	39
4.3.3	IB - Densidad en el Centro.	40
4.3.4	Clivaje v/s Angulo de humectación, Densidad en la trascara, Permeabilidad especifica.	40
4.3.5	Clivaje v/s Angulo de humectación, Permeabilidad especifica	41
Capítulo V	: Conclusiones.	42
Capítulo VI	: Recomendaciones.	43
	Bibliografía.	44
Anexo A	: Descripción de propiedades.	
Anexo B	: Datos experimentales y resultados de propiedades físico-mecánicas.	

CAPITULO I.

1.1 INTRODUCCION

En la Industria del tablero, como en cualquier otra, se hace imprescindible conocer la calidad del producto fabricado en relación con la de la competencia, esta comparación es necesaria para la toma de decisiones, tales como mejoramiento del proceso y con ello el aumento de utilidades por obtención de un mejor producto.

Cabe destacar, el valioso complemento de la industria de los tableros con el sector forestal, ya que crece la diversidad de productos forestales y actores económicos.

Masonite Chile S.A., ubicada en la ruta Q-50 Km. 1,5 en la localidad de Cabrero, VIII región Chile; empresa fabricante de **caras de puertas moldeadas de fibras de alta densidad (doorskin)**, en su constante búsqueda por obtener un producto de la mas alta calidad, con el objetivo de satisfacer las exigencias y los elevados requerimientos del mercado ha dispuesto, a través de su área de Control de Calidad, un **estudio técnico** que permita conocer a que nivel se encuentra su producto versus su competencia.

Para ello obtuvo doorskins procedentes de cuatro plantas de la competencia y dos tipos obtenidas en Masonite, los que fueron caracterizados en algunas propiedades físico-mecánicas de interés.

1.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Caracterizar y relacionar propiedades físico-mecánicas entre tableros o doorskin de Masonite Chile S.A, Producto Ureico y Producto Fenólico, y su competencia.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Comparar propiedades físicas entre procedencias (perfil de densidad, absorción, hinchamiento, permeabilidad, contenido de humedad, expansión lineal y ángulo de humectación).
- Comparar propiedades mecánicas entre procedencias (modulo de ruptura, modulo de elasticidad, clivaje, resistencia a la tracción perpendicular).
- Establecer el grado de relación entre algunas de las propiedades ensayadas.

CAPITULO II.

ANTECEDENTES GENERALES.

2.1 FABRICACION DE TABLEROS HDF

2.1.1 DEFINICION:

El tablero HDF o High Density Fiberboard, también denominado HB; Hardboard; es un panel producido, mediante un proceso seco, por fibras lignocelulósicas combinadas con adhesivos fenólicos o un aglomerante adecuado, mediante un proceso de presión y calor. Sus densidades están sobre los 800 (Kg./m³). En la fabricación de estos tableros pueden incorporarse otros materiales para mejorar sus propiedades, entre ellas rigidez, dureza, acabado, resistencia a la abrasión y humedad, así como para aumentar resistencia, durabilidad y utilidad. (Vergara, 2005).

2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.

La densidad de los tableros, es un factor de bastante importancia ya que de ella dependen sus propiedades físicas y mecánicas.

La composición de los elementos del tablero de fibras de alta densidad de caras de puertas moldeadas, para la planta Masonite, es:

- Material fibroso (fibra de madera de Pino radiata). (94%)
- Resina (fenol formaldehído). (5%)
- Cera parafínica. (1%)

Características del producto:

Espesor del tablero	: 3.2 mm
Densidad:	: 1.020 gr./cm ³
Alto	: 1800 a 2451 mm.
Ancho:	: 470 a 927 mm.

La aplicación final de los doorskins es empleo en puertas de uso interior o a lo más exterior adecuadamente protegido.

2.1.3 DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso de fabricación de caras de puertas moldeadas o doorskins se describe en diagrama siguiente:

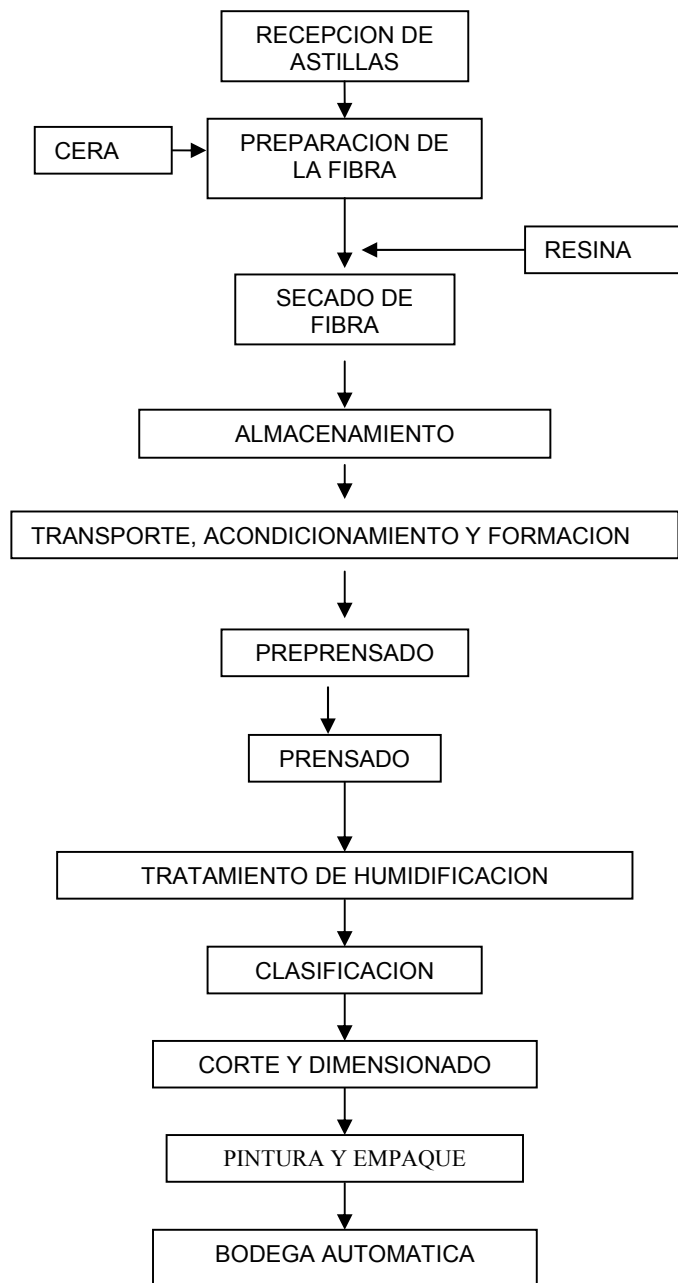


Fig 2.1.3. Diagrama de flujo de producción de doorskins.

a) RECEPCIÓN, TRANSPORTE Y LAVADO DE ASTILLAS.

Las astillas frescas de pino son descargadas a una pila de almacenamiento, luego son transportadas por medio de una cinta hasta un harnero clasificador por tamaño. Las astillas seleccionadas pasan a la estación de lavado para eliminar impurezas y posteriormente ser derivadas a la etapa de preparación de la fibra. Las astillas de rechazo son transportadas a la planta térmica para generación de energía. (Apuntes internos de la empresa).

b) PREPARACIÓN DE LA FIBRA.

La preparación de fibras tiene el objetivo de desfibrar las astillas y refinarlas adecuadamente y consta de las siguientes etapas:

Vaporizado y Desfibrado:

Este proceso se basa en el reblandecimiento de la lámina media de la pared celular, con vapor a alta temperatura y presión, para proceder posteriormente a un tratamiento mecánico que separa las fibras. Las astillas entran en la máquina por un tubo provisto de un tornillo que trabaja discontinuamente (Ver figura N° 2.1.2.2). El tornillo alimentador mantiene un nivel adecuado de astillas en la cámara de precalentamiento, aquí las astillas son plastificadas con temperaturas de 160 a 180 °C y vapor a una presión que fluctúa entre 8 y 12 Kgf/cm². El tiempo de vaporización varía entre 1 y 5 minutos, y se fija de acuerdo con la especie de madera que se utilice. (Poblete, 1987)

Las astillas ya plastificadas se transportan por un tubo mediante un tornillo sin fin al desfibrador. Este equipo se compone de dos discos de una aleación fundida, uno está fijo y el otro varía a una velocidad de 700 a 900 r.p.m, la distancia entre los dos discos es variable y normalmente se trabaja con una abertura entre 0.1 y 0.15 mm. (Poblete, 1987)

Los discos del desfibrador tienen un cierto diseño de ranuras en su superficie (Ver figura N° 2.1.2.1), para facilitar el desfibrado de las astillas. Cada forma de disco se adapta mejor a un tipo de madera determinada. (Poblete, 1987).

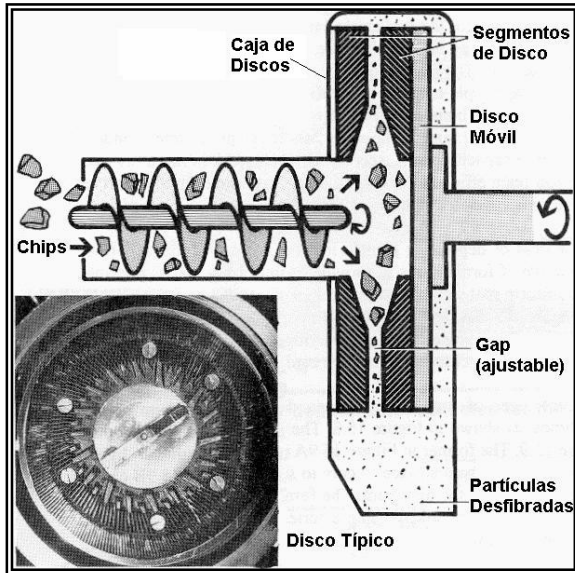


Figura N° 2.1.2.1. Corte esquemático de una caja de discos

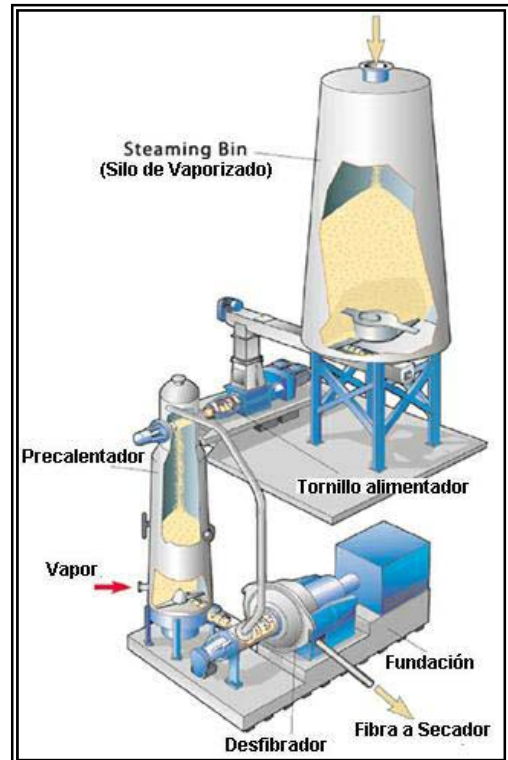


Figura N° 2.1.2.2. Desfibrador.

Inyección de Adhesivo y agente Hidrófugo:

Luego del desfibrado se inyecta la cera y resina. El producto que se obtiene es una pulpa húmeda, la cual es transportada por la descompresión del vapor desde el desfibrador a través de tuberías al sistema de secado; tubería de soplado. El agente hidrófugo se agrega en forma fundida al desfibrador lográndose que allí se mezcle apropiadamente gracias a la rotación del disco móvil. La resina se agrega inmediatamente después de la válvula que permite la salida de la fibra y vapor a la entrada de la tubería de soplado (Apuntes internos de la empresa).

c) SECADO DE LA FIBRA.

El secado de la fibra ya encolada se produce por convección mediante gases de combustión a alta temperatura generados en la planta térmica. En este proceso la fibra entra al ducto de secado a un 85% de CH y sale a un 7% aproximadamente. (Apuntes internos de la empresa).

d) ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE FIBRA.

Luego de la etapa de secado, la fibra es almacenada en un depósito acondicionado para ser posteriormente dosificada al proceso de formación. (Apuntes internos de la empresa).

e) TRANSPORTE, ACONDICIONAMIENTO Y FORMACIÓN.

Los dosificadores descargan la fibra por una corriente de aire la cual se ha acondicionado en temperatura y humedad con el fin de obtener las condiciones ideales para formar el manto. Luego esta corriente de aire con fibra pasa a través de un clasificador de fibra que tiene dos finalidades. Una es retirar todo el material extraño que pueda venir con la fibra, y la otra, es separar la fibra por tamaño (fina y gruesa). La fibra es llevada a dos cabezales formadores, cuya finalidad es confeccionar un manto homogéneo sobre un transportador de banda, El primer cabezal formador hace un manto de fibra gruesa y el segundo hace una capa de fibra fina sobre el manto de fibra gruesa. (Apuntes internos de la empresa).

f) PRE-PRENSADO.

Mediante cintas transportadoras el manto de fibra avanza hacia la pre- prensa, la que tiene como finalidad compactarlo para eliminar el exceso de aire que éste posee, reducir su espesor para facilitar ingreso a prensa y darle más resistencia al manto. En esta etapa el manto disminuye su volumen un 80% aproximadamente, en la salida de la pre-prensa el manto es dimensionado en los bordes y posteriormente de manera transversal según el alto del producto a fabricar. (Apuntes internos de la empresa).

g) PRENSADO.

Los mantos de fibra dimensionados son introducidos a un pre-cargador de cinco pisos que alimenta al cargador de la prensa de diez pisos, el cargador tiene la función de

entregar los mantos a la prensa; cada ciclo de prensado permite fabricar 10 *master panel*, los que posteriormente se dimensionan obteniéndose dos “doorskins”, por cada uno de ellos

Una vez cargada la presa con los 10 mantos de fibra, se procede al cierre simultáneo de los diez pisos, esto más la temperatura y la presión hace reaccionar la resina, que luego de un tiempo determinado forma el master panel compacto y terminado con el modelo deseado ya que la prensa posee una variedad de moldes intercambiables. (Apuntes internos de la empresa).

h) SISTEMA DE HUMECTACIÓN

En esta etapa los “*master panel*” están calientes y con un contenido de humedad muy bajo, por lo que pueden deformarse al adquirir humedad del ambiente, por esta razón se someten a un proceso de enfriamiento y humectación controlado, con el fin de que adquieran una humedad cercana al 6 %. (Apuntes internos de la empresa).

i) SISTEMA DE CLASIFICACIÓN.

El sistema de clasificación de master panel es automático y los ordena en paquetes de 200 unidades según el piso de la prensa de donde fueron obtenidos. Al agrupar una cantidad importante de master panel se mejora la eficiencia de la sierra. (Apuntes internos de la empresa).

j) SISTEMA DE CORTE Y DIMENSIONADO.

Al pasar al sistema de dimensionado los master panel son desapilados y posteriormente alimentados a la mesa de corte. El master panel es alineado por un sistema de sensores con el fin de lograr una cuadratura perfecta respecto al diseño, después son cortados transversalmente mediante dos sierras circulares, una vez terminado este proceso se realiza el corte longitudinal con tres sierras para obtener dos “doorskins”, luego son nuevamente apilados en paquetes de 200 unidades agrupándolos por formato, estos paquetes son transportados a la bodega automática. (Apuntes internos de la empresa).

k) SISTEMA DE PINTURA Y EMPAQUE.

La línea de pintura recibe los paquetes en una estación de desapilamiento que voltea los doorskin. El proceso comienza con un precalentamiento superficial, luego el proceso continúa por la cabina 1 de pintado, la cual aplica pintura a través de boquillas de pulverización, luego se derivan a una primera etapa de secado, se aplica nuevamente pintura en la cabina 2 y posteriormente al segundo secado. Cada etapa de pintado termina con un enfriado por medio de corrientes de aire, luego de la última etapa se incorporan los doorskins a un proceso de humidificación, con el fin de lograr estabilidad dimensional y recuperar la humedad perdida en el proceso de pintado. (Apuntes internos de la empresa).

l) BODEGA AUTOMÁTICA.

La bodega Automática consta de edificios que poseen una cierta cantidad de pisos y estantes por piso los que pueden albergar una determinada cantidad de paquetes.

El manejo de los paquetes lo efectúan dos máquinas robotizadas que los almacenan y retiran. Además tiene un sistema automatizado de control de inventario cuya finalidad es poder administrar correctamente los productos almacenados. (Apuntes internos de la empresa).

CAPITULO III. METODOLOGIA.

3.1 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

El diseño del experimento fue realizado según el material disponible, el cual fue proporcionado por Masonite Chile S.A. El número de muestras esta regido por la disponibilidad de la empresa. Fueron 4 “doorskins” por procedencia, éstas fueron seis y se designaron de la siguiente manera:

- Procedencia A.
- Procedencia B.
- Procedencia C.
- Procedencia D.
- Producto Fenólico.
- Producto Ureico.

De esta forma se conformaron las procedencias y el número de réplicas para cada una de ellas. Sólo las dos últimas procedencias fueron elaboradas por Masonite Chile.

A continuación se presentara la definición estadística de cada una de las variables involucradas.

Niveles: Son seis y corresponde a la procedencia, se define como el origen de los doorskins a ensayar.

Réplicas: Son cuatro, y corresponden al numero de doorskins que son obtenidos de cada procedencia. Cada una de estas réplicas se obtiene del promedio de al menos 3 mediciones; ver Tabla 3.1.1.

3.2 ANÁLISIS DE DATOS.

Las propiedades físico-mecánicas se compararon según la técnica estadística de análisis de varianza (ANOVA), y el test de comparaciones múltiples entre medias, Tukey, para evaluar diferencias a un nivel de significancia del 95%. Además se pretendió determinar la relación entre clivaje con: Contenido de humedad, ángulo de humectación, permeabilidad específica, densidad promedio; la relación entre resistencia a la tracción perpendicular (IB)

con: densidad en el centro y la expansión lineal (LE) con Hinchamiento a las 24 horas. Estas relaciones fueron propuestas por Ingenieros de Masonite.

3.3 OBTENCION DE PROBETAS.

Los ensayos efectuados para la caracterización de las procedencias fueron: Modulo de ruptura (MOR), modulo de elasticidad (MOE), absorción, hinchamiento, contenido de humedad (CH), E.L, I.B, Clivaje, perfil de densidad, ángulo de humectación, permeabilidad específica.

El probeteo (Figura N° 3.3.1) consistió en la distribución homogénea de las muestras de cada ensayo, en la superficie lisa del doorskin.

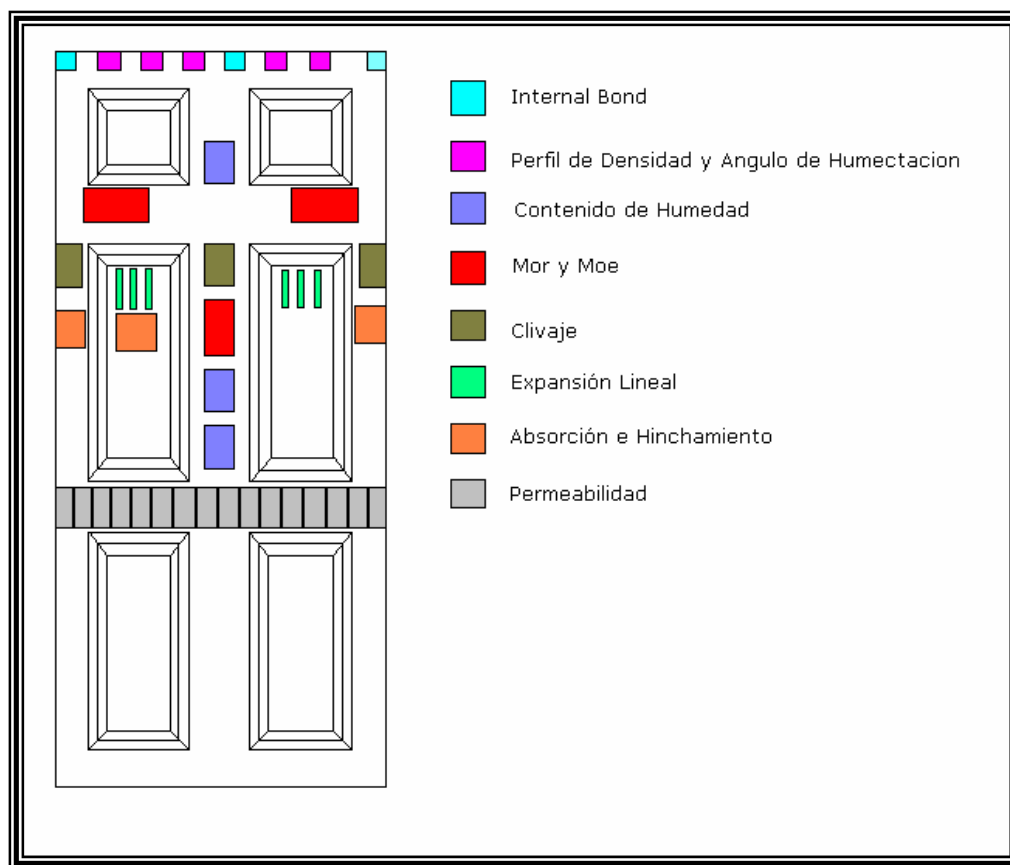


Figura N° 3.3.1. Distribución de las probetas para cada ensayo.

El cuadro adjunto entrega el número y dimensiones de las probetas para los ensayos a realizar:

ENSAYO FISICO - MECANICO	NUMERO DE PROBETAS POR DOORSKIN	NUMERO DE MUESTRAS POR PROCEDENCIA (4 DOORSKIN)	NUMERO DE PROBETAS POR ENSAYO (6 PROCEDENCIAS)	DIMENSIONES DE LAS PROBETAS (mm ²)
ABSORCION	3	12	72	100*100
HINCHAMIENTO	3	12	72	100*100
CONTENIDO DE HUMEDAD	3	12	72	76*100
MODULO DE RUPTURA	3	12	72	76*150
MODULO DE ELASTICIDAD	3	12	72	76*150
EXPANSION LINEAL	6	24	144	25*100
TRACCION PERPENDICULAR	3	12	72	50*50
CLIVAJE	3	12	72	76*100
ANGULO DE HUMECTACION	3	12	72	50*50
PERFIL DE DENSIDAD	5	20	120	50*50
PERMEABILIDAD	11	44	264	Φ18*3

Tabla N° 3.3.1. Numero de probetas ensayadas.

3.4 PROCEDIMIENTO PARA ENSAYOS FISICO-MECANICOS.

3.4.1 EQUIPOS E INSTRUMENTOS.

Los principales equipos utilizados fueron:

- Máquina Universal TINIUS OLSEN. Modelo H10K – S.
- Accesorios: Soporte con apoyos cilíndricos paralelos de largo que exceda el ancho de la probeta de ensayo y la distancia entre ellos constante y cabezal de carga cilíndrico, ubicado en el eje de fuerza de la máquina paralelo a los soportes.
- Estufa de Secado MEMMERT, regulada a $103 \pm 2^\circ$ Celsius.
- Prensa CARVER, modelo 3912.
- Goniómetro modelo CAM-MICRO.
- Balanza semianalítica SARTORIUS, modelo BL 1500 S, con precisión de 0.01 gramo.
- Pie de metro digital MITUTOYO, modelo CD – 6”C, con precisión de 0.01mm.
- Micrómetro MITUTOYO, con precisión de 0.001 mm.

- Equipo para determinar la permeabilidad.
- Cámara de clima.
- Desecador.
- Pileta con agua con controlador de temperatura a $20 \pm 1^\circ$ Celsius.
- Rejilla de inmersión.
- Sierra escuadradora simple.
- Sierra ingleteadora.
- Rejilla porta muestra.
- Plancha calefactora.
- Pistola de adhesivos.
- Abrazaderas.
- Atornillador de paleta.
- Cronómetro digital.

3.4.2 MATERIALES

- Silicona fundible.
- Tacos de aluminio.
- Tacos de MDF de $8.8 \times 3.5 \times 2.5 \text{ cm}^3$, densidad 600 Kg./m^3 , con un orificio en el centro de 1.3 cm. de diámetro.
- Rodillo aplicación adhesivo de 16 mils.
- Adhesivo PVA.
- Agua destilada.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.

3.5 ENSAYOS.

Se describe a continuación los métodos de ensayo empleados en el trabajo. Los métodos más conocidos son diseccionados a los Anexos.

3.5.1 ABSORCION E HINCHAMIENTO.

Procedimiento basado en norma ASTM D1037. Ver anexo A.

3.5.2 CONTENIDO DE HUMEDAD.

Procedimiento basado en norma ASTM D1037. Ver anexo A.

3.5.3 MODULO DE RUPTURA – MODULO DE ELASTICIDAD.

Procedimiento basado en norma ASTM D1037. Ver anexo A.

3.5.4 EXPANSION LINEAL.

Procedimiento basado en norma ASTM D1037. Ver anexo A.

3.5.5 RESISTENCIA A LA TRACCION PERPENDICULAR.

Procedimiento basado en norma ASTM D1037. Ver anexo A.

3.5.6 CLIVAJE.

El objetivo de este ensayo es determinar la fuerza necesaria que se debe ejercer para desprender la unión del tablero con el batiente.

La probeta confeccionada para éste ensayo, esta compuesta por el doorskin y un batiente de MDF, ésta unión se realiza aplicando el adhesivo Polivinil Acetato (PVA) al batiente, la muestra adherida se deja reposar durante 15 minutos (tiempo abierto), luego se ubica en la prensa Canver modelo 3912 a una presión de 300 psi durante 30 minutos, por último se deja reposar durante 3 horas antes de efectuar el ensayo.

Se Instaló el soporte y el cabezal de carga en la máquina universal TINIUS OLSEN, ubicando el taco de MDF en él, ajustándolo con el pasador; el cabezal de carga debe quedar por debajo de la probeta como indica la figura N° 3.5.1.

Ejercer fuerza hacia arriba a una velocidad de 3.8 (mm/min). (Apuntes internos de la empresa).

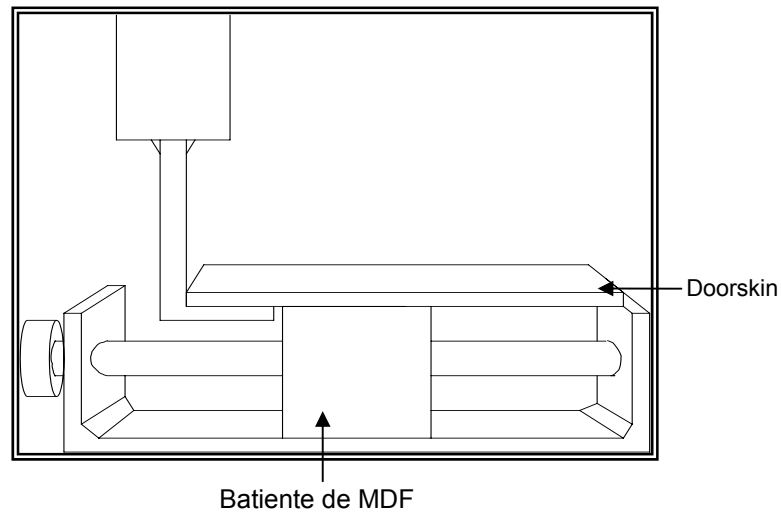


Figura N° 3.5.1. Esquema ensayo clivaje.

3.5.7 ANGULO DE HUMECTACION.

Humectabilidad: La humectabilidad es la propiedad de una superficie al actuar con un líquido particular y se evalúa por la magnitud del ángulo de contacto en función del tiempo, mediante un instrumento llamado goniómetro.

Se humecto la probeta mediante una gota del mismo tamaño para cada ensayo se midió la altura (H) y el radio (r) de ésta (Como lo indica la figura N° 3.5.2) cada cinco minutos. Las temperaturas para este ensayo oscilaron entre 19 y 24 °C, este rango de temperatura no influye en las mediciones del ángulo de contacto (Carvalho, 1990).

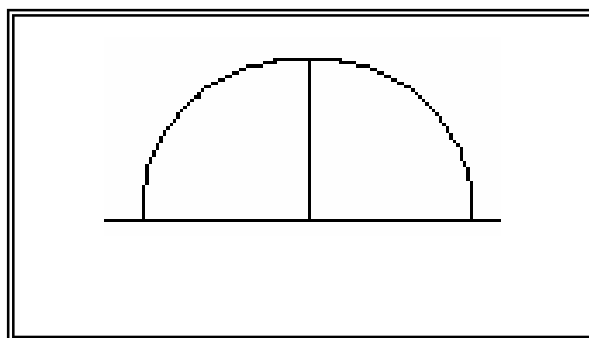


Figura N° 3.5.2. Esquema ensayo humectación.

Los valores fueron expresados en grados, según la ecuación 3.5.1 (Instruction manual): θ .

$$2 * \arctg\left(\frac{H}{r}\right) \quad (3.5.1)$$

Donde:

H = Altura de la gota (mm).

r = Radio de la gota (mm).

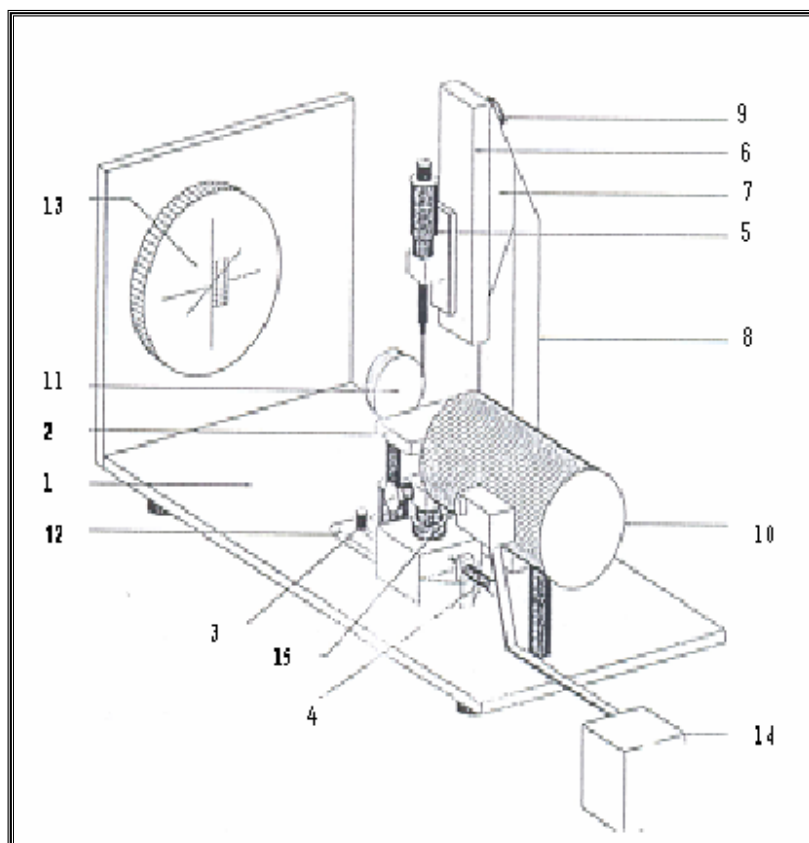


Figura N° 3.5.3. Equipo utilizado para medir el ángulo de humectación, Modelo CAM –MICRO.

Componentes:

- 1.- Plataforma horizontal.
- 2.- Porta objeto.
- 3.- Perilla rotatoria que ajusta Lupa.
- 4.- Ajuste axial del porta objeto.
- 5.- Jeringa.
- 6.- Sostenedor de jeringa.

- 7.- Guía vertical del sostenedor de jeringa.
- 8.- Soporte.
- 9.- Perilla de fijación para sostenedor de jeringa.
- 10.- Iluminador (Proyector del rayo de luz).
- 11.- Lente (Amplia la imagen de la gota).
- 12.- Placa movable para ajustar el lente.
- 13.- Imagen con escala calibrada.
- 14.- Fuente de iluminación.
- 15.- Interruptor (Prende y apaga el rayo de luz).

3.5.8 PERFIL DE DENSIDAD.

Para determinar la densidad de las muestras se utilizó un perfilómetro Density Scanner, Figura N° 3.5.4. Del cual se obtuvieron datos como : Densidad Promedio, Espesor Real, Densidad Máxima en la cara, Densidad Máxima en la trascara, Densidad superficial en la cara, Densidad superficial en la trascara, promedio de Densidades superficiales y densidad en el centro.

A continuación se presenta una foto y un esquema del equipo utilizado:



Figura N° 3.5.4. Perfilómetro.

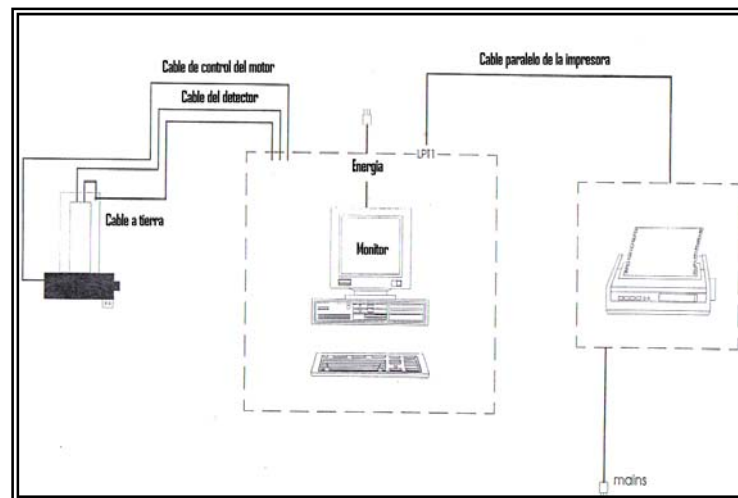


Figura N° 3.5.5. Esquema funcionamiento del perfilometro.

3.5.9 PERMEABILIDAD.

Permeabilidad es la capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se dice que un material es permeable si deja pasar a través de el una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Las mediciones se realizaron mediante el método de desplazamiento y caída de agua (Siau, 1995), El equipo utilizado para la medición está compuesto básicamente por un tubo de vidrio, de diámetro interior conocido, sumergido en su extremo inferior en un recipiente con agua, el extremo superior esta conectado, mediante una manguera, a una llave de paso de dos vías, las cuales se conectan por el mismo medio a una red de vacío, y a la probeta de madera respectivamente. (Ver Figura N° 3.4.4)

El tiempo de descenso de agua en la columna se registro mediante un cronómetro.

Las probetas estaban con una capa de pintura en la cara.

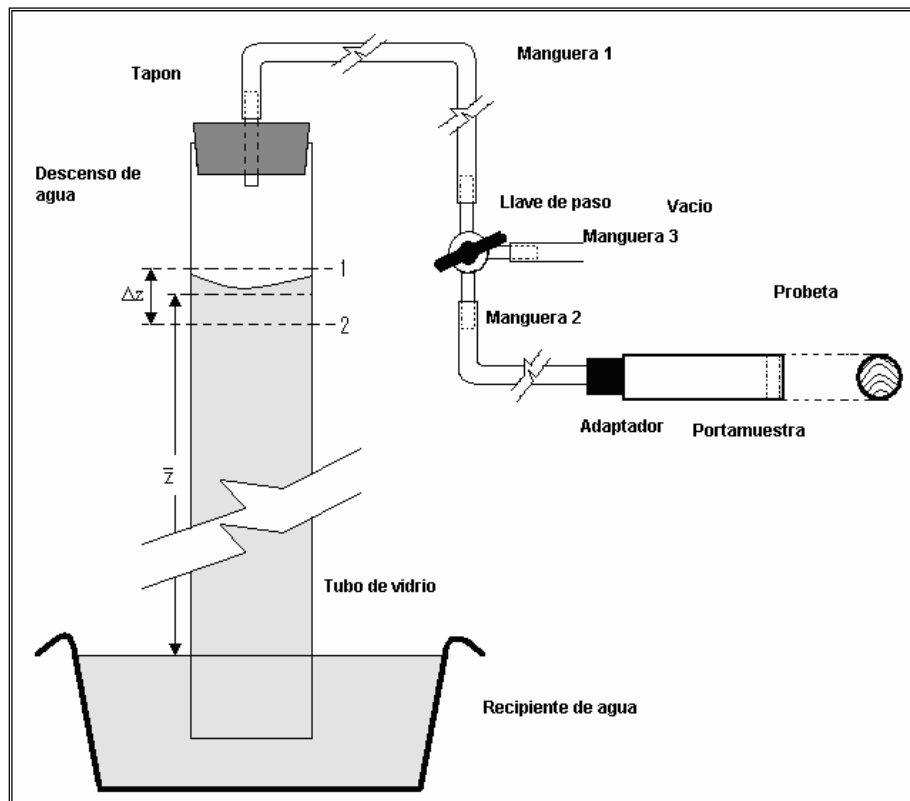


Figura N° 3.5.6. Esquema del equipo utilizado para determinar la permeabilidad.



Figura N° 3.5.7. Equipo de medición de la permeabilidad.

Para obtener el valor de la permeabilidad específica, las fórmulas utilizadas son las siguientes (Siau, 1995):

$$K_g = \left(\frac{V_d * c * l * (P_{atm} - 0.074 * \bar{Z})}{t * A * (0.074 * \bar{Z}) * (P_{atm} - 0.037 * \bar{Z})} \right) * \left(\frac{0.076}{1.010 * 10^5} \right) \quad (3.5.2)$$

$$c = 1 + \left(\frac{V_r * (0.074 * \Delta Z)}{V_d * (P_{atm} - 0.074 * \bar{Z})} \right) \quad (3.5.3)$$

$$K = K_g * \nu_{aire} \quad (3.5.4)$$

Donde:

K_g .	: Permeabilidad superficial del gas ($m^3/m*s*Pa$).
K	: Permeabilidad específica del gas (m^2).
$\nu_{aire}(20^\circ C)$	: Viscosidad del aire a $20^\circ C$.
V_d	: $\pi * r^2 * \Delta Z$ (m^3).
ΔZ	: Es la diferencia de altura de agua durante el periodo de medición (m).
r	: Radio del tubo.
L	: Largo de la muestra (m).
t	: Tiempo en recorrer ΔZ (s).
A	: Área transversal de la muestra $\pi * r^2$ (m^2).
P	: Presión atmosférica (mHg).
c	: Factor de corrección por expansión del gas.
V_r	: Volumen total del sistema sobre el punto 1, incluyendo el volumen de las mangueras (m^3).
Z	: Altura promedio de agua respecto del receptáculo donde se encuentra almacenada para las mediciones (m).
0.0074	: Factor de conversión (mHg/m H_2O), convierte el valor de Z (m) a presión en (mHg).
0.0037	: Factor de conversión (mHg/m H_2O), convierte el valor del desplazamiento de agua en el tubo (m) a presión en (mHg).
0.076	: mHg.
$1.010 * 10^5$	: Pa.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados promedios y análisis de rango múltiple, Tukey ($\alpha = 0.05$), para las propiedades físicas y mecánicas de los doorskins, son los siguientes (Tabla N° 4.1), cada ensayo se analizó por separado, en un cuadro que entrega grupos homogéneos y valores promedios, además de un grafico ilustrativo que se describen posteriormente.

4.1 TABLA RESUMEN

Ensayo	Procedencias							
	A	B	C	D	PF	PU	Requerimientos	Tolerancias
Absorción 3 Hrs. (%)	11.2 <i>d</i>	32.3 <i>a</i>	33.9 <i>a</i>	31.0 <i>a</i>	19.1 <i>b</i>	16.5 <i>c</i>	---	---
Absorción 24 Hrs. (%)	42.7 <i>a,b</i>	59.9 <i>d</i>	45.5 <i>b</i>	42.0 <i>a</i>	45.4 <i>a,b</i>	49.8 <i>c</i>	$\leq 35 \%$	50 % máx.
Hinchamiento 3 Hrs. (%)	8.6 <i>d</i>	22.6 <i>a</i>	18.8 <i>a</i>	15.4 <i>b</i>	10.4 <i>c</i>	10.3 <i>c</i>	$\leq 11 \%$	---
Hinchamiento 24 Hrs. (%)	25.7 <i>c</i>	32.5 <i>d</i>	22.6 <i>a,b</i>	21.4 <i>a</i>	23.7 <i>b,c</i>	31.3 <i>d</i>	$\leq 30 \%$	35 % máx.
Contenido de Humedad. (%)	7.9 <i>d</i>	6.5 <i>b</i>	5.1 <i>a</i>	6.6 <i>b</i>	6.4 <i>b</i>	7.1 <i>c</i>	5 – 6 %	4.5 min.
Modulo de Ruptura. (N/mm ²)	45 <i>a</i>	55 <i>c</i>	49 <i>a,b</i>	52 <i>b,c</i>	45 <i>a</i>	47 <i>a,b</i>	$\geq 60 \text{ N/mm}^2$	---
Modulo de Elasticidad. (N/mm ²)	3895 <i>b,c</i>	4459 <i>d</i>	3942 <i>c</i>	3578 <i>a,b</i>	3281 <i>a</i>	3626 <i>a,b,c</i>	$\geq 4500 \text{ N/mm}^2$	---
Expansión Lineal. (%)	0.26 <i>a,b</i>	0.25 <i>a</i>	0.3 <i>b,c,d</i>	0.32 <i>c,d</i>	0.29 <i>b,c</i>	0.33 <i>d</i>	$\leq 0.37 \%$	+ / - 0.05 %
Resistencia a la Tracción Perpendicular.	1.60 <i>a,b</i>	1.91 <i>b</i>	1.97 <i>b</i>	1.86 <i>b</i>	1.86 <i>b</i>	1.27 <i>a</i>	2 N/mm ²	$\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$
Clivaje. (N)	483 <i>b</i>	348 <i>a</i>	375 <i>a</i>	498 <i>b</i>	396 <i>a</i>	510 <i>b</i>	$\geq 450 \text{ N}$	420 min.
Densidad Promedio. (Kg./m ³)	989 <i>a,b</i>	958 <i>a</i>	996 <i>a,b</i>	1012 <i>b</i>	961 <i>a</i>	959 <i>a</i>	960 Kg./m ³	+ / - 50
Densidad en el centro (Kg/m ³)	961 <i>a</i>	966 <i>a</i>	1033 <i>b,c</i>	1052 <i>c</i>	974 <i>a,b</i>	922 <i>a</i>	---	---
Densidad superficial trascara. (Kg/m ³)	1001 <i>c</i>	952 <i>b</i>	912 <i>b</i>	937 <i>b</i>	806 <i>a</i>	939 <i>b</i>	---	---
Permeabilidad especifica (m ²)	1.38 <i>b,c</i>	1.50 <i>c</i>	2.58 <i>d</i>	0.75 <i>a</i>	1.08 <i>b</i>	1.45 <i>c</i>	---	---
Angulo de humectación a los 5 minutos (°)	80 <i>c</i>	39 <i>a,b</i>	43 <i>a,b</i>	50 <i>b</i>	29 <i>a</i>	72 <i>c</i>	---	---

Tabla N° 4.1. Resultados test Tukey .Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$); *a*, *b*, *c*, *d*, denotan grupos homogéneos.

4.2 ANALISIS DE DATOS POR ENSAYO.

4.2.1 Absorción en agua a las 3 Horas.

Procedencia	Absorción Promedio 3 horas (%)	Grupos Homogéneos			
C	33.98	a			
B	32.30	a			
D	31.05	a			
PF	19.16		b		
PU	16.57			c	
A	11.22				d

Tabla N° 4.2.1. Test de comparaciones múltiples, Tukey para absorción de agua a las 3 horas.

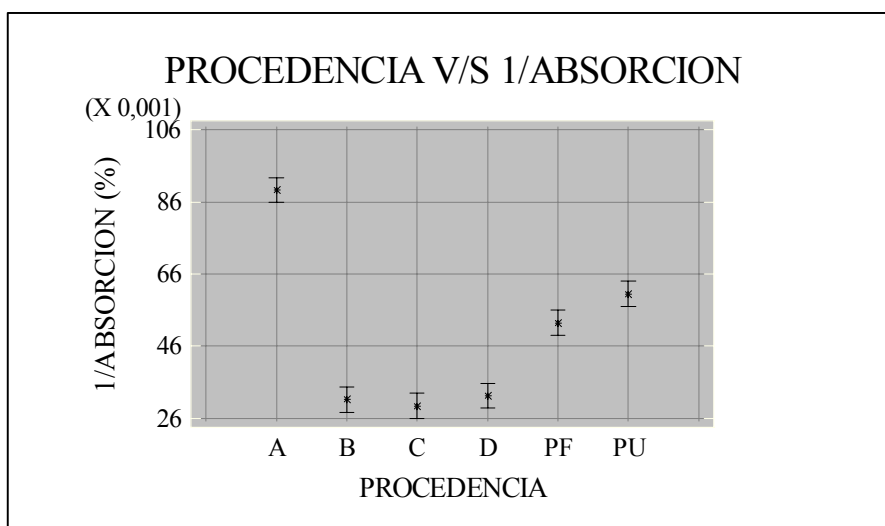


Gráfico N° 4.2.1. Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para absorción de agua a las 3 horas. Nota: Datos transformados, Montgomery, 1991.

La tabla N° 4.2.1, muestra 4 grupos homogéneos, los valores promedios de los productos de interés de este estudio; Fenólico y Ureico; se encuentran en la 3° y 2° posición respectivamente, debido a que no existe exigencia normativa para este ensayo. Sus valores de absorción son bajos (19.1% y 16.5%) en comparación a las plantas D, B y C cuyos valores son superiores al 30%.

4.2.2 Absorción en agua a las 24 Horas.

Procedencia	Absorción Promedio 24 horas (%)	Grupos Homogéneos			
D	42	a			
A	42.7	a	b		
PF	45.4	a	b		
C	45.5		b		
PU	49.8			c	
B	59.9				d

Tabla N° 4.2.2. Test de comparaciones múltiples, Tukey para absorción en agua a las 24 horas.

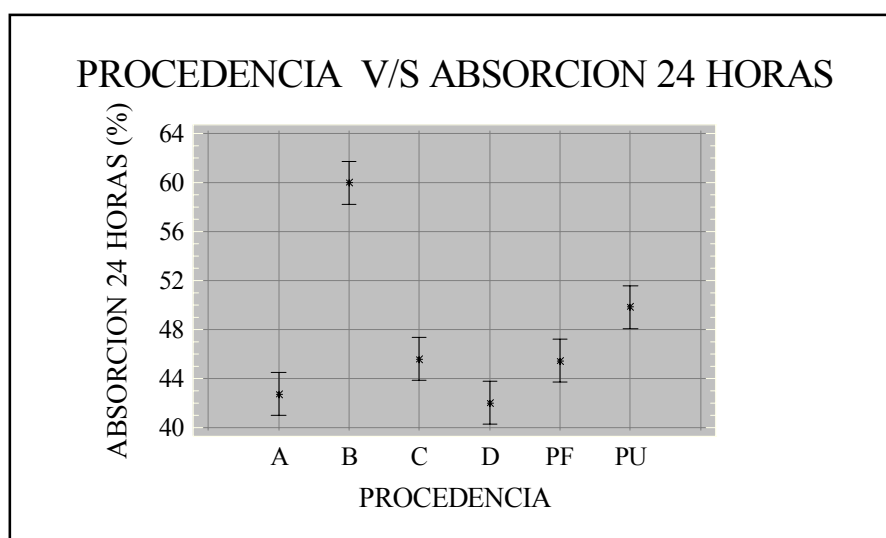


Gráfico N° 4.2.2. Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para absorción en agua a las 24 horas.

La tabla N° 4.2.2, muestra que los valores promedios de la absorción para todas las procedencias, excepto B, se encuentran dentro de la norma (50 % máx.). Cabe mencionar que para el Producto Ureico existen ciertos valores que se encuentran fuera de norma. Se estima que esto último puede corregirse con variaciones menores en el proceso de fabricación.

4.2.3 Hinchamiento a las 3 Horas.

Procedencia	Hinchamiento Promedio 3 horas (%)	Grupos Homogéneos			
B	22.6	a			
C	18.8	a			
D	15.4		b		
PF	10.4			c	
PU	10.3			c	
A	8.6				d

Tabla N° 4.2.3. Test de comparaciones múltiples, Tukey para hinchamiento a las 3 horas.

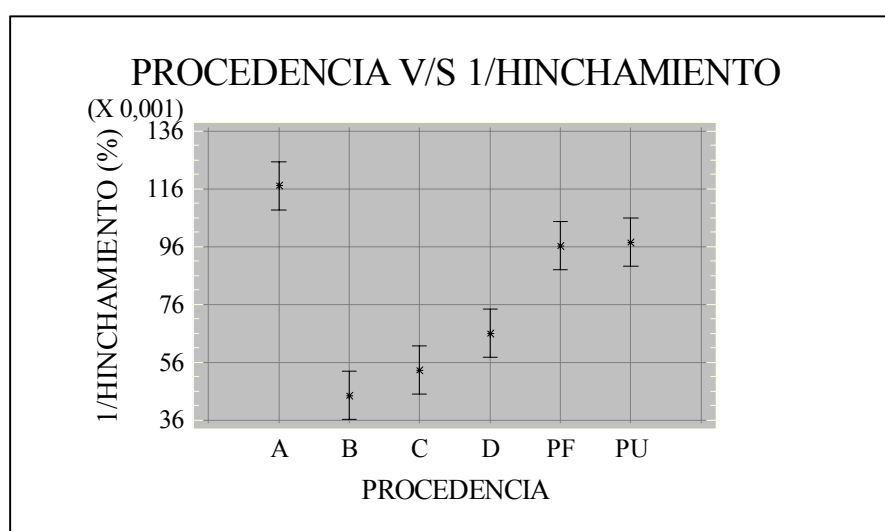


Gráfico N° 4.2.3. Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para hinchamiento a las 3 horas. Nota: Datos transformados, Montgomery, 1991.

La tabla N° 4.2.3, muestra que el 50% de las procedencias cumplen con los requerimientos de la norma ($\leq 11\%$), estando los promedio de los productos Ureico y Fenólico dentro de este grupo con valores de 10.3% y 10.4% respectivamente, aunque una parte de ellos queda fuera de la norma. Esto último es factible corregir con los mismos cambios señalados en 4.2.2.

4.2.4 Hinchamiento a las 24 Horas.

Procedencia	Hinchamiento Promedio 24 horas (%)	Grupos Homogéneos			
D	21.4	a			
C	22.6	a	b		
PF	23.7		b	c	
A	25.7			c	
PU	31.3				d
B	32.5				d

Tabla N° 4.2.4. Test de comparaciones múltiples, Tukey para hinchamiento a las 24 horas.

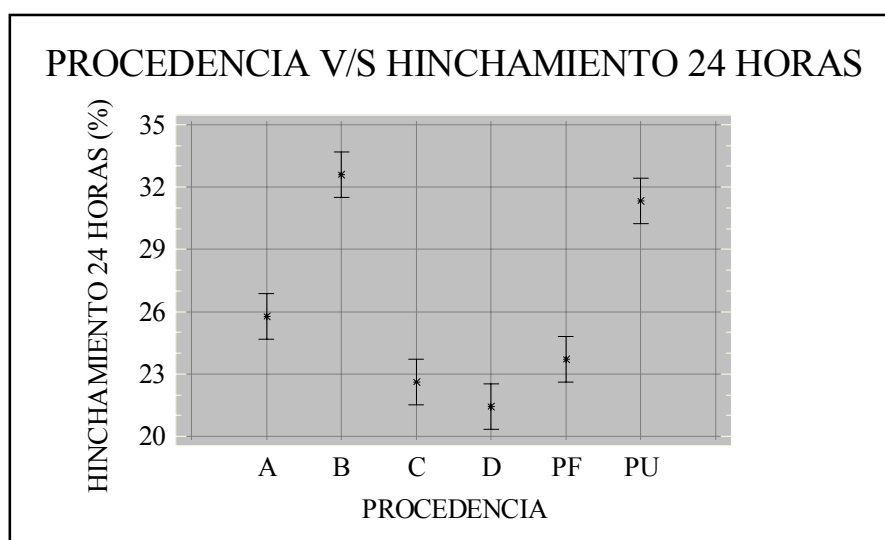


Gráfico N° 4.2.4. Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para hinchamiento a las 24 horas.

La tabla N° 4.2.4, muestra que todas las procedencias tienen valores bajo el 35% que es el requerido por la norma, observándose que el Producto Fenólico posee un menor porcentaje de hinchamiento que el Producto Ureico 23.7 y 31.3% respectivamente, esto se puede deber a que el adhesivo fenólico es resistente al agua, otro motivo podría ser el mayor porcentaje de cera y corteza en el producto fenólico y las condiciones de prensado.

Cabe indicar que el valor de hinchamiento a las 3 hrs. tiene un carácter más bien indicativo, pero el ensayo que realmente se exige es a las 24 hrs. de inmersión en agua.

4.2.5 Contenido de Humedad.

Procedencia	Contenido de Humedad Promedio (%)	Grupos Homogéneos			
C	5.1	a			
PF	6.4		b		
B	6.5		b		
D	6.6		b		
PU	7.1			c	
A	7.9				d

Tabla N° 4.2.5. Test de comparaciones múltiples, Tukey para contenido de humedad.

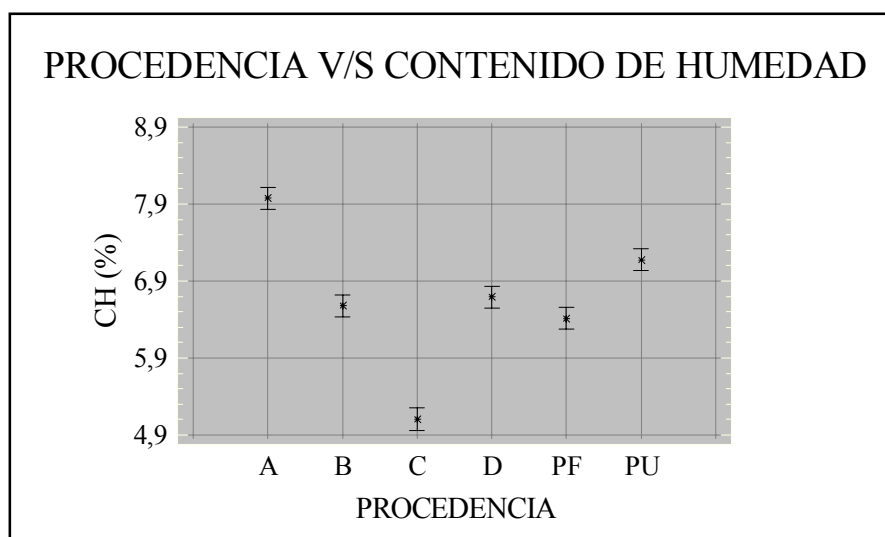


Gráfico N° 4.2.5 Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para contenido de humedad.

La tabla N° 4.2.5, muestra que de las procedencias solo una cumple con lo requerido (5-6%). Las razones de esto pueden deberse a variables como: Materia prima (madera madura, porcentaje y tipo de corteza), condiciones de prensa y porcentaje de cera. Aparentemente la exigencia de la norma es demasiado restrictiva dado que los doorskins al estar compuestos por fibra de madera en más de un 90% de su peso tienen por ello un carácter higroscópico.

4.2.6 Modulo de Ruptura.

Procedencia	Promedio Modulo de Ruptura (N/mm ²)	Grupos Homogéneos		
PF	45	a		
A	45	a		
PU	47	a	b	
C	49	a	b	
D	52		b	c
B	55			c

Tabla N° 4.2.6. Test de comparaciones múltiples, Tukey para modulo de ruptura.

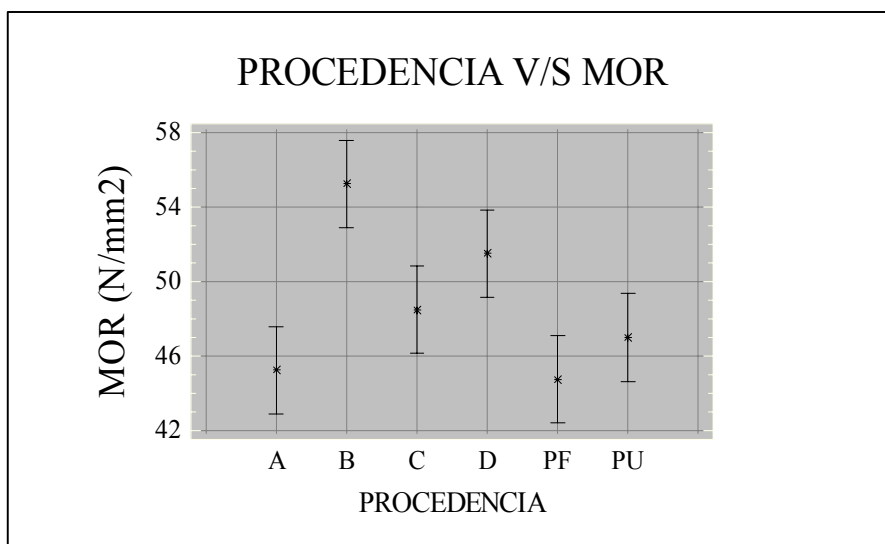


Grafico N° 4.2.6 Representación grafica de test de comparaciones múltiples Tukey para modulo de ruptura.

La tabla N° 4.2.6, muestra que ninguna de las procedencias cumple con lo requerido por la norma (≥ 60 N/mm²). Los productos de interés fluctúan entre 45 y 47 (N/mm²).

4.2.7 Modulo de Elasticidad.

Procedencia	Modulo de ruptura Promedio (N/mm ²)	Grupos Homogéneos			
PF	3281	a			
D	3578	a	b		
PU	3626	a	b	c	
A	3895		b	c	
C	3942			c	
B	4459				d

Tabla N° 4.2.7. Test de comparaciones múltiples, Tukey para modulo de elasticidad.

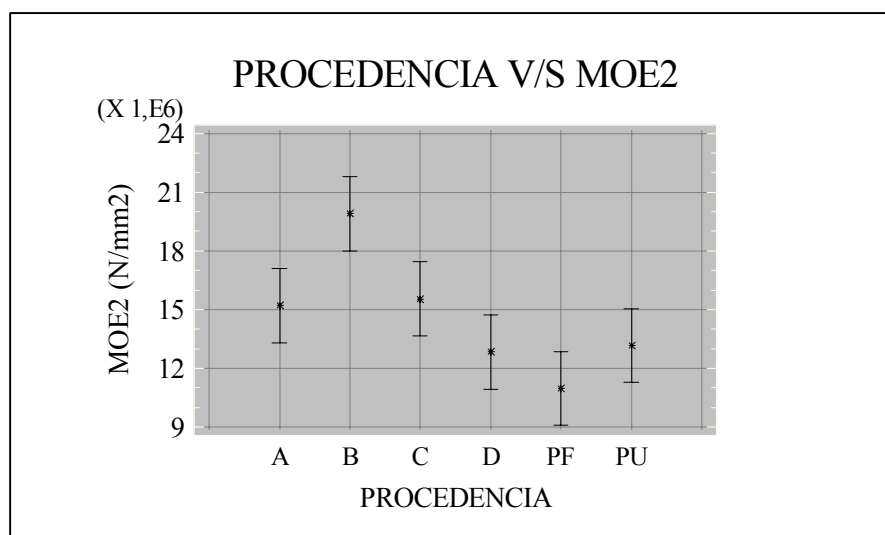


Grafico N° 4.2.7 Representación grafica de test de comparaciones múltiples Tukey para modulo de elasticidad.

Nota: Datos transformados, Montgomery, 1991.

La tabla N° 4.2.7, muestra 3 grupos homogéneos, ninguna de las procedencias cumple con la norma ($\geq 4500\text{N/mm}^2$), estando los productos Ureico y Fenólico mas alejados de la exigencia de la norma. Las razones de esto pueden ser condiciones de prensado y materia prima.

4.2.8 Expansión lineal.

Procedencia	Expansión Lineal Promedio (%)	Grupos Homogéneos			
B	0.25	a			
A	0.26	a	b		
PF	0.29		b	c	
C	0.30		b	c	d
D	0.32			c	d
PU	0.33				d

Tabla N° 4.2.8. Test de comparaciones múltiples, Tukey para expansión lineal.

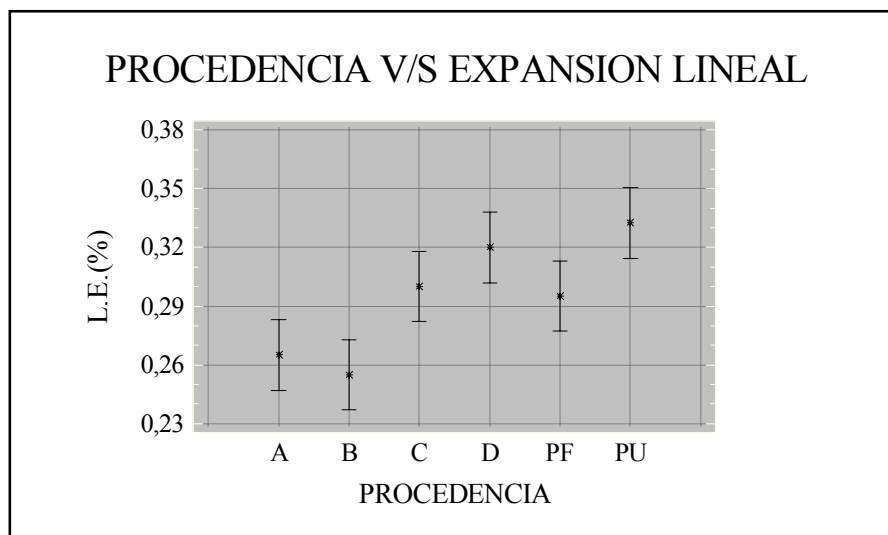


Grafico N° 4.2.8. Representación grafica de test de comparaciones múltiples Tukey para expansión lineal.

La tabla N° 4.2.6, muestra que todas las procedencias cumplen con lo requerido en la norma ($\leq 0.37\%$).

4.2.9 Resistencia a la Tracción Perpendicular.

Procedencia	Tracción Perpendicular Promedio (N/mm ²)	Grupos Homogéneos	
PU	1.27	a	
A	1.60	a	b
D	1.86		b
PF	1.86		b
B	1.91		b
C	1.97		b

Tabla N° 4.2.9. Test de comparaciones múltiples, Tukey para resistencia a la tracción perpendicular.

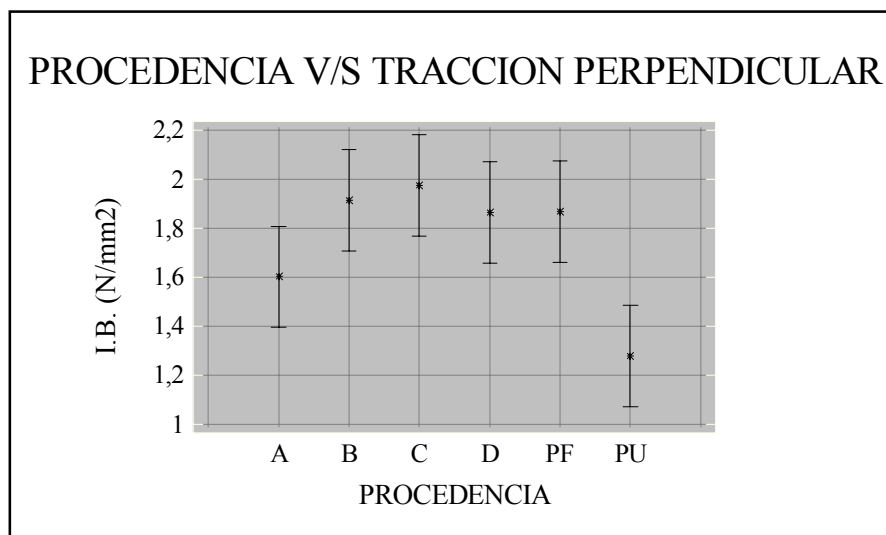


Grafico N° 4.2.9. Representación grafica de test de comparaciones múltiples Tukey para resistencia a la tracción perpendicular.

La tabla N° 4.2.9, muestra 2 grupos homogéneos, lo que indica que no existe mucha variabilidad en las procedencias. En promedio, todas las procedencias cumplen con el requerimiento (≥ 1.5 N/mm²), excepto el Producto Ureico que no cumple.

Cabe señalar que en la práctica industrial es de mayor relevancia la variable clivaje que la variable IB. Ver punto 4.2.10.

4.2.10 Clivaje.

Procedencia	Clivaje Promedio (N)	Grupos Homogéneos
B	348	a
C	375	a
PF	396	a
A	483	b
D	498	b
PU	510	b

Tabla N° 4.2.10. Test de comparaciones múltiples, Tukey para clivaje.

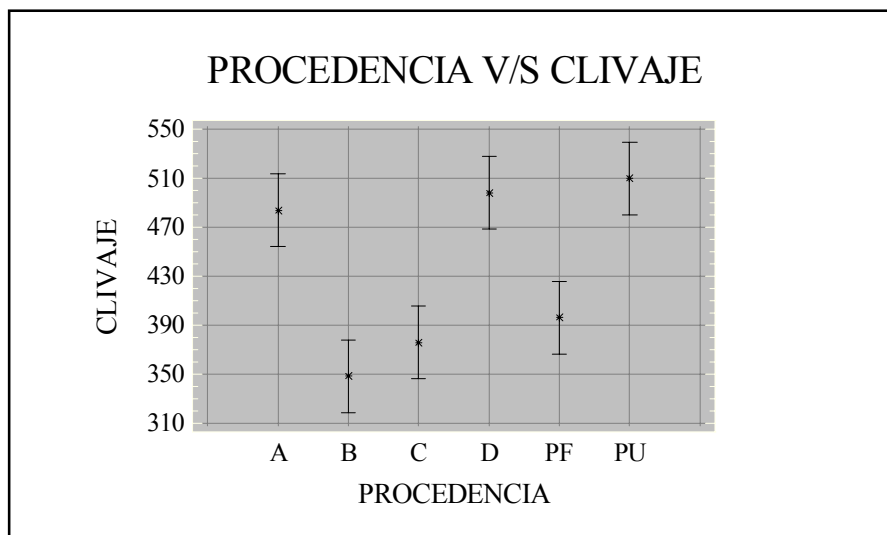


Gráfico N° 4.2.10. Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para clivaje.

La tabla N° 4.2.10 muestra 2 grupos homogéneos, observando poca diversidad entre las procedencias, en primer lugar las procedencias PU, D y A, las que se encontraron sobre los requerimientos (≥ 450 N) y en segundo lugar PF, C y B, que no cumplen.

En este ensayo el producto Ureico es el que tiene mejor propiedad de clivaje, siendo ésta de importancia para este estudio, ya que la calidad del producto es evaluada principalmente por este parámetro. Este ensayo explica el comportamiento entre el doorskin y el batiente cuya falla da origen a los principales reclamos de la empresa.

4.2.11 Densidad Promedio.

Procedencia	Densidad Promedio (Kg./m ³)	Grupos Homogéneos	
B	958.7	a	
PU	959.1	a	
PF	961.4	a	
A	989.4	a	b
C	996.6	a	b
D	1012.2		b

Tabla N° 4.2.11. Test de comparaciones múltiples, Tukey para densidad promedio.

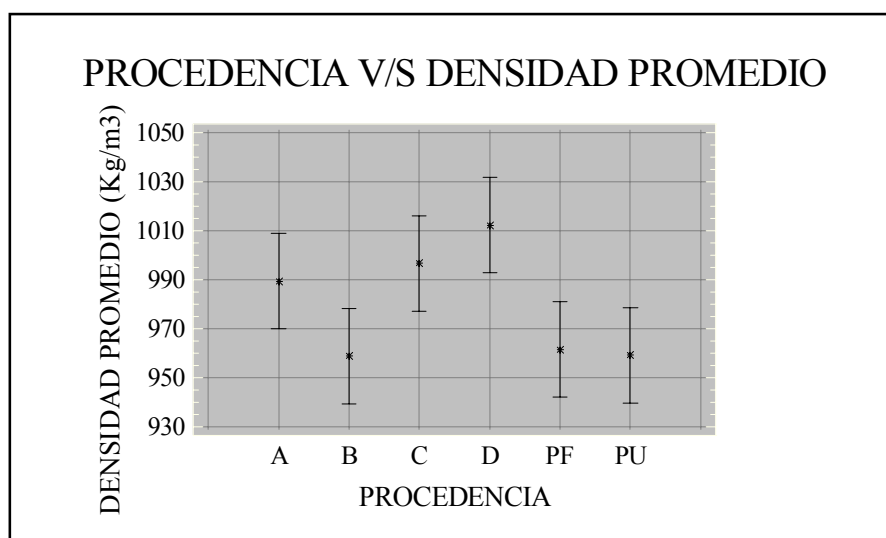


Gráfico N° 4.2.11. Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para densidad promedio.

La tabla N° 4.2.11, muestra que todas las procedencias poseen una densidad promedio entre 910 y 1100 (Kg./m³), que esta dentro de los parámetros requeridos por la norma, a excepción de la procedencia D.

La variable densidad por una parte puede estar positivamente relacionada con las propiedades mecánicas; aunque hay otras variables que también influyen. Sobre las propiedades físicas su influencia es más compleja pudiendo ser favorable o desfavorable una mayor densidad.

Finalmente, una mayor densidad requiere más materia prima para el mismo doorskin, lo que es una desventaja.

4.2.12 Densidad Superficial en la trascara.

Procedencia	Densidad superficial Promedio en la trascara (Kg./m ³)	Grupos Homogéneos		
PF	806.8	a		
C	912.1		b	
D	937		b	
PU	939.9		b	
B	952		b	
A	1001.6			c

Tabla N° 4.2.12. Test de comparaciones múltiples, Tukey para densidad superficial en la trascara.

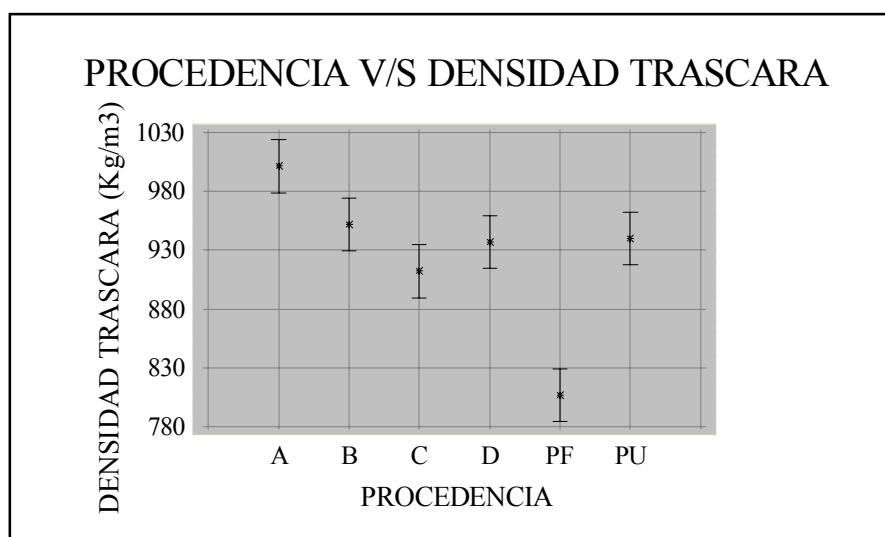


Gráfico N° 4.2.12. Representación grafica de test de comparaciones múltiples Tukey para densidad superficial en la trascara.

La tabla N° 4.2.12, muestra 3 grupos homogéneos, observándose en el primer lugar la procedencia A, en segundo lugar B, PU, D y C y en tercer lugar PF. Siendo el producto Fenólico el que posee menor valor 806.8 (Kg./m³), mientras que el producto Ureico se encuentra a la par con su competencia. Para esta evaluación no existe exigencia de norma.

4.2.13 Densidad en el Centro.

Procedencia	Densidad Promedio en el centro (Kg./m ³)	Grupos Homogéneos		
PU	922	a		
A	961	a		
B	966	a		
PF	974	a	b	
C	1033		b	c
D	1052			c

Tabla N° 4.2.13. Test de comparaciones múltiples, Tukey para densidad superficial en el centro.

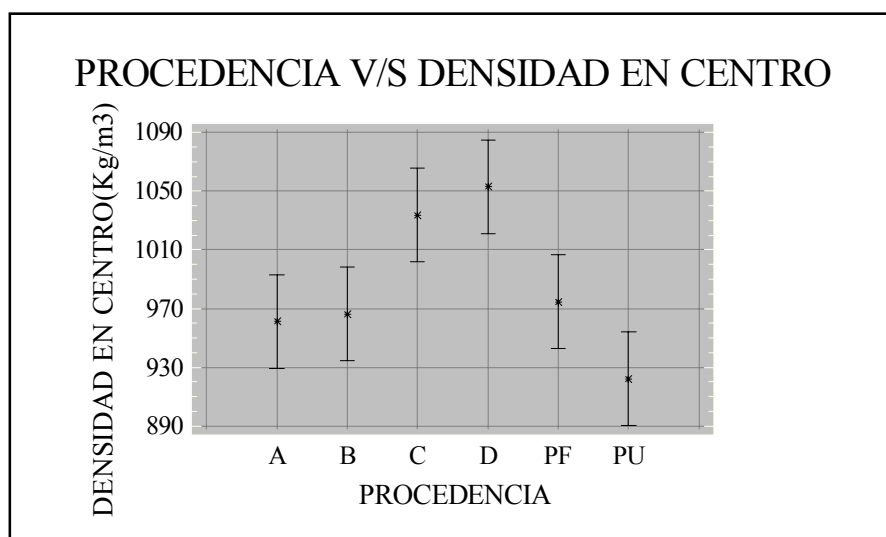


Gráfico N° 4.2.13. Representación gráfica de test de comparaciones múltiples Tukey para densidad en el centro.

Los Productos Fenólicos y Ureicos se encuentran en el 3° y 6° lugar respectivamente, debido a que no existe normativa en este ensayo no se pueden determinar las calidades de los productos de interés.

El caso más desfavorable en este caso es el PU, que coincide con su comportamiento en IB, como era de esperar. La causa de esto puede ser un cierre de platos en la prensa mas rápido para el caso del producto Ureico.

4.2.14 Permeabilidad Específica.

Procedencia	Permeabilidad específica Promedio (m^2)(1E-14)	Grupos Homogéneos			
D	0.75	a			
PF	1.08		b		
A	1.38		b	c	
PU	1.45			c	
B	1.50			c	
C	2.58				d

Tabla N° 4.2.14. Test de comparaciones múltiples, Tukey para permeabilidad específica.

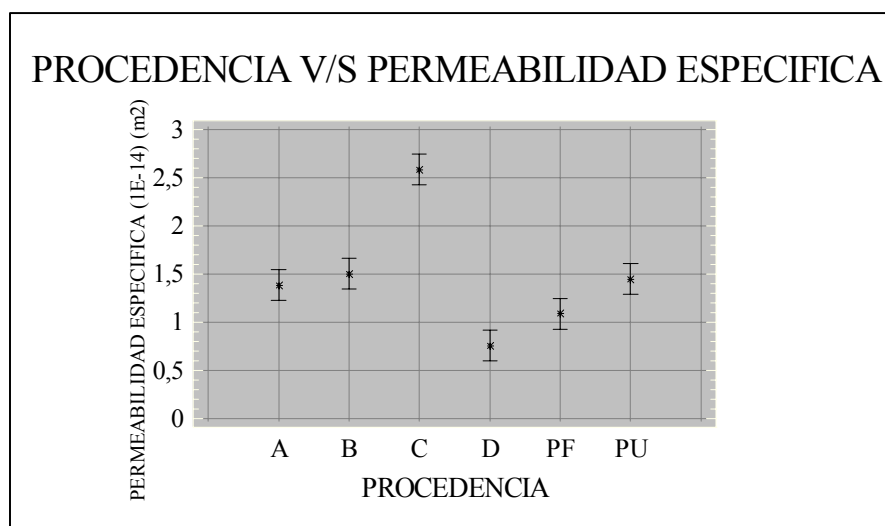


Grafico N° 4.2.14. Representación grafica de test de comparaciones múltiples Tukey para permeabilidad superficial.

Se observa en la tabla 4.2.14, que el análisis de comparaciones múltiples entrega diferencias significativas entre las procedencias, encontrando cuatro grupos homogéneos, el doorskin de procedencia C, es el más permeable y el menos de la procedencia D. Se puede apreciar que el producto Ureico es más permeable que el Fenólico. De la revisión bibliográfica (Nigro y Storti, 2005), se tiene una valor referencial para tableros de fibras de densidades de 875 ($Kg./m^3$), de 0.2×10^{-14} (m^2), encontrándose dentro del mismo orden de magnitud que los de este estudio, cabe recordar que los doorskins se encontraban con una capa de pintura. Se averiguó además que los valores de permeabilidad transversal para madera juvenil de Pino radiata, 0.5×10^{-14} (m^2) y para madera adulta de Pino radiata, 1.4×10^{-14} (m^2) (Salvo, 2004); y para Albura de Pino (Siau, 1985) de 0.98×10^{-14} (m^2).

4.2.15 Angulo de Humectación según procedencia.

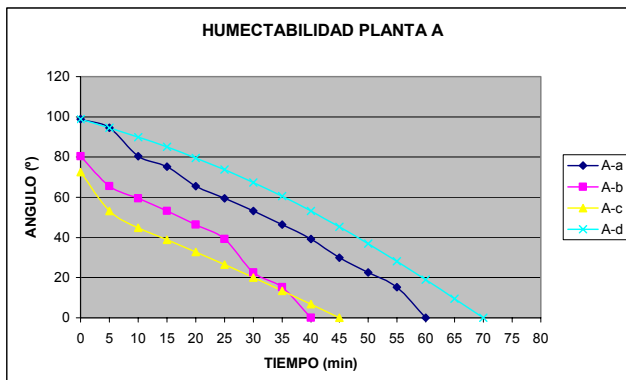


GRAFICO N° 4.2.15 a. HUMECTABILIDAD PLANTA A.

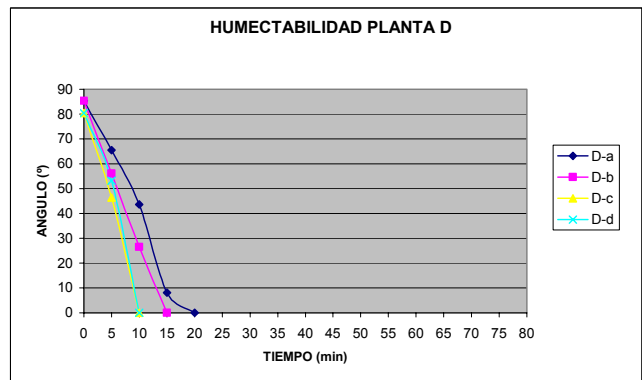


GRAFICO N° 4.2.15 d. HUMECTABILIDAD PLANTA D.

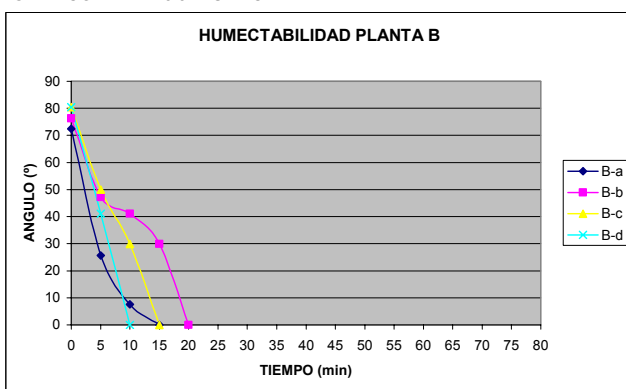


GRAFICO N° 4.2.15 b. HUMECTABILIDAD PLANTA B.

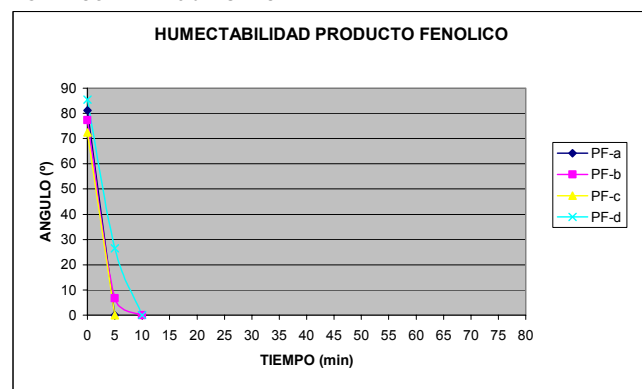


GRAFICO N° 4.2.15 e. HUMECTABILIDAD PRODUCTO FENOLICO.

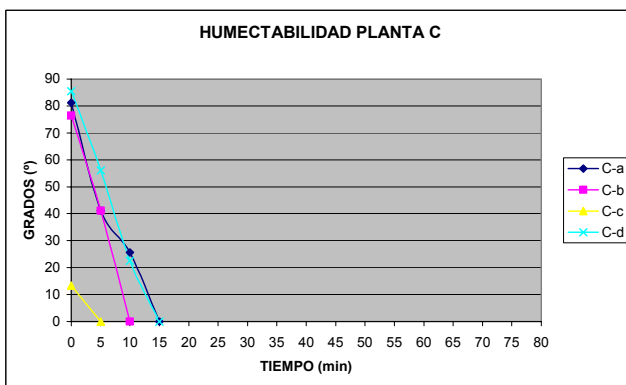


GRAFICO N° 4.2.15 c. HUMECTABILIDAD PLANTA C.

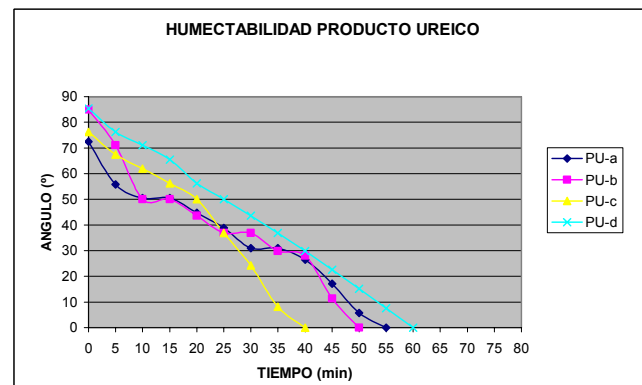


GRAFICO N° 4.2.15 f. HUMECTABILIDAD PRODUCTO UREICO.

En los seis gráficos se puede observar, que las procedencias A y PU, son las que tienen menor humectabilidad ya que demoran más tiempo en absorber la gota de agua. El producto Fenólico demora como máximo 10 minutos en absorber la gota de agua y el Ureico entre 40 y 60 minutos. Esto se podría deber a que existe mayor porcentaje de cera, de corteza y a las distintas condiciones de prensado en el producto Ureico.

4.2.16 Angulo de Humectación a los 5 minutos.

Para efectos de comparación estadística se somete a ANOVA y test de comparaciones múltiples de Tukey los valores de ángulo de humectación registrados a los 5 minutos del ensayo. Se escogió este tiempo ya que existía una procedencia que absorbía la gota líquida a los 5 minutos.

Procedencia	Angulo de humectación a los 5 minutos	Grupos Homogéneos		
PF	29	a		
B	39	a	b	
C	43	a	b	
D	50		b	
PU	72			c
A	80			c

Tabla N° 4.2.16. Test de comparaciones múltiples, Tukey para el valor del ángulo de humectación a los 5 minutos.

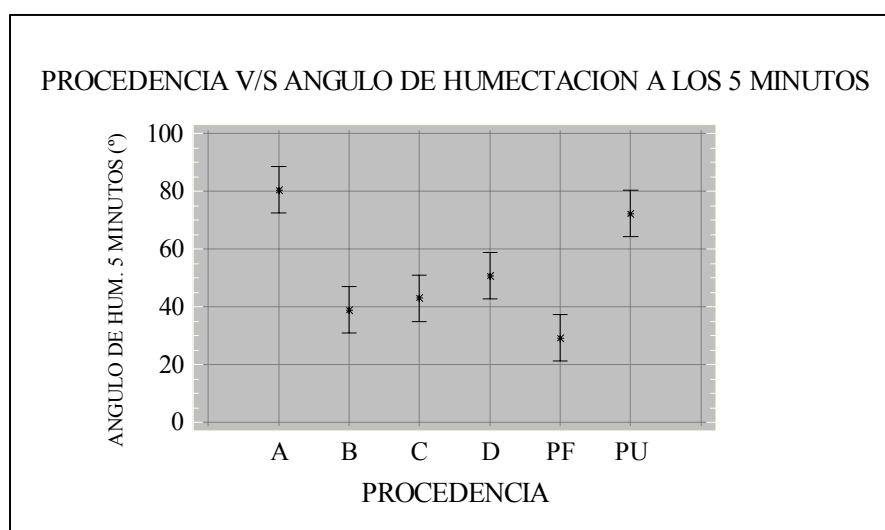


Gráfico N° 4.2.16. Representación grafica de test de comparaciones múltiples Tukey para angulo de humectación a los cinco minutos.

Los valores indican una pobre humectabilidad en los doorskins de PU y A y una mejor humectabilidad para PF: Al observar el comportamiento de densidades la trascara y clivaje se observa cierta similitud en la tendencia con esta variable.

4.3 Regresión y correlación de datos.

La siguiente tabla muestra la relación entre las variables determinadas según el coeficiente de determinación R^2 .

VARIABLES RELACIONADAS	R^2	Modelo utilizado
Clivaje - Contenido de humedad.	35.6 %	Lineal
Clivaje - Angulo de humectación.	51.9 %	Lineal
Clivaje - Permeabilidad específica.	19.1 %	Logarítmica
Clivaje - Permeabilidad específica, Densidad promedio.	22.8 %	---
Clivaje - Angulo de humectación, Densidad en la trascara, Permeabilidad específica.	67.9 %	---
Clivaje - Angulo de humectación, Permeabilidad específica.	66.7 %	---
IB - Densidad en el centro.	35.8 %	Doble Reciproco
L.E - Hinchamiento a las 24 Horas.	8.8 %	Doble Reciproco

Tabla N° 4.3. Variables relacionadas.

Las relaciones entre las variables; que fueron recomendadas por la empresa; no son buenas, a excepción de tres, que obtuvieron valores de R^2 superiores al 50%. Este valor de R^2 fue establecido en forma arbitraria por las autoras del estudio y aunque no valida la ecuación de más abajo para emplearla como predictor es importante para seguir explorando sus posibilidades con los datos acumulados por la planta industrial o futuros ensayos.

4.3.1 Clivaje v/s Contenido de humedad, $R^2 = 35.6 \%$.

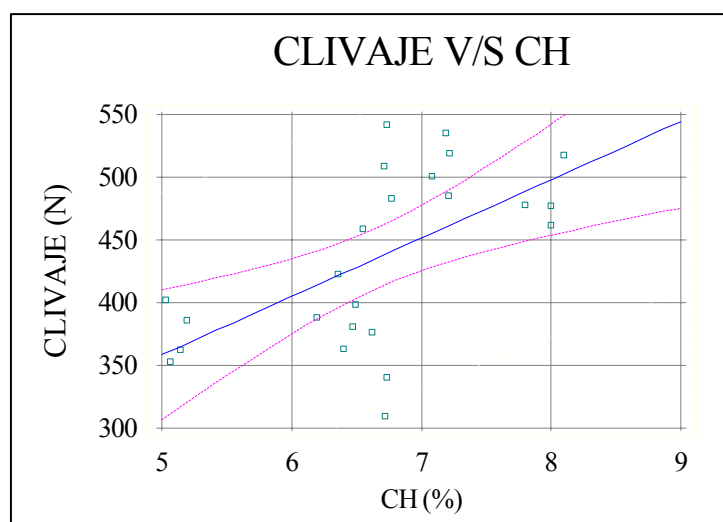


Grafico N° 4.3.1. Clivaje v/s contenido de humedad.

La ecuación obtenida es la siguiente:

$$\text{Clivaje} = 125.69 + 46.52 * CH \quad (4.3.1)$$

Del grafico N° 4.3.1 se puede observar que el contenido de humedad influye en el clivaje solo en un 36%, es decir los valores de CH no determinan un buen o mal clivaje.

4.3.2 Clivaje v/s Angulo de humectación, $R^2 = 51.9 \%$.

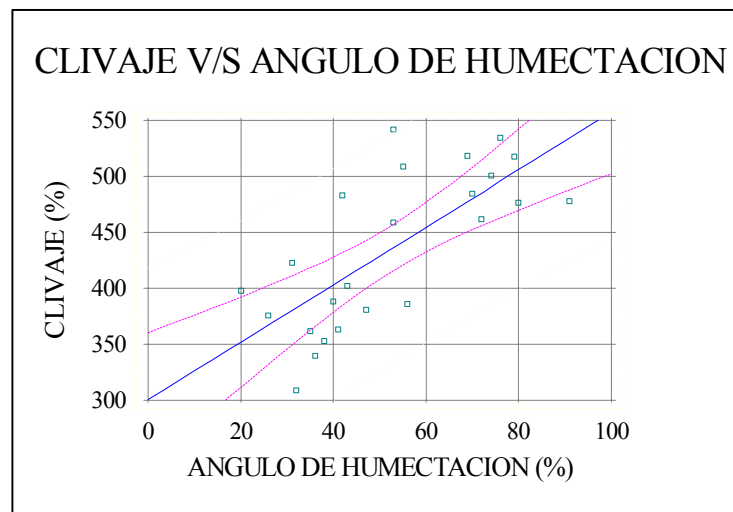


Grafico N° 4.3.2. Clivaje v/s Angulo de humectación.

La ecuación obtenida es la siguiente:

$$\text{Clivaje} = 299.95 + 2.56 * \text{Angulo} \quad (4.3.2)$$

Del grafico N° 4.3.2 se deduce que el ángulo de humectación tiene una incidencia en el clivaje en un 52%, por lo que esta variable que influye notablemente en el clivaje.

4.3.3 IB - Densidad en el Centro, $R^2= 35.8 \%$.

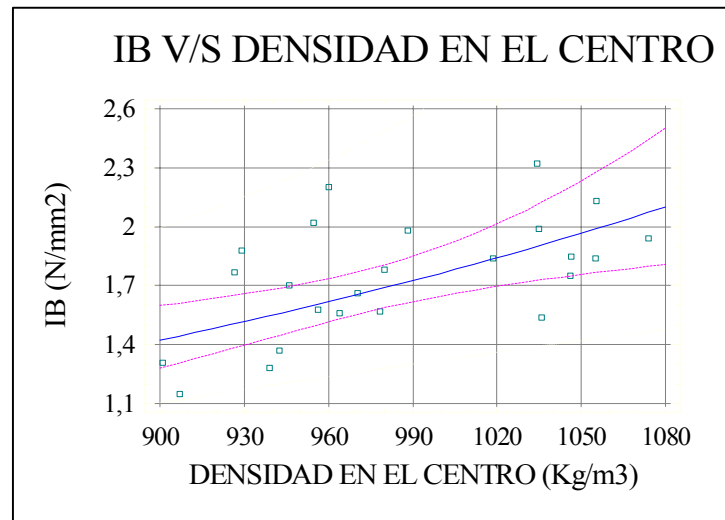


Grafico N° 4.3.3. IB v/s Densidad en el centro.

La ecuación obtenida es la siguiente:

$$IB = \frac{1}{\left(-0.655922 + \left(\frac{1222.76}{Dens.centro} \right) \right)} \quad (4.3.3)$$

Del grafico N° 4.3.3 se observó que la relación entre el IB y la densidad en el centro fue solo de un 36%. Se analizó que modelo entregaba una mayor correlación encontrándose tal como lo indica la ecuación 4.3.3, el modelo doble reciproco.

4.3.4 Clivaje v/s Angulo de humectación, Densidad en la trascara, Permeabilidad específica, $R^2= 67.9 \%$.

La ecuación obtenida es la siguiente:

$$Clivaje = 499.401 - 0.160617 * Dens.trascara + 2.80095 * Angulo - 43.3622 * Perm.espec \quad (4.3.4)$$

De la ecuación 4.3.4 se observa que la relación entre las variables: Angulo de humectación, densidad en la trascara y permeabilidad específica con el clivaje es de un 68%, el clivaje

aumenta cuando: aumenta el ángulo de humectación, y disminuye la densidad en la trascara y permeabilidad específica.

4.3.5 Clivaje v/s Angulo de humectación, Permeabilidad específica, $R^2= 66.7 \%$.

La ecuación obtenida es la siguiente:

$$\textit{Clivaje} = 371.757 + 2.4605 * \textit{Angulo} - 45.3697 * \textit{Permeabilidad} \quad (4.3.5)$$

De la ecuación 4.3.5 se verifica que la densidad en la trascara influye muy poco en el valor del clivaje, dado que bajo el porcentaje de un 67.9% comparado con el 66.7% de esta última relación.

CONCLUSIONES

- Para los productos de interés, Ureico y Fenólico, se concluye que ambos cumplen con los requerimientos de la norma para los ensayos de Absorción en agua a 24 horas, Hinchamiento a 3 horas, Hinchamiento a 24 horas, Expansión Lineal, Resistencia a la tracción perpendicular y Densidad Promedio. Sólo el Producto Ureico cumple con los requerimientos en Clivaje.
- Para los productos de interés, Ureico y Fenólico se concluye que estos no cumplen con los requerimientos de la norma en los ensayos de CH, MOR, MOE.
- Ni los productos de interés ni los de la competencia cumplen con toda la normativa (los diez ensayos antes señalados), sin embargo el producto Ureico cumple con un 70% de éstos, seguidos por el fenólico con un 60%.
- El Producto Ureico posee una mayor densidad en la trascara que el Fenólico y en el caso de la densidad en el Centro, el Producto Ureico Posee una menor Densidad que el Fenólico.
- El producto Ureico es más permeable que el producto Fenólico.
- El Producto Fenólico posee mayor humectabilidad que el producto Ureico.
- La variable independiente que más aporta en el ensayo de Clivaje es el Angulo de Humectación en un 51,9 %, lo que permite indicar que mientras exista una mayor afinidad entre el doorskin y el agua habrá un mejor clivaje.

RECOMENDACIONES

- Se considera que la exigencia en el rango de contenido de humedad es muy bajo, debido a esto ninguna de las procedencias cumplió con el requerimiento de la norma, se recomienda revisar la norma interna de la empresa.
- Se sugiere revisar condiciones de proceso como diagrama de prensado o dosificación de cera, con el objetivo de mejorar la absorción y el hinchamiento.
- Se sugiere usar las bases de datos que posee la empresa para seguir estudiando las relaciones entre variables de modo de encontrar los que sean mejores predictores. Esto puede permitir orientar algunos estudios de desarrollo en la empresa.
- Para entender el comportamiento del clivaje se sugiere profundizar en la influencia de factores de superficie como humectabilidad o cercanos a la superficie como densidad de trasscar.

BIBLIOGRAFIA

Aniñir, J. 1992. “Propiedades físico-mecánicas de paneles OSB experimentales elaborados con *Pinus radiata*“. Trabajo de titulación Ingeniería civil en industrias forestales. Departamento de Ingeniería en Maderas, Universidad del Bío-Bío.

ATCP. Chile. La industria de los tableros de madera en Chile. [en línea]. Revista celulosa y papel. <<http://atcp.cl/revistas/200603Tablerosdemadera.pdf>> [consulta: 05 Octubre 2006].

Ballerini, A. Fernández, A. y Jara, C. 1999. “Caracterización superficial de tableros de fibra de densidad media y su influencia en la aplicación de revestimientos“. Maderas. Ciencia y tecnología, 1999. 1(2): 62- 68.

Carvalho, L. 1990. “Caracterisation physico-chimique de la surface du chene peduncule. Ecole Supérieure des Sciences et des Technologies des Industries du Boil“.

Gacitúa, W. 1996. “Variación de la distribución de humedad en tableros MDF, calidad superficial y desarrollo de condiciones internas en el prensado caliente“. Trabajo de titulación Ingeniería civil en industrias forestales. Departamento de Ingeniería en Maderas, Universidad del Bío-Bío.

Masonite Chile, S.A. 2006. “Apuntes internos de la empresa“.

Montgomery, D. 1991. “Diseño y análisis de experimentos“. Grupo editorial Iberoamericana.

Nigro, N. y Sorti, M. 2005. “Hot - pressing process modeling for medium density fibreboard (MDF)“. Centro internacional de métodos computacionales en ingeniería.

Poblete, H. 1987. “Procesos de fabricación de tableros de fibra“. Publicación docente. Facultad de ciencias forestales. Universidad Austral de Chile.

Poblete, H. y Vargas, R. 2006. “Relación entre densidad y propiedades de tableros HDF producidos por un proceso seco“. Maderas. Ciencia y tecnología. 8(3): 169-182.

Salvo, L. 2004. “Relación de la estructura anatómica con la permeabilidad y tasa de secado de la madera de ***PINUS RADIATA*** D.DON“. Tesis presentada en conformidad a los requisitos para obtener el grado de Magíster en Ciencia y Tecnología de la Madera, Departamento de Ingeniería en Maderas. Universidad del Bío-Bío.

Siau, J. 1995. “Transport processes in Word”. Springer Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

Siau, J. 1984. “Transport processes in Word”. Springer Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

Tableros: “Aplicaciones para cada necesidad”. [en línea]. Revista Bit N° 40. Enero 2005 <http://www.revistabit.cl/body_articulo.asp?ID_Articulo=1135 > [consulta: 05 Octubre 2006].

Tableros. [en línea]. Masonite. Masonite Chile S.A. < <http://www.masonite.cl/> > [consulta: 05 Octubre 2006].

Vergara, E. 2006. “Apuntes del curso Paneles y Adhesivos”.

Wikipedia, la enciclopedia libre. [en línea]. < <http://es.wikipedia.org/wiki/Portada> >. [consulta: 26 Octubre 2006, 31 Octubre 2006]

**A
N
E
X
O

A**

**Descripción de
Propiedades.**

Anexo A: Descripción de propiedades.

A.1. Descripción de propiedades físico-mecánicas, ecuaciones de cálculo.

- Absorción:**

Se define como el incremento que experimenta la masa de una probeta, después de una inmersión en agua, por un periodo de 24 horas a 20°C, se calcula de la siguiente manera:

$$\%A_{3\text{ HORAS}} = \frac{(P_2 - P_1)}{P_1} \times 100$$

$$\%A_{24\text{ HORAS}} = \frac{(P_3 - P_1)}{P_1} \times 100$$

Donde:

- $\%A_{3\text{ HORAS}}$ = Absorción de agua durante 3 horas, expresado en porcentaje (%).
- $\%A_{24\text{ HORAS}}$ = Absorción de agua durante 24 horas, expresado en porcentaje (%)
- P_1 = Peso inicial, expresado en gramos (g).
- P_2 = Peso húmedo después de 3 horas, expresado en gramos (g).
- P_3 = Peso húmedo después de 24 horas, expresado en gramos (g).

- Hinchamiento:**

Se define como el incremento que experimenta el espesor de una probeta, después de una inmersión en agua por un periodo de 24 horas a 20°C, se calcula de la siguiente manera:

$$\%H_{3\text{ HRS}} = \frac{(E_2 - E_1)}{E_1} \times 100$$

$$\%H_{24\text{ Hrs}} = \frac{(E_3 - E_1)}{E_1} \times 100$$

Donde:

$H_{3 \text{ hr}}$ = Hinchamiento por 3 horas, expresado en (%)

$H_{24 \text{ hr}}$ = Hinchamiento por 24 horas, en (%)

E_1 = Espesor inicial, expresado en (g).

E_2 = Espesor después de 3 horas, expresado en (g)

E_3 = Espesor después de 24 horas, expresado en (g)

- **Contenido de humedad.**

Este valor se obtiene según método gravimétrico

$$\% C.H. = \frac{(P_2 - P_1)}{P_2} \times 100$$

Donde:

% C.H.= Contenido de humedad expresado en porcentaje (%).

P_1 = Peso húmedo de la muestra, expresado en gramos (g)

P_2 = Peso seco de la muestra, expresado en gramos (g)

- **Modulo de ruptura (MOR) y modulo de elasticidad (MOE).**

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia de la probeta a la aplicación de carga perpendicular, MOR (Resistencia a la flexión), MOE (Rigidez en flexión)

Para este ensayo se somete la probeta a una fuerza perpendicular continua a una velocidad de 2,6 (mm/min).

Módulo de Ruptura (MOR)

$$MOR = \frac{3 \times F_{MAX} \times L}{2 \times b \times e^2}$$

Donde:

MOR = Modulo de Ruptura expresado en N/ mm²

F_{max} = Carga máxima, expresada en Newton (N)

L = Largo del espacio entre los apoyos del soporte expresado en mm.

b = Ancho de la probeta expresado en mm.

e = Espesor de la probeta expresado en mm.

Módulo de elasticidad aparente (MOE)

$$MOE = \frac{L^3 \times \langle F_2 - F_1 \rangle}{4 \times b \times d^3 \times \langle S_2 - S_1 \rangle}$$

Donde:

MOE = Modulo elasticidad aparente, N/ mm²

L = Largo del espacio entre los apoyos del soporte expresado en mm.

b = Ancho de la probeta expresado en mm.

e = Espesor de la probeta expresado en mm.

$F_2 - F_1$ = es el aumento de carga entre 1 y 3 mm de la flexión expresada en Newton (N).

$S_2 - S_1$ = es el aumento de la flexión expresado en mm, correspondiente a $F_2 - F_1$.

Siendo:

L= 100 (mm).

b= 76 (mm).

$S_2 - S_1 = 2$ (mm).

• **Expansión lineal.**

Las probetas se introducen en una cámara de clima a 25° C y 30% HR, hasta obtener una masa constante, posteriormente se modifican las condiciones de humedad relativa a 90%.

$$Le = \frac{(L90 - L30)}{L30} \times 100$$

Donde:

Le = Expansión lineal (%).

L90= Largo de la probeta a 25°C y a 90% HR. Con precisión 0.01 mm.

L30= Largo de la probeta a 25°C y a 30% HR. Con precisión 0.01 mm.

- **Resistencia a la tracción perpendicular.**

El objetivo de este ensayo es determinar la cohesión interna de la probeta, traccionando en la dirección perpendicular a las caras de la misma.

La probeta es sometida a una fuerza continua a una velocidad de 50 (mm/min).

$$IB = \frac{F}{b_1 \times b_2}$$

Donde:

IB =Cohesión interna, expresada en Newton por milímetros cuadrados (N/mm²).

F =Carga máxima expresada en Newton (N)

b₁ =Largo de la probeta de ensayo expresado en milímetros (mm)

b₂ =Ancho de la probeta de ensayo, expresado en milímetros (mm).

Siendo:

b₁*b₂= 2500 (mm).

- **Permeabilidad.**

V_d = 3,05208E-05

V_r = 0,000231685

ΔZ = 0.12 (m)

Z = 0.89 (m)

V_{aire} = 1.81E-5 (Pa*s), a 20°C

A N E X O B

**Datos experimentales y
Resultados de propiedades
fisico-mecánicas.**

Tabla N° B.1: Absorción 3 Hrs.

Procedencia	Skin	Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	%
A	a	1	31,19	34,94	12,02
	a	2	31,3	34,23	9,36
	a	3	29,11	32,83	12,78
	b	1	30,82	34,18	10,90
	b	2	30,63	33,49	9,34
	b	3	30,26	33,97	12,26
	c	1	30,65	34,68	13,15
	c	2	31,09	33,65	8,23
	c	3	30,74	34,41	11,94
	d	1	30,32	34,2	12,80
	d	2	31,23	34,48	10,41
	d	3	32,19	35,88	11,46
B	a	1	30,01	40,88	36,22
	a	2	30,97	39,24	26,70
	a	3	30,07	36,16	20,25
	b	1	29,27	44,04	50,46
	b	2	30,26	41,95	38,63
	b	3	30,74	37,68	22,58
	c	1	29,99	41,25	37,55
	c	2	29,67	40,59	36,80
	c	3	30,6	37,57	22,78
	d	1	29,28	41,32	41,12
	d	2	30,34	38,98	28,48
	d	3	30,49	38,43	26,04
C	a	1	31,13	41,35	32,83
	a	2	32,29	43,72	35,40
	a	3	31,53	42,96	36,25
	b	1	32,02	42,35	32,26
	b	2	31,08	41,51	33,56
	b	3	32,21	43,11	33,84
	c	1	31,74	42,63	34,31
	c	2	32,21	43,67	35,58
	c	3	32,71	43,81	33,93
	d	1	31,45	42,09	33,83
	d	2	31,08	41,72	34,23
	d	3	33,15	43,68	31,76
D	a	1	31,26	44,01	40,79
	a	2	30,81	40,14	30,28
	a	3	32,22	39,34	22,10
	b	1	31,16	43,11	38,35
	b	2	31,56	41,85	32,60
	b	3	30,96	41,96	35,53
	c	1	30,9	41,65	34,79
	c	2	30,25	37,52	24,03
	c	3	30,37	39,18	29,01
	d	1	30,45	40,86	34,19
	d	2	30,39	37,88	24,65
	d	3	30,55	38,62	26,37
PF	a	1	29,8	35,18	18,05
	a	2	30,31	35,19	16,10
	a	3	29,64	35,96	21,32
	b	1	29,54	35,59	20,48
	b	2	28,88	34,23	18,52
	b	3	28,53	35,01	22,71
	c	1	29,32	34,39	17,29
	c	2	28,76	32,95	14,57
	c	3	28,69	34,68	20,88
	d	1	27,91	33,49	19,99
	d	2	28,77	33,52	16,51
	d	3	27,5	33,98	23,56
PU	a	1	29,05	33,5	15,32
	a	2	28,44	32,71	15,01
	a	3	28,07	33,65	19,88
	b	1	29,55	33,81	14,42
	b	2	29,45	34,45	16,98
	b	3	27,9	33,47	19,96
	c	1	29,67	34,69	16,92
	c	2	30,41	34,93	14,86
	c	3	29,26	35,1	19,96
	d	1	30,76	35,11	14,14
	d	2	30,47	34,8	14,21
	d	3	29,7	34,8	17,17

Tabla N° B.2: Absorción 24 Hrs.

Procedencia	Skin	Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	%
A	a	1	31,19	45,62	46,26
	a	2	31,3	43,5	38,98
	a	3	29,11	42,46	45,86
	b	1	30,82	42,33	37,35
	b	2	30,63	42,11	37,48
	b	3	30,26	44,41	46,76
	c	1	30,65	43,43	41,70
	c	2	31,09	43,59	40,21
	c	3	30,74	43,71	42,19
	d	1	30,32	44,24	45,91
	d	2	31,23	45,67	46,24
	d	3	32,19	46,28	43,77
B	a	1	30,01	49,32	64,35
	a	2	30,97	48,88	57,83
	a	3	30,07	46,01	53,01
	b	1	29,27	49,78	70,07
	b	2	30,26	50,15	65,73
	b	3	30,74	46,2	50,29
	c	1	29,99	50,15	67,22
	c	2	29,67	47,49	60,06
	c	3	30,6	46,02	50,39
	d	1	29,28	49,97	70,66
	d	2	30,34	47,83	57,65
	d	3	30,49	46,52	52,57
C	a	1	31,13	45,53	46,26
	a	2	32,29	48,12	49,02
	a	3	31,53	46,92	48,81
	b	1	32,02	45,86	43,22
	b	2	31,08	45,57	46,62
	b	3	32,21	47,12	46,29
	c	1	31,74	45,64	43,79
	c	2	32,21	47,41	47,19
	c	3	32,71	46,87	43,29
	d	1	31,45	45,61	45,02
	d	2	31,08	45,54	46,53
	d	3	33,15	46,76	41,06
D	a	1	31,26	45,75	46,35
	a	2	30,81	43,33	40,64
	a	3	32,22	45,06	39,85
	b	1	31,16	45,39	45,67
	b	2	31,56	44,73	41,73
	b	3	30,96	44,43	43,51
	c	1	30,9	44,02	42,46
	c	2	30,25	42,3	39,83
	c	3	30,37	42,52	40,01
	d	1	30,45	43,3	42,20
	d	2	30,39	43,1	41,82
	d	3	30,56	42,18	39,99
PF	a	1	29,8	43,04	44,43
	a	2	30,31	42,03	38,67
	a	3	29,64	43,75	47,60
	b	1	29,54	43,03	45,67
	b	2	28,88	41,06	42,17
	b	3	28,53	43,58	52,75
	c	1	29,32	43,28	47,61
	c	2	28,76	39,71	38,07
	c	3	28,69	42,85	49,36
	d	1	27,91	40,8	46,18
	d	2	28,77	41,05	42,68
	d	3	27,5	41,31	50,22
PU	a	1	29,05	42,4	45,96
	a	2	28,44	42,65	49,96
	a	3	28,07	42,95	53,01
	b	1	29,55	44,16	49,44
	b	2	29,45	43,78	48,66
	b	3	27,9	42,73	53,15
	c	1	29,67	44,24	49,11
	c	2	30,41	45,19	48,60
	c	3	29,26	45,07	54,03
	d	1	30,76	44,14	43,50
	d	2	30,47	45,6	49,66
	d	3	29,7	45,46	53,06

Tabla N° B.3: Hinchamiento 3 Hrs.

Procedencia	Skin	Probeta	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	%
A	a	1	3,15	3,47	10,19
	a	2	3,34	3,60	7,78
	a	3	3,36	3,67	9,28
	b	1	3,15	3,36	6,84
	b	2	3,37	3,58	6,15
	b	3	3,34	3,65	9,44
	c	1	3,06	3,37	10,02
	c	2	3,30	3,52	6,74
	c	3	3,34	3,65	9,12
	d	1	3,06	3,39	10,51
	d	2	3,30	3,55	7,74
	d	3	3,34	3,67	9,60
B	a	1	3,24	3,98	22,84
	a	2	3,21	3,81	18,49
	a	3	3,14	3,68	17,16
	b	1	3,18	4,15	30,42
	b	2	3,15	4,02	27,50
	b	3	3,13	3,70	18,33
	c	1	3,21	4,12	28,26
	c	2	3,17	4,02	26,53
	c	3	3,13	3,70	18,21
	d	1	3,27	4,11	25,84
	d	2	3,23	3,86	19,55
	d	3	3,19	3,77	18,32
C	a	1	3,21	3,83	19,36
	a	2	3,29	3,91	18,87
	a	3	3,32	3,94	18,83
	b	1	3,13	3,73	19,18
	b	2	3,19	3,81	19,49
	b	3	3,24	3,84	18,52
	c	1	3,16	3,77	19,16
	c	2	3,25	3,85	18,70
	c	3	3,33	3,93	17,97
	d	1	3,18	3,77	18,59
	d	2	3,25	3,86	18,92
	d	3	3,33	3,93	17,97
D	a	1	3,13	3,72	18,98
	a	2	3,03	3,55	17,10
	a	3	3,13	3,51	12,10
	b	1	3,12	3,73	19,45
	b	2	3,02	3,52	16,73
	b	3	3,12	3,66	17,34
	c	1	3,04	3,60	18,33
	c	2	2,95	3,35	13,56
	c	3	3,07	3,52	14,83
	d	1	2,98	3,52	17,97
	d	2	2,87	3,02	5,37
	d	3	3,00	3,40	13,26
PF	a	1	3,11	3,43	10,29
	a	2	3,18	3,44	8,11
	a	3	3,07	3,46	12,91
	b	1	3,13	3,48	10,94
	b	2	3,21	3,50	8,90
	b	3	3,13	3,52	12,41
	c	1	3,22	3,54	10,16
	c	2	3,18	3,43	7,82
	c	3	3,17	3,53	11,15
	d	1	3,09	3,44	11,51
	d	2	3,05	3,33	8,98
	d	3	3,04	3,40	11,86
PU	a	1	3,21	3,52	9,59
	a	2	3,20	3,51	9,59
	a	3	3,08	3,44	11,80
	b	1	3,23	3,53	9,23
	b	2	3,22	3,55	10,26
	b	3	3,11	3,48	11,80
	c	1	3,24	3,57	10,19
	c	2	3,23	3,54	9,69
	c	3	3,16	3,54	12,13
	d	1	3,30	3,60	9,02
	d	2	3,30	3,60	9,13
	d	3	3,19	3,55	11,09

Tabla N° B.4: Hinchamiento 24 Hrs.

Procedencia	Skin	Probeta	Espesor Inicial (mm)	Espesor Final (mm)	%
A	a	1	3,15	4,06	28,75
	a	2	3,34	4,12	23,24
	a	3	3,36	4,38	30,25
	b	1	3,15	3,88	23,50
	b	2	3,37	4,05	20,34
	b	3	3,34	4,20	25,76
	c	1	3,06	3,87	26,44
	c	2	3,30	4,05	23,03
	c	3	3,34	4,23	26,53
	d	1	3,06	3,94	28,62
	d	2	3,30	4,14	25,64
	d	3	3,34	4,26	27,30
B	a	1	3,24	4,31	32,90
	a	2	3,21	4,25	32,31
	a	3	3,14	4,15	32,19
	b	1	3,18	4,25	33,50
	b	2	3,15	4,17	32,16
	b	3	3,13	4,13	32,05
	c	1	3,21	4,31	34,27
	c	2	3,17	4,25	33,93
	c	3	3,13	4,14	32,24
	d	1	3,27	4,32	32,12
	d	2	3,23	4,25	31,76
	d	3	3,19	4,20	31,59
C	a	1	3,21	3,96	23,32
	a	2	3,29	4,03	22,33
	a	3	3,32	4,08	22,90
	b	1	3,13	3,85	23,08
	b	2	3,19	3,92	23,04
	b	3	3,24	3,96	22,19
	c	1	3,16	3,87	22,26
	c	2	3,25	3,98	22,52
	c	3	3,33	4,05	21,39
	d	1	3,18	3,89	22,37
	d	2	3,25	4,01	23,57
	d	3	3,33	4,07	22,42
D	a	1	3,13	3,87	23,51
	a	2	3,03	3,69	21,65
	a	3	3,13	3,78	20,63
	b	1	3,12	3,84	22,97
	b	2	3,02	3,68	21,76
	b	3	3,12	3,78	21,44
	c	1	3,04	3,77	23,88
	c	2	2,95	3,56	20,61
	c	3	3,07	3,68	19,92
	d	1	2,98	3,63	21,56
	d	2	2,87	3,45	20,10
	d	3	3,00	3,55	19,32
PF	a	1	3,11	3,90	25,36
	a	2	3,18	3,84	20,68
	a	3	3,07	3,92	27,71
	b	1	3,13	3,91	24,79
	b	2	3,21	3,88	20,75
	b	3	3,13	3,94	25,69
	c	1	3,22	4,02	24,81
	c	2	3,18	3,84	20,70
	c	3	3,17	3,92	23,38
	d	1	3,09	3,86	25,25
	d	2	3,05	3,72	21,93
	d	3			
PU	a	1	3,21	4,19	30,57
	a	2	3,20	4,20	31,16
	a	3	3,08	4,10	33,18
	b	1	3,23	4,23	30,93
	b	2	3,22	4,22	31,29
	b	3	3,11	4,12	32,36
	c	1	3,24	4,26	31,50
	c	2	3,23	4,22	30,62
	c	3	3,16	4,18	32,44
	d	1	3,30	4,26	29,01
	d	2	3,30	4,32	30,87
	d	3	3,19	4,21	31,90

Tabla N° B.5: Contenido de humedad.

Procedencia	Skin	Probeta	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	%
A	a	1	24,07	22,29	7,99
	a	2	23,56	21,81	8,02
	a	3	22,93	21,26	7,86
	b	1	22,64	20,96	8,02
	b	2	22,75	21,02	8,23
	b	3			
	c	1	23,53	21,80	7,94
	c	2	23,74	21,99	7,96
	c	3	23,86	22,10	7,96
	d	1	23,98	22,23	7,87
	d	2	22,68	21,05	7,74
	d	3	23,97	22,24	7,78
B	a	1	22,41	21,05	6,46
	a	2	22,46	21,04	6,75
	a	3	23,11	21,61	6,94
	b	1	21,58	20,22	6,73
	b	2	22,70	21,28	6,67
	b	3	22,66	21,22	6,79
	c	1	23,79	22,36	6,40
	c	2	22,90	21,51	6,46
	c	3	23,61	22,20	6,35
	d	1	22,85	21,47	6,43
	d	2	22,47	21,12	6,39
	d	3	23,01	21,59	6,58
C	a	1	24,67	23,44	5,25
	a	2	24,11	22,95	5,05
	a	3	25,04	23,82	5,12
	b	1	24,37	23,18	5,13
	b	2	23,38	22,26	5,03
	b	3	23,93	22,79	5,00
	c	1	24,48	23,28	5,15
	c	2	25,32	24,11	5,02
	c	3	25,15	23,97	4,92
	d	1	24,33	23,11	5,28
	d	2	24,00	22,83	5,12
	d	3	24,03	22,85	5,16
D	a	1	24,24	22,72	6,69
	a	2	24,45	22,88	6,86
	a	3	23,53	22,08	6,57
	b	1	23,45	22,03	6,45
	b	2	23,60	22,11	6,74
	b	3	23,51	22,08	6,48
	c	1	23,34	21,87	6,72
	c	2	22,81	21,34	6,89
	c	3	22,67	21,27	6,58
	d	1	22,76	21,29	6,90
	d	2	22,52	21,07	6,88
	d	3	22,40	21,03	6,51
PF	a	1	23,52	22,07	6,57
	a	2	22,40	21,00	6,67
	a	3	22,20	20,82	6,63
	b	1	22,05	20,74	6,32
	b	2	22,32	20,93	6,64
	b	3	21,40	20,09	6,52
	c	1	21,44	20,16	6,35
	c	2	21,90	20,59	6,36
	c	3	21,17	19,90	6,38
	d	1	21,40	20,22	5,84
	d	2	21,06	19,81	6,31
	d	3	21,02	19,75	6,43
PU	a	1	22,10	20,61	7,23
	a	2	20,71	19,32	7,19
	a	3	20,49	19,11	7,22
	b	1	22,65	21,15	7,09
	b	2	21,65	20,17	7,34
	b	3	21,46	20,03	7,14
	c	1	22,51	21,03	7,04
	c	2	22,09	20,63	7,08
	c	3	23,15	21,61	7,13
	d	1	23,57	21,96	7,33
	d	2	22,74	21,22	7,16
	d	3	22,40	20,91	7,13

Tabla N° B.6: Modulo de elasticidad – Modulo de ruptura.

Procedencia	Skin	Probeta	Espesor,mm	F1 - 1mm	F2 - 3mm	Carga Max.	MOE, N/mm2	MOR, N/mm2
A	a	1	3,39	46,0	137,0	261	3855	45
	a	2						
	a	3	3,47	50,3	144,0	278	3695	46
	b	1	3,54	46,0	141,0	276	3537	44
	b	2	3,42	53,0	151,0	266	4026	45
	b	3	3,43	47,0	133,0	247	3514	42
	c	1	3,30	46,0	138,0	271	4195	49
	c	2	3,37	54,0	143,0	249	3821	43
	c	3	3,38	49,7	142,0	261	3938	45
	d	1	3,30	45,7	131,7	256	3950	47
	d	2	3,36	52,3	153,0	267	4351	47
	d	3	3,31	48,3	138,3	258	4086	47
B	a	1	3,18	42,0	128,0	274	4403	54
	a	2	3,18	41,7	126,3	273	4319	53
	a	3	3,20	41,3	123,7	276	4140	53
	b	1	3,11	40,0	119,3	262	4323	53
	b	2	3,13	41,3	124,0	273	4457	55
	b	3	3,14	41,3	124,0	278	4410	56
	c	1	3,16	44,0	131,0	280	4535	55
	c	2	3,16	46,7	137,7	289	4725	57
	c	3	3,19	44,3	135,3	291	4619	57
	d	1	3,20	44,0	134,0	288	4539	56
	d	2	3,21	45,7	134,7	296	4430	57
	d	3	3,22	47,3	141,0	313	4612	60
C	a	1	3,27	45,3	128,3	255	3897	47
	a	2	3,28	43,3	127,0	250	3908	46
	a	3	3,34	48,0	136,7	271	3915	48
	b	1	3,17	41,7	120,7	244	4067	48
	b	2	3,18	68,0	147,7	279	4073	54
	b	3	3,23	43,7	124,3	258	3949	49
	c	1	3,20	44,3	117,3	241	3668	47
	c	2	3,25	43,0	127,0	259	4036	48
	c	3	3,28	41,7	121,7	244	3742	45
	d	1	3,20	43,7	125,0	272	4081	52
	d	2	3,24	44,3	128,0	267	4055	50
	d	3	3,29	46,3	131,0	265	3916	48
D	a	1	3,15	30,7	98,3	250	3571	50
	a	2	3,05	27,3	98,0	250	4119	53
	a	3	3,16	29,7	96,3	251	3481	50
	b	1	3,13	31,3	95,7	250	3467	50
	b	2	3,04	27,0	97,0	239	4110	51
	b	3	3,15	32,0	99,3	258	3558	51
	c	1	3,06	29,0	94,0	267	3720	56
	c	2	2,96	23,0	79,3	229	3578	52
	c	3	3,06	28,3	87,0	241	3370	51
	d	1	2,96	26,3	80,0	232	3399	52
	d	2	2,88	29,0	82,3	221	3655	52
	d	3	2,98	24,7	77,7	222	2912	49
PF	a	1	3,13	31,3	94,0	223	3363	45
	a	2	3,16	31,2	92,7	225	3206	44
	a	3	3,11	34,7	101,0	246	3618	50
	b	1	3,18	32,7	97,7	231	3325	45
	b	2	3,23	34,0	101,0	238	3264	45
	b	3	3,96	35,0	72,7	212	997	27
	c	1	3,23	37,0	111,0	248	3598	47
	c	2	3,21	38,0	109,3	242	3559	46
	c	3	3,20	35,0	102,7	233	3398	45
	d	1	3,12	33,0	100,0	231	3635	47
	d	2	3,06	34,0	99,0	233	3731	49
	d	3						
PU	a	1	3,21	39,3	115,3	251	3786	48
	a	2	3,15	36,7	104,0	225	3548	45
	a	3	3,14	36,0	101,0	232	3460	47
	b	1	3,24	40,0	115,0	250	3613	47
	b	2	3,18	39,7	112,0	238	3698	46
	b	3	3,17	38,0	106,7	238	3547	47
	c	1	3,26	41,0	119,0	274	3703	51
	c	2	3,20	37,7	110,3	237	3637	46
	c	3	3,21	36,7	109,7	237	3637	45
	d	1	3,33	42,0	123,7	252	3639	45
	d	2	3,27	42,3	125,0	271	3890	50
	d	3	3,25	41,7	118,0	262	3642	49

Tabla N° B.7.a: Expansión lineal.

Procedencia	Skin	Probeta	Largo inicial (mm)	Largo HR 30% (mm)	Largo HR 90% (mm)	L.E %
A	a	1	141,51	141,61	141,96	0,25
	a	2	141,57	141,49	141,76	0,19
	a	3	141,47	141,43	141,81	0,27
	a	4	137,88	137,98	139,18	
	a	5	137,53	137,88	138,23	0,25
	a	6	136,93	137,14	137,54	0,29
	b	1	140,95	140,82	141,18	0,26
	b	2	140,82	140,80	141,19	0,28
	b	3	140,86	140,85	141,24	0,28
	b	4	138,47	138,83	139,18	0,25
	b	5	137,90	137,97	138,34	0,27
	b	6	137,54	137,62	138,01	0,28
	c	1	138,50	138,48	139,14	
	c	2	138,09	138,27	138,66	0,28
	c	3	140,01	139,97	140,39	0,30
	c	4	140,56	140,43	140,78	0,25
	c	5	140,47	140,46	140,83	0,26
	c	6	140,06	139,95	140,34	0,28
	d	1	139,72	139,92	140,27	0,25
	d	2	139,77	139,77	140,14	0,26
	d	3	139,71	139,81	140,23	0,30
	d	4	139,71	139,76	140,12	0,26
	d	5	140,07	139,87	140,30	0,31
	d	6	139,78	139,96	140,33	0,26
B	a	1	138,03	137,93	138,24	0,22
	a	2	137,87	137,92	138,27	0,25
	a	3	137,80	137,72	138,05	0,24
	a	4	137,61	137,64	137,97	0,24
	a	5	137,54	137,47	137,84	0,27
	a	6	137,39	137,38	137,76	0,28
	b	1	140,29	140,27	140,69	0,30
	b	2	139,37	139,46	139,85	0,28
	b	3	137,48	138,56	138,89	0,24
	b	4	139,77	139,64	140,00	0,26
	b	5	139,94	139,91	140,28	0,26
	b	6	140,02	140,06	140,43	0,26
	c	1	140,65	140,67	140,98	0,22
	c	2	140,68	140,65	141,02	0,26
	c	3	140,72	140,75	141,10	0,25
	c	4	138,69	138,73	139,03	0,22
	c	5	138,64	138,62	138,94	0,23
	c	6	138,50	138,44	138,77	0,24
	d	1	140,04	139,85	140,20	0,25
	d	2	139,75	139,77	140,13	0,26
	d	3	139,85	139,73	140,15	0,30
	d	4	138,32	138,32	138,63	0,22
	d	5	138,24	138,19	138,56	0,27
	d	6	138,07	138,11	138,46	0,25
C	a	1	138,88	138,85	139,27	0,30
	a	2	138,88	138,83	139,28	0,32
	a	3	138,73	138,81	139,15	0,24
	a	4	139,51	139,81	140,18	0,26
	a	5	139,84	139,79	140,20	0,29
	a	6	139,92	139,92	140,35	0,31
	b	1				
	b	2	138,52	138,48	138,87	0,28
	b	3	138,27	138,34	138,70	0,26
	b	4	138,72	138,80	139,20	0,29
	b	5	138,80	138,71	139,13	0,30
	b	6	138,74	137,82	139,27	
	c	1	138,79	138,81	139,24	0,31
	c	2	139,75	139,70	140,11	0,29
	c	3	140,74	140,70	141,12	0,30
	c	4	138,53	138,49	138,87	0,27
	c	5	138,56	138,51	138,95	0,32
	c	6	138,55	138,56	139,03	0,34
	d	1	139,34	139,39	139,79	0,29
	d	2	139,18	139,19	139,61	0,30
	d	3	139,46	139,52	140,00	0,34
	d	4	138,15	138,11	138,53	0,30
	d	5	138,17	138,12	138,60	0,35
	d	6	138,26	138,18	138,63	0,33

Tabla N° B.7.b: Expansión lineal (Continuación).

Procedencia	Skin	Probeta	Largo inicial (mm)	Largo HR 30% (mm)	Largo HR 90% (mm)	L.E %
D	a	1	137,30	137,17	137,66	0,36
	a	2	137,10	137,15	137,63	0,35
	a	3	137,40	137,38	137,85	0,34
	a	4	139,40	139,29	139,78	0,35
	a	5	139,28	139,24	139,73	0,35
	a	6	138,96	138,98	139,56	0,42
	b	1	139,16	139,24	139,74	0,36
	b	2	139,22	139,20	139,64	0,32
	b	3	139,27	139,23	139,87	0,46
	b	4	137,12	137,13	138,05	
	b	5	137,15	137,08	137,58	0,36
	b	6	137,01	137,13	137,49	0,26
	c	1	138,31	138,27	138,67	0,29
	c	2	138,52	138,53	138,93	0,29
	c	3				
	c	4	139,46	139,38	139,83	0,32
	c	5	139,48	139,35	139,79	0,32
	c	6	139,11	139,13	139,50	0,27
	d	1	137,79	137,66	138,09	0,31
	d	2	137,73	137,67	138,07	0,29
	d	3	137,65	137,59	137,93	0,25
	d	4				
	d	5	137,51	137,50	137,94	0,32
	d	6	137,37	137,37	137,82	0,33
PF	a	1	137,87	137,80	138,22	0,30
	a	2	137,83	137,80	138,25	0,33
	a	3	137,73	137,69	138,11	0,31
	a	4	138,63	138,65	139,05	0,29
	a	5	138,51	138,51	138,99	0,35
	a	6	138,23	138,29	138,71	0,30
	b	1	138,43	138,42	138,83	0,30
	b	2	138,51	138,45	139,91	
	b	3	138,53	138,46	138,90	0,32
	b	4	136,35	136,42	136,79	0,27
	b	5	136,32	136,36	136,79	0,32
	b	6	136,13	136,30	136,72	0,31
	c	1	139,32	139,30	139,69	0,28
	c	2	139,35	139,37	139,76	0,28
	c	3	139,22	139,25	139,63	0,27
	c	4	136,51	136,41	136,90	0,36
	c	5	136,48	136,41	136,81	0,29
	c	6	136,11	136,20	136,58	0,28
	d	1	138,87	138,88	139,25	0,27
	d	2	138,88	138,87	139,26	0,28
	d	3	138,65	138,73	139,10	0,27
	d	4	139,14	139,22	139,64	0,30
	d	5	138,83	139,04	139,41	0,27
	d	6				
PU	a	1	139,50	139,47	139,93	0,33
	a	2	139,53	139,52	140,02	0,36
	a	3	139,28	139,36	139,86	0,36
	a	4	139,02	138,99	139,46	0,34
	a	5	139,19	139,21	139,68	0,34
	a	6	139,09	139,22	139,73	0,37
	b	1	138,50	138,42	138,87	0,33
	b	2	138,61	138,55	139,05	0,36
	b	3	138,68	138,74	139,11	0,27
	b	4	137,40	137,48	137,91	0,31
	b	5	137,38	137,34	137,78	0,32
	b	6	137,35	137,35	137,86	0,37
	c	1	137,72	137,62	138,05	0,31
	c	2				
	c	3	138,09	138,08	138,52	0,32
	c	4	138,06	137,99	138,40	0,30
	c	5	138,24	138,25	138,69	0,32
	c	6	138,31	138,26	138,77	0,37
	d	1	138,86	138,80	139,22	0,30
	d	2	139,07	139,00	139,48	0,35
	d	3	139,15	139,10	139,58	0,35
	d	4	137,44	137,43	137,87	0,32
	d	5	137,47	137,44	137,90	0,33
	d	6				

Tabla N° B.8: Tracción Perpendicular (IB).

Procedencia	Skin	Probeta	Fuerza (N)	I.B. (N/mm2)
A	a	1	4149	1,66
	a	2	3727	1,49
	a	3	3821	1,53
	b	1	4308	1,72
	b	2	3828	1,53
	b	3	3700	1,48
	c	1	4811	1,92
	c	2	4710	1,88
	c	3	2255	0,90
	d	1	4952	1,98
	d	2	4163	1,67
	d	3	3648	1,46
B	a	1	5054	2,02
	a	2	5633	2,25
	a	3	5789	2,32
	b	1	2933	1,17
	b	2	4784	1,91
	b	3	5630	2,25
	c	1	4648	1,86
	c	2	4478	1,79
	c	3	3354	1,34
	d	1	5284	2,11
	d	2	2928	1,17
	d	3	6928	2,77
C	a	1	5615	2,25
	a	2	6691	2,68
	a	3	5113	2,05
	b	1	5470	2,19
	b	2	4078	1,63
	b	3	4215	1,69
	c	1	3875	1,55
	c	2	6035	2,41
	c	3	5016	2,01
	d	1	5257	2,10
	d	2	5957	2,38
	d	3	1947	0,78
D	a	1	5494	2,20
	a	2	5389	2,16
	a	3	5072	2,03
	b	1	4297	1,72
	b	2	4468	1,79
	b	3	5101	2,04
	c	1	4152	1,66
	c	2	3362	1,34
	c	3	4056	1,62
	d	1	3720	1,49
	d	2	5498	2,20
	d	3	5361	2,14
PF	a	1	5221	2,09
	a	2	4146	1,66
	a	3	4399	1,76
	b	1	5054	2,02
	b	2	4254	1,70
	b	3	5527	2,21
	c	1	4518	1,81
	c	2	4320	1,73
	c	3	4419	1,77
	d	1	4520	1,81
	d	2	4208	1,68
	d	3	5382	2,15
PU	a	1	3234	1,29
	a	2	3307	1,32
	a	3	3727	1,49
	b	1	3443	1,38
	b	2	2966	1,19
	b	3	3381	1,35
	c	1	2865	1,15
	c	2	3058	1,22
	c	3	2698	1,08
	d	1	3561	1,42
	d	2	3313	1,33
	d	3	2705	1,08

Tabla N° B.9: Clivaje.

Procedencia	Skin	Probeta	Fuerza (N)
A	a	1	455
	a	2	522
	a	3	454
	b	1	463
	b	2	540
	b	3	552
	c	1	363
	c	2	516
	c	3	506
	d	1	504
	d	2	475
	d	3	455
B	a	1	290
	a	2	324
	a	3	313
	b	1	317
	b	2	348
	b	3	355
	c	1	340
	c	2	393
	c	3	355
	d	1	370
	d	2	394
	d	3	378
C	a	1	333
	a	2	396
	a	3	358
	b	1	369
	b	2	319
	b	3	372
	c	1	444
	c	2	447
	c	3	314
	d	1	343
	d	2	424
	d	3	392
D	a	1	476
	a	2	457
	a	3	594
	b	1	418
	b	2	463
	b	3	496
	c	1	472
	c	2	526
	c	3	627
	d	1	463
	d	2	487
	d	3	500
PF	a	1	373
	a	2	353
	a	3	402
	b	1	405
	b	2	382
	b	3	407
	c	1	410
	c	2	423
	c	3	436
	d	1	395
	d	2	406
	d	3	364
PU	a	1	499
	a	2	564
	a	3	495
	b	1	580
	b	2	485
	b	3	541
	c	1	501
	c	2	511
	c	3	492
	d	1	489
	d	2	469
	d	3	498

Procedencia	Skin	Tiempo (min)	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Angulo de	Angulo de	Angulo de	
			H1	R1	H2	R2	H3	R3	Humectacion (°)	Humectacion (°)	Humectacion (°)	
									1	2	3	
A	a	0	14	12	12	13	13	12	99	85	95	
		5	13	12	10	14	10	13	95	71	75	
		10	11	13	9	14	9,5	14	80	65	68	
		15	10	13	8	14	9	14	75	59	65	
		20	9	14	7,2	14	8	14	65	54	59	
		25	8	14	6,8	14	7	14	59	52	53	
		30	7	14	6	14	6	14	53	46	46	
		35	6	14	5	14	5	14	46	39	39	
		40	5	14	4	14	4	14	39	32	32	
		45	4	15	3	14	3	14	30	24	24	
		50	3	15	2	15	2	15	23	15	15	
		55	2	15	1	15	1	15	15	8	8	
	b	0	11	13	13	12	13	13	80	95	90	
		5	9	14	12	12	12	14	65	90	81	
		10	8	14	12	12	11	14	59	90	76	
		15	7	14	10,5	12	10	14	53	82	71	
		20	6	14	10	13	10	14	46	75	71	
		25	5	14	9	13	9	14	39	69	65	
		30	3	15	8	13	8	14	23	63	59	
		35	2	15	7,5	13	7,5	14	15	60	56	
		40			7	13	7	14		57	53	
		45			6	13	6	15		50	44	
		50			5	13	5	15		42	37	
		55			4	13	4	15		34	30	
		60			3	13	3	15		26	23	
		65			2	13	2	15		17	15	
		70			1	13	2	15		9	15	
		75					1	15			8	
		c	0	11	15	12	14	14	12	73	81	99
			5	8	16	10	15	13	12	53	67	95
	10		7	17	9	15	12	12	45	62	90	
	15		6	17	8	15	11	12	39	56	85	
	20		5	17	7	16	10	13	33	47	75	
	25		4	17	6	16	9	13	26	41	69	
	30		3	17	5	16	7	13	20	35	57	
	35		2	17	4	16	6	13	13	28	50	
	40		1	17	3	16	5	14	7	21	39	
	45					16	4	14		7	32	
	50						3	14			24	
	55						1	12			10	
	d	0	14	12	12	12	13	12	99	90	95	
		5	13	12	11	12	13	12	95	85	95	
		10	12	12	10	12	11	13	90	80	80	
		15	11	12	9	13	10	13	85	69	75	
		20	10	12	8	13	9	13	80	63	69	
		25	9	12	7	13	8	13	74	57	63	
		30	8	12	6	12	7	13	67	53	57	
		35	7	12	4	13	6	13	61	34	50	
40		6	12	3	13	5	13	53	26	42		
45		5	12	2	13	3	13	45	17	26		
50		4	12	1	12	2	13	37	10	17		
55		3	12			1	13	28		9		
60		2	12					19				
65		1	12					10				
70												

Tabla N° B.10.b: Angulo de humectación.

Procedencia	Skin	Tiempo (min)	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Angulo de	Angulo de	Angulo de
			H1	R1	H2	R2	H3	R3	Humectacion (°)	Humectacion (°)	Humectacion (°)
									1	2	3
B	a	0	11	15	11	14	12	15	73	76	77
		5	5	22	5	21	7	17	26	27	45
		10	1	15	0	0	4	17	8		26
			0	0			1	15			8
							0	0			
	b	0	11	14	12	14	12	13	76	81	85
		5	7	16	5	17	4	17	47	33	26
		10	6	16	0	0	0	0	41		
		15	4	15					30		
		20	0	0							
	c	0	11	13	11	14	10	15	80	76	67
		5	7	15	7	17	5	20	50	45	28
		10	4	15	4	17	0	0	30	26	
		15	0	0	1	6				19	
					0	0					
	d	0	11	13	12	14	12	13	80	81	85
		5	6	16	9	16	7	18	41	59	43
		10	0	0	7	16	5	18		47	31
		15			4	16	2	12		28	19
		20			0	0	0	0			
C	a	0	12	14	11	15	12	13	81	73	85
		5	6	16	2	15	7	16	41	15	47
		10	5	22	0	0	2	25	26		9
		15	0	0			0	0			
	b	0	11	14	10	13	13	12	76	75	95
		5	6	16	4	16	6	15	41	28	44
		10	0	0	0	0	0	0			
	c	0	12	13	12	13	11	14	85	85	76
		5	9	16	7	15	3	17	59	50	20
		10	6	17	3	15	0	0	39	23	
		15	2	17	0	0			13		
		20	0	0							
	d	0	12	13	13	13	12	13	85	90	85
		5	8	15	8	15	8	15	56	56	56
		10	3	15	2	14	1	20	23	16	6
		15	0	0	0	0	0	0			
D	a	0	12	13	11	14	11	13	85	76	80
		5	9	14	7	15	7	15	65	50	50
		10	6	15	0	0	0	0	44		
		15	1	14					8		
	b	0	12	13	11	13	11	14	85	80	76
		5	8	15	7	15	7	14	56	50	53
		10	4	17	0	0	1	7	26		16
		15	0	0			0	0			
	c	0	11	13	10	13	10	13	80	75	75
		5	6	14	8	14	7	14	46	59	53
		10	0	0	2	15	3	13		15	26
		15			0	0	0	0			
	d	0	11	13	10	13	11	13	80	75	80
		5	7	14	6	15	5	20	53	44	28
		10	0	0	1	14	0	0		8	
		15			0	0					

Procedencia	Skin	Tiempo (min)	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Angulo de	Angulo de	Angulo de
			H1	R1	H2	R2	H3	R3	Humectacion (°)	Humectacion (°)	Humectacion (°)
			1	2	3						
PU	a	0	11	15	12	13	12	13	73	85	85
		5	9	17	10	14	11	13	56	71	80
		10	8	17	9	14	10	13	50	65	75
		15	8	17	8	14	9	13	50	59	69
		20	7	17	7	14	8	13	45	53	63
		25	6	17	6	14	7	13	39	46	57
		30	5	18	5	14	7	13	31	39	57
		35	5	18	4	14	6	13	31	32	50
		40	4	17	4	14	5	13	26	32	42
		45	3	20	2	13	4	13	17	17	34
		50	1	20	1	13	3	13	6	9	26
		55					2	13			17
		60					1	13			9
	65										
	b	0	11	12	13	12	11	14	85	95	76
		5	10	14	12	13	10	14	71	85	71
		10	7	15	11	13	9	14	50	80	65
		15	7	15	10	13	8	14	50	75	59
		20	6	15	9	13	7	15	44	69	50
		25	5	15	8	13	6	15	37	63	44
		30	5	15	6	13	4	15	37	50	30
		35	4	15	5	13	3	15	30	42	23
		40	3	12	4	13	2	15	28	34	15
		45	1	10	3	13	1	15	11	26	8
		50			2	12				19	
		55			2	12				19	
		60			1	12				10	
	c	0	11	14	12	12	13	12	76	90	95
		5	10	15	11	12	10	14	67	85	71
		10	9	15	10	12	8	14	62	80	59
		15	8	15	9	12	7	14	56	74	53
		20	7	15	7	13	6	14	50	57	46
		25	5	15	6	13	5	14	37	50	39
		30	3	14	5	13	4	14	24	42	32
		35	1	14	4	13	2	12	8	34	19
		40			3	13	1	12		26	10
		45			2	13				17	
		50			1	13				9	
	d	0	12	13	11	14	11	14	85	76	76
		5	11	14	10	14	9	15	76	71	62
		10	10	14	9	14	8	15	71	65	56
		15	9	14	8	14	7	15	65	59	50
20		8	15	7	14	6	15	56	53	44	
25		7	15	5	14	5	15	50	39	37	
30		6	15	4	15	3	15	44	30	23	
35		5	15	3	15	2	15	37	23	15	
40		4	15	2	15	2	15	30	15	15	
45		3	15	1	12	2	15	23	10	15	
50		2	15			2	15	15		15	
55		1	15			1	15	8		8	

Tabla N° B.11.A: Perfil de densidad.

Procedencia	Skin	Probeta	Densidad promedio (Kg/m3)	Espesor real (mm)	Peak tras cara (KG/m3)	Peak cara (KG/m3)	Densidad superficial tras cara (Kg/m3)	Densidad superficial cara (Kg/m3)	Promedio de densidades superficiales (Kg/m3)	Densidad en el centro (Kg/m3)
A	a	1	981	3,23	1107	1111	967	1056	1012	969
	a	2	1004	3,29	1115	1128	1019	1083	1051	986
	a	3	973	3,38	1118	1138	998	1062	1030	951
	a	4	971	3,43	1104	1129	1036	1046	1041	923
	a	5	1013	3,31	1130	1126	1043	1093	1068	990
	b	1	997	3,24	1113	1107	1038	1059	1049	952
	b	2	1050	3,24	1163	1184	1055	1079	1067	1008
	b	3	1012	3,25	1162	1137	1055	1090	1073	987
	b	4	955	3,31	1067	1093	948	1017	983	901
	b	5	962	3,34	1120	1119	961	1038	1000	934
	c	1	1018	3,24	1129	1126	1010	1089	1050	1002
	c	2	1034	3,24	1121	1119	1003	1106	1055	1009
	c	3	1012	3,26	1092	1121	1003	1039	1021	985
	c	4	955	3,35	1078	1075	974	1030	1002	929
	c	5	992	3,34	1101	1104	976	1011	994	966
	d	1	958	3,19	1082	1066	999	1017	1008	929
	d	2	986	3,20	1114	1102	1015	1068	1042	957
	d	3	969	3,34	1099	1133	949	1071	1010	939
	d	4	965	3,35	1097	1086	1006	1015	1011	938
	d	5								
B	a	1	952	3,15	1045	1100	927	978	953	969
	a	2	946	3,17	1037	1081	908	994	951	954
	a	3	953	3,18	1033	1093	940	1011	976	945
	a	4	946	3,22	1061	1115	969	1028	999	956
	a	5	982	3,24	1075	1104	930	969	950	977
	b	1	947	3,09	1062	1083	947	994	971	975
	b	2	939	3,10	1067	1072	948	1017	983	964
	b	3	977	3,13	1095	1104	1015	1015	1015	996
	b	4	981	3,12	1074	1111	994	997	996	990
	b	5	959	3,15	1041	1070	923	1008	966	975
	c	1	970	3,17	1064	1103	919	1004	962	956
	c	2	974	3,17	1072	1109	946	1034	990	981
	c	3	987	3,18	1082	1136	982	1042	1012	987
	c	4	953	3,22	1070	1119	986	1037	1012	965
	c	5	942	3,19	1070	1099	974	1017	996	962
	d	1	972	3,18	1054	1107	947	1000	974	981
	d	2	969	3,15	1042	1072	931	985	958	948
	d	3	925	3,22	1039	1088	937	989	963	948
	d	4	933	3,21	1002	1058	911	1009	960	916
	d	5	968	3,24	1088	1109	1006	1022	1014	980
C	a	1	994	3,31	1100	1111	898	991	945	1011
	a	2	993	3,38	1112	1128	928	993	961	1040
	a	3	1036	3,37	1133	1148	977	1000	989	1059
	a	4	1005	3,40	1117	1123	957	1014	986	1048
	a	5	998	3,37	1085	1095	926	987	957	1014
	b	1	991	3,22	1105	1108	850	989	920	1026
	b	2	984	3,22	1070	1111	883	910	897	1010
	b	3	958	3,24	1055	1062	840	960	900	1000
	b	4	999	3,24	1078	1096	886	947	917	1019
	b	5	1005	3,26	1106	1184	906	1015	961	1038
	c	1	1002	3,24	1098	1100	881	993	937	1030
	c	2	979	3,28	1113	1115	891	970	931	1050
	c	3	1004	3,23	1072	1099	898	959	929	1012
	c	4	966	3,28	1091	1085	901	968	935	1018
	c	5	1013	3,28	1144	1132	953	1036	995	1065
	d	1	937	3,28	1050	1091	870	949	910	996
	d	2	1006	3,28	1106	1104	929	975	952	1046
	d	3	1018	3,30	1133	1128	968	1014	991	1072
	d	4	1049	3,31	1154	1156	954	1028	991	1076
	d	5	996	3,31	1112	1112	947	1002	975	1041

Tabla N° B.11.b: Perfil de densidad.

Procedencia	Skin	Probeta	Densidad promedio (Kg/m³)	Esesor real (mm)	Peak trascara (KG/m³)	Peak cara (KG/m³)	Densidad superficial trascara (Kg/m³)	Densidad superficial cara (Kg/m³)	Promedio de densidades superficiales (Kg/m³)	Densidad en el centro (Kg/m³)
D	a	1	1009	3,33	1070	1133	963	974	969	1023
	a	2	1012	3,25	1095	1107	932	1045	989	1049
	a	3	993	3,20	1084	1147	957	1035	996	1062
	a	4	1057	3,21	1149	1172	982	1087	1035	1096
	a	5	1014	3,15	1106	1152	941	1016	979	1047
	b	1	952	3,37	1032	1128	869	1008	939	991
	b	2	1038	3,24	1097	1102	929	1031	980	1057
	b	3	1011	3,22	1110	1124	971	1079	1025	1068
	b	4	1018	3,17	1069	1067	917	1018	968	1039
	b	5	1027	3,19	1104	1118	944	1053	999	1077
	c	1	956	3,23	1009	1110	875	933	904	994
	c	2	976	3,16	1060	1058	872	1006	939	1031
	c	3	1016	3,10	1097	1134	966	1053	1010	1053
	c	4	1025	3,10	1127	1115	946	1052	999	1064
	c	5	1026	3,06	1069	1107	931	1015	973	1037
	d	1	985	3,15	1053	1101	892	1021	957	1042
	d	2	1022	3,07	1109	1098	954	1052	1003	1068
	d	3	1033	3,03	1126	1111	966	1041	1004	1071
	d	4	1011	3,00	1109	1142	933	1081	1007	1087
	d	5	1063	2,99	1129	1151	1001	1088	1045	1102
PF	a	1	991	3,11	1044	1272	842	1111	977	1053
	a	2	1003	3,17	1051	1292	795	1126	961	1050
	a	3	990	3,11	1060	1257	864	1085	975	1053
	a	4	1052	3,12	1081	1363	825	1133	979	1084
	a	5	998	3,12	1045	1274	826	1070	948	1035
	b	1	934	3,22	972	1170	802	1055	929	977
	b	2	982	3,25	1015	1265	796	1043	920	984
	b	3	1023	3,24	1053	1293	819	1131	975	1011
	b	4	981	3,24	992	1305	805	1083	944	986
	b	5	950	3,23	1006	1163	881	1041	961	983
	c	1	909	3,30	933	1130	785	1052	919	924
	c	2	977	3,36	999	1186	766	1087	927	949
	c	3	934	3,31	954	1168	725	1036	881	898
	c	4	928	3,29	976	1139	817	1051	934	933
	c	5	938	3,28	967	1114	804	1039	922	929
	d	1	937	3,21	979	1145	821	1062	942	955
	d	2	925	3,24	972	1135	782	997	890	917
	d	3	925	3,20	966	1166	823	1077	950	913
	d	4	893	3,17	936	1114	776	1010	893	906
	d	5	959	3,15	996	1134	782	1055	919	955
PU	a	1	991	3,25	1077	1206	922	1143	1033	957
	a	2	971	3,21	1074	1210	996	1123	1060	961
	a	3	954	3,18	1062	1148	962	1080	1021	916
	a	4	934	3,20	1045	1223	939	1103	1021	935
	a	5	953	3,18	1070	1205	975	1120	1048	943
	b	1	960	3,25	1077	1220	927	1134	1031	919
	b	2	963	3,24	1052	1153	930	1071	1001	905
	b	3	911	3,26	1009	1151	897	1060	979	873
	b	4	971	3,26	1050	1240	934	1074	1004	916
	b	5	955	3,28	1029	1210	905	1101	1003	892
	c	1	956	3,24	1052	1176	954	1068	1011	920
	c	2	940	3,26	1047	1103	930	1060	995	912
	c	3	976	3,24	1060	1117	964	1027	996	922
	c	4	917	3,26	1013	1186	872	1075	974	886
	c	5	957	3,26	1057	1115	938	1042	990	895
	d	1	980	3,36	1074	1219	954	1141	1048	953
	d	2	980	3,33	1080	1182	969	1124	1047	931
	d	3	981	3,36	1096	1206	951	1109	1030	952
	d	4	961	3,31	1073	1207	965	1142	1054	943
	d	5	971	3,35	1070	1217	914	1108	1011	916

Tabla N° B.12.a: Permeabilidad.

Procedencia	Skin	Probeta	P atm (mHg)	L (m)	Diametro (m)	C	Tiempo (s)	Area (m2)	Permeabilidad especifica (m2)
A	a	1	0,7643	0,003	18,79	1,097	47,18	0,000277	1,67E-14
	a	2	0,7643	0,003	18,85	1,097	75,38	0,000279	1,10E-14
	a	3	0,7628	0,003	18,85	1,097	62,06	0,000279	1,30E-14
	a	4	0,7628	0,004	18,9	1,097	48,67	0,000280	1,71E-14
	a	5	0,7636	0,003	18,8	1,097	44,21	0,000277	1,80E-14
	a	6	0,7613	0,003	19,01	1,097	32,97	0,000284	2,43E-14
	a	7	0,7613	0,003	18,95	1,097	46,91	0,000282	1,67E-14
	a	8	0,7628	0,003	18,85	1,097	111,08	0,000279	7,42E-15
	a	9	0,7628	0,003	18,83	1,097	59,07	0,000278	1,39E-14
	a	10	0,7628	0,003	18,75	1,097	60,63	0,000276	1,35E-14
	a	11	0,7628	0,003	18,89	1,097	146,74	0,000280	5,53E-15
	b	1	0,7643	0,003	18,8	1,097	56,4	0,000277	1,46E-14
	b	2	0,7643	0,003	18,93	1,097	47,4	0,000281	1,71E-14
	b	3	0,7636	0,004	18,96	1,097	42,42	0,000282	1,95E-14
	b	4	0,7628	0,003	18,9	1,097	49,27	0,000280	1,60E-14
	b	5	0,7628	0,004	18,83	1,097	49,66	0,000278	1,72E-14
	b	6	0,7621	0,004	18,82	1,097	56,88	0,000278	1,48E-14
	b	7	0,7628	0,003	18,85	1,097	67,76	0,000279	1,14E-14
	b	8	0,7628	0,003	18,73	1,097	61,36	0,000275	1,37E-14
	b	9	0,7651	0,003	18,82	1,096	73,51	0,000278	1,06E-14
	b	10	0,7628	0,003	18,84	1,097	70,21	0,000279	1,18E-14
	b	11	0,7628	0,004	18,77	1,097	52,46	0,000277	1,61E-14
	c	1	0,7621	0,004	18,89	1,097	63,11	0,000280	1,31E-14
	c	2	0,7643	0,003	18,82	1,097	51,17	0,000278	1,59E-14
	c	3	0,7636	0,003	18,89	1,097	63,2	0,000280	1,24E-14
	c	4	0,7628	0,003	18,78	1,097	43,27	0,000277	1,82E-14
	c	5	0,7628	0,004	18,78	1,097	52,56	0,000277	1,59E-14
	c	6	0,7621	0,003	18,77	1,097	67,21	0,000277	1,24E-14
	c	7	0,7613	0,003	18,78	1,097	51,55	0,000277	1,51E-14
	c	8	0,7628	0,003	18,81	1,097	75,85	0,000278	1,09E-14
	c	9	0,7628	0,003	18,82	1,097	74,18	0,000278	1,06E-14
	c	10	0,7643	0,003	18,93	1,097	67,03	0,000281	1,14E-14
	c	11	0,7628	0,003	18,95	1,097	89,45	0,000282	9,10E-15
	d	1	0,7643	0,003	18,73	1,097	74,24	0,000275	1,03E-14
	d	2	0,7628	0,003	18,79	1,097	52,83	0,000277	1,53E-14
	d	3	0,7628	0,003	18,76	1,097	51,6	0,000276	1,53E-14
	d	4	0,7613	0,003	18,81	1,097	81,19	0,000278	9,50E-15
	d	5	0,7613	0,003	18,76	1,097	66,17	0,000276	1,16E-14
	d	6	0,7628	0,003	18,77	1,097	62,96	0,000277	1,28E-14
	d	7	0,7628	0,003	18,78	1,097	86	0,000277	9,52E-15
	d	8	0,7628	0,003	18,78	1,097	61,83	0,000277	1,33E-14
	d	9	0,7628	0,003	18,96	1,097	43,86	0,000282	1,81E-14
	d	10	0,7613	0,003	18,81	1,097	73,32	0,000278	1,10E-14
	d	11	0,7613	0,003	18,92	1,097	50,1	0,000281	1,59E-14
B	a	1	0,7621	0,003	18,89	1,097	64,27	0,000280	1,22E-14
	a	2	0,7628	0,003	18,8	1,097	51,58	0,000277	1,53E-14
	a	3	0,7628	0,003	18,79	1,097	64,74	0,000277	1,21E-14
	a	4	0,7613	0,003	18,77	1,097	37,97	0,000277	2,08E-14
	a	5	0,7613	0,003	18,92	1,097	43,95	0,000281	1,77E-14
	a	6	0,7636	0,003	18,95	1,097	55,35	0,000282	1,39E-14
	a	7	0,7636	0,003	18,82	1,097	40,66	0,000278	1,96E-14
	a	8	0,7636	0,003	19,04	1,097	76,06	0,000285	1,00E-14
	a	9	0,7628	0,003	18,82	1,097	46,57	0,000278	1,63E-14
	a	10	0,7628	0,003	18,85	1,097	58,78	0,000279	1,29E-14
	a	11	0,7628	0,003	18,9	1,097	59,49	0,000280	1,29E-14
	b	1	0,7621	0,003	18,79	1,097	79,06	0,000277	9,68E-15
	b	2	0,7643	0,003	18,87	1,097	29,15	0,000280	2,60E-14
	b	3	0,7643	0,003	18,73	1,097	30,2	0,000275	2,63E-14
	b	4	0,7636	0,003	18,86	1,097	61,34	0,000279	1,27E-14
	b	5	0,7613	0,003	18,93	1,097	49,21	0,000281	1,55E-14
	b	6	0,7628	0,003	18,81	1,097	62,2	0,000278	1,24E-14
	b	7	0,7636	0,003	18,81	1,097	71,06	0,000278	1,08E-14
	b	8	0,7651	0,003	18,83	1,096	86,45	0,000278	8,90E-15
	b	9	0,7651	0,003	18,8	1,096	36,69	0,000277	2,13E-14
	b	10	0,7628	0,003	18,79	1,097	84,45	0,000277	9,15E-15
	b	11	0,7628	0,003	18,91	1,097	52,7	0,000281	1,45E-14
	c	1	0,7621	0,003	18,81	1,097	81,02	0,000278	9,40E-15
	c	2	0,7643	0,003	18,81	1,097	40,23	0,000278	1,94E-14
	c	3	0,7636	0,003	18,75	1,097	36,38	0,000276	2,18E-14
	c	4	0,7628	0,003	18,77	1,097	38,04	0,000277	2,07E-14
	c	5	0,7621	0,003	18,79	1,097	47,38	0,000277	1,64E-14
	c	6	0,7613	0,003	18,81	1,097	45,79	0,000278	1,70E-14
	c	7	0,7628	0,003	18,85	1,097	93,2	0,000279	8,16E-15
	c	8	0,7628	0,003	18,73	1,097	50,52	0,000275	1,54E-14
	c	9	0,7628	0,003	18,8	1,097	38,63	0,000277	2,05E-14
	c	10	0,7628	0,003	18,87	1,097	40,52	0,000280	1,94E-14
	c	11	0,7628	0,003	18,86	1,097	67,97	0,000279	1,12E-14
	d	1	0,7628	0,003	18,85	1,097	46,83	0,000279	1,61E-14
	d	2	0,7643	0,003	18,82	1,097	57,64	0,000278	1,30E-14
	d	3	0,7613	0,003	18,79	1,097	93,01	0,000277	8,08E-15
	d	4	0,7613	0,003	18,78	1,097	42,66	0,000277	1,78E-14
	d	5	0,7628	0,003	18,81	1,097	53,63	0,000278	1,42E-14
	d	6	0,7628	0,003	18,65	1,097	43,7	0,000273	1,77E-14
	d	7	0,7628	0,003	18,88	1,097	58,84	0,000280	1,26E-14
	d	8	0,7628	0,003	18,82	1,097	55,34	0,000278	1,36E-14
	d	9	0,7628	0,003	18,75	1,097	81,7	0,000276	9,29E-15
	d	10	0,7628	0,003	18,88	1,097	59,58	0,000280	1,27E-14
	d	11	0,7628	0,003	18,78	1,097	50,83	0,000277	1,49E-14

Tabla N° B.12.b: Permeabilidad (Continuación).

Procedencia	Skin	Probeta	P atm (mHg)	L (m)	Diametro (m)	C	Tiempo (s)	Area (m2)	Permeabilidad especifica (m2)
C	a	1	0,7621	0,003	18,93	1,097	25,16	0,000281	3,04E-14
	a	2	0,7628	0,003	18,75	1,097	25	0,000276	3,12E-14
	a	3	0,7643	0,003	18,89	1,097	28,65	0,000280	2,77E-14
	a	4	0,7628	0,003	18,85	1,097	33,5	0,000279	2,42E-14
	a	5	0,7628	0,003	18,85	1,097	42,53	0,000279	1,93E-14
	a	6	0,7643	0,003	18,83	1,097	33,1	0,000278	2,44E-14
	a	7	0,7613	0,003	18,86	1,097	34,24	0,000279	2,36E-14
	a	8	0,7613	0,003	18,85	1,097	32,38	0,000279	2,49E-14
	a	9	0,7651	0,003	18,76	1,096	28,24	0,000276	2,76E-14
	a	10	0,7651	0,003	18,83	1,096	40,47	0,000278	1,90E-14
	a	11	0,7651	0,003	18,81	1,096	28,02	0,000278	2,84E-14
	b	1	0,7636	0,003	18,74	1,097	27,58	0,000276	2,87E-14
	b	2	0,7628	0,003	18,92	1,097	26,39	0,000281	2,97E-14
	b	3	0,7621	0,003	18,75	1,097	29,56	0,000276	2,66E-14
	b	4	0,7613	0,003	18,77	1,097	29,38	0,000277	2,67E-14
	b	5	0,7613	0,003	18,9	1,097	32,38	0,000280	2,42E-14
	b	6	0,7628	0,003	18,75	1,097	42,87	0,000276	1,90E-14
	b	7	0,7628	0,003	18,89	1,097	34,66	0,000280	2,25E-14
	b	8	0,7628	0,003	18,79	1,097	31,41	0,000277	2,51E-14
	b	9	0,7628	0,003	18,56	1,097	41,56	0,000270	1,94E-14
	b	10	0,7628	0,003	18,78	1,097	33,78	0,000277	2,35E-14
	b	11	0,7628	0,003	18,86	1,097	28,95	0,000279	2,71E-14
	c	1	0,7628	0,003	18,75	1,097	27,51	0,000276	2,94E-14
	c	2	0,7636	0,003	18,92	1,097	28,15	0,000281	2,78E-14
	c	3	0,7628	0,003	18,91	1,097	29,33	0,000281	2,68E-14
	c	4	0,7621	0,003	18,73	1,097	26,33	0,000275	3,09E-14
	c	5	0,7621	0,003	18,83	1,097	22,38	0,000278	3,60E-14
	c	6	0,7613	0,003	18,86	1,097	22,27	0,000279	3,52E-14
	c	7	0,7628	0,003	18,84	1,097	28,1	0,000279	2,82E-14
	c	8	0,7628	0,003	18,86	1,097	32,59	0,000279	2,37E-14
	c	9	0,7643	0,003	18,94	1,097	26,36	0,000282	3,03E-14
	c	10	0,7613	0,003	18,79	1,097	34,95	0,000277	2,20E-14
	c	11	0,7613	0,003	18,86	1,097	29,58	0,000279	2,68E-14
	d	1	0,7628	0,003	18,68	1,097	29,14	0,000274	2,66E-14
	d	2	0,7643	0,003	18,63	1,097	29,34	0,000272	2,69E-14
	d	3	0,7636	0,003	18,71	1,097	36,67	0,000275	2,14E-14
	d	4	0,7628	0,003	18,67	1,097	40,18	0,000274	2,01E-14
	d	5	0,7613	0,003	18,76	1,097	31,8	0,000276	2,53E-14
	d	6	0,7613	0,003	18,73	1,097	37,16	0,000275	2,06E-14
	d	7	0,7613	0,003	18,7	1,097	26,11	0,000275	3,00E-14
	d	8	0,7613	0,003	18,69	1,097	34,77	0,000274	2,25E-14
	d	9	0,7628	0,003	18,59	1,097	44,15	0,000271	1,75E-14
	d	10	0,7628	0,003	18,73	1,097	27,17	0,000275	2,84E-14
	d	11	0,7628	0,003	18,91	1,097	28	0,000281	2,78E-14
D	a	1	0,7621	0,003	18,84	1,097	166,68	0,000279	4,57E-15
	a	2	0,7643	0,003	18,79	1,097	119,27	0,000277	6,40E-15
	a	3	0,7643	0,003	19,05	1,097	86,77	0,000285	8,98E-15
	a	4	0,7628	0,003	18,72	1,097	81,32	0,000275	9,63E-15
	a	5	0,7628	0,003	18,72	1,097	114,49	0,000275	6,65E-15
	a	6	0,7628	0,003	18,78	1,097	117,89	0,000277	6,60E-15
	a	7	0,7636	0,003	18,67	1,097	183,24	0,000274	4,18E-15
	a	8	0,7613	0,003	18,7	1,097	110,22	0,000275	7,30E-15
	a	9	0,7613	0,003	18,72	1,097	70,12	0,000275	1,11E-14
	a	10	0,7628	0,003	18,82	1,097	183,63	0,000278	4,27E-15
	a	11	0,7628	0,003	18,82	1,097	183,06	0,000278	4,17E-15
	b	1	0,7621	0,003	18,78	1,097	95,06	0,000277	8,04E-15
	b	2	0,7643	0,003	18,62	1,097	59,75	0,000272	1,31E-14
	b	3	0,7643	0,003	18,8	1,097	73,48	0,000277	1,08E-14
	b	4	0,7643	0,003	18,74	1,097	133,8	0,000276	5,79E-15
	b	5	0,7628	0,003	18,72	1,097	81,69	0,000275	9,32E-15
	b	6	0,7628	0,003	18,74	1,097	57,04	0,000276	1,37E-14
	b	7	0,7621	0,003	18,87	1,097	102,18	0,000280	7,54E-15
	b	8	0,7628	0,003	18,93	1,097	144,05	0,000281	5,38E-15
	b	9	0,7628	0,003	18,96	1,097	159,01	0,000282	4,61E-15
	b	10	0,7636	0,003	18,78	1,097	123,84	0,000277	6,07E-15
	b	11	0,7651	0,003	18,78	1,096	79,66	0,000277	9,65E-15
	c	1	0,7628	0,003	18,81	1,097	107,02	0,000278	6,94E-15
	c	2	0,7643	0,003	18,74	1,097	74,16	0,000276	1,04E-14
	c	3	0,7643	0,003	18,83	1,097	74,88	0,000278	9,89E-15
	c	4	0,7643	0,003	18,66	1,097	107,59	0,000273	6,88E-15
	c	5	0,7636	0,003	18,73	1,097	126,65	0,000275	5,99E-15
	c	6	0,7628	0,003	18,93	1,097	87,93	0,000281	8,31E-15
	c	7	0,7613	0,003	18,79	1,097	68,81	0,000277	1,11E-14
	c	8	0,7636	0,003	18,87	1,097	108,84	0,000280	7,00E-15
	c	9	0,7643	0,003	18,63	1,097	87,83	0,000272	8,45E-15
	c	10	0,7643	0,003	18,76	1,097	88,27	0,000276	8,29E-15
	c	11	0,7628	0,003	18,94	1,097	100,87	0,000282	7,54E-15
	d	1	0,7628	0,003	18,63	1,097	111,39	0,000272	6,45E-15
	d	2	0,7643	0,003	18,69	1,097	103,41	0,000274	7,09E-15
	d	3	0,7643	0,003	18,96	1,097	100,26	0,000282	7,01E-15
	d	4	0,7628	0,003	18,83	1,097	78,91	0,000278	9,30E-15
	d	5	0,7628	0,003	18,9	1,097	128,69	0,000280	5,64E-15
	d	6	0,7628	0,003	18,81	1,097	121,03	0,000278	5,86E-15
	d	7	0,7613	0,003	18,76	1,097	120,78	0,000276	6,04E-15
	d	8	0,7628	0,003	18,72	1,097	134,58	0,000275	5,36E-15
	d	9	0,7628	0,003	18,79	1,097	86,65	0,000277	8,45E-15
	d	10	0,7628	0,003	18,96	1,097	127,99	0,000282	5,56E-15
	d	11	0,7613	0,003	18,71	1,097	111,76	0,000275	6,63E-15

Tabla N° B.12.c: Permeabilidad (Continuación).

Procedencia	Skin	Probeta	P atm (mHg)	L (m)	Diametro (m)	C	Tiempo (s)	Area (m2)	Permeabilidad específica (m2)
PF	a	1	0,7621	0,003	18,97	1,097	66,49	0,000282	1,16E-14
	a	2	0,7643	0,003	18,71	1,097	110,82	0,000275	7,18E-15
	a	3	0,7628	0,003	19,13	1,097	101,52	0,000287	7,86E-15
	a	4	0,7643	0,003	18,93	1,097	115,32	0,000281	6,72E-15
	a	5	0,7643	0,003	18,81	1,097	93,47	0,000278	8,40E-15
	a	6	0,7613	0,003	18,8	1,097	49,57	0,000277	1,54E-14
	a	7	0,7628	0,003	18,83	1,097	109,33	0,000278	7,12E-15
	a	8	0,7651	0,003	18,79	1,096	46,69	0,000277	1,66E-14
	a	9	0,7628	0,003	18,86	1,097	82,31	0,000279	9,43E-15
	a	10	0,7628	0,003	18,77	1,097	86,62	0,000277	9,08E-15
	a	11	0,7628	0,003	18,82	1,097	113,84	0,000278	6,66E-15
	b	1	0,7621	0,003	18,84	1,097	49,36	0,000279	1,56E-14
	b	2	0,7643	0,003	18,78	1,097	54,86	0,000277	1,43E-14
	b	3	0,7643	0,003	18,83	1,097	68,37	0,000278	1,14E-14
	b	4	0,7643	0,003	18,89	1,097	68,42	0,000280	1,15E-14
	b	5	0,7636	0,003	18,82	1,097	77,3	0,000278	1,01E-14
	b	6	0,7621	0,003	18,84	1,097	95,91	0,000279	8,04E-15
	b	7	0,7613	0,003	18,8	1,097	46,64	0,000277	1,66E-14
	b	8	0,7628	0,003	18,78	1,097	103,26	0,000277	7,63E-15
	b	9	0,7636	0,003	18,82	1,097	51,37	0,000278	1,55E-14
	b	10	0,7636	0,003	18,78	1,097	56,41	0,000277	1,38E-14
	b	11	0,7628	0,003	18,85	1,097	54,59	0,000279	1,45E-14
	c	1	0,7636	0,003	18,96	1,097	80,7	0,000282	9,43E-15
	c	2	0,7628	0,003	18,94	1,097	82,06	0,000282	9,61E-15
	c	3	0,7613	0,003	18,94	1,097	87,88	0,000282	8,65E-15
	c	4	0,7613	0,003	19,1	1,097	73,05	0,000286	1,06E-14
	c	5	0,7613	0,003	18,96	1,097	86,16	0,000282	9,16E-15
	c	6	0,7613	0,003	18,93	1,097	54,81	0,000281	1,47E-14
	c	7	0,7636	0,003	19,01	1,097	61,63	0,000284	1,24E-14
	c	8	0,7636	0,003	18,96	1,097	85,24	0,000282	9,15E-15
	c	9	0,7636	0,003	19,03	1,097	119,67	0,000284	6,49E-15
	c	10	0,7613	0,003	18,85	1,097	52,33	0,000279	1,45E-14
	c	11	0,7613	0,003	18,81	1,097	74,6	0,000278	1,04E-14
	d	1	0,7628	0,003	18,84	1,097	59,86	0,000279	1,23E-14
	d	2	0,7643	0,003	18,72	1,097	79,48	0,000275	9,40E-15
	d	3	0,7636	0,003	18,84	1,097	78,71	0,000279	9,46E-15
	d	4	0,7628	0,003	18,75	1,097	63,38	0,000276	1,15E-14
	d	5	0,7613	0,003	18,75	1,097	67,58	0,000276	1,08E-14
	d	6	0,7613	0,003	18,79	1,097	51,95	0,000277	1,44E-14
	d	7	0,7636	0,003	18,8	1,097	66,56	0,000277	1,11E-14
	d	8	0,7636	0,003	18,82	1,097	73,67	0,000278	1,00E-14
	d	9	0,7628	0,003	18,77	1,097	82,24	0,000277	9,04E-15
	d	10	0,7613	0,003	18,88	1,097	72,45	0,000280	1,02E-14
	d	11	0,7613	0,003	18,78	1,097	66,23	0,000277	1,18E-14
PU	a	1	0,7643	0,003	18,83	1,097	56,16	0,000278	1,36E-14
	a	2	0,7643	0,003	18,73	1,097	56,2	0,000275	1,38E-14
	a	3	0,7643	0,003	18,88	1,097	67	0,000280	1,12E-14
	a	4	0,7628	0,003	18,8	1,097	70,46	0,000277	1,10E-14
	a	5	0,7621	0,003	18,89	1,097	71,34	0,000280	1,06E-14
	a	6	0,7613	0,003	18,81	1,097	49,31	0,000278	1,54E-14
	a	7	0,7613	0,003	18,91	1,097	56,63	0,000281	1,33E-14
	a	8	0,7651	0,003	18,91	1,096	105,68	0,000281	7,20E-15
	a	9	0,7628	0,003	18,93	1,097	87,31	0,000281	8,80E-15
	a	10	0,7628	0,003	18,84	1,097	47,08	0,000279	1,63E-14
	a	11	0,7628	0,003	18,81	1,097	93,99	0,000278	8,33E-15
	b	1	0,7643	0,003	18,8	1,097	47,9	0,000277	1,61E-14
	b	2	0,7643	0,003	18,88	1,097	49,67	0,000280	1,55E-14
	b	3	0,7636	0,003	18,83	1,097	54,69	0,000278	1,40E-14
	b	4	0,7628	0,003	18,74	1,097	38,19	0,000276	2,03E-14
	b	5	0,7621	0,003	18,9	1,097	59,41	0,000280	1,28E-14
	b	6	0,7621	0,003	18,93	1,097	82,47	0,000281	9,29E-15
	b	7	0,7613	0,003	18,79	1,097	35,9	0,000277	2,19E-14
	b	8	0,7628	0,003	18,82	1,097	57,04	0,000278	1,37E-14
	b	9	0,7636	0,003	18,73	1,097	72,96	0,000275	1,07E-14
	b	10	0,7643	0,003	18,93	1,097	60,35	0,000281	1,27E-14
	b	11	0,7628	0,003	18,78	1,097	45,15	0,000277	1,72E-14
	c	1	0,7628	0,003	18,73	1,097	43,1	0,000275	1,80E-14
	c	2	0,7628	0,003	18,71	1,097	68,74	0,000275	1,13E-14
	c	3	0,7613	0,003	18,87	1,097	45,16	0,000280	1,72E-14
	c	4	0,7613	0,003	18,8	1,097	55,65	0,000277	1,40E-14
	c	5	0,7613	0,003	18,86	1,097	52,39	0,000279	1,46E-14
	c	6	0,7628	0,003	18,78	1,097	56,82	0,000277	1,36E-14
	c	7	0,7636	0,003	18,74	1,097	60,83	0,000276	1,27E-14
	c	8	0,7636	0,003	18,8	1,097	61,7	0,000277	1,25E-14
	c	9	0,7636	0,003	18,84	1,097	38,83	0,000279	2,00E-14
	c	10	0,7636	0,003	18,82	1,097	45,74	0,000278	1,68E-14
	c	11	0,7613	0,003	18,74	1,097	36,91	0,000276	2,13E-14
	d	1	0,7628	0,003	18,8	1,097	54,53	0,000277	1,40E-14
	d	2	0,7643	0,003	18,71	1,097	57,76	0,000275	1,37E-14
	d	3	0,7628	0,003	18,6	1,097	73,35	0,000272	1,10E-14
	d	4	0,7628	0,003	18,87	1,097	37,94	0,000280	2,04E-14
	d	5	0,7613	0,003	18,78	1,097	66,55	0,000277	1,18E-14
	d	6	0,7613	0,003	18,79	1,097	25,77	0,000277	3,05E-14
	d	7	0,7636	0,003	18,73	1,097	49,18	0,000275	1,61E-14
	d	8	0,7628	0,003	18,63	1,097	38,3	0,000272	2,06E-14
	d	9	0,7628	0,003	18,77	1,097	78,45	0,000277	9,99E-15
	d	10	0,7628	0,003	18,75	1,097	58,99	0,000276	1,36E-14
	d	11	0,7628	0,003	18,81	1,097	73,42	0,000278	1,05E-14

Tabla N° B.13.a: Angulo de Humectación versus tiempo.

Tiempo	Skin A					
	PROCEDENCIA					
	A	B	C	D	PF	PU
0	99	73	81	85	81	73
5	95	26	41	65	0	56
10	80	8	26	44		50
15	75	0	0	8		50
20	65			0		45
25	59					39
30	53					31
35	46					31
40	39					26
45	30					17
50	23					6
55	15					0
60	0					

Tiempo	Skin B					
	PROCEDENCIA					
	A	B	C	D	PF	PU
0	80	76	76	85	77	85
5	65	47	41	56	7	71
10	59	41	0	26	0	50
15	53	30		0		50
20	46	0				44
25	39					37
30	23					37
35	15					30
40	0					28
45						11
50						0
55						
60						

Tabla N° B.13.b: Angulo de Humectación versus tiempo.

Tiempo	Skin C					
	PROCEDENCIA					
	A	B	C	D	PF	PU
0	73	80	85	80	73	76
5	53	50	59	46	0	67
10	45	30	39	0		62
15	39	0	13			56
20	33		0			50
25	26					37
30	20					24
35	13					8
40	7					0
45	0					
50						
55						
60						

Tiempo	Skin D					
	PROCEDENCIA					
	A	B	C	D	PF	PU
0	99	80	85	80	85	85
5	95	41	56	53	26	76
10	90	0	23	0	0	71
15	85		0			65
20	80					56
25	74					50
30	67					44
35	61					37
40	53					30
45	45					23
50	37					15
55	28					8
60	19					0
65	10					
70	0					
75						

TABLA DE DATOS A PROCESAR EN PROGRAMA STARTGRAPHICS.

Procedencia	% Abs 3 Hrs	% Abs. 24 Hrs.	% Hinch. 3 Hrs.	% Hinch. 24 Hrs	% CH	MOE (N/mm2)	MOR (N/mm2)	L.E %	I.B (N/mm2)	Clivaje (N)	Densidad Promedio (Kg/m3)	Densidad trascara (Kg/m3)	Densidad en el centro (Kg/m3)	Permeabilidad especifica (m2)
A	11,39	43,70	9,08	27,42	8,0	3775	45	0,25	1,56	477	988,4	1012,6	963,8	1,43E-14
A	10,83	40,53	7,47	23,20	8,1	3692	43	0,27	1,58	518	995,2	1011,4	956,4	1,48E-14
A	11,11	41,37	8,63	25,34	8,0	3985	46	0,27	1,57	462	1002,2	993,2	978,2	1,32E-14
A	11,56	45,31	9,28	27,19	7,8	4129	47	0,27	1,70	478	972	989,2	946	1,30E-14
B	27,73	58,40	19,50	32,46	6,72	4287	53	0,25	2,20	309	955,8	934,8	960,2	1,49E-14
B	37,22	62,03	25,42	32,57	6,73	4397	55	0,27	1,78	340	960,6	965,4	980	1,52E-14
B	32,38	59,23	24,33	33,48	6,40	4626	56	0,24	1,66	363	965,2	961,4	970,2	1,63E-14
B	31,88	60,29	21,24	31,82	6,47	4527	57	0,26	2,02	381	953,4	946,4	954,6	1,37E-14
C	34,83	48,03	19,02	22,85	5,14	3907	47	0,29	2,32	362	1005,2	937,2	1034,4	2,55E-14
C	33,22	45,38	19,06	22,77	5,06	4029	50	0,28	1,84	353	987,4	873	1018,6	2,48E-14
C	34,61	44,76	18,61	22,06	5,03	3815	47	0,31	1,99	402	992,8	904,8	1035	2,88E-14
C	33,28	44,20	18,49	22,79	5,19	4017	50	0,32	1,75	386	1001,2	933,6	1046,2	2,43E-14
D	31,06	42,28	16,06	21,93	6,71	3724	51	0,36	2,13	509	1017	955	1055,4	6,71E-15
D	35,49	43,64	17,84	22,06	6,55	3712	51	0,35	1,85	459	1009,2	926	1046,4	8,54E-15
D	29,28	40,77	15,57	21,47	6,73	3556	53	0,30	1,54	542	999,8	918	1035,8	8,32E-15
D	28,40	41,34	12,20	20,33	6,77	3322	51	0,30	1,94	483	1022,8	949,2	1074	6,67E-15
PF	18,49	43,57	10,43	24,58	6,62	3396	46	0,31	1,84	376	1006,8	830,4	1055	9,65E-15
PF	20,57	46,86	10,75	23,74	6,49	2529	39	0,30	1,98	398	974	820,6	988,2	1,26E-14
PF	17,58	45,01	9,71	22,96	6,36	3518	46	0,29	1,77	423	937,2	779,4	926,6	1,05E-14
PF	20,02	46,36	10,78	23,59	6,19	3683	48	0,28	1,88	388	927,8	796,8	929,2	1,08E-14
PU	16,74	49,64	10,33	31,64	7,22	3504	46	0,35	1,37	519	960,6	958,8	942,4	1,18E-14
PU	17,12	50,42	10,43	31,53	7,19	3619	47	0,33	1,31	535	952	918,6	901	1,49E-14
PU	17,25	50,58	10,67	31,52	7,08	3659	47	0,32	1,15	501	949,2	931,6	907	1,56E-14
PU	15,17	48,74	9,75	30,59	7,21	3724	48	0,33	1,28	485	974,6	950,6	939	1,57E-14

DATOS PROPORCIONADOS PO PERFILOMETRO

Procedencia	Densidad Promedio (Kg/m3)	Espesor real (mm)	Peak trascara (Kg/m3)	Peak cara (Kg/m3)	Densidad superficial Trascara(Kg/m3)	Densidad superficial Cara (Kg/m3)	Promedio densidades superficiales (Kg/m3)	Dens. En el centro (Kg/m3)
A	988,40	3,328	1114,8	1126,4	1012,6	1068	1040,3	963,8
A	995,20	3,276	1125	1128	1011,4	1057	1034	956,4
A	1002,20	3,286	1104,2	1109	993,2	1055	1024,1	978,2
A	972,00	3,266	1098,8	1104	989,2	989	1019,1	946
B	955,80	3,192	1050,2	1098,6	934,8	996	965,4	960,2
B	960,60	3,118	1067,8	1088	965,4	1006	985,8	980
B	965,20	3,186	1071,6	1113,2	961,4	1027	994,1	970,2
B	953,40	3,2	1045	1086,8	946,4	1001	973,7	954,6
C	1005,20	3,366	1109,4	1121	937,2	997	967,1	1034,4
C	987,40	3,236	1082,8	1112,2	873	964	918,6	1018,6
C	992,80	3,262	1103,6	1106,2	904,8	985	945	1035
C	1001,20	3,296	1111	1118,2	933,6	994	963,6	1046,2
D	1017,00	3,228	1100,8	1142,2	955	1031	993,2	1055,4
D	1009,20	3,238	1082,4	1107,8	926	1038	981,9	1046,4
D	999,80	3,13	1072,4	1104,8	918	1012	964,9	1035,8
D	1022,80	3,048	1105,2	1120,6	949,2	1057	1002,9	1074
PF	1006,80	3,126	1056,2	1291,6	830,4	1105	967,7	1055
PF	974,00	3,236	1007,6	1239,2	820,6	1071	945,6	988,2
PF	937,20	3,308	965,8	1147,4	779,4	1053	916,2	926,6
PF	927,80	3,194	969,8	1138,8	796,8	1040	918,5	929,2
PU	960,60	3,204	1065,6	1198,4	958,8	1114	1036,3	942,4
PU	952,00	3,258	1043,4	1194,8	918,6	1088	1003,3	901
PU	949,20	3,252	1045,8	1139,4	931,6	1054	993	907
PU	974,60	3,342	1078,6	1206,2	950,6	1125	1037,7	939

CHEQUEO DE VARIANZA: En estadística, **análisis de varianza (ANOVA**, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar. Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones. Para verificar la varianza, se utilizó el test de Barlett. A los datos que no cumplieron el supuesto de homogeneidad se les aplicó una transformación matemática.

TEST DE BARTLETT P-VALUE ≥ 0.05

VARIABLES	P-VALUE	TRANSFORMACION	P-VALUE
Absorción 3 horas	0.004	Inversa	0.699
Absorción 24 horas	0.78	---	---
Hinchamiento 3 horas	0.001	Inversa	0.189
Hinchamiento 24 horas	0.06	---	---
CH	0.46	---	---
MOE	0.034	Cuadrada	0.128
MOR	0.12	Inversa	0.067
L.E	0.70	---	---
I.B	0.13	---	---
Clivaje	0.91	---	---
Densidad promedio	0.021	---	---
Densidad en la trascara	0.72	---	---
Densidad en el centro	0.01	---	---
Angulo de humectación	0.49	---	---
Permeabilidad superficial	0.67	---	---

Tabla N° C: Modificación datos chequeo varianza.

1/ Hinchamiento	1/Absorcion	MOE2	1/ MOR
3 hrs	3 hrs		
(%)	(%)	(N/mm2)	(N/mm2)
0,110	0,088	14251882	0,022087
0,134	0,092	13634433	0,023093
0,116	0,090	15880216	0,021836
0,108	0,087	17047400	0,021476
0,051	0,036	18379480	0,018748
0,039	0,027	19333374	0,018236
0,041	0,031	21404261	0,017782
0,047	0,031	20491031	0,017446
0,053	0,029	15264239	0,021279
0,052	0,030	16236730	0,019829
0,054	0,029	14556224	0,021445
0,054	0,030	16136920	0,019863
0,062	0,032	13865188	0,019644
0,056	0,028	13778996	0,019608
0,064	0,034	12643977	0,018890
0,082	0,035	11034784	0,019497
0,096	0,054	11530161	0,021510
0,093	0,049	6393425	0,025684
0,103	0,057	12379171	0,021693
0,093	0,050	13566316	0,020818
0,097	0,060	12277993	0,021531
0,096	0,058	13100522	0,021416
0,094	0,058	13387931	0,021116
0,103	0,066	13866563	0,020883