

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE TABLEROS OSB FABRICADOS EN CHILE



DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE TABLEROS OSB FABRICADOS EN CHILE¹

Vásquez, Luis²; Elgueta, Patricio³; Hernández, Gonzalo⁴;
Campos, Raúl⁵; Catalán, Jorge⁶ y Reyes, Cristian⁷

**INSTITUTO FORESTAL
2017**

¹ Investigación financiada por Convenio MINAGRI-INFOR 2017.

² Instituto Forestal, Sede Bio Bio. luis.vasquez@infor.cl

³ Instituto Forestal, Sede Bio Bio. patricio.elgueta@infor.cl

⁴ Instituto Forestal, Sede Bio Bio. gonzalo.hernandez@infor.cl

⁵ Instituto Forestal, Sede Bio Bio. raul.campos@infor.cl

⁶ Instituto Forestal, Sede Bio Bio. jorge.catalan@infor.cl

⁷ Instituto Forestal, Sede Bio Bio. cristian.reyes@infor.cl



INFOR

INSTITUTO FORESTAL

Sucre 2397 Ñuñoa

Santiago. Chile

Tel. 56 2 23667115

www.infor.cl

ISBN N° 978-956-318-140-1

Registro de Propiedad Intelectual N° A-286848

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Vásquez, Luis; Elgueta, Patricio; Hernández, Gonzalo; Campos, Raúl; Catalán, Jorge y Reyes, Cristian, 2017. Determinación de las Propiedades Físicas y Mecánicas de Tableros OSB Fabricados en Chile. Instituto Forestal. Chile. Informe Técnico N° 218. P. 82.

PRÓLOGO

Los tableros de hojuelas orientadas (OSB: *Oriented Strand Board*) son ampliamente conocidos y utilizados en el área de la construcción, formando parte de muros, techos, estructuras de pisos y productos de ingeniería.

El presente trabajo caracteriza una partida de tableros OSB que se fabrican y comercializan en el país, a través de ensayos físicos y mecánicos que fueron realizados por ingenieros y técnicos del Área de Tecnología y Productos de Madera del Instituto Forestal (INFOR), sede Bio Bio, y del Laboratorio de Tecnología de la Madera y de Adhesivos y Materiales Compuestos de la Universidad del Bio Bio, sede Concepción, en los laboratorios de esta universidad.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MATERIAL Y MÉTODO	2
2.1	Muestras.....	2
2.2	Ensayos	2
2.2.1	Ensayo de Flexión Estática. ASTM D3043, Método D.....	2
2.2.2	Ensayo de Tracción. ASTM D3500, Método A	4
2.2.3	Resistencia a la Extracción Directa del Clavo y Resistencia a la Penetración Directa de la Cabeza del Clavo de Acuerdo a la Norma ASTM D1037.....	6
2.2.4	Ensayo a la Extracción Directa del Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4, y ASTM D1761.....	7
2.2.5	Ensayo a la Extracción Lateral del Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4, y ASTM D1761.....	8
2.2.6	Ensayo a la Carga Concentrada. APA PS2-10, Sección 7.1.....	9
3.	RESULTADOS	15
3.1.	Ensayo de Flexión Estática. ASTM D3043 Método D.....	15
3.2.	Ensayo de Tracción. ASTM D3500 Método A	19
3.3.	Resistencia a la Extracción Directa del Clavo y Resistencia a la Penetración Directa de la Cabeza del Clavo de Acuerdo a la Norma ASTM D1037.....	21
3.4.	Ensayo a la Extracción Directa de Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4, y ASTM D1761.....	22
3.5.	Ensayo a la Extracción Lateral de Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4.....	23
3.6.	Ensayo a la Carga Concentrada. Norma APA PS2-10, Sección 7.1.....	25
3.6.1.	Ensayo Tipo Canto Totalmente Soportado (eje débil) - Ciclo Húmedo.....	25
3.6.2.	Ensayo Tipo Canto Parcialmente Soportado (eje fuerte) - Ciclo Seco.....	26
3.6.3.	Ensayo Tipo Canto Parcialmente Soportado (eje fuerte) - Ciclo Húmedo.....	28
3.7.	Ensayo Densidad. ASTM D2395.....	30
3.8.	Ensayo Contenido de Humedad. ASTM D4442, Método B.....	31
4.	CONCLUSIONES	32
5.	REFERENCIAS	32
ANEXO 1	35	
ANEXO 2	51	
ANEXO 3	67	

1. INTRODUCCIÓN

Un tablero de hojuelas orientadas (OSB: *Oriented Strand Board*) es un producto derivado de la madera, fabricado con hojuelas de madera que son unidas con adhesivo en un proceso que considera presión y temperatura. Las hojuelas se disponen en capas, las exteriores en un sentido relativamente longitudinal al tablero y la interior en un sentido perpendicular a la longitud del tablero.

El origen del tablero OSB se remonta al año 1954. Un ingeniero de Texas, de origen alemán, Armin Elmendorf, patentó un tablero fabricado con partículas largas denominado *Embebed Wall Board*, utilizando como adhesivo el cemento. Posteriormente, en junio del año 1965, Elmendorf patentó lo que denominó *Oriented Strand Board*, un tablero de hojuelas de dimensiones similares, encoladas con adhesivos fenólicos. Su objetivo consistía en fabricar un tablero de propiedades parecidas a las del tablero contrachapado, pero utilizando partículas, de manera de hacer un mejor uso de los recursos forestales.

La idea se llevó al ámbito industrial el año 1960 en Clairmont, New Hampshire. Se diseñó toda la tecnología para fabricar el OSB, pero la idea fracasó porque se diseñó mal el tamaño del tablero y no se conseguían las producciones esperadas. La empresa quebró y la idea del OSB se estancó, hasta que la multinacional canadiense Macmillan Bloedel la retomó y construyó una fábrica en Saskatchewan, esta vez considerando una hojuela más ancha (la anterior era más alargada). Macmillan patentó este nuevo producto en 1966 con el nombre de Aspenite (ya que utilizaba como materia prima el aspen), para diferenciarlo del OSB, pero tampoco tuvo demasiado éxito.

Paralelamente, en Australia otros investigadores desarrollaron el Waferboard, también de viruta ancha, pero sin alinear. El producto quedó a nivel de prototipo. Sin embargo, a principios de los 80 la industria del contrachapado canadiense entró en recesión ante la competencia de precios con los productores de EEUU, Europa y Asia. Algunas grandes empresas cerraron como consecuencia del elevado costo de la madera. Los directivos de Macmillan decidieron dar un giro radical a su producción y dejaron de fabricar contrachapado, pasando a fabricar el Waferboard o el Aspenite, esta vez considerando como materia prima el pino. Finalmente, tomaron el nombre que le había dado inicialmente Elmendorf, OSB. El éxito fue inmediato y en solo 15 años ya habían superado la participación del tablero contrachapado en la construcción (55% frente al 45%)⁸.

El presente trabajo tiene por objetivo general evaluar las propiedades físicas y mecánicas de una partida de tableros OSB fabricados en el país, de acuerdo a las indicaciones de las normas ASTM y APA.

Las propiedades evaluadas son las siguientes:

- Rigidez y resistencia a la flexión estática (ASTM D3043, Método D) (ASTM, 2011).
- Rigidez y resistencia axial a la tracción (ASTM D3500, Método A) (ASTM, 2014).

⁸ http://www.cscae.com/area_tecnica/aitim/actividades/act_paginas/libro2011/tablerososb.pdf

- Resistencia a la extracción directa del clavo (ASTM D1037) (ASTM, 2012a).
- Resistencia a la penetración directa de la cabeza del clavo (ASTM D1037) (ASTM, 2012a).
- Resistencia a la extracción directa de clavo (APA PS 2-10 sección 7.4 / ASTM D1761) (APA, 2014; ASTM, 2012b).
- Resistencia a la extracción lateral de clavo (APA OS 2-10 sección 7.4 / ASTM D1761) (APA, 2014; ASTM, 2012b).
- Resistencia a la carga concentrada (APA PS 2-10 sección 7.1) (APA, 2014).
- Densidad (ASTM D2395) (ASTM, 2017).
- Contenido de humedad (ASTM D4442 método B) (ASTM, 2016).

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Muestras

El material experimental se generó de 38 tableros OSB, de dimensiones 1,22 x 2,44 m y 9,5 mm de espesor, de fabricación nacional, que fueron procesados y ensayados en los Laboratorios de Tecnología de la Madera y de Adhesivos y Materiales Compuestos de la Universidad del Bio Bio, sede Concepción.

2.2 Ensayos

Se destinaron 30 tableros para los ensayos de resistencia a la carga concentrada (APA PS2-10), 5 tableros para generar las probetas que demandan los otros ensayos definidos por el estudio, y 3 tableros quedaron en calidad de contra-muestras. Se realizaron 30 réplicas por ensayo.

2.2.1 Ensayo de Flexión Estática. ASTM D3043, Método D

Se realizó el ensayo de flexión de tres puntos con el objetivo de evaluar las propiedades de rigidez y resistencia del tablero. Las dimensiones de las probetas ensayadas fueron 76 mm de ancho, 300 mm de largo (≥ 24 veces el espesor, más 51 mm) y 9,5 mm de espesor. Se cortaron probetas paralelas y perpendiculares (dirección del eje longitudinal de la probeta respecto del eje longitudinal del tablero) para evaluar las propiedades en ambos sentidos. Los dos apoyos del dispositivo utilizado para el ensayo fueron ajustados para una luz de ensayo de 228 mm.

El ensayo fue ejecutado en una máquina de ensayo universal INSTRON 4458, controlada con el software INSTRON serie IX. Previo al ensayo, a cada probeta se le midió con un pie de metro con precisión 0,01 mm el espesor y ancho en su parte central.

Luego, la probeta fue dispuesta sobre los dos soportes inferiores del dispositivo del ensayo, ajustando en el centro de la probeta el cilindro de carga. La velocidad de aplicación de la carga fue 9,5 mm/min.

El ensayo se detuvo cuando la probeta falló y se rompió. Para cada ensayo se registraron las dimensiones de la probeta, carga máxima, deflexión máxima, módulo de ruptura, módulo de elasticidad, rigidez en flexión y momento máximo. Se revisó la falla en cada caso.

En las ecuaciones 1 a 4 se presentan las formulas usadas para el módulo de ruptura, módulo de elasticidad, la rigidez en flexión y del momento máximo, respectivamente.

En la Figura N° 1 se registran imágenes de la probeta del ensayo de flexión, el esquema del ensayo y su modo de falla.

$MOR = \frac{3PL}{2ab^2}$	$E = \frac{L^3 \cdot (P/\Delta)}{4ab^3}$
Ecuación 1, donde: MOR = Módulo de ruptura (MPa). P = Carga máxima (N). a = Ancho de la probeta (mm). b = Espesor de la probeta (mm).	Ecuación 2, donde: E = Módulo de elasticidad (MPa). L = Luz del ensayo (mm). P/Δ = Pendiente de la curva carga deflexión (N/mm). a = Ancho de la probeta (mm). b = Espesor de la probeta (mm).
$EI = (L^3/48) \cdot (P/\Delta)$	$S_b I/c = \frac{P \cdot L}{4}$
Ecuación 3, donde: $E I$ = Rigidez en flexión (módulo de elasticidad (E) por el momento de inercia (I)) (MPa mm⁴). L = Luz del ensayo (mm). P/Δ = Pendiente de la curva carga deflexión, (N/mm).	Ecuación 4, donde: $S_b I/c$ = Momento máximo (N mm). S_b = Módulo de ruptura (MPa). P = Carga máxima (N). c = Distancia desde el eje neutral a la superficie (mm).



Figura N° 1
PROBETA PARA ENSAYO EN FLEXIÓN, ESQUEMA DEL ENSAYO Y FALLA DE LA PROBETA

2.2.2 Ensayo de Tracción. ASTM D3500, Método A

Se realizó el ensayo de tracción con el objetivo de evaluar las propiedades elásticas y la resistencia en tracción del tablero.

En la Figura N° 2 se presenta la forma y dimensiones de las probetas utilizadas en el ensayo, que corresponde a la del tipo A. Se cortaron probetas paralelas y perpendiculares (dirección del eje longitudinal de la probeta respecto del eje longitudinal del tablero) para evaluar las propiedades del tablero en ambos sentidos.

El ensayo fue ejecutado en una máquina de ensayo ZWICK/ROELL Z202, equipada con un video extensómetro videoXtens, que permitió evaluar la deformación en la zona central de la probeta.

Previo al ensayo se midió el espesor y ancho de cada probeta en su parte central con un pie de metro con precisión 0,01 mm.

A continuación fueron dispuestas barras metálicas de lectura para el extensómetro en la zona central de la probeta, ubicadas 50 mm hacía arriba y 50 mm hacia abajo del centro.

Luego, la probeta fue fijada a las mordazas de la máquina. El ensayo se realizó a una velocidad vertical de 0,9 mm/min. El ensayo se detuvo cuando la probeta falló y se rompió.

En cada ensayo se registraron las dimensiones de la probeta, la carga máxima, la resistencia máxima en tensión, el módulo de elasticidad y rigidez en tensión. Se revisó la falla en cada ensayo.

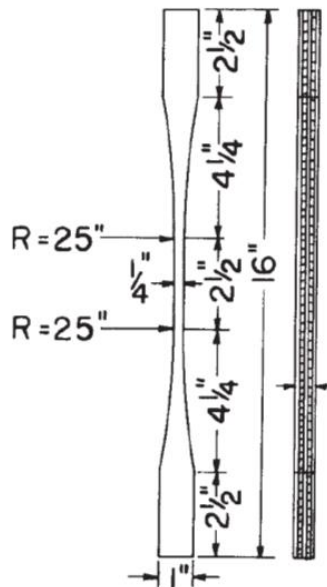


Figura N° 2
ENSAYO DE TRACCIÓN. FORMA Y DIMENSIONES DE LA PROBETA TIPO A

A continuación se presentan las ecuaciones 5 a 8, que corresponden al cálculo del módulo de elasticidad, rigidez a la tracción, resistencia máxima a la tracción y momento máximo, respectivamente.

En la Figura N° 3 se registran imágenes de la probeta de tracción, su disposición durante el ensayo y su modo de falla.

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$	$Rt = S \cdot E$
Ecuación 5, donde: E = Módulo de elasticidad (MPa). σ = Tensión ejercida sobre el área de la sección transversal (S) de la probeta producto de la fuerza aplicada (F) (N/mm^2). ε = Deformación unitaria entendida como la relación entre el cambio de longitud (ΔL) con respecto a la longitud inicial (L) marcada en la probeta.	Ecuación 6, donde: Rt = Rigidez a la tracción (N). E = Módulo de elasticidad (MPa). S = Área de la sección transversal central (mm^2).
$\sigma_{m\acute{a}x.} = P/S$	$S_b I/c = \frac{P \cdot L}{4}$
Ecuación 7, donde: σ_{max} = Máxima resistencia a la tracción (MPa). P = Carga máxima (N). S = Área de la sección transversal central (mm^2).	Ecuación 8, donde: $S_b I/c$ = Momento máximo (N mm). S_b = Módulo de ruptura (MPa). P = Carga máxima (N). c = Distancia desde el eje neutral a la superficie (mm).



Figura N° 3
PROBETA ENSAYO DE TRACCIÓN, ESQUEMA DEL ENSAYO Y FALLA DE PROBETA EN TRACCIÓN

2.2.3 Resistencia a la Extracción Directa del Clavo y Resistencia a la Penetración Directa de la Cabeza del Clavo de Acuerdo a la Norma ASTM D1037.

Se llevó a cabo el ensayo sobre piezas del tablero de OSB de 9,5 mm, con el objetivo de evaluar la resistencia a la extracción directa del clavo y la resistencia a la penetración directa de la cabeza del clavo liso. La cantidad de muestras fue de 30 unidades para cada tipo de ensayo, obtenidas de 5 tableros diferentes. Las dimensiones de las probetas obtenidas de los distintos tableros fueron de 76 mm de ancho y 152 mm de largo. El clavo utilizado (INCHALAM) presentó dimensiones $\varnothing 2,7 \times 52$ mm. La probeta fue construida determinando y marcando el centro, para luego clavar manualmente con un martillo carpintero, dejando 12 mm de apertura entre la cara superior del tablero y la cabeza del clavo para el ensayo de extracción directa del clavo, y sin dejar apertura entre la cara superior del tablero y la cabeza del clavo para el ensayo de penetración directa de la cabeza del clavo, utilizando para el efecto una plantilla de clavado. El clavo fue insertado momentos antes de cada ensayo.

Los ensayos fueron ejecutados utilizando una máquina de ensayo universal INSTRON 4458 controlada con el software INSTRON serie IX. Cada probeta fue colocada sobre el dispositivo para realizar el ensayo, ajustando en el centro del clavo respecto al cilindro de carga. Una vez colocada la probeta y programado el ensayo en el software, este fue iniciado a una velocidad vertical de 1,5 mm/min. En la Figura N° 4 se muestran imágenes de las probetas para el ensayo de extracción directa y de penetración directa de la cabeza del clavo.

El ensayo se detuvo cuando se alcanzó la carga máxima y se produce una pérdida de carga y el deslizamiento del clavo. Para cada ensayo se registran los datos en forma instantánea, obteniéndose el valor de carga máxima y los deslizamientos asociados, para determinar la carga máxima que resisten en base al espesor del tablero (N/mm).



Figura N° 4

PROBETAS ENSAYO EXTRACCIÓN DE CLAVO, ESQUEMA ENSAYO PENETRACIÓN DIRECTA CABEZA DEL CLAVO Y ESQUEMA ENSAYO EXTRACCIÓN DIRECTA DEL CLAVO

2.2.4 Ensayo a la Extracción Directa del Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4, y ASTM D1761

Se realizó el ensayo a la extracción directa del clavo con el objetivo de evaluar la resistencia del tablero a este tipo de sollicitación. Las dimensiones de las probetas ensayadas fueron 76 mm de ancho y 152 mm de largo.

El clavo utilizado (INCHALAM) presentó dimensiones $\varnothing 2,7 \times 52$ mm. La probeta fue cortada y marcada en su centro, para luego clavar manualmente con un martillo carpintero, dejando un espacio de apertura de 12 mm entre la cara superior del tablero y la cabeza del clavo, utilizando para este efecto una plantilla de clavado.

El ensayo fue ejecutado utilizando una máquina de ensayo universal INSTRON 4458, controlada con el software INSTRON serie IX. Previo al ensayo las probetas fueron almacenadas en un módulo hidrotérmico con condiciones ambientales de 20°C y 65% de humedad relativa, por 7 días. Posteriormente, cada probeta fue colocada en el dispositivo que permite realizar el ensayo, ajustando el centro del clavo respecto del cilindro de carga. Una vez colocada la probeta y programado el ensayo en el software, este fue iniciado a una velocidad vertical de 2,5 mm/min.

En la Figura N° 5 se registran imágenes de las probetas usadas en el ensayo de extracción directa del clavo, el esquema del ensayo, y su ejecución. El ensayo se detuvo cuando se presentó pérdida de carga y el deslizamiento de la unión fue mayor a 2 mm, lo que obligó a observar permanentemente la gráfica mostrada por el software.

Para cada ensayo se registraron los datos en forma instantánea; el valor de la carga máxima y los deslizamientos asociados. Los criterios de la norma establecen un desempeño mínimo de 89 N para una condición de acondicionamiento seco.



Figura N° 5

PROBETAS PARA EXTRACCIÓN DE CLAVO, ESQUEMA DE ENSAYO DE EXTRACCIÓN DIRECTA DEL CLAVO Y EJECUCIÓN DEL ENSAYO

2.2.5 Ensayo a la Extracción Lateral del Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4, y ASTM D1761

Se realizó el ensayo a la extracción lateral del clavo con el objetivo de evaluar la resistencia del tablero a este tipo de sollicitación. Las dimensiones de las probetas ensayadas fueron 150 mm de ancho y 150 mm de largo.

El clavo utilizado (INCHALAM) presentó dimensiones $\varnothing 2,7 \times 52$ mm. La probeta fue cortada y marcando su centro, para luego clavar manualmente con un martillo carpintero.

El ensayo fue ejecutado en una máquina de ensayo universal INSTRON 4458, controlada con el software INSTRON serie IX.

Previo al ensayo las probetas fueron almacenados en un módulo hidrotérmico con condiciones ambientales de 20°C y 65% de humedad relativa, por 7 días.

Posteriormente, cada probeta fue colocada en el dispositivo que permite realizar el ensayo, tomando el clavo contra una mordaza, y centrando la probeta respecto al eje de acción de carga. Una vez colocada la probeta y programado el ensayo en el software, este fue iniciado a una velocidad vertical de 5 mm/min.

En la Figura N° 6 se registran imágenes de las probetas del ensayo de extracción lateral del clavo, el esquema del ensayo y la probeta ensayada. El ensayo se detuvo cuando se presentó pérdida de carga y el deslizamiento de la unión fue mayor a 2 mm, lo que obligó a observar permanentemente la gráfica mostrada por el software.

Para cada ensayo se registraron los datos en forma instantánea; el valor de carga máxima y los deslizamientos asociados. Los criterios de la norma establecen un desempeño mínimo de 778 N para una condición de acondicionamiento seco.

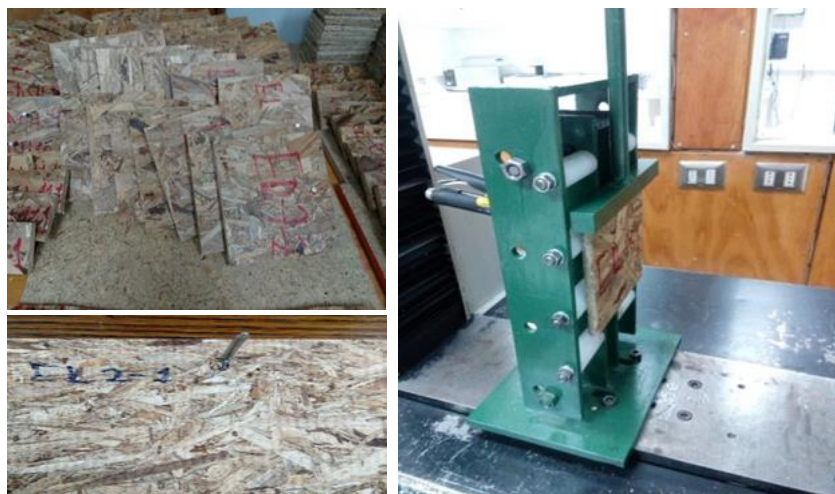


Figura N° 6
PROBETAS EXTRACCIÓN LATERAL, PROBETA ENSAYADA Y ESQUEMA DE ENSAYO

2.2.6 Ensayo a la Carga Concentrada. APA PS2-10, Sección 7.1

2.2.6.1 Ensayo Tipo Canto Totalmente Soportado (eje débil) - Ciclo Húmedo

Se realizó el ensayo tipo canto totalmente soportado (eje débil, ciclo húmedo) con el objetivo de evaluar la resistencia del tablero a una carga concentrada, para un uso como cubierta, con una luz de separación de 610 mm (24 pulgadas), según tabla 2, APA PS2-10. La cantidad de muestras ensayadas fue 16 unidades, obtenidas de 16 diferentes tableros, dimensiones 1.220 mm de ancho y 2.440 mm de largo.

El ensayo fue ejecutado utilizando un marco de reacción de una máquina prensa marca EuroHz Impianti, con una capacidad de 100 t. El dispositivo de carga utilizó un portapower, marca Enerpack, de hasta 10 toneladas, y un cilindro de igual capacidad, y recorrido máximo de 150 mm.

El sistema de vigas de apoyo fue fabricado con madera aserrada de pino radiata, grado C24, y fijado a la máquina con elementos que impiden la rotación de las vigas. Las probetas señaladas como “húmedas”, fueron colocadas en una cabina de humectación con agua distribuida bajo sistema spray, humectándose la cara superior durante 3 días. Luego, los tableros fueron puestos en el marco de carga, fijados perimetralmente con tornillos drywall #6 x 1 1/4 pulgadas, cada 150 mm, y cada 300 mm en el centro. La Figura N° 7 registra el esquema de ensayo.

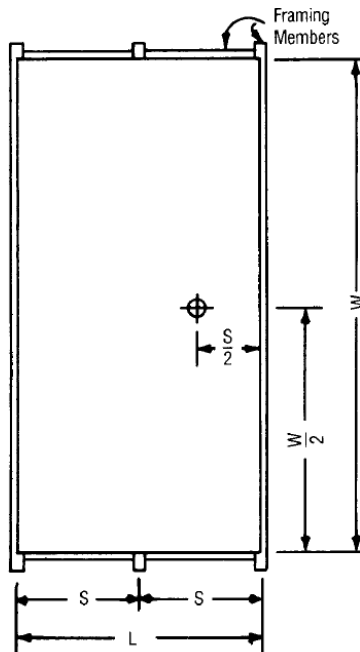


Figura N° 7
ESQUEMA DE ENSAYO, APA PS2 -10

El ensayo se realizó aplicando una carga sobre la cara húmeda del panel, en el punto señalado en la Figura N° 7, a una velocidad constante de 2,5 mm/min, utilizando un disco de 76 mm de diámetro, y con registro permanente de la carga y el desplazamiento en el punto de aplicación. El ensayo se detuvo una vez que se alcanzó la carga máxima.

En la Figura N° 8 se muestran las probetas antes, durante y finalizado el ensayo de la carga concentrada.



Figura N° 8
ESQUEMA GENERAL DEL ENSAYO Y PROBETA ANTES Y DESPUÉS DEL ENSAYO

La norma establece un criterio de desempeño mínimo para el tablero estructural utilizado en cubiertas, con una distancia entre apoyos (luz) de 610 mm (24"): a) Carga concentrada mínima de 1,78 kN, para condición de acondicionamiento seco o húmedo.

2.2.6.2 Ensayo Tipo Canto Parcialmente Soportado (eje fuerte) - Ciclo Seco

Se realizó el ensayo tipo canto parcialmente soportado (eje fuerte, ciclo seco) con el objetivo de evaluar la resistencia del tablero a una carga concentrada, para un uso como cubierta, con una luz de separación de 610 mm (24"), según tabla 2, APA PS2-10. La cantidad de muestras ensayadas fue 16 unidades, obtenidas de 16 tableros diferentes, dimensiones 1.220 x 610 mm.

El ensayo fue ejecutado utilizando un marco de reacción de una máquina prensa marca EuroHz Impianti, con una capacidad de 100 t. El dispositivo de carga utilizó un portapower, marca Enerpack, de hasta 10 t, con un cilindro de igual capacidad, y recorrido máximo de 150 mm. El sistema de vigas de apoyo fue fabricado con madera aserrada de pino radiata, grado C24, y fijado a la máquina con elementos que impiden la rotación de las vigas. Las probetas señaladas como "secas" fueron almacenadas en un módulo hidrotérmico en condiciones ambientales de 20°C y 65% de humedad relativa, por 7 días. Luego, los tableros

fueron puestos en el marco de carga, fijados perimetralmente con tornillos drywall #6 x 1 1/4 pulgadas, cada 150 mm, y en el centro cada 300 mm.

El ensayo se realizó aplicando una carga sobre una cara del panel, en el punto señalado en la Figura N° 9, a una velocidad constante de 2,5 mm/min, utilizando un disco de 76 mm de diámetro, y con registro permanente de la carga y el desplazamiento en el punto de aplicación.

El ensayo se detuvo una vez que se alcanzó la carga máxima. En la Figura N° 10 se muestran las probetas antes, durante y finalizado el ensayo de carga concentrada.

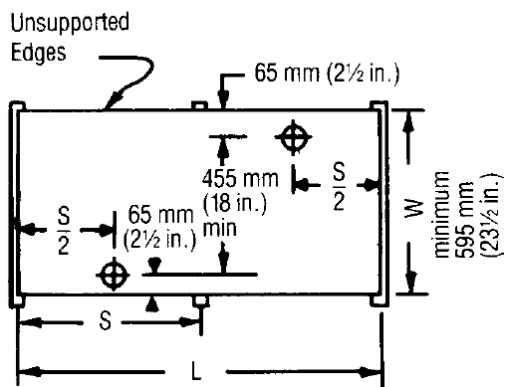


Figura N° 9
ESQUEMA DE ENSAYO, DE ACUERDO A NORMA APA PS2 -10



Figura N° 10
ESQUEMA GENERAL DEL ENSAYO Y PROBETA ANTES Y DESPUÉS DEL ENSAYO

La norma establece criterios de desempeño mínimos para el tablero estructural utilizado en cubiertas, con una distancia entre apoyos (luz) de 610 mm (24"): a) Carga concentrada mínima de 1,78 kN, para condición de acondicionamiento seco o húmedo. b) Deflexión máxima de 12,7 mm, para una carga de 0,89 kN.

2.2.6.3 Ensayo Tipo Canto Parcialmente Soportado (eje fuerte) - Ciclo Húmedo

Se realizó el ensayo tipo canto parcialmente soportado (eje fuerte, ciclo húmedo) con el objetivo de evaluar la resistencia del tablero a una carga concentrada, para un uso como cubierta, a una luz de separación 610 mm (24"), según tabla 2, APA PS2-10. La cantidad de muestras ensayadas fue de 16 unidades, obtenidas de 16 diferentes tableros, dimensiones 1.220 x 610 mm.

El ensayo fue ejecutado utilizando un marco de reacción de una máquina prensa marca EuroHz Impianti, con una capacidad de 100 t. El dispositivo de carga utilizó un portapower, marca Enerpack, de hasta 10 t, con un cilindro de igual capacidad, y recorrido máximo de 150 mm. El sistema de vigas de apoyo fue fabricado con madera aserrada de pino radiata, grado C24, y fijado a la máquina con elementos que impiden la rotación de las vigas.

Las probetas señaladas como "húmedas" fueron colocadas en una cabina de humectación con agua distribuida bajo sistema spray, humectándose la cara superior durante 3 días. Luego, los tableros fueron puestos en el marco de carga, fijados perimetralmente con tornillos drywall #6 x 1 1/4 pulgadas, cada 150 mm, y en el centro cada 300 mm. La Figura N° 11 muestra el esquema de ensayo.

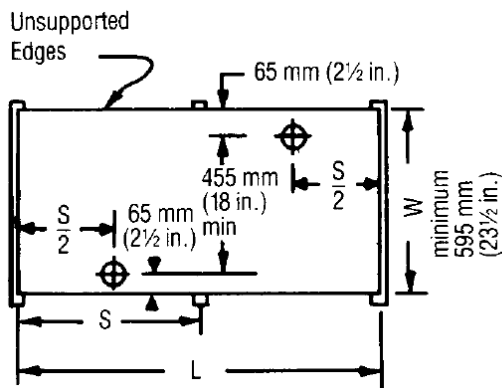


Figura N° 11
ESQUEMA DE ENSAYO, DE ACUERDO A NORMA APA PS2 -10

El ensayo se realizó aplicando una carga sobre una cara del panel, en el punto señalado en la Figura N° 11, a una velocidad constante de 2,5 mm/min, utilizando un disco de 76 mm de diámetro, y con registro permanente de la carga y el desplazamiento en el punto de aplicación de carga. El ensayo se detuvo una vez que se alcanzó la carga máxima. En la Figura N° 12 se muestran las probetas antes, durante y finalizado el ensayo de carga concentrada, ejecutado según APA PS2 -10.



Figura N° 12
ESQUEMA GENERAL DEL ENSAYO Y PROBETA ANTES Y DESPUÉS DEL ENSAYO

La norma establece un criterio de desempeño mínimo para el tablero estructural utilizado en cubiertas, con una distancia entre apoyos (luz) de 610 mm (24"): a) Carga concentrada mínima de 1,78 kN, para condición de acondicionamiento seco o húmedo.

2.2.6.4 Ensayo densidad. ASTM D2395

Se determinó la densidad de los tableros determinando las dimensiones y el volumen con un pie de metro y la masa con una balanza de precisión. Las dimensiones de las probetas fueron de 76 mm de ancho, 122 mm de largo y 9,5 mm de espesor. Se midió el espesor, ancho y largo de cada probeta 2 veces, a 25 mm de cada borde. La masa de las probetas se determinó con una balanza analítica (precisión 0,01 g). En la Figura N° 13 se muestran imágenes de las probetas durante el proceso de medición de sus dimensiones y masa.



Figura N° 13
MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES Y LA MASA DE LAS PROBETAS

La densidad se calculó de acuerdo a la ecuación 9.

$$D = \frac{M}{Lae} \quad (9)$$

Donde:

D = Densidad (g/cm³).

M = Masa (g).

L = Largo promedio (cm).

A = Ancho promedio (cm).

E = Espesor promedio (cm).

2.2.6.5 Ensayo del Contenido de Humedad. ASTM D4442 Método B

Se determinó el contenido de humedad de los tableros mediante el método de secado en estufa. Las dimensiones de las probetas fueron de 76 mm ancho, 122 mm largo y 9,5 mm espesor.

Se determinó la masa de las probetas con una balanza analítica (precisión 0,01 g). Luego, las probetas fueron colocadas en el interior de una estufa con circulación de aire a 103°C, durante un periodo de 24 horas.

Una vez cumplido el tiempo, las probetas fueron retiradas y colocadas en un desecador durante 2 horas, hasta que alcanzaran la temperatura ambiente.

Finalmente, se volvió a medir la masa de las probetas mediante una balanza analítica (precisión 0,01 g).

La Figura N° 14 muestra imágenes de las probetas durante el proceso de medición de la masa y secado.



Figura N° 14
MEDICIÓN DE LA MASA Y SECADO EN ESTUFA DE LAS PROBETAS

El contenido de humedad en base seca se calculó mediante la ecuación 10.

$$MC = \left(\frac{A-B}{B} \right) \cdot 100 \quad (10)$$

Donde:

MC = Contenido de humedad en base seca (%).

A = Masa original (g).

B = Masa seca, después de secado en estufa (g).

3. RESULTADOS

3.1. Ensayo de Flexión Estática. ASTM D3043 Método D

Los Cuadros N° 1 y N° 2 registran los resultados de los ensayos de flexión estática, paralela y perpendicular.

Los resultados de las propiedades ensayadas en flexión indican que la muestra de tableros presenta mayor resistencia y rigidez en el sentido paralelo a la disposición de las hojuelas, que en su sentido perpendicular. Este resultado constituye lo esperado debido a la configuración del tablero, el que en su proceso de armado y consolidación tiene una etapa de orientación de las hojuelas en el sentido paralelo y en sentido perpendicular, respecto de la orientación longitudinal del tablero, siendo mayor el volumen de hojuelas orientadas de manera paralela a este.

Debido al coeficiente de esbeltez de la hojuela en la dirección paralela respecto de la transversal, desde el punto de vista longitudinal del tablero, se favorece la resistencia y rigidez en flexión, en el sentido paralelo. Los datos del módulo de elasticidad (MOE) y módulo de ruptura (MOR), para las direcciones paralela y perpendicular, se ajustaron de manera satisfactoria a una distribución de probabilidad normal, según el criterio de Anderson-Darling.

En las Figuras N° 15 y N° 16 se muestran las distribuciones de probabilidades e intervalos de confianza para MOE y MOR, respectivamente. También se muestran los valores característicos, asociados al percentil del 5% (95% de probabilidad de ser excedidos). En la Figura N° 15 se confirman las diferencias estadísticamente significativas de los valores de MOE para las direcciones paralela y perpendicular, ya que los intervalos de confianza de estas direcciones nunca se intersectan. Los valores característicos de MOE asociados al percentil del 5% son 3.331 MPa y 1.706 MPa para las direcciones paralela y perpendicular, respectivamente.

En la Figura N° 16 también se confirman las diferencias estadísticamente significativas de los valores de MOR para las direcciones paralela y perpendicular, ya que los intervalos de confianza de estas direcciones nunca se intersectan. Los valores característicos de MOR asociados al percentil del 5% son 22,7 MPa y 15,01 MPa para las direcciones paralela y perpendicular, respectivamente.

En resumen, la carga máxima, módulo de ruptura y elasticidad, rigidez en flexión y momento máximo fueron mayores en la flexión paralela, presentando valores medios de 0,6330

kN, 29,91 MPa, 4.157 MPa, 24.423.829 MPa mm y 24.338 N mm. Todas las probetas, paralelas y perpendiculares, fallaron en la zona central, cercana al punto de carga por tensiones que comenzaron fracturando la probeta en su zona inferior por tensión.

Cuadro N° 1
RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA PARALELA

Probeta		Espesor	Ancho	Luz Ensayo	Carga Máxima	Deflexión Máxima	Pendiente Curva Carga-Deflexión	Módulo de Ruptura	Módulo de Elasticidad	Rigidez en Flexión	Momento Máximo
(N°)	(Código)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(N/mm)	(MPa)	(MPa)	(MPa mm ⁴)	(N mm)
1	FPE 1-1	10,49	75,37	228	0,5691	7,28	100,9	23,67	3.527	24.914.632	32.439
2	FPE 1-2	9,56	75,67	228	0,6107	7,43	98,6	30,47	4.536	24.344.237	34.810
3	FPE 1-3	9,58	75,06	228	0,5919	8,35	82,1	29,64	3.785	20.277.399	33.738
4	FPE 1-4	9,85	74,97	228	0,7705	7,93	119,2	36,55	5.062	29.433.341	43.919
5	FPE 1-5	9,45	75,75	228	0,647	9,28	96,6	33	4.594	23.842.981	36.879
6	FPE 2-1	10,59	75,57	228	0,6537	7,41	122,1	26,61	4.140	30.149.420	37.261
7	FPE 2-2	9,49	75,59	228	0,6752	8,49	99,9	34,22	4.703	24.662.769	38.486
8	FPE 2-3	9,48	74,69	228	0,5906	8,2	89,3	30,36	4.266	22.037.967	33.664
9	FPE 2-4	10,03	74,97	228	0,804	7,75	118,9	36,78	4.781	29.359.264	45.828
10	FPE 2-5	9,36	75,39	228	0,4819	7,43	82,4	25,17	4.052	20.336.661	27.468
11	FPE 3-1	10,76	75,4	228	0,7195	6,92	119,4	28,44	3.868	29.482.726	41.012
12	FPE 3-2	9,61	75,95	228	0,6456	7,27	100,9	31,75	4.554	24.914.632	36.799
13	FPE 3-3	9,81	74,88	228	0,4792	7,36	86,6	22,94	3.728	21.393.495	27.314
14	FPE 3-4	10,08	75,19	228	0,6107	7,61	95,2	27,58	3.758	23.494.819	34.810
15	FPE 3-5	9,37	75,73	228	0,5718	7,67	88,7	29,67	4.331	21.902.159	32.593
16	FPE 4-1	10,5	75,62	228	0,5503	7,58	93,9	22,77	3.262	23.176.287	31.367
17	FPE 4-2	9,76	75,7	228	0,7477	8,18	109,7	35,77	4.740	27.087.563	42.619
18	FPE 4-3	9,71	74,98	228	0,5852	7,83	88,3	28,56	3.913	21.805.858	33.356
19	FPE 4-4	9,97	74,84	228	0,6779	7,4	106,2	31,44	4.356	26.223.329	38.640
20	FPE 4-5	9,48	75,16	228	0,6953	9,56	88,3	35,51	4.193	21.798.451	39.632
21	FPE 5-1	10,72	75,99	228	0,7651	8,21	114,4	30,23	3.718	28.248.106	43.611
22	FPE 5-2	9,77	75,54	228	0,7477	7,43	111,1	35,78	4.795	27.433.256	42.619
23	FPE 5-3	9,73	74,78	228	0,5664	6,68	96	27,6	4.241	23.714.581	32.285
24	FPE 5-4	9,99	74,88	228	0,5893	8,17	93,5	27,21	3.808	23.077.517	33.590
25	FPE 5-5	9,46	75,78	228	0,5664	7,96	98	28,81	4.645	24.188.675	32.285
26	FPE 6-1	10,51	75,53	228	0,6309	9,1	87,1	26,09	3.021	21.502.142	35.961
27	FPE 6-2	9,76	75,58	228	0,7181	9,27	95,4	34,41	4.129	23.551.611	40.932
28	FPE 6-3	9,85	74,78	228	0,6268	8,12	91,8	29,81	3.906	22.660.215	35.728
29	FPE 6-4	10,07	75,18	228	0,7785	7,47	119,8	35,23	4.745	29.581.495	44.375
30	FPE 6-5	9,42	75,37	228	0,4134	8,04	73,4	21,33	3.543	18.119.283	23.564
PROMEDIO		9,87	75,33	228	0,636	7,91	98,91	29,91	4.157	24.423.829	36.253
Desv. Estándar		0,42	0,38	0	0,0952	0,7	12,92	4,39	502	3.190.240	5.428
Coef. Variación (%)		4,29%	0,50%	0,00%	14,97%	8,80%	13,06%	14,66%	12,07%	13,06%	14,97%

Cuadro N° 2
RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA PERPENDICULAR

Probeta		Esesor	Ancho	Luz Ensayo	Carga Máxima	Deflexión Máxima	Pendiente Curva Carga- Deflexión	Módulo de Ruptura	Módulo de Elasticidad	Rigidez en Flexión	Momento Máximo
(N°)	(Código)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(N/mm)	(MPa)	(MPa)	(MPa mm ⁴)	(N mm)
1	FPA 1-1	10,75	76,6	228	0,3678	7,18	64,64	14,33	2.066	15.961.167	20.965
2	FPA 1-2	9,81	75,5	228	0,4148	13,5	43,72	19,7	1.866	10.795.517	23.644
3	FPA 1-3	10	74,68	228	0,4671	12,48	59,69	21,58	2.431	14.738.894	26.625
4	FPA 1-4	10,3	74,67	228	0,4336	9,84	54,48	18,88	2.031	13.452.420	24.715
5	FPA 1-5	9,38	75,94	228	0,4188	13,29	45,29	21,62	2.198	11.183.188	23.872
6	FPA 2-1	10,69	75,98	228	0,3906	8,68	58,37	15,52	1.913	14.412.954	22.264
7	FPA 2-2	10,07	76,58	228	0,6242	13,1	72,3	27,73	2.812	17.852.605	35.579
8	FPA 2-3	10,17	75,35	228	0,4121	11,66	47,86	18,24	1.837	11.817.783	23.490
9	FPA 2-4	10,25	74,9	228	0,3879	11,16	48,53	17,01	1.830	11.983.222	22.110
10	FPA 2-5	9,31	75,34	228	0,4175	12,4	45,49	22,06	2.276	11.232.573	23.798
11	FPA 3-1	10,75	75,82	228	0,506	10,23	66,06	19,92	2.133	16.311.799	28.842
12	FPA 3-2	9,61	75,74	228	0,4617	10,65	58,36	22,77	2.641	14.410.485	26.317
13	FPA 3-3	10,19	74,56	228	0,5007	10,63	60,6	22,31	2.337	14.963.594	28.540
14	FPA 3-4	10,22	75,07	228	0,5262	10,56	59,11	23,15	2.244	14.595.678	29.993
15	FPA 3-5	9,6	74,75	228	0,4591	13,23	47,47	22,99	2.184	11.721.482	26.169
16	FPA 4-1	10,75	76,6	228	0,3302	10,44	50,45	14,33	1.714	12.457.316	18.821
17	FPA 4-2	9,81	75,5	228	0,3383	9,57	48,92	19,7	1.997	12.079.522	19.283
18	FPA 4-3	10	74,68	228	0,4121	10,36	52,22	21,58	2.014	12.894.371	23.490
19	FPA 4-4	10,3	74,67	228	0,4765	10,44	59,83	18,88	2.063	14.773.463	27.161
20	FPA 4-5	9,38	75,94	228	0,4121	12,26	45,67	21,62	2.266	11.277.019	23.490
21	FPA 5-1	10,69	75,98	228	0,3503	9,99	53,66	15,52	1.864	13.249.942	19.967
22	FPA 5-2	10,07	76,58	228	0,4631	14,31	46,24	27,73	2.027	11.417.766	26.397
23	FPA 5-3	10,17	75,35	228	0,4	11,1	53,19	18,24	1.976	13.133.888	22.800
24	FPA 5-4	10,25	74,9	228	0,4483	12,18	60,03	17,01	2.144	14.822.848	25.553
25	FPA 5-5	9,31	75,34	228	0,4376	13,31	41,61	22,06	1.976	10.274.508	24.943
26	FPA 6-1	10,75	75,82	228	0,3906	10,62	55,38	19,92	1.834	13.674.651	22.264
27	FPA 6-2	9,61	75,74	228	0,3154	8,83	53,39	22,77	2.119	13.183.272	17.978
28	FPA 6-3	10,19	74,56	228	0,4322	10,61	56,18	22,31	2.103	13.872.190	24.635
29	FPA 6-4	10,22	75,07	228	0,4819	11,78	66,62	23,15	2.363	16.450.077	27.468
30	FPA 6-5	9,6	74,75	228	0,3329	11,69	38,9	22,99	1.951	9.605.344	18.975
PROMEDIO		10,07	75,43	228	0,427	11,2	53,81	20,52	2.107	13.286.651	24.338
Desv. Estándar		0,45	0,66	0	0,0658	1,62	8,07	3,35	244	1.991.913	3.749
Coef. Variación (%)		4,52%	0,87%	0,00%	15,40%	14,46%	14,99%	16,32%	11,57%	14,99%	15,40%

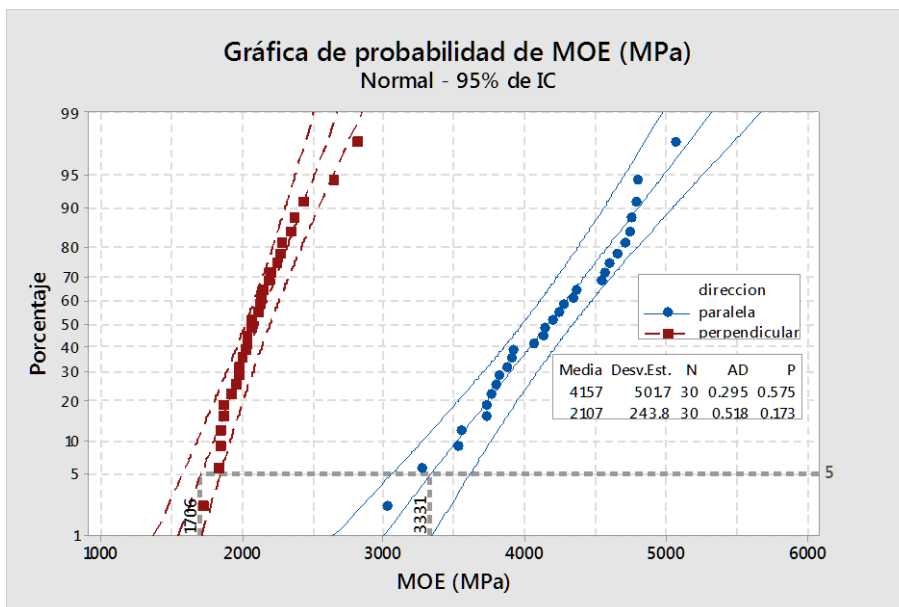


Figura N° 15
GRAFICA PROBABILIDAD E INTERVALOS DE CONFIANZA
MOE DIRECCIÓN PARALELA Y PERPENDICULAR

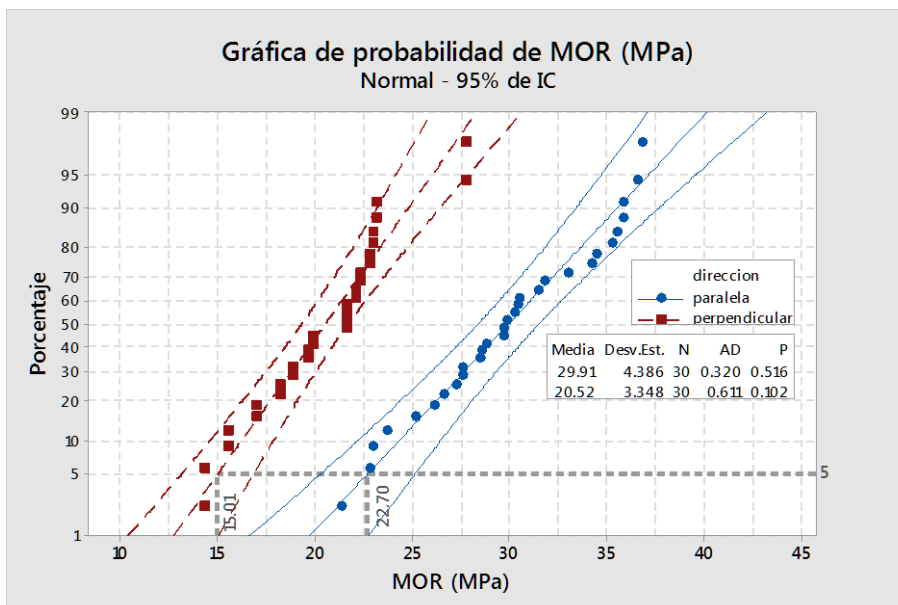


Figura N° 16
GRAFICA PROBABILIDAD E INTERVALOS DE CONFIANZA
MOR EN DIRECCIÓN PARALELA Y PERPENDICULAR

3.2. Ensayo de Tracción. ASTM D3500 Método A

En los Cuadros N° 3 y N° 4 se muestran los resultados de los ensayos de tracción.

Cuadro N° 3
RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA

Probeta		Espesor Centro	Ancho Centro	Área Sección Central	Módulo de Elasticidad	Rigidez a la Tracción	Carga Máxima	Máxima Resistencia a la Tracción
(N°)	(Código)	(mm)	(mm)	(mm ²)	(MPa)	(N)	(N)	(MPa)
1	TPA1-2	10,79	7,76	83,73	2.298	192.433	718	8,58
2	TPA1-3	10,2	7,95	81,09	2.437	197.604	961	11,85
3	TPA1-4	10,27	7,39	75,9	4.533	344.024	1.096	14,45
4	TPA1-5	10,12	7,4	74,89	2.587	193.717	814	10,87
5	TPA2-1	10,63	7,4	78,66	4.182	328.934	539	6,85
6	TPA2-2	9,94	6,52	64,81	4.642	300.851	846	13,06
7	TPA2-3	10,5	6,8	71,4	2.657	189.740	465	6,51
8	TPA2-4	10,63	6,8	72,28	5.008	362.026	706	9,76
9	TPA2-5	10,17	7,46	75,87	4.344	329.583	364	4,79
10	TPA3-1	10,7	6,94	74,26	4.055	301.134	935	12,6
11	TPA3-2	9,97	6,7	66,8	3.637	242.941	941	14,09
12	TPA3-3	10,36	7,61	78,84	6.555	516.822	721	9,15
13	TPA3-4	10,89	6,86	74,71	1.459	108.987	455	6,09
14	TPA3-5	10,31	6,47	66,71	6.389	426.155	651	9,75
15	TPA4-1	10,6	7,21	76,43	2.883	220.347	568	7,43
16	TPA4-2	10,03	6,84	68,61	8.128	557.594	1.029	15
17	TPA4-4	10,76	6,68	71,88	6.706	482.009	973	13,53
18	TPA4-5	10,61	7,26	77,03	3.570	274.983	1.087	14,12
19	TPA5-3	10,22	7,27	74,3	3.407	253.149	450	6,06
20	TPA5-4	10,9	8,05	87,75	2.356	206.709	556	6,33
21	TPA5-5	10,71	6,92	74,11	4.216	312.439	978	13,2
22	TPA6-1	10,46	7,54	78,87	1.319	104.052	316	4
23	TPA6-2	9,81	6,79	66,61	4.900	326.399	922	13,84
24	TPA6-3	10,9	7,54	82,19	3.386	278.255	787	9,58
25	TPA6-5	10,21	7,67	78,31	2.145	167.966	640	8,18
26	TPA7-1	10,6	6,73	71,34	1.939	138.352	233	3,26
27	TPA7-2	10,25	6,88	70,52	4.021	283.584	671	9,52
28	TPA7-3	10,52	7,71	81,11	4.501	365.066	887	10,94
29	TPA7-4	11,07	7,59	84,02	1.758	147.677	575	6,85
30	TPA7-5	10,17	7,05	71,7	3.207	229.931	862	12,02
Promedio		10,44	7,19	75,16	3.774	279.449	725	9,74
Desv. Estándar		0,33	0,44	5,68	1.652	113.905	237	3,41
Coef. Variación (%)		3%	6%	8%	44%	41%	33%	35%

Cuadro N° 4
RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN PERPENDICULAR

Probeta		Espesor Centro (mm)	Ancho Centro (mm)	Área Sección Central (mm ²)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Rigidez a la Tracción (N)	Carga Máxima (N)	Máxima Resistencia a la Tracción (MPa)
(N°)	(Código)							
1	TPE1-1	13,53	6,38	86,32	5.564	480.331	597	6,92
2	TPE1-2	9,84	6,81	67,01	3.702	248.098	821	12,25
3	TPE1-3	10,07	7,2	72,5	3.334	241.764	475	6,54
4	TPE1-4	9,59	7,88	75,57	4.069	307.485	526	6,96
5	TPE2-1	10,26	6,98	71,61	2.431	174.081	596	8,32
6	TPE2-2	9,9	6,62	65,54	4.971	325.801	373	5,69
7	TPE2-4	10,15	7,26	73,69	1.594	117.462	445	6,04
8	TPE2-5	9,7	7,23	70,13	1.686	118.218	414	5,9
9	TPE3-1	10,06	7,15	71,93	2.029	145.918	451	6,27
10	TPE3-2	10,08	7,34	73,99	1.936	143.207	407	5,5
11	TPE3-3	10,07	7,01	70,59	6.360	448.972	638	9,04
12	TPE3-4	9,68	7,36	71,24	3.399	242.138	976	13,7
13	TPE3-5	9,03	7,13	64,38	3.975	255.919	358	5,56
14	TPE4-1	10,41	6,92	72,04	1.655	119.224	350	4,86
15	TPE4-2	9,94	7,14	70,97	2.128	150.998	342	4,81
16	TPE4-3	9,86	6,82	67,25	5.410	363.802	437	6,5
17	TPE5-1	10,19	7,24	73,78	4.475	330.162	552	7,48
18	TPE5-2	10,38	5,79	60,1	4.131	248.284	376	6,26
19	TPE5-3	10,08	7,46	75,2	2.677	201.332	494	6,57
20	TPE5-5	9,68	7,14	69,12	4.528	312.959	262	3,79
21	TPE6-1	10,52	7,31	76,9	2.570	197.599	536	6,97
22	TPE6-2	10,1	7,03	71	3.349	237.810	716	10,08
23	TPE6-3	9,61	6,99	67,17	2.322	155.972	615	9,15
24	TPE6-4	9,91	7,32	72,54	4.159	301.706	487	6,71
25	TPE6-5	9,31	7,42	69,08	1.150	79.410	385	5,57
26	TPE7-1	10,52	7,23	76,06	3.425	260.528	926	12,17
27	TPE7-2	10,07	6,87	69,18	3.135	216.912	878	12,7
28	TPE7-3	9,93	7,13	70,8	1.963	138.977	392	5,54
29	TPE7-4	10,18	6,89	70,14	2.600	182.391	611	8,72
30	TPE7-5	9,43	7,25	68,368	4.433	303.083	931	13,61
Promedio		10,07	7,08	71,14	3.305	235.018	546	7,67
Desv. Estándar		0,74	0,37	4,62	1.329	97.399	195	2,75
Coef. Variación (%)		7%	5%	7%	40%	41%	36%	36%

Los resultados de las propiedades del ensayo de tracción indican que la muestra de tableros presenta mayor resistencia y rigidez en el sentido paralelo que el perpendicular al igual que en los resultados de flexión. El motivo como fue señalado, está asociado a la orientación de las hojuelas y al grado de esbeltez de estas. El módulo de elasticidad, la rigidez a la tracción, la carga máxima, y resistencia máxima a la tracción fueron mayores en la tracción paralela, con valores de 3.774 MPa, 279.449 N, 725 N y 9,74 MPa. Todas las probetas, paralelas y perpendiculares, fallaron en la zona central por cizalle.

3.3. Resistencia a la Extracción Directa del Clavo y Resistencia a la Penetración Directa de la Cabeza del Clavo de Acuerdo a la Norma ASTM D1037

Cuadro N° 5
RESULTADOS ENSAYO EXTRACCIÓN DIRECTA Y PENETRACIÓN DIRECTA DE LA CABEZA DEL CLAVO

Probeta (N°)	Extracción Directa del Clavo			Penetración Directa del Clavo		
	Carga Máxima (N)	Espesor del Tablero (mm)	Carga Máxima Respecto del Espesor del Tablero (N/mm)	Carga Máxima (N)	Espesor del Tablero (mm)	Carga Máxima Respecto del Espesor del Tablero (N/mm)
1	79,19	10,18	7,78	1.303	10,11	128,88
2	44,29	9,32	4,75	1.910	9,37	203,84
3	29,52	9,95	2,97	1.412	9,67	146,02
4	26,84	9,58	2,80	1.060	9,63	110,07
5	68,45	9,78	7,00	1.413	9,73	145,22
6	81,88	9,57	8,56	1.642	9,84	166,87
7	28,18	9,59	2,94	1.460	9,70	150,52
8	107,38	9,66	11,12	1.589	10,04	158,27
9	69,80	9,70	7,20	1.356	9,69	139,94
10	60,40	9,88	6,11	2.031	9,81	207,03
11	37,58	9,67	3,89	864	9,73	88,84
12	38,92	9,75	3,99	1.081	9,59	112,72
13	37,58	10,02	3,75	1.235	10,05	122,89
14	60,40	10,24	5,90	2.082	10,13	205,53
15	32,21	10,07	3,20	1.290	9,96	129,52
16	71,14	10,09	7,05	2.161	10,23	211,24
17	46,98	10,01	4,69	1.613	10,02	160,98
18	57,72	10,16	5,68	1.220	10, 14	120,32
19	53,69	10,28	5,22	1.166	10,39	112,22
20	99,32	10,45	9,50	1.730	10,40	166,35
21	68,45	10,58	6,47	1.650	10,52	156,84
22	46,97	10,53	4,46	1.180	10,66	110,69
23	41,61	10,13	4,11	1.781	10,19	174,78
24	45,64	10,12	4,51	1.730	10,27	168,45
25	30,87	9,55	3,23	1.221	9,50	128,53
26	34,89	9,45	3,69	1.236	9,51	129,97
27	71,14	9,92	7,17	2.521	9,74	258,83
28	44,29	9,95	4,45	1.301	10,06	129,32
29	55,03	10,18	5,41	1.813	9,99	181,48
30	37,58	9,98	3,77	1.460	10,00	146,00
Promedio	53,60	9,94	5,38	1.517,05	9,96	152,41
Desv.Estánd.	20,83	0,32	2,07	374	0,32	37,61
Coef. Variac. (%)	38,87	3,21	38,57	24,64	3,20	24,68

Para el ensayo de extracción directa del clavo, el valor promedio de máxima carga en función del espesor del tablero fue de 5,38 N/mm, con una desviación estándar de 2,07 N/mm y un coeficiente de variación de 38.57%.

Para el ensayo de penetración directa de la cabeza del clavo, el valor promedio de máxima carga en función del espesor del tablero fue de 152,41 N/mm, con una desviación estándar de 37,61 N/mm y un coeficiente de variación de 24,68%.

3.4. Ensayo a la Extracción Directa de Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4, y ASTM D1761

En el Cuadro N° 6 se muestran los resultados del ensayo de extracción directa de clavo.

Cuadro N° 6
RESULTADOS DEL ENSAYO EXTRACCIÓN DIRECTA DE CLAVO

Dimensiones (mm)	Probeta	Tipo de Ensayo	Carga Máxima (N)	Status PS 2-10
76x152	1-1	Extracción directa (ED)	64,42	No cumple
	2-1		123,48	Cumple
	3-1		67,11	No cumple
	4-1		60,40	No cumple
	5-1		38,92	No cumple
	6-1		46,97	No cumple
	7-1		56,37	No cumple
	1-2		38,92	No cumple
	2-2		65,77	No cumple
	3-2		53,69	No cumple
	4-2		59,05	No cumple
	5-2		68,45	No cumple
	6-2		106,03	Cumple
	7-2		53,69	No cumple
	1-3		64,42	No cumple
	2-3		42,95	No cumple
	3-3		59,05	No cumple
	4-3		37,58	No cumple
	5-3		106,03	Cumple
	6-3		75,16	No cumple
	7-3		83,22	No cumple
	1-4		21,47	No cumple
	2-4		67,11	No cumple
	3-4		79,19	No cumple
	4-4		75,16	No cumple
	5-4		73,82	No cumple
	6-4		76,50	No cumple
	7-4		44,29	No cumple
	1-5		44,29	No cumple
	2-5		63,08	No cumple
	3-5		88,58	No cumple
	4-5		45,63	No cumple
	5-5		76,50	No cumple
	6-5		61,74	No cumple
	7-5		64,42	No cumple

El valor medio obtenido para la muestra de 35 unidades fue 64,38 N, con una desviación estándar de 20,94 N y un coeficiente de variación del 33%.

La muestra no cumple con el criterio establecido como estándar, ya que 32 probetas (91% del total) tienen un valor inferior al límite normativo de 80 N.

Para que una muestra cumpla, se requiere que a lo más el 10% del total no lo cumpla.

En la Figura N° 17 se muestran gráficamente los resultados de este ensayo.

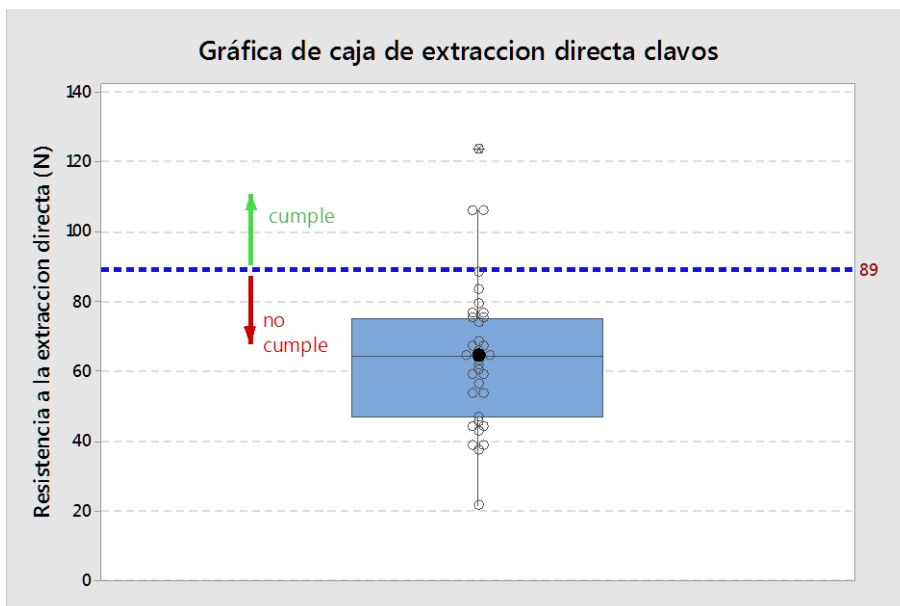


Figura N° 17
GRÁFICA DE CAJA, RESULTADOS ENSAYOS EXTRACCIÓN DIRECTA CLAVOS

3.5. Ensayo a la Extracción Lateral de Clavo. APA PS 2-10, Sección 7.4.

En el Cuadro N° 7 se muestran los resultados del ensayo de extracción lateral de clavo.

El valor promedio obtenido en la muestra fue 1.555 N, con una desviación estándar de 369,5 N y un coeficiente de variación del 24%.

La muestra cumple con el criterio establecido como estándar, ya que 35 probetas (100% del total) tienen un valor superior al límite normativo de 778 N.

Para que una muestra cumpla, se requiere que a lo más el 10% del total no los cumpla.

En la Figura N° 18 se muestran gráficamente los resultados de este ensayo.

Cuadro N° 1
RESULTADOS DEL ENSAYO EXTRACCIÓN LATERAL DE CLAVO

Dimensiones (mm)	Probeta	Tipo de Ensayo	Carga Máxima (N)	Status PS 2-10
150x150	1-1	Extracción lateral (EL)	2.101,99	Cumple
	2-1		1.860,38	Cumple
	3-1		1.213,41	Cumple
	4-1		1.656,36	Cumple
	5-1		1.361,06	Cumple
	6-1		1.448,31	Cumple
	7-1		1.936,89	Cumple
	1-2		1.861,73	Cumple
	2-2		2.118,10	Cumple
	3-2		1.195,96	Cumple
	4-2		2.097,96	Cumple
	5-2		1.548,98	Cumple
	6-2		1.906,02	Cumple
	7-2		1.628,17	Cumple
	1-3		990,60	Cumple
	2-3		2.161,05	Cumple
	3-3		1.595,96	Cumple
	4-3		1.726,16	Cumple
	5-3		923,48	Cumple
	6-3		1.487,23	Cumple
	7-3		1.652,33	Cumple
	1-4		1.735,55	Cumple
	2-4		1.410,73	Cumple
	3-4		1.256,36	Cumple
	4-4		1.277,84	Cumple
	5-4		1.656,36	Cumple
	6-4		1.119,45	Cumple
	7-4		1.977,16	Cumple
	1-5		1.010,73	Cumple
	2-5		1.131,53	Cumple
	3-5		1.536,90	Cumple
	4-5		1.361,06	Cumple
	5-5		1.487,23	Cumple
	6-5		903,35	Cumple
	7-5		2.097,96	Cumple

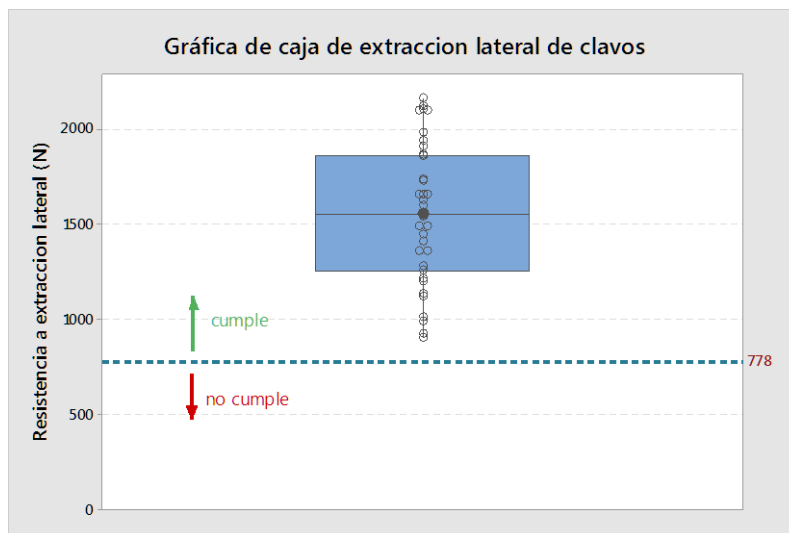


Figura N° 18
GRÁFICA DE CAJA, RESULTADOS ENSAYOS EXTRACCIÓN LATERAL CLAVOS

3.6. Ensayo a la Carga Concentrada. Norma APA PS2-10, Sección 7.1

3.6.1. Ensayo Tipo Canto Totalmente Soportado (eje débil) - Ciclo Húmedo.

En el Cuadro N° 8 se registran los resultados del ensayo de carga concentrada, tomando en consideración un canto totalmente soportado (con fijaciones por todo el perímetro).

Cuadro N° 8
RESULTADOS ENSAYO CARGA CONCENTRADA, CANTO TOTALMENTE SOPORTADO

Probeta	Panel Origen	Eje	Ciclo	Desplazamiento para 0,89 kN (mm)	Status Norma PS 2-10	Carga Máxima (kN)	Status Norma PS 2-10
100	1	Débil	Húmedo	10,80	Cumple	3,98	Cumple
101	2			11,73	Cumple	2,80	Cumple
102	3			10,39	Cumple	3,75	Cumple
103	4			12,00	Cumple	3,60	Cumple
104	5			11,37	Cumple	3,20	Cumple
105	6			12,58	Cumple	3,33	Cumple
106	7			12,10	Cumple	3,66	Cumple
107	8			12,16	Cumple	4,21	Cumple
108	9			12,88	No cumple	3,43	Cumple
109	10			13,47	No cumple	2,33	Cumple
110	11			11,52	Cumple	3,65	Cumple
111	12			10,95	Cumple	3,48	Cumple
112	13			11,30	Cumple	3,16	Cumple
113	14			10,64	Cumple	4,18	Cumple
114	15			10,61	Cumple	4,31	Cumple
115	16			10,67	Cumple	4,15	Cumple

El valor medio de la carga máxima fue de 3,58 kN, con una desviación estándar de 0,54 kN y un coeficiente de variación del 15,2%.

La muestra cumple con el estándar.

En la Figura N° 19 se muestran gráficamente los resultados de este ensayo.

En el Anexo 1 se incorporan las fichas de cada probeta ensayada.

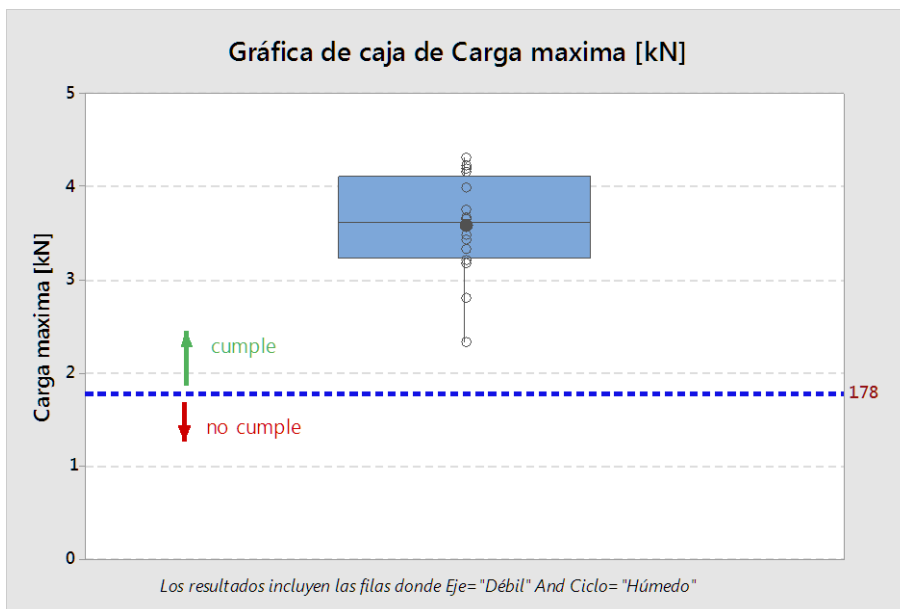


Figura N° 19
GRAFICA DE CAJA, RESULTADOS ENSAYOS CARGA CONCENTRADA

3.6.2. Ensayo Tipo Canto Parcialmente Soportado (eje fuerte) - Ciclo Seco

En el Cuadro N° 9 se muestran los resultados del ensayo de carga concentrada - ciclo seco, tomando en consideración un canto parcialmente soportado (con fijaciones en los laterales del tablero).

En el Anexo 2 se incorporan las fichas de cada probeta ensayada.

El valor medio del desplazamiento a una carga de 0,89 kN fue de 25,47 mm, con una desviación estándar de 3,15 mm y un coeficiente de variación del 12,4%. La muestra no cumple con el estándar.

El valor medio de la carga máxima fue de 1,64 kN, con una desviación estándar de 0,18 kN y un coeficiente de variación del 10,9%. La muestra no cumple con el estándar.

En la Figura N° 20 se muestran gráficamente los resultados antes mencionados.

Cuadro N° 2
RESULTADOS ENSAYO CARGA CONCENTRADA - CICLO SECO, CANTO PARCIALMENTE SOPORTADO

Probeta	Panel Origen	Eje	Ciclo	Desplazamiento para 0,89 kN (mm)	Status Norma PS 2-10	Carga Máxima (kN)	Status Norma PS 2-10
200	13	Fuerte	Seco	28,83	No cumple	1,66	No cumple
201	14			26,50	No cumple	1,46	No cumple
202	15			33,75	No cumple	1,16	No cumple
203	16			27,60	No cumple	1,48	No cumple
204	3			24,19	No cumple	1,75	No cumple
205	2			22,57	No cumple	1,83	Cumple
206	1			22,38	No cumple	1,78	No cumple
207	6			25,02	No cumple	1,63	No cumple
208	5			23,97	No cumple	1,73	No cumple
209	4			28,31	No cumple	1,63	No cumple
210	10			24,61	No cumple	1,58	No cumple
211	11			22,75	No cumple	1,71	No cumple
212	12			23,70	No cumple	1,51	No cumple
213	9			27,18	No cumple	1,73	No cumple
214	8			25,24	No cumple	1,93	Cumple
215	7			21,04	No cumple	1,70	No cumple

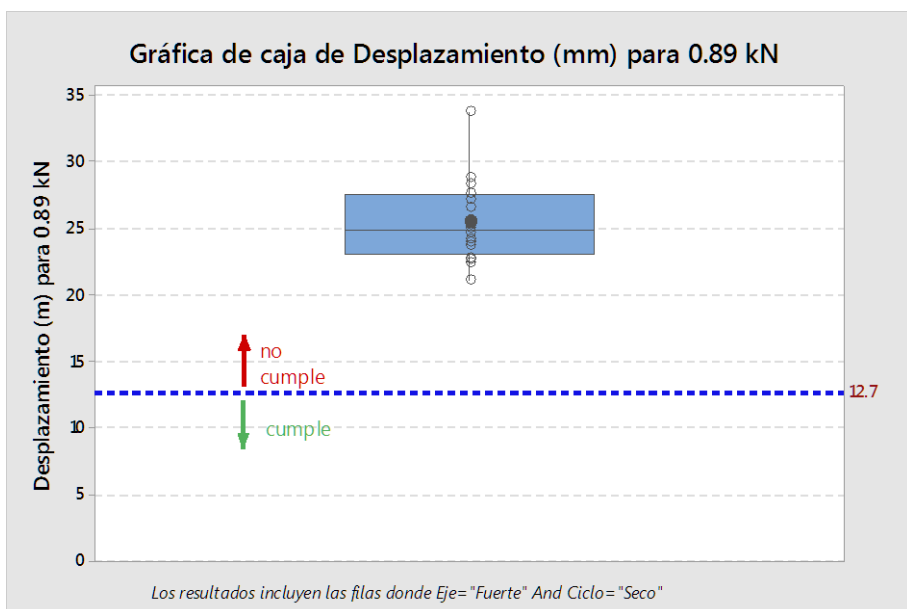


FIGURA N° 20
GRÁFICA DE CAJA, RESULTADOS ENSAYOS CARGA CONCENTRADA

3.6.3. Ensayo Tipo Canto Parcialmente Soportado (eje fuerte) - Ciclo Húmedo

El Cuadro N° 10 indica los resultados del ensayo de carga concentrada - ciclo húmedo, tomando en consideración un canto parcialmente soportado (con fijaciones en los laterales del tablero).

Cuadro N° 10
RESULTADOS ENSAYO CARGA CONCENTRADA - CICLO HÚMEDO, CANTO PARCIALMENTE SOPORTADO

Probeta	Panel Origen	Eje	Ciclo	Desplazamiento para 0,89 kN (mm)	Status Norma PS 2-10	Carga Máxima (kN)	Status Norma PS 2-10
120	2	Fuerte	Húmedo	27,91	No cumple	1,63	No cumple
121	1			28,60	No cumple	1,28	No cumple
122	5			29,00	No cumple	1,65	No cumple
123	4			25,66	No cumple	1,40	No cumple
124	3			25,9	No cumple	1,63	No cumple
125	6			25,94	No cumple	1,33	No cumple
126	7			31,17	No cumple	1,53	No cumple
127	8			30,66	No cumple	1,95	Cumple
128	9			28,45	No cumple	1,87	Cumple
129	10			31,80	No cumple	1,70	No cumple
130	11			30,92	No cumple	1,62	No cumple
131	12			30,62	No cumple	1,40	No cumple
132	15			30,44	No cumple	1,85	Cumple
133	14			31,24	No cumple	1,78	No cumple
134	16			29,69	No cumple	1,73	No cumple
135	13			30,91	No cumple	1,26	No cumple

El valor medio de la carga máxima fue de 1,60 kN, con una desviación estándar de 0,21 kN y un coeficiente de variación del 13,4 %.

La muestra no cumple con el estándar.

En la Figura N° 21 se muestra gráficamente los resultados.

En el Anexo 3 se incorporan las fichas de cada probeta ensayada.

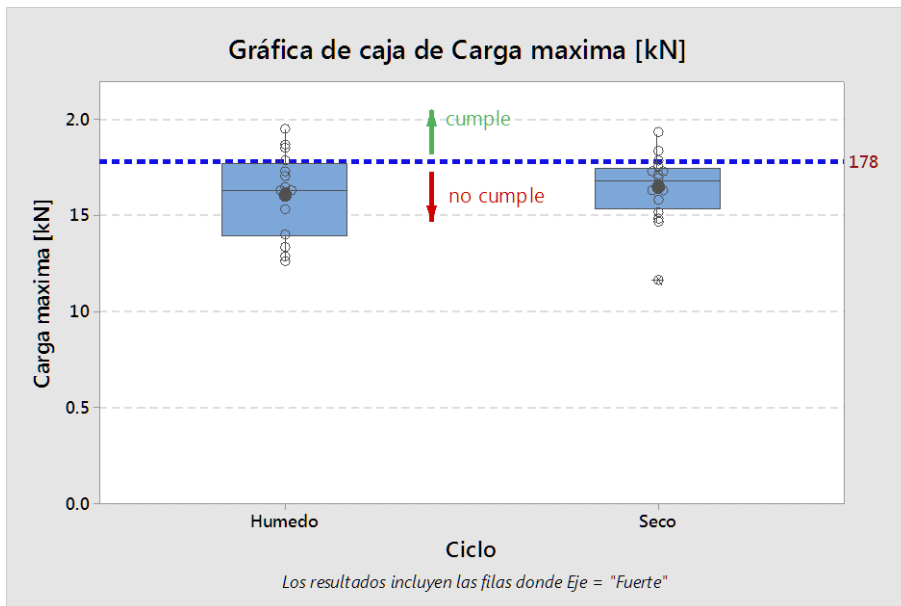


Figura N° 21
GRAFICA DE CAJA RESULTADOS ENSAYOS CARGA CONCENTRADA



3.7. Ensayo Densidad. ASTM D2395

En el Cuadro N° 11 se registran los resultados del ensayo de densidad de los tableros.

**Cuadro N° 11
RESULTADOS DE DENSIDAD**

Probeta (N°)	Probeta (Código)	E 1 (mm)	E 2 (mm)	E Promedio (mm)	A 1 (mm)	A 2 (mm)	A Promedio (mm)	L 1 (mm)	L 2 (mm)	L Promedio (mm)	M (g)	D (Kg/m³)
1	1-7	10,11	10,18	10,15	75,85	76,10	75,98	122,01	122,08	122,05	67,35	716
2	1-8	9,37	9,32	9,35	75,76	75,82	75,79	121,93	121,38	121,66	67,24	780
3	1-9	9,67	9,95	9,81	75,72	75,65	75,69	121,56	121,55	121,56	70,38	780
4	1-10	9,63	9,58	9,61	75,89	76,00	75,95	122,11	122,15	122,13	66,62	748
5	1-11	9,73	9,78	9,76	75,73	75,80	75,77	122,16	122,06	122,11	70,70	783
6	1-12	9,84	9,57	9,71	75,84	75,75	75,80	121,95	122,02	121,99	64,38	717
7	2-7	9,70	9,59	9,65	75,97	75,96	75,97	121,55	121,74	121,65	54,40	610
8	2-8	10,04	9,66	9,85	75,58	75,79	75,69	121,64	121,57	121,61	57,37	633
9	2-9	9,69	9,70	9,70	75,78	75,79	75,79	122,13	122,08	122,11	52,89	590
10	2-10	9,81	9,88	9,85	75,88	75,65	75,77	121,86	122,04	121,95	63,59	699
11	2-11	9,73	9,67	9,70	75,80	75,86	75,83	122,08	112,12	117,10	54,89	637
12	2-12	9,59	9,75	9,67	75,73	75,82	75,78	121,85	122,14	122,00	57,24	640
13	3-7	10,05	10,02	10,04	75,81	75,83	75,82	121,50	121,70	121,60	65,68	710
14	3-8	10,13	10,24	10,19	75,58	75,38	75,48	121,66	121,71	121,69	70,34	752
15	3-9	9,96	10,07	10,02	75,39	75,52	75,46	122,22	121,83	122,03	63,74	691
16	3-10	10,23	10,09	10,16	74,94	75,23	75,09	122,28	121,88	122,08	68,34	734
17	3-11	10,02	10,01	10,02	75,87	75,94	75,91	121,03	120,88	120,96	63,82	694
18	3-12	10,14	10,16	10,15	75,71	75,57	75,64	121,11	121,40	121,26	63,42	681
19	4-7	10,39	10,28	10,34	74,96	75,20	75,08	120,42	120,46	120,44	61,85	662
20	4-8	10,40	10,45	10,43	75,32	75,19	75,26	120,50	120,44	120,47	66,34	702
21	4-9	10,52	10,58	10,55	75,18	74,92	75,05	120,58	120,61	120,60	64,49	675
22	4-10	10,66	10,53	10,60	75,01	75,47	75,24	120,76	120,73	120,75	69,43	721
23	4-11	10,19	10,13	10,16	75,32	74,95	75,14	120,88	120,99	120,94	67,75	734
24	4-12	10,27	10,12	10,20	75,20	75,40	75,30	120,91	120,83	120,87	65,95	711
25	5-7	9,50	9,55	9,53	75,43	75,19	75,31	121,98	121,98	121,98	57,25	654
26	5-8	9,51	9,45	9,48	75,31	75,20	75,26	122,18	121,97	122,08	57,71	663
27	5-9	9,74	9,92	9,83	75,17	74,97	75,07	121,95	122,24	122,10	67,28	747
28	5-10	10,06	9,95	10,01	75,05	75,02	75,04	122,04	122,07	122,06	68,41	747
29	5-11	9,99	10,18	10,09	75,11	75,06	75,09	121,74	121,54	121,64	67,69	735
30	5-12	10,00	9,98	9,99	75,14	75,13	75,14	121,42	121,91	121,67	64,84	710
Promedio												702
Desviación Estándar												50
Coefficiente Variación (%)												7,1

E: Espesor A: Ancho L: Largo M: Masa D: Densidad

La densidad promedio de la muestra de tableros fue de 702 kg/m^3 . La muestra registró un coeficiente de variación del 7,10%.

3.8. Ensayo Contenido de Humedad. ASTM D4442, Método B

En el Cuadro N° 12 se indican los resultados del ensayo contenido de humedad de los tableros.

Cuadro N° 12
RESULTADOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Probeta (N°)	Probeta (Código)	Masa Inicial (g)	Masa Seca (g)	Contenido de Humedad en Base Seca (%)
1	1-1	74,94	69,88	7,24
2	1-2	69,55	64,84	7,26
3	1-3	70,51	65,84	7,09
4	1-4	69,05	64,49	7,07
5	1-5	71,24	66,55	7,05
6	1-6	71,90	67,20	6,99
7	2-1	59,53	55,52	7,22
8	2-2	64,40	60,27	6,85
9	2-3	66,55	62,35	6,74
10	2-4	55,53	51,91	6,97
11	2-5	64,61	60,56	6,69
12	2-6	55,21	51,58	7,04
13	3-1	71,21	66,66	6,83
14	3-2	71,90	67,02	7,28
15	3-3	69,63	65,28	6,66
16	3-4	63,90	59,84	6,78
17	3-5	68,18	64,01	6,51
18	3-6	61,10	57,42	6,41
19	4-1	70,79	66,31	6,76
20	4-2	68,63	64,41	6,55
21	4-3	67,28	63,28	6,32
22	4-4	72,49	68,39	6,00
23	4-5	66,97	63,28	5,83
24	4-6	70,35	66,46	5,85
25	5-1	61,59	57,70	6,74
26	5-2	58,29	54,95	6,08
27	5-3	58,63	55,32	5,98
28	5-4	55,41	52,30	5,95
29	5-5	61,78	58,22	6,11
30	5-6	60,60	56,93	6,45
Promedio				6,64
Desviación Estándar				0,45
Coeficiente Variación (%)				6,84

El contenido de humedad en base seca promedio de la muestra de tableros fue de 6,64%. La muestra registró un coeficiente de variación de 6,84%.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos para las propiedades mecánicas de la muestra de tableros OSB de 9,5 mm de espesor permite señalar que:

El módulo de elasticidad y el módulo de ruptura bajo el ensayo de flexión estática fue 4.157 MPa y 29,91 MPa, en la dirección paralela; y de 2.107 MPa y 20,52 MPa, en la dirección perpendicular.

El módulo de elasticidad y la máxima resistencia a la tracción bajo un ensayo de tracción fue 3.774 MPa y 9,74 MPa, en la dirección paralela, y de 3.305 MPa y 7,67 MPa, en la dirección perpendicular.

La resistencia a la extracción directa del clavo promedio fue 5,38 N/mm, con un coeficiente de variación de 38,57%.

La resistencia promedio para el ensayo de penetración directa de la cabeza del clavo fue de 152,41 N/mm, máxima carga en función del espesor del tablero, con un coeficiente de variación de 24,68%.

La resistencia promedio a la extracción directa de clavo fue 64,38 N, valor inferior al requerido por la norma, 80 N.

La resistencia promedio a la extracción lateral de clavo fue 1.555 N, valor que cumple con lo requerido por la norma, 778 N.

La resistencia a la carga concentrada para uso en cubiertas, no cumple las exigencias de la norma, la que señala que se deben satisfacer de manera simultánea los requisitos para bordes totalmente soportados y para bordes parcialmente soportados.

El ensayo de carga concentrada, en condición húmeda, con sus bordes totalmente soportados (panel trabajando en el eje débil), cumple la exigencia de la norma.

Los ensayos de carga concentrada, para las condiciones seca y húmeda, con sus bordes parcialmente soportados (panel trabajando en el eje fuerte), indican que los tableros no cumplen las exigencias de la norma.

La densidad y contenido de humedad promedio de la muestra fue 702 kg/m³ y 6,64%.

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que los tableros OSB fabricados en Chile poseen propiedades mecánicas comparables con los tableros fabricados en Estados Unidos. La variación observada puede atribuirse a la utilización de distintas especies en su confección y a las condiciones de crecimiento.

5. REFERENCIAS

APA, 2014. PS 2-10. Performance Standard for Wood-Based Structural-Use Panels. APA-The Engineered Wood Association, Estados Unidos.

ASTM, 2011. D3043-00. Standard Test Methods for Structural Panel in Flexure. American Standard Testing Materials, Estados Unidos.

ASTM, 2012a. D1037-12. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. American Standard Testing Materials, Estados Unidos.

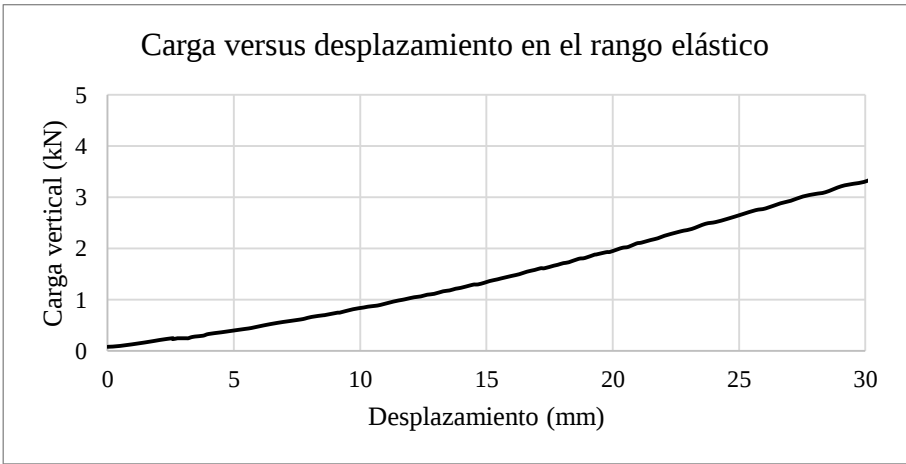
ASTM, 2012b. D1761-12. Standard Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood. American Standard Testing Materials, Estados Unidos.

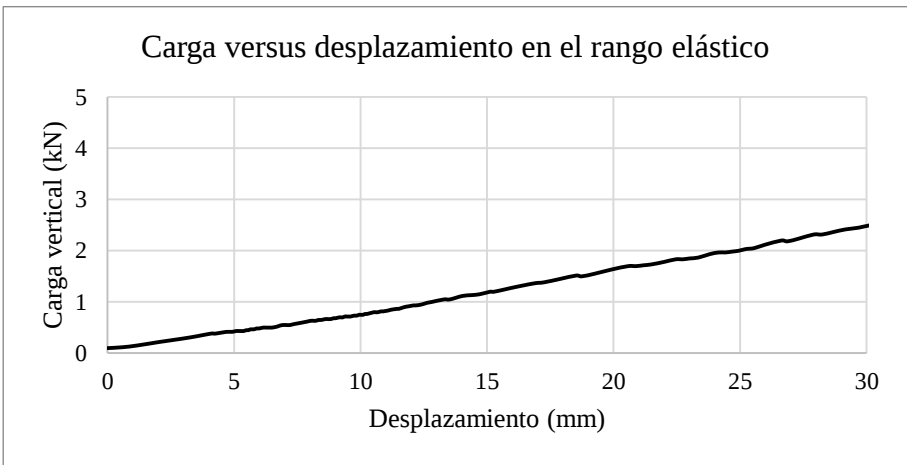
ASTM, 2014. D3500-14. Standard Test Methods for Structural Panel in Tension. American Standard Testing Materials, Estados Unidos.

ASTM, 2016. D4442-16. Standard Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Based Materials. American Standard Testing Materials, Estados Unidos.

ASTM, 2017. D2395-17. Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (relative density) of Wood and Wood-Based Materials. American Standard Testing Materials, Estados Unidos.

ANEXO 1

FICHA DE ENSAYO N°1	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.	Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm
Código de probeta: 100	Distancia entre apoyos: 610 mm
 Figura N°1: Probeta antes del ensayo	 Figura N°2: Probeta posterior al ensayo
Carga versus desplazamiento en el rango elástico 	
Carga de rotura (kN): 3,98	Desplazamiento para carga de 0,89 (kN): 10,80
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2,5 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,98 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 10,80 mm.	

FICHA DE ENSAYO N°2	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.	Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm
Código de probeta: 101	Distancia entre apoyos: 610 mm
 Figura N°3: Probeta antes del ensayo	 Figura N°4: Probeta posterior al ensayo
Carga versus desplazamiento en el rango elástico 	
Carga de rotura (kN): 2,80	Desplazamiento para carga de 0,89 (kN): 11,73
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 2,80 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 11,73 mm.	

FICHA DE ENSAYO N°3

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 102

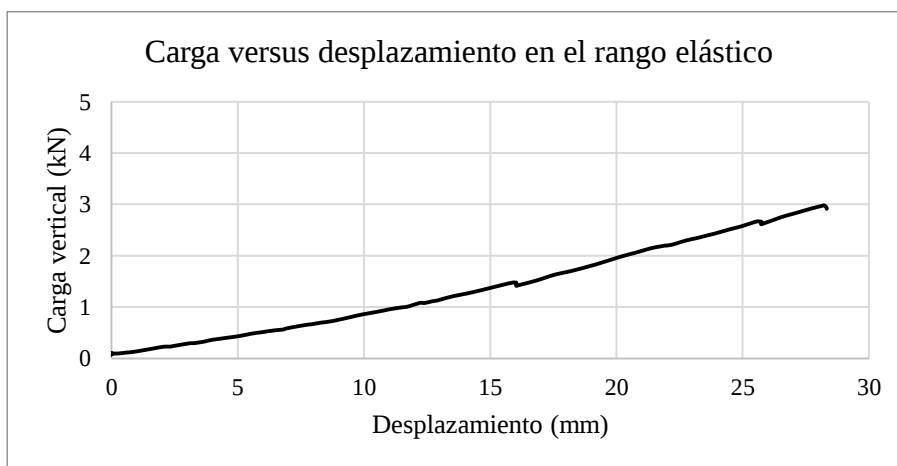
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°5: Probeta antes del ensayo



Figura N°6: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,75

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 10,39

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2,5 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,75 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 10,39 mm.

FICHA DE ENSAYO N°4

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 103

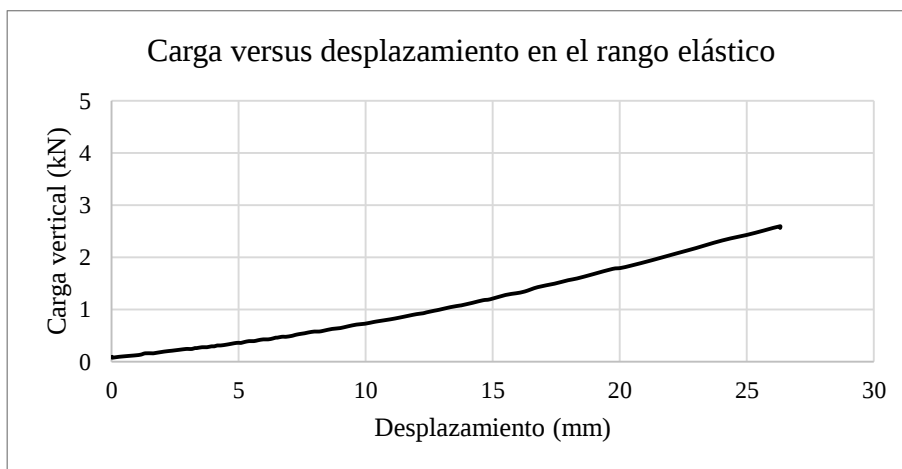
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°7: Probeta antes del ensayo



Figura N°8: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,60

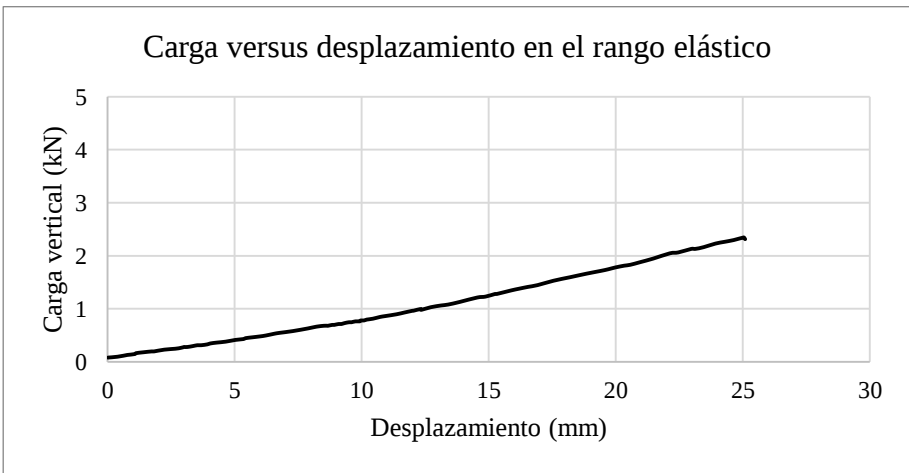
Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 12,00

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2,5 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,60 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 12,00 mm.

FICHA DE ENSAYO N°5															
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.	Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm														
Código de probeta: 104	Distancia entre apoyos: 610 mm														
 Figura N°9: Probeta antes del ensayo	 Figura N°10: Probeta posterior al ensayo														
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,89</td></tr> <tr><td>15</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>20</td><td>1,8</td></tr> <tr><td>25</td><td>2,4</td></tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0	5	0,5	10	0,89	15	1,2	20	1,8	25	2,4
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)														
0	0														
5	0,5														
10	0,89														
15	1,2														
20	1,8														
25	2,4														
Carga de rotura (kN): 3,20	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 11,37														
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.															
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,20 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 11,37 mm.															

FICHA DE ENSAYO N°6

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 105

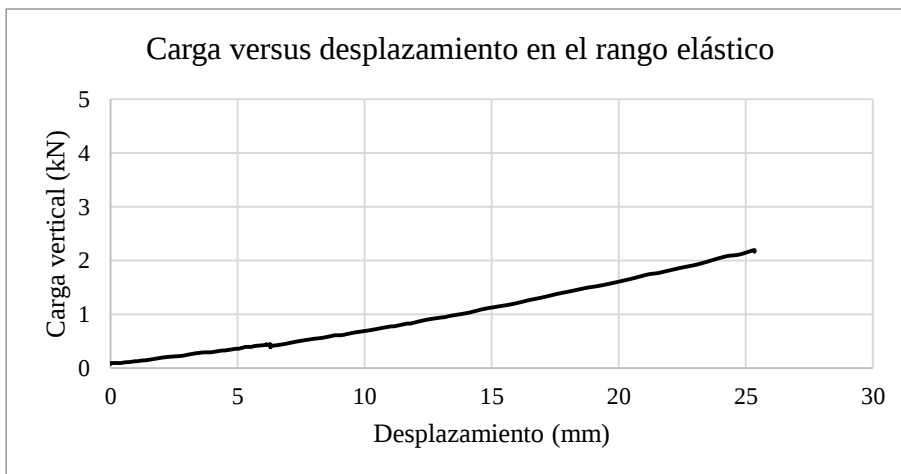
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°11: Probeta antes del ensayo



Figura N°12: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,33

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 12,58

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,33 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 12,58 mm.

FICHA DE ENSAYO N°7

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 106

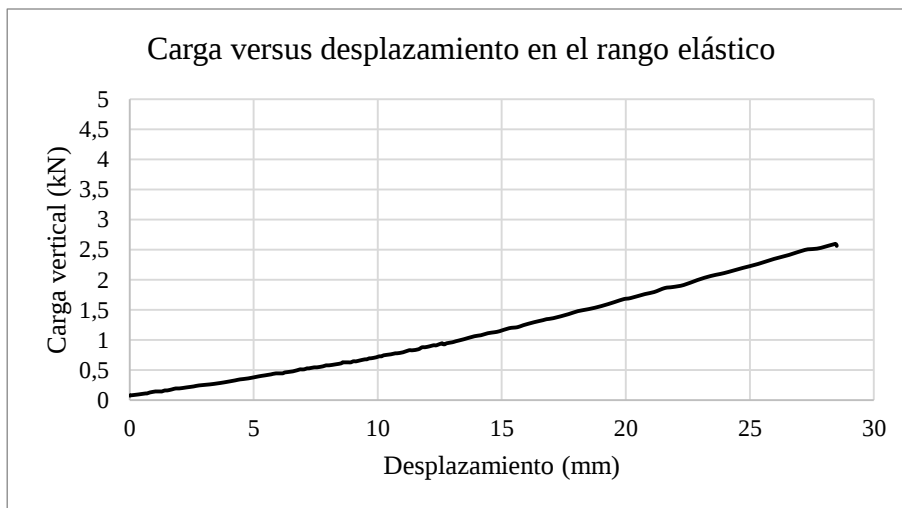
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°13: Probeta antes del ensayo



Figura N°14: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,66

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 12,10

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,66 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 12,10 mm.

FICHA DE ENSAYO N°8

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 107

Distancia entre apoyos: 610 mm

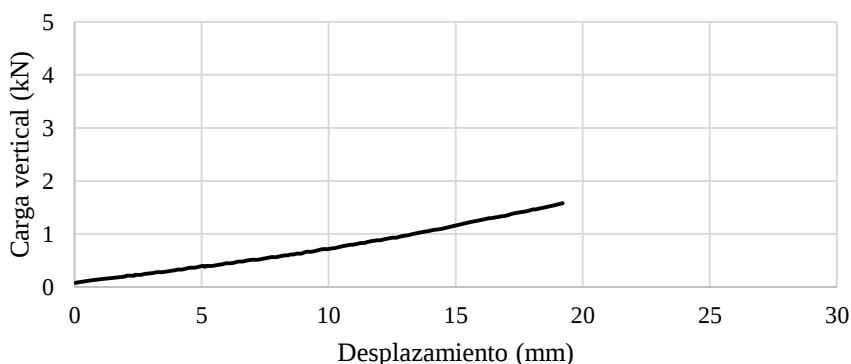


Figura N°15: Probeta antes del ensayo



Figura N°16: Probeta posterior al ensayo

Carga versus desplazamiento en el rango elástico



Carga de rotura (kN): 4,21

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 12,16

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 4,21 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 12,16 mm.

FICHA DE ENSAYO N°9

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 108

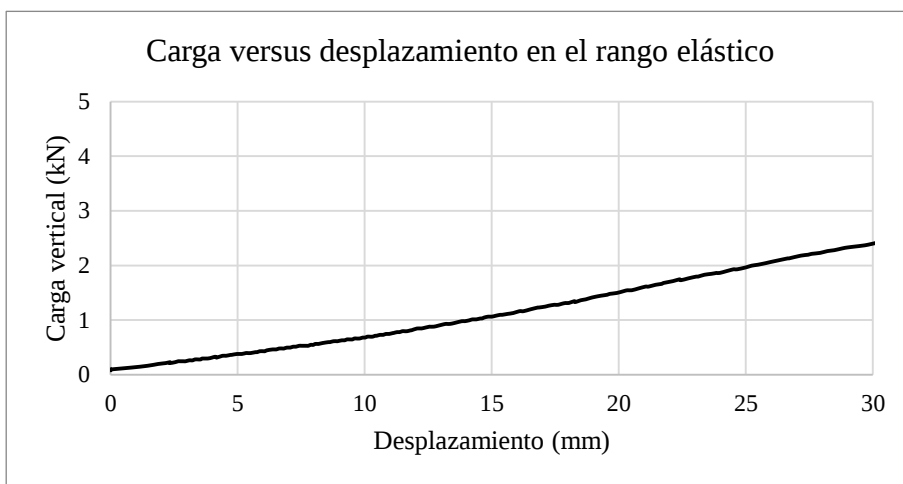
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°17: Probeta antes del ensayo



Figura N°18: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,43

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 12,88

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,43 kN pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 12,88 mm.

FICHA DE ENSAYO N°10

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 109

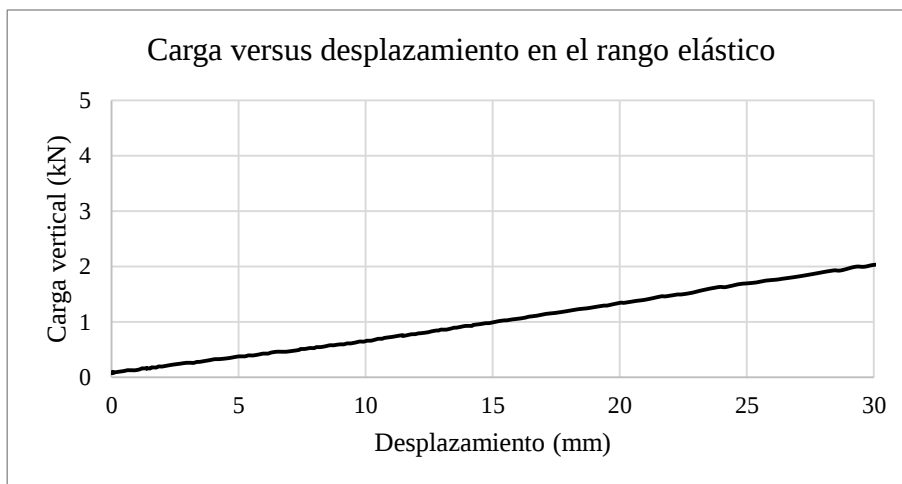
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°19: Probeta antes del ensayo



Figura N°20: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 2,33

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 13,47

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 2,33 kN pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 13,47 mm.

FICHA DE ENSAYO N°11

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 110

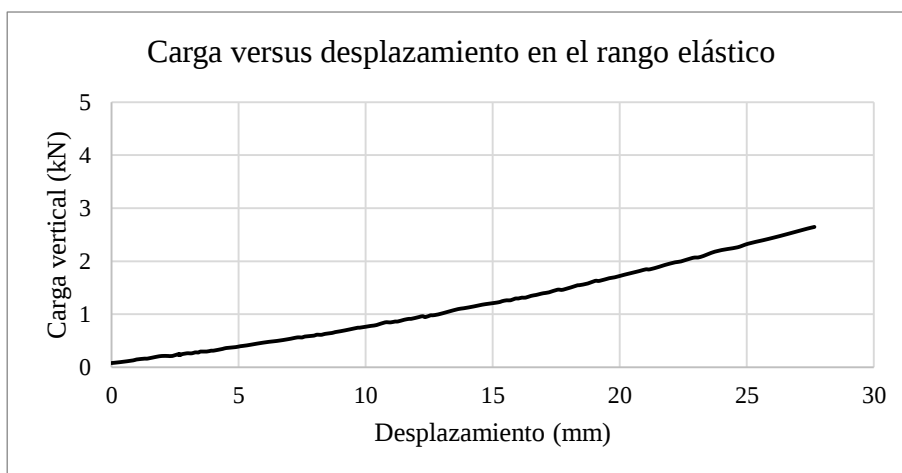
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°21: Probeta antes del ensayo



Figura N°22: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,64

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 11,52

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,64 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 11,52 mm.

FICHA DE ENSAYO N°12

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220 x 2.440 mm

Código de probeta: 111

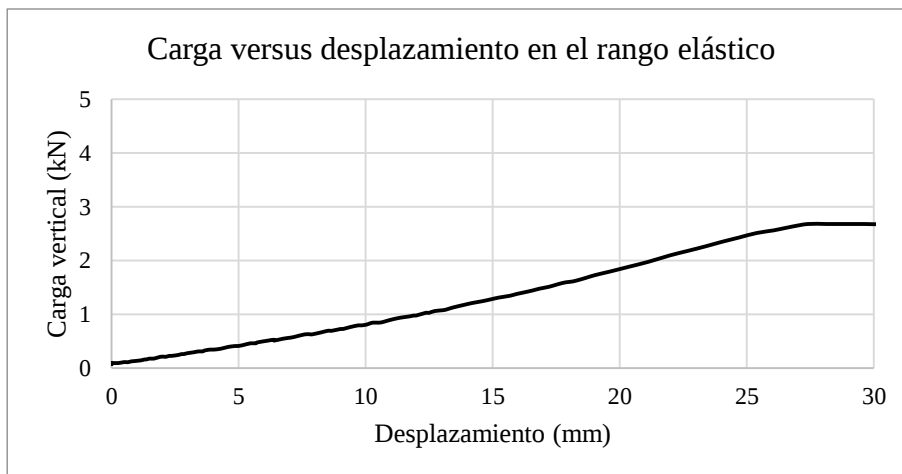
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°23: Probeta antes del ensayo



Figura N°24: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,48

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 10,95

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,48 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 10,95 mm.

FICHA DE ENSAYO N°13

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220x 2.440 mm

Código de probeta: 112

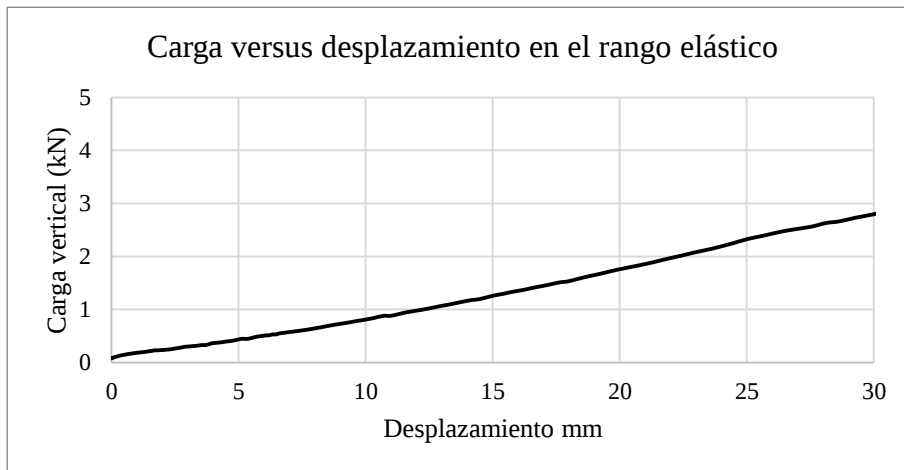
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°25: Probeta antes del ensayo



Figura N°26: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 3,16

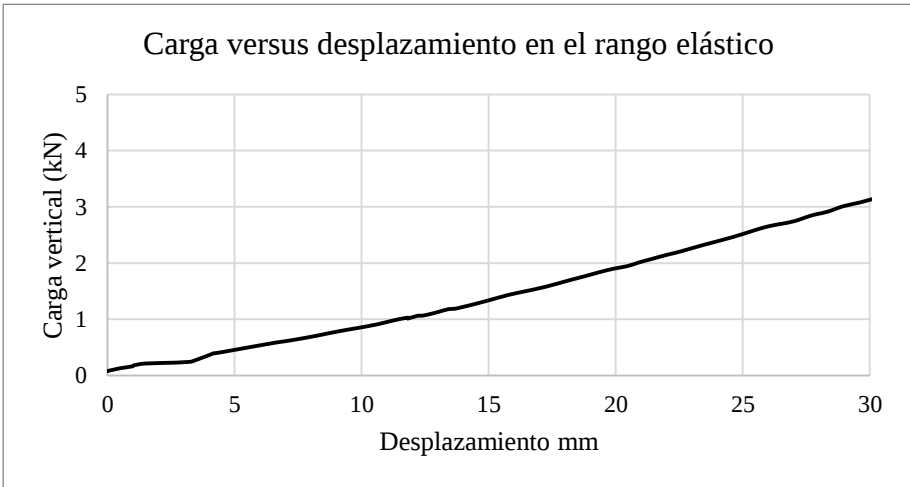
Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 11,30

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 3,16 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 11,30 mm.

FICHA DE ENSAYO N°14																	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.	Tamaño de la probeta: 1.220x 2.440 mm																
Código de probeta: 113	Distancia entre apoyos: 610 mm																
 Figura N°27: Probeta antes del ensayo	 Figura N°28: Probeta posterior al ensayo																
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>10</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>15</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,0</td></tr> <tr><td>25</td><td>2,5</td></tr> <tr><td>30</td><td>3,2</td></tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0	5	0,5	10	1,0	15	1,5	20	2,0	25	2,5	30	3,2
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)																
0	0																
5	0,5																
10	1,0																
15	1,5																
20	2,0																
25	2,5																
30	3,2																
Carga de rotura (kN): 4,31	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 10,64																
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.																	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 4,31 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 10,64 mm.																	

FICHA DE ENSAYO N°15

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220x 2.440 mm

Código de probeta: 114

Distancia entre apoyos: 610 mm

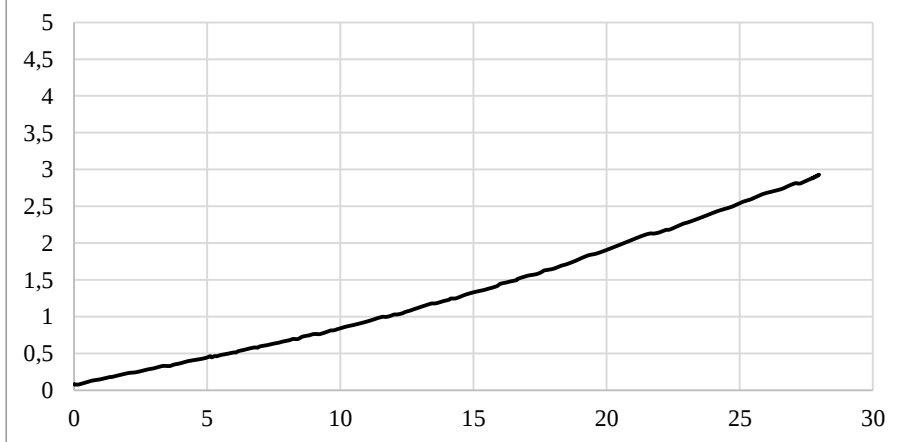


Figura N°29: Probeta antes del ensayo



Figura N°30: Probeta posterior al ensayo

Carga versus desplazamiento en el rango elástico



Carga de rotura (kN): 4,31

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 10,61

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 4,31 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 10,61 mm.

FICHA DE ENSAYO N°16

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 1.220x 2.440 mm

Código de probeta: 115

Distancia entre apoyos: 610 mm

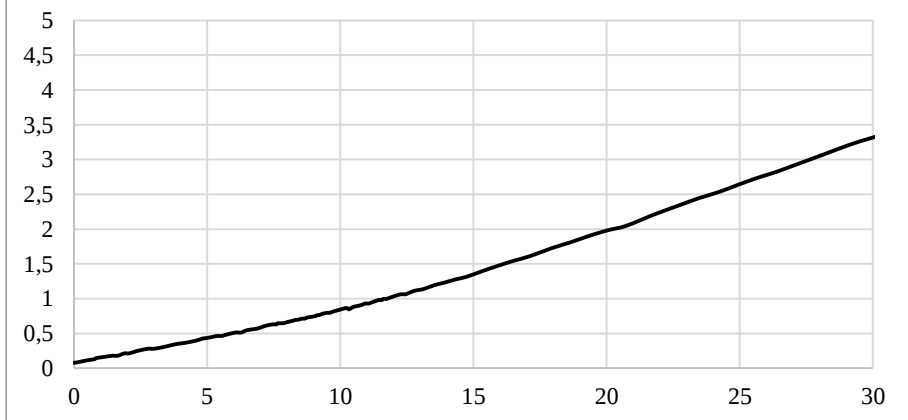


Figura N°31: Probeta antes del ensayo



Figura N°32: Probeta posterior al ensayo

Carga versus desplazamiento en el rango elástico



Carga de rotura (kN): 4,15

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 10,67

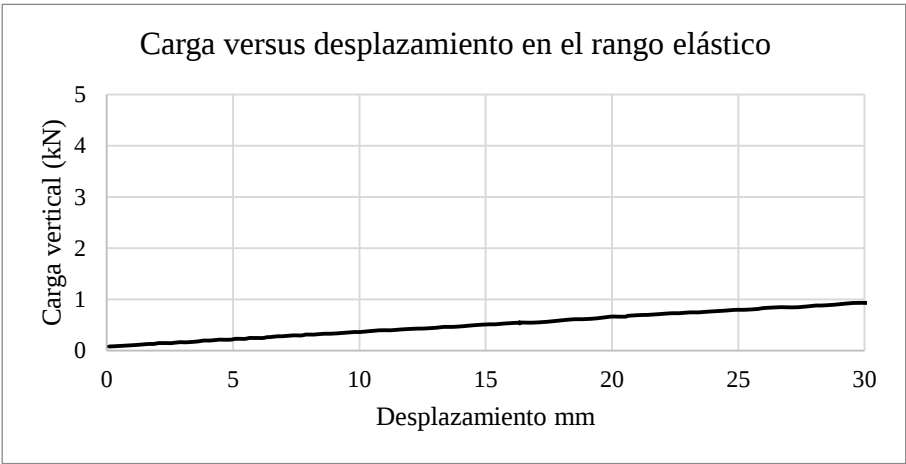
Comentario del tipo de falla:

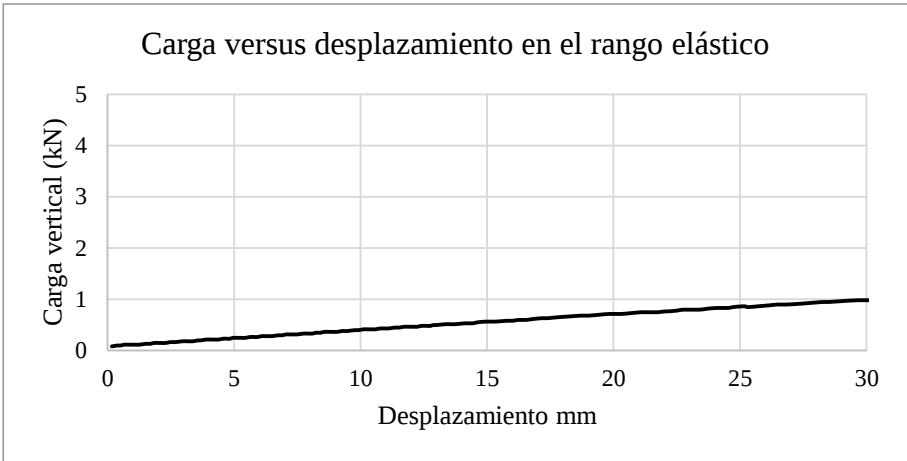
Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 2 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

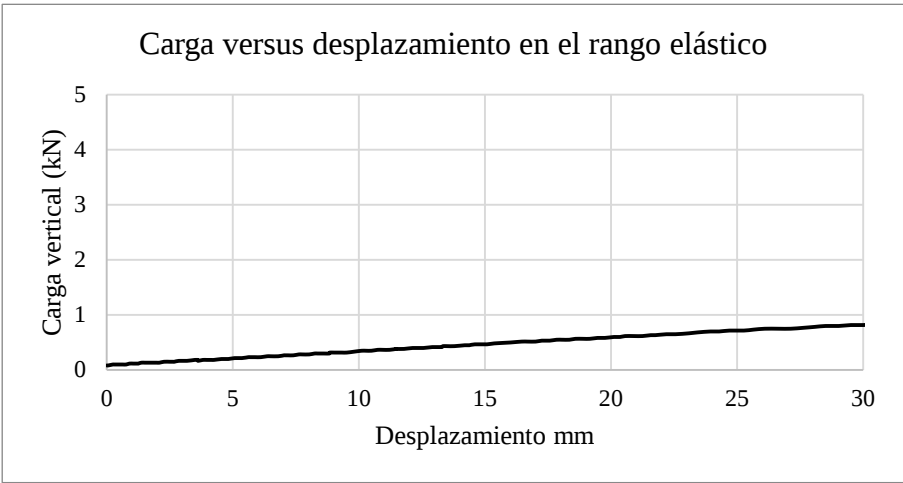
Evaluación del desempeño estructural:

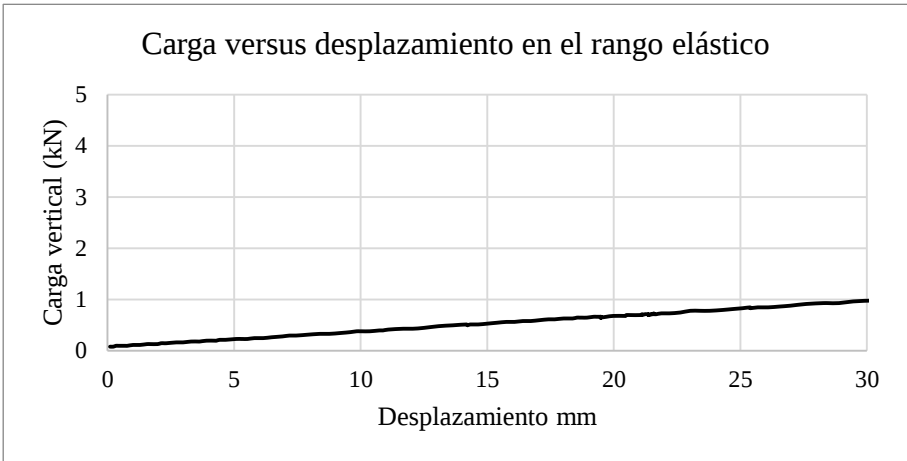
La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 4,15 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 10,67 mm.

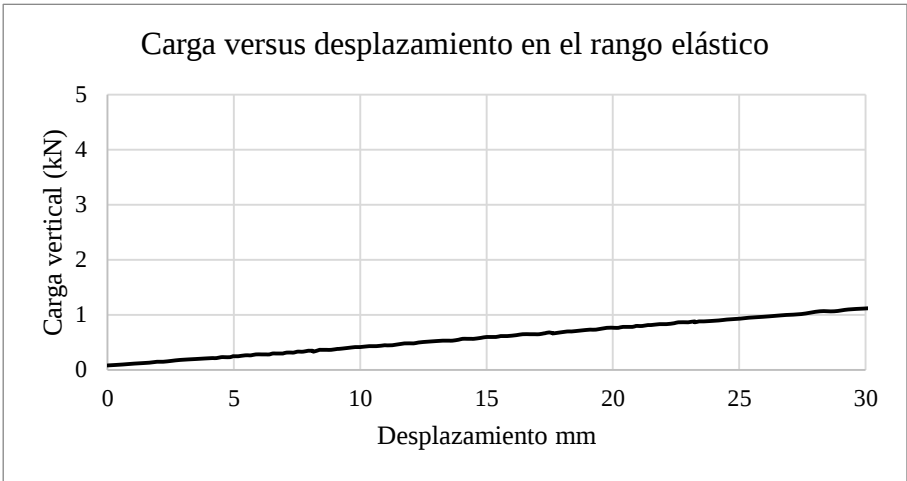
ANEXO 2

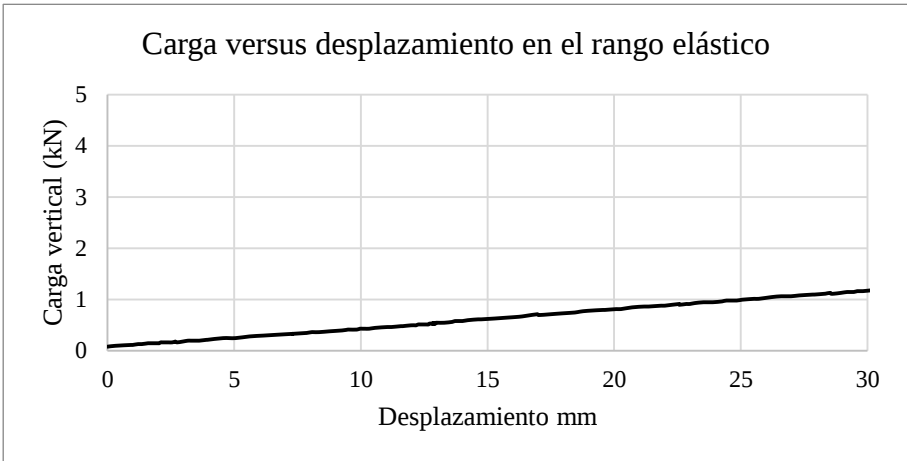
FICHA DE ENSAYO N°1																			
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm																		
Código de probeta: 200	Distancia entre apoyos: 610 mm																		
 Figura N°1: Probeta antes del ensayo	 Figura N°2: Probeta posterior al ensayo																		
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,8</td></tr> <tr><td>25</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>28,83</td><td>0,89</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,0</td></tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0	5	0,2	10	0,4	15	0,6	20	0,8	25	0,9	28,83	0,89	30	1,0
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)																		
0	0																		
5	0,2																		
10	0,4																		
15	0,6																		
20	0,8																		
25	0,9																		
28,83	0,89																		
30	1,0																		
Carga de rotura (kN): 1,66	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 28,83																		
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.																			
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,66 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 28,83 mm.																			

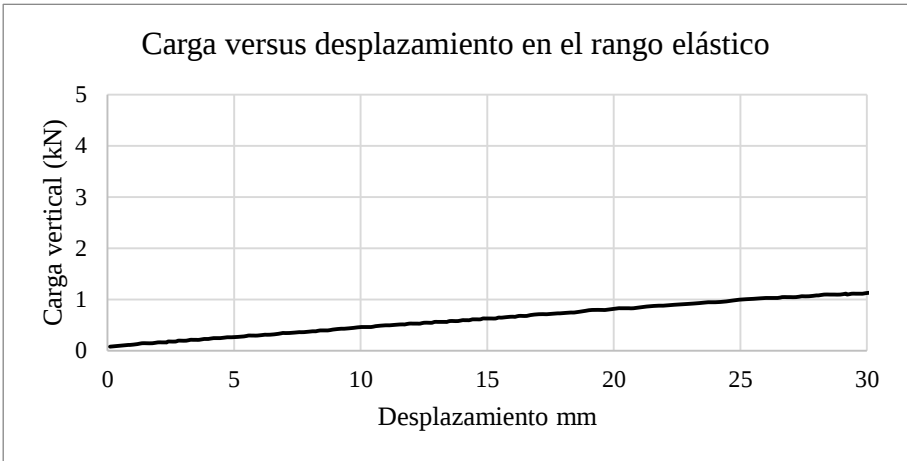
FICHA DE ENSAYO N°2																	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm																
Código de probeta: 201	Distancia entre apoyos: 610 mm																
 Figura N°3: Probeta antes del ensayo	 Figura N°4: Probeta posterior al ensayo																
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>15</td><td>0.60</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>25</td><td>0.95</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.00</td></tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0.00	5	0.20	10	0.40	15	0.60	20	0.80	25	0.95	30	1.00
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)																
0	0.00																
5	0.20																
10	0.40																
15	0.60																
20	0.80																
25	0.95																
30	1.00																
Carga de rotura (kN): 1,46	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 26,50																
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.																	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,46 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 26,50 mm.																	

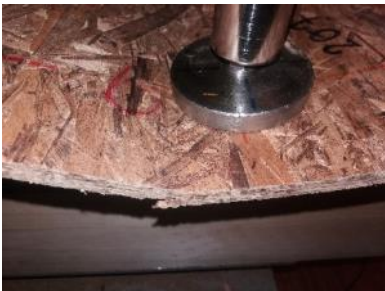
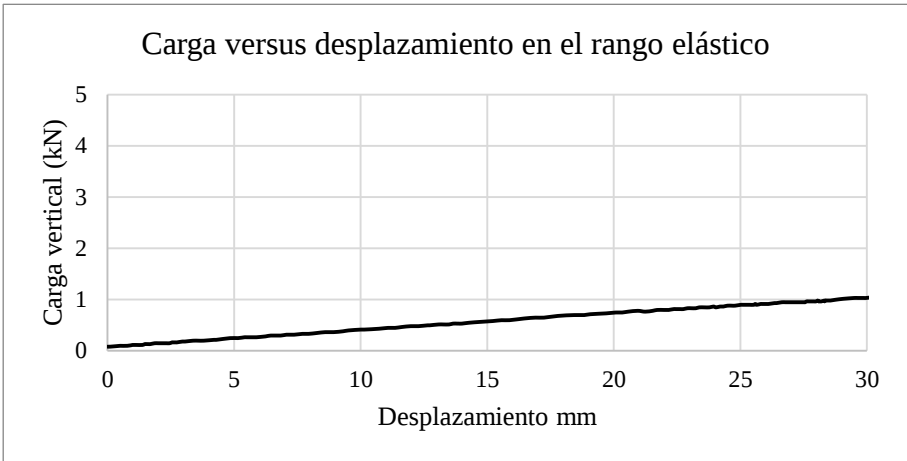
FICHA DE ENSAYO N°3	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm
Código de probeta: 202	Distancia entre apoyos: 610 mm
 Figura N°5: Probeta antes del ensayo	 Figura N°6: Probeta posterior al ensayo
Carga versus desplazamiento en el rango elástico 	
Carga de rotura (kN): 1,16	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 33,75
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,16 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 33,75 mm.	

FICHA DE ENSAYO N°4	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm
Código de probeta: 203	Distancia entre apoyos: 610 mm
 Figura N°7: Probeta antes del ensayo	 Figura N°8: Probeta posterior al ensayo
Carga versus desplazamiento en el rango elástico 	
Carga de rotura (kN): 1,48	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 27,6
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,48 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 27,6 mm.	

FICHA DE ENSAYO N°5																	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm																
Código de probeta: 204	Distancia entre apoyos: 610 mm																
 Figura N°9: Probeta antes del ensayo	 Figura N°10: Probeta posterior al ensayo																
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,8</td></tr> <tr><td>24,19</td><td>0,89</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,1</td></tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0	5	0,2	10	0,4	15	0,6	20	0,8	24,19	0,89	30	1,1
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)																
0	0																
5	0,2																
10	0,4																
15	0,6																
20	0,8																
24,19	0,89																
30	1,1																
Carga de rotura (kN): 1,75	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 24,19																
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.																	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,75 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 24,19 mm.																	

FICHA DE ENSAYO N°6																	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm																
Código de probeta: 205	Distancia entre apoyos: 610 mm																
 Figura N°11: Probeta antes del ensayo	 Figura N°12: Probeta posterior al ensayo																
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de Carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,8</td></tr> <tr><td>25</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,2</td></tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0	5	0,2	10	0,4	15	0,6	20	0,8	25	1,0	30	1,2
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)																
0	0																
5	0,2																
10	0,4																
15	0,6																
20	0,8																
25	1,0																
30	1,2																
Carga de rotura (kN): 1,83	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 22,57																
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.																	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,83 kN pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 22,57 mm.																	

FICHA DE ENSAYO N°7																	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm																
Código de probeta: 206	Distancia entre apoyos: 610 mm																
 Figura N°13: Probeta antes del ensayo	 Figura N°14: Probeta posterior al ensayo																
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,8</td></tr> <tr><td>25</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>30</td><td>1,2</td></tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0	5	0,2	10	0,4	15	0,6	20	0,8	25	1,0	30	1,2
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)																
0	0																
5	0,2																
10	0,4																
15	0,6																
20	0,8																
25	1,0																
30	1,2																
Carga de rotura (kN): 1,78	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 22,38																
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.																	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,78 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 22,38 mm.																	

FICHA DE ENSAYO N°8	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm
Código de probeta: 207	Distancia entre apoyos: 610 mm
 Figura N°15: Probeta antes del ensayo	 Figura N°16: Probeta posterior al ensayo
Carga versus desplazamiento en el rango elástico 	
Carga de rotura (kN): 1,63	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 25,02
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,63 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 25,02 mm.	

FICHA DE ENSAYO N°9

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 208

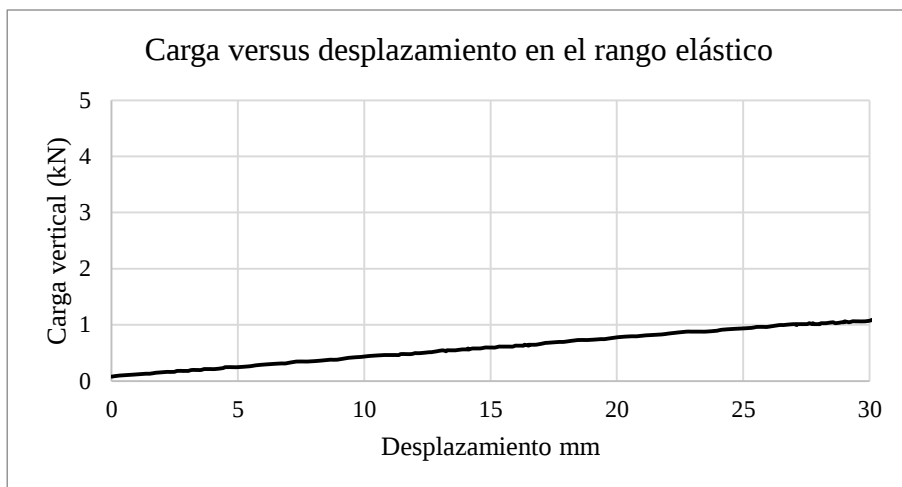
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°17: Probeta antes del ensayo



Figura N°18: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,73

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 23,97

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,73 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 23,97 mm.

FICHA DE ENSAYO N°10

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 209

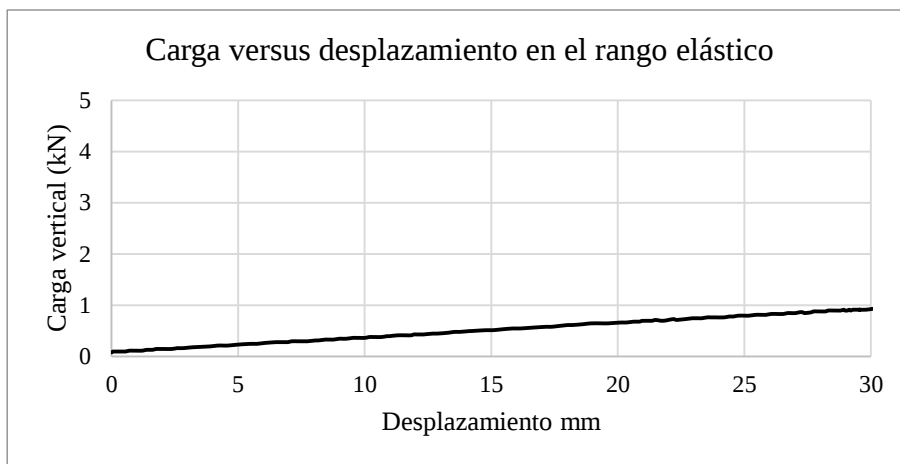
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°19: Probeta antes del ensayo



Figura N°20: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,63

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 28,31

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,63 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 28,31 mm.

FICHA DE ENSAYO N°11

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 210

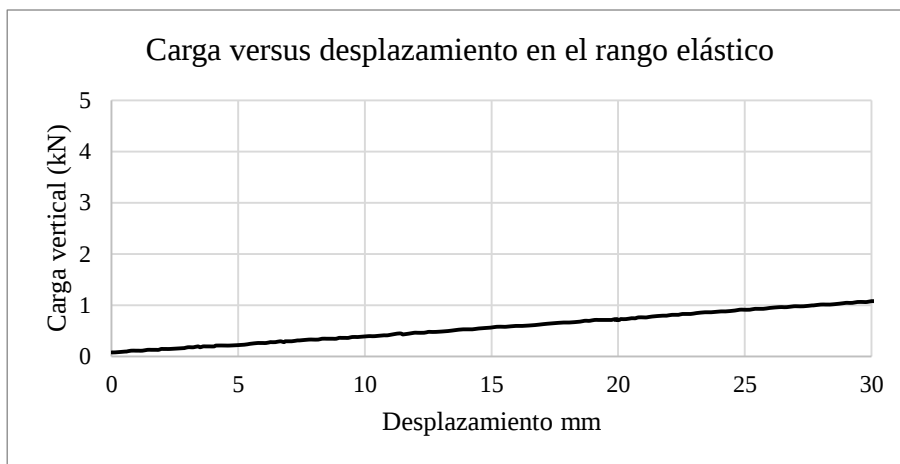
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°21: Probeta antes del ensayo



Figura N°22: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,58

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 24,61

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,58 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 24,61 mm.

FICHA DE ENSAYO N°12

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 211

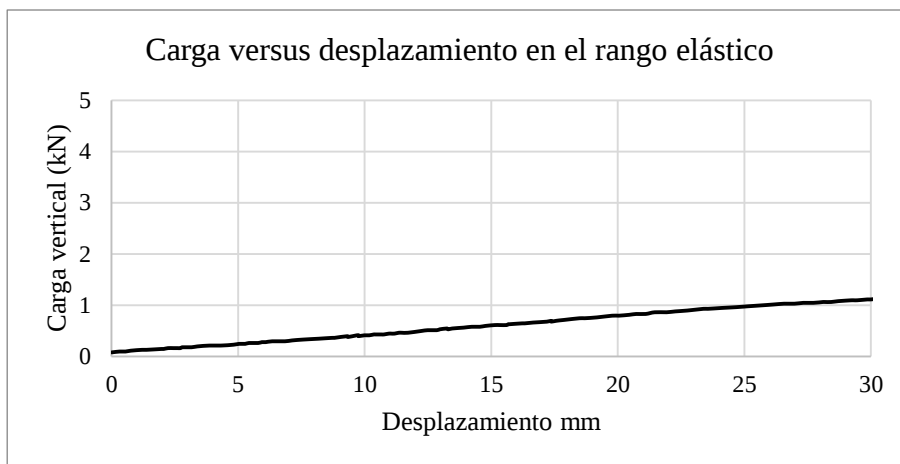
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°23: Probeta antes del ensayo



Figura N°24: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,71

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 22,75

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,71 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 22,75 mm.

FICHA DE ENSAYO N°13

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 212

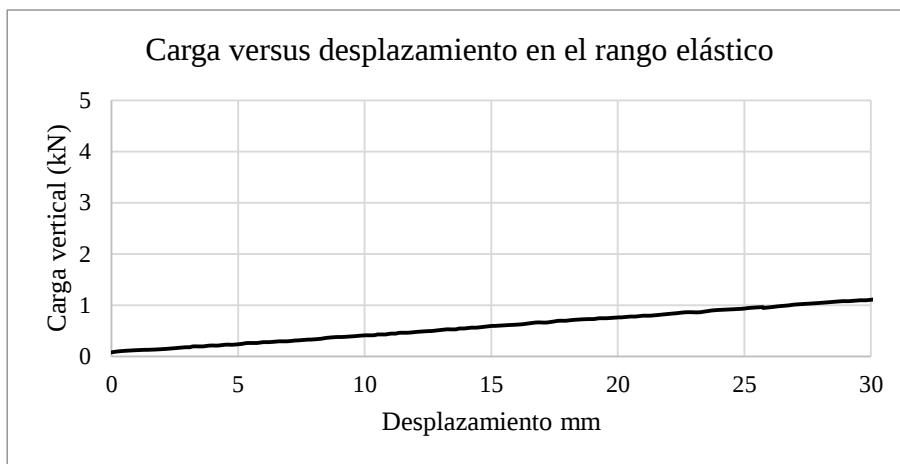
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°25: Probeta antes del ensayo



Figura N°26: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,51

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 23,7

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 23,7 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 1,51 mm.

FICHA DE ENSAYO N°14

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 213

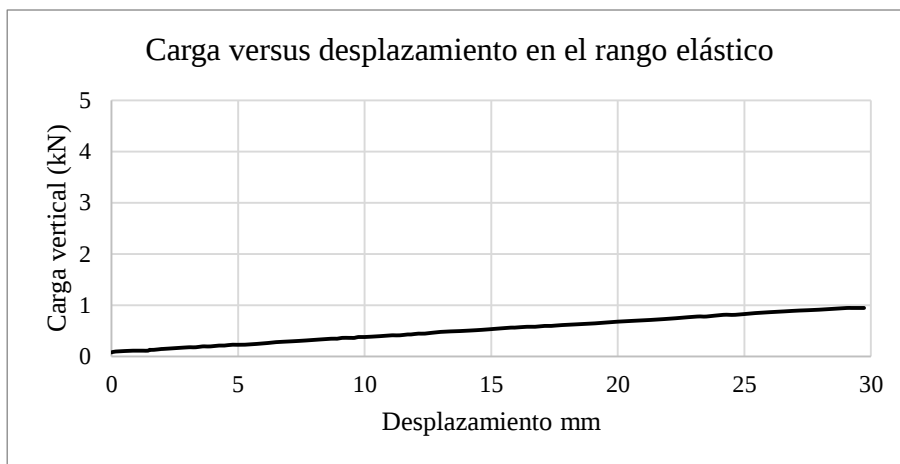
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°27: Probeta antes del ensayo



Figura N°28: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,73

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 27,18

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,73 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 27,18 mm.

FICHA DE ENSAYO N°15

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 214

Distancia entre apoyos: 610 mm

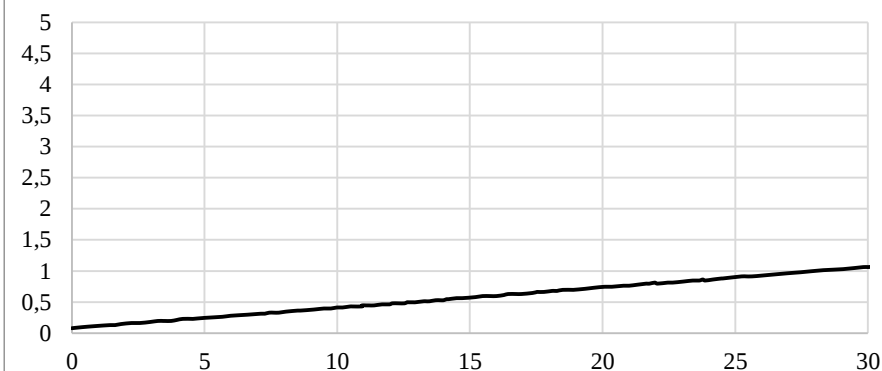


Figura N°29: Probeta antes del ensayo



Figura N°30: Probeta posterior al ensayo

Carga versus desplazamiento en el rango elástico



Carga de rotura (kN): 1,93

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 25,24

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1.5 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,93 kN pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 25,24 mm.

FICHA DE ENSAYO N°16

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición seca.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 215

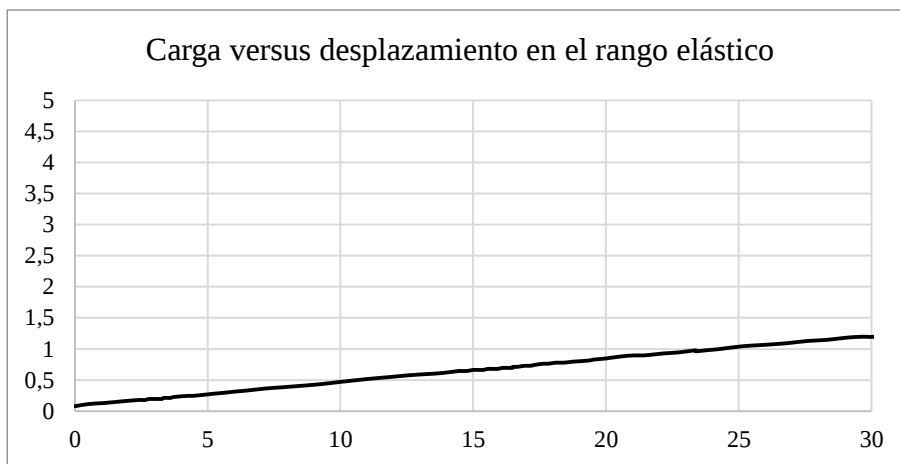
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°31: Probeta antes del ensayo



Figura N°32: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,70

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 21,04

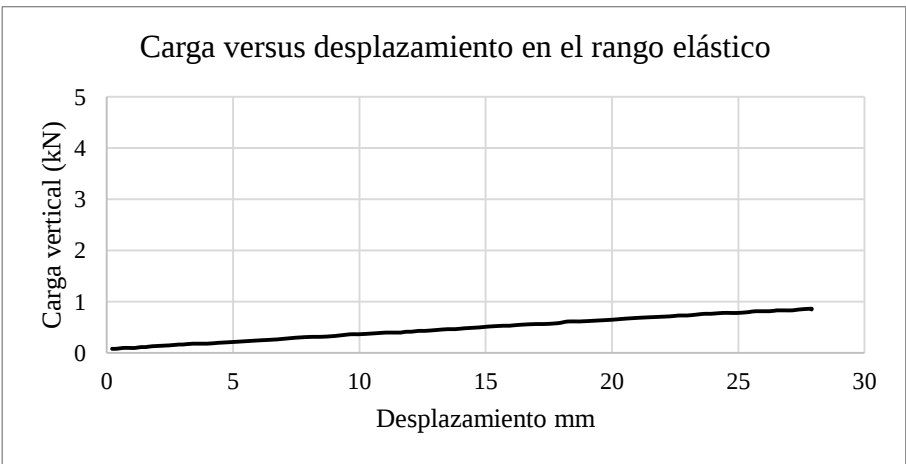
Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,70 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 21,04 mm.

ANEXO 3

FICHA DE ENSAYO N°1																			
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm																		
Código de probeta: 120 ECC-2H	Distancia entre apoyos: 610 mm																		
 Figura N°1: Probeta antes del ensayo	 Figura N°2: Probeta posterior al ensayo																		
Carga versus desplazamiento en el rango elástico  <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de carga versus desplazamiento</caption> <thead> <tr> <th>Desplazamiento (mm)</th> <th>Carga vertical (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>27,91</td> <td>0,89</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>1,63</td> </tr> </tbody> </table>		Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)	0	0	5	0,2	10	0,4	15	0,6	20	0,8	25	1,0	27,91	0,89	28	1,63
Desplazamiento (mm)	Carga vertical (kN)																		
0	0																		
5	0,2																		
10	0,4																		
15	0,6																		
20	0,8																		
25	1,0																		
27,91	0,89																		
28	1,63																		
Carga de rotura (kN): 1,63	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 27,91																		
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.																			
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,63 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 21,91 mm.																			

FICHA DE ENSAYO N°2

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 121 ECC-1H

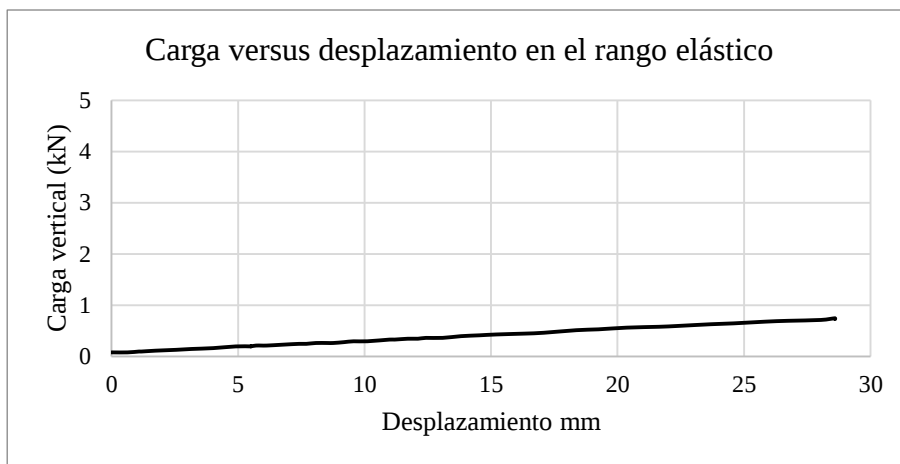
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°3: Probeta antes del ensayo



Figura N°4: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,28

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 28,60

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,28 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 28,60 mm.

FICHA DE ENSAYO N°3

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 122 ECC-5H

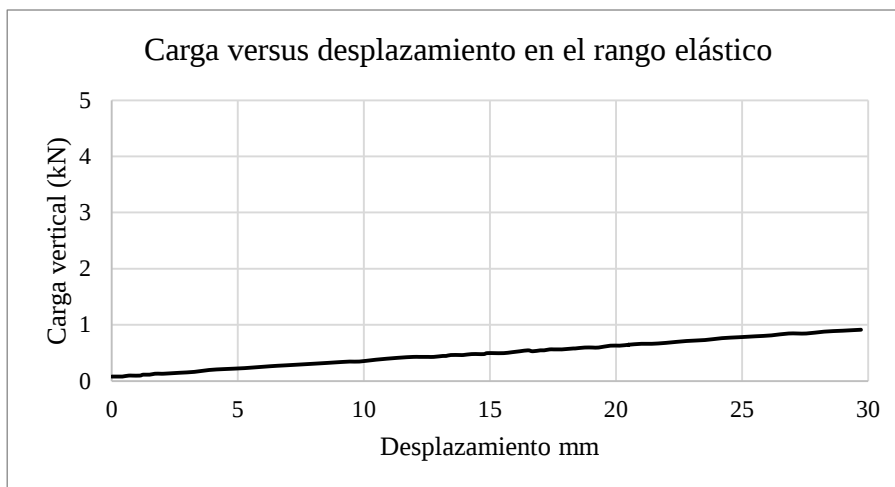
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°5: Probeta antes del ensayo



Figura N°6: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,65

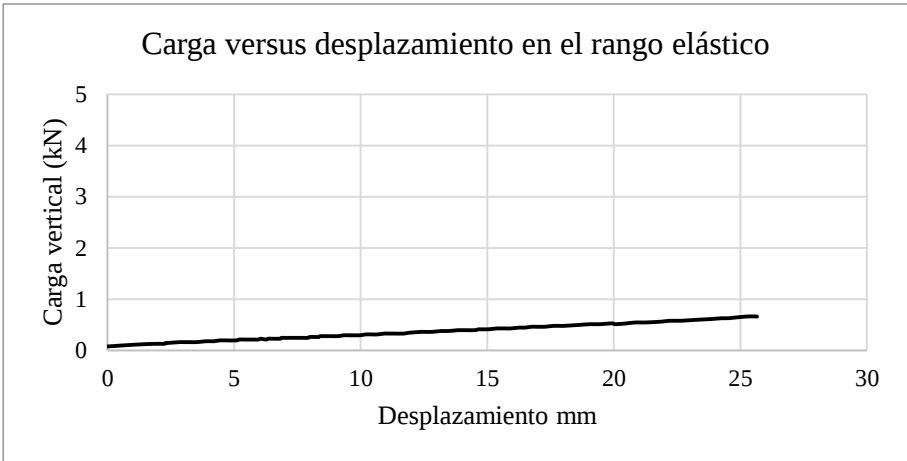
Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 29,00

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,65 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 29,00 mm.

FICHA DE ENSAYO N°4	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm
Código de probeta: 123 ECC-4H	Distancia entre apoyos: 610 mm
 Figura N°7: Probeta antes del ensayo	 Figura N°8: Probeta posterior al ensayo
Carga versus desplazamiento en el rango elástico 	
Carga de rotura (kN): 1,40	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 25,66
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,40 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 25,66 mm.	

FICHA DE ENSAYO N°5

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 124 ECC-3H

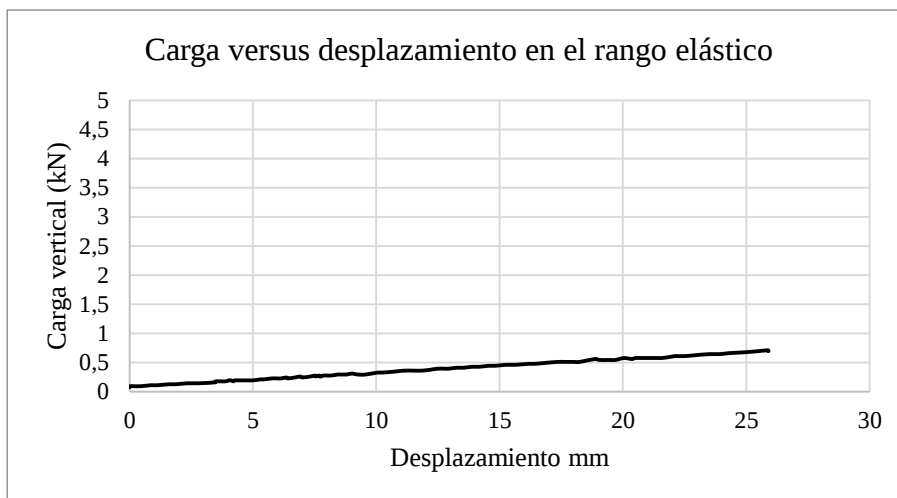
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°9: Probeta antes del ensayo



Figura N°10: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,63

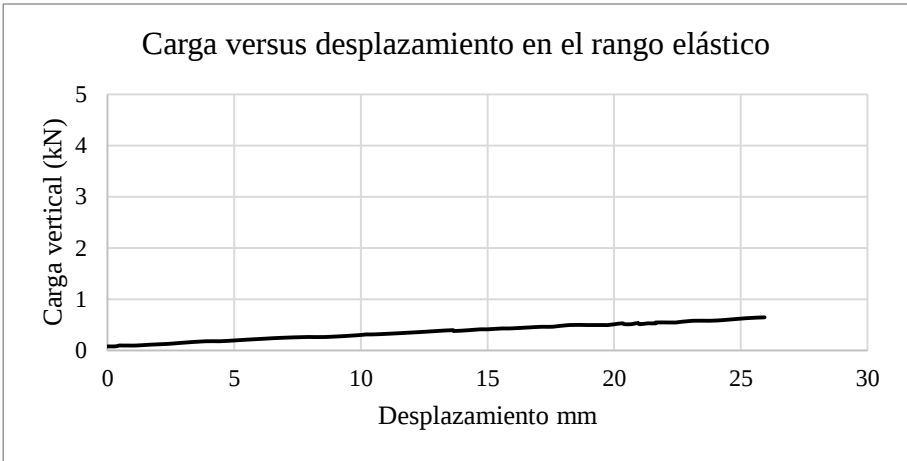
Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 25,90

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,63 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 25,90 mm.

FICHA DE ENSAYO N°6	
Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.	Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm
Código de probeta: 125 ECC-6H	Distancia entre apoyos: 610 mm
 Figura N°11: Probeta antes del ensayo	 Figura N°12: Probeta posterior al ensayo
Carga versus desplazamiento en el rango elástico 	
Carga de rotura (kN): 1,33	Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 25,94
Comentario del tipo de falla: Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.	
Evaluación del desempeño estructural: La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,33 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 25,94 mm.	

FICHA DE ENSAYO N°7

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 126 ECC-7H

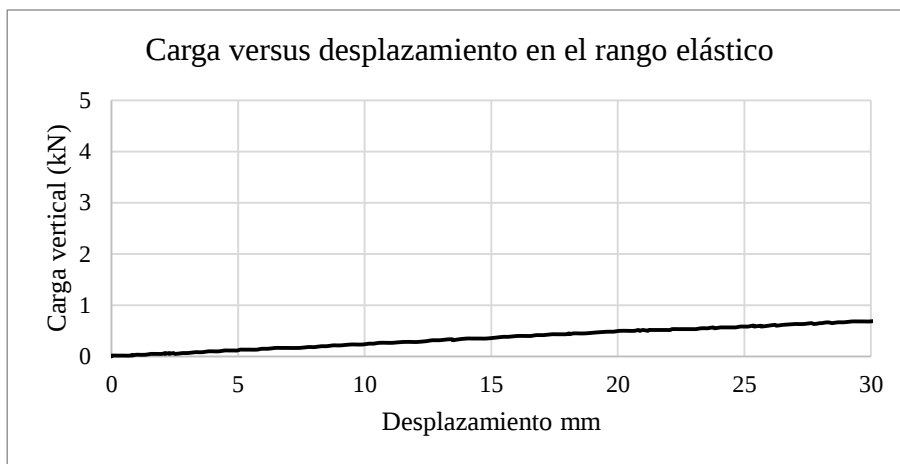
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°13: Probeta antes del ensayo



Figura N°14: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,53

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 31,17

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,53 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 31,17 mm.

FICHA DE ENSAYO N°8

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 127 ECC-8H

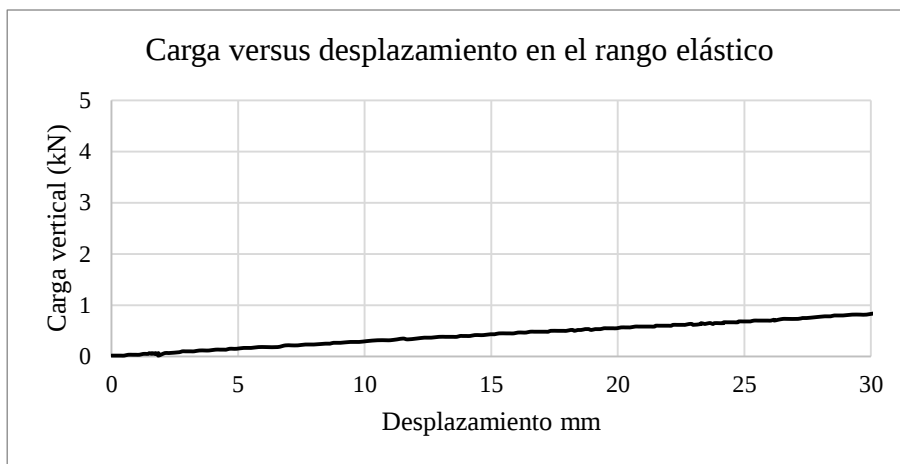
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°15: Probeta antes del ensayo



Figura N°16: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,95

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 30,66

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,95 kN pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 30,66 mm.

FICHA DE ENSAYO N°9

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 128 ECC-9H

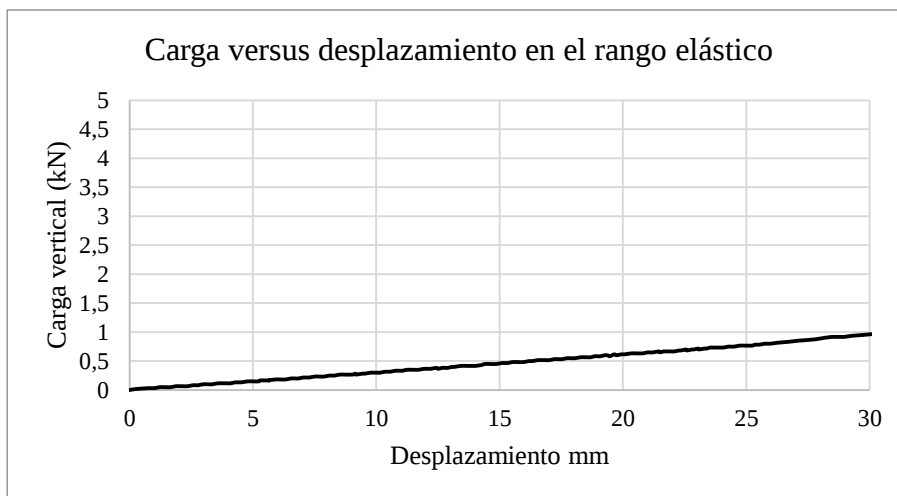
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°17: Probeta antes del ensayo



Figura N°18: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,87

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 28,45

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,87 kN pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 28,45 mm.

FICHA DE ENSAYO N°10

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 129 ECC-10H

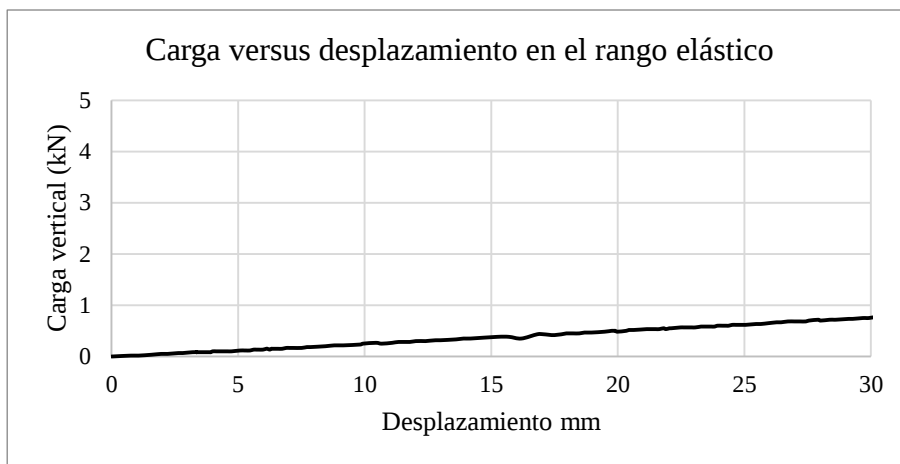
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°19: Probeta antes del ensayo



Figura N°20: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,70

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 31,80

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,70 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 31,80 mm.

FICHA DE ENSAYO N°11

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 130 ECC-11H

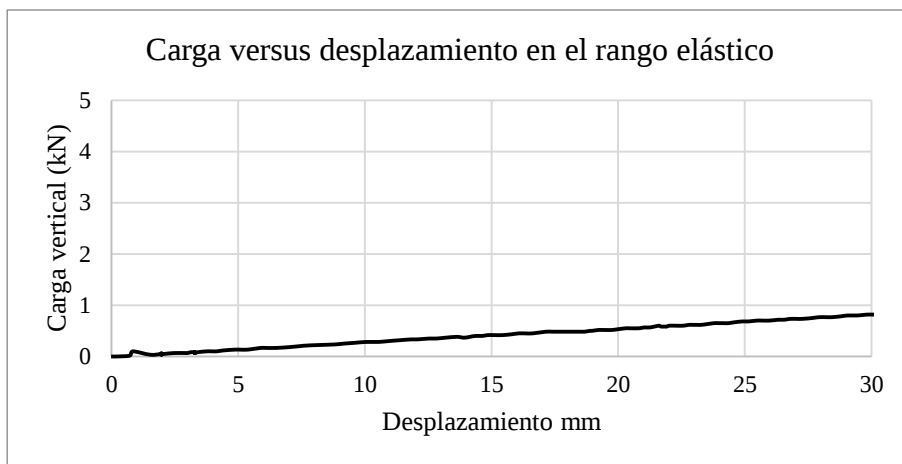
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°21: Probeta antes del ensayo



Figura N°22: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,62

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 30,92

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,62 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 30,92 mm.

FICHA DE ENSAYO N°12

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 131 ECC-12H

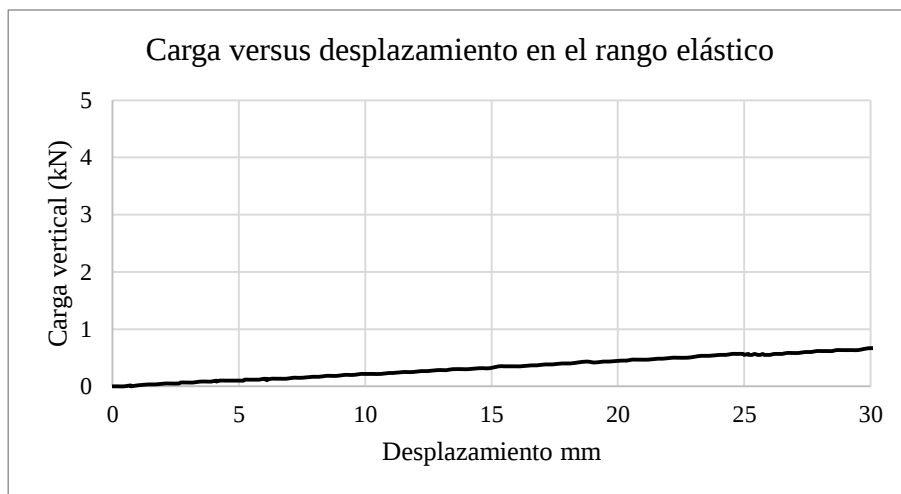
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°23: Probeta antes del ensayo



Figura N°24: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,40

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 30,62

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,40 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 30,62 mm.

FICHA DE ENSAYO N°13

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 132 ECC-15H

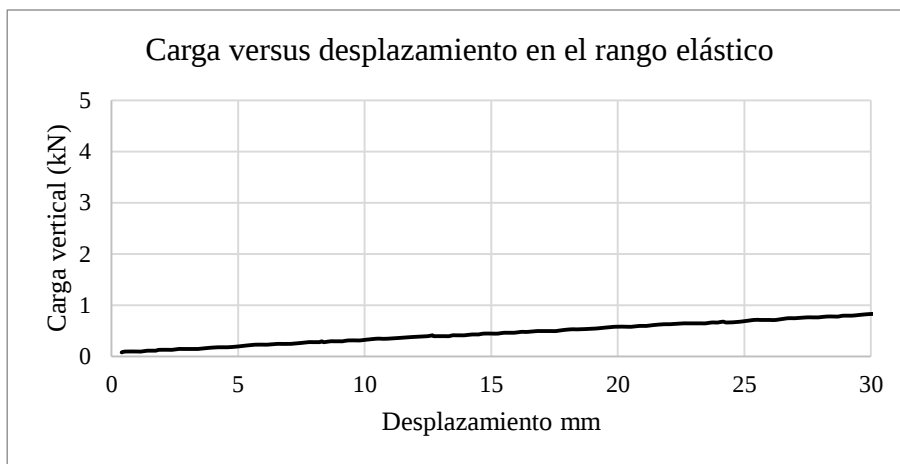
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°25: Probeta antes del ensayo



Figura N°26: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,85

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 30,44

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de kN 1.85 pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 30,44 mm.

FICHA DE ENSAYO N°14

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 133 ECC-14H

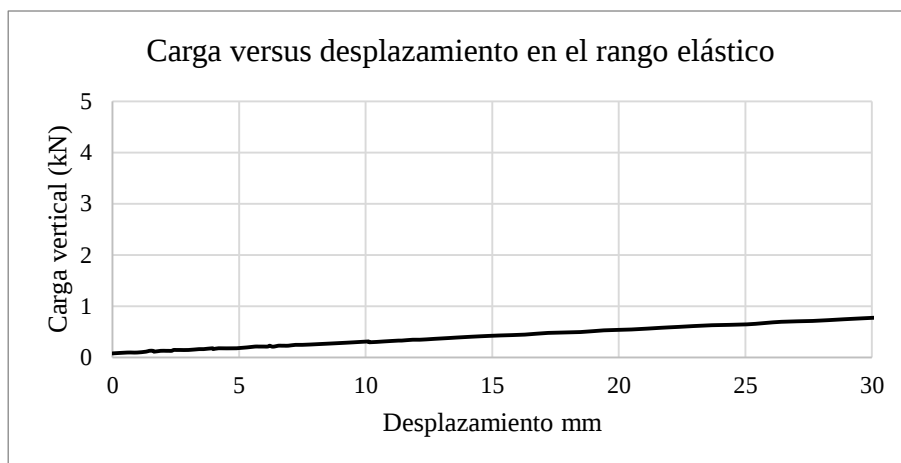
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°27: Probeta antes del ensayo



Figura N°28: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,78

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 31,24

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,77 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 31,24 mm.

FICHA DE ENSAYO N°15

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 134 ECC-16H

Distancia entre apoyos: 610 mm

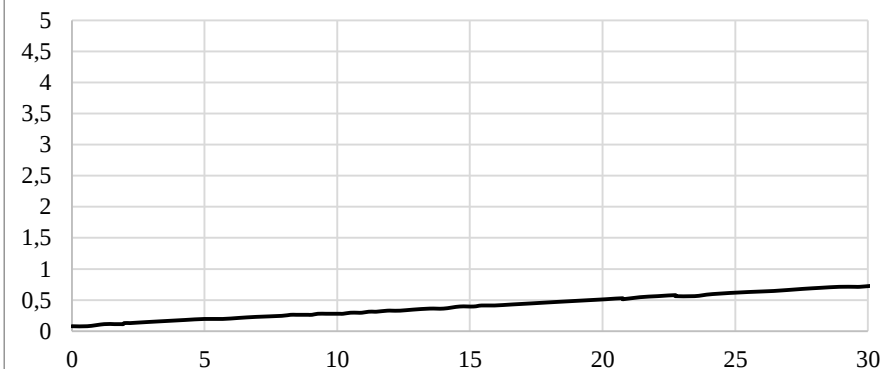


Figura N°29: Probeta antes del ensayo



Figura N°30: Probeta posterior al ensayo

Carga versus desplazamiento en el rango elástico



Carga de rotura (kN): 1,73

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 29,69

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1.5 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,73 kN pero el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 29,69 mm.

FICHA DE ENSAYO N°16

Tipo de ensayo: Carga concentrada en condición húmeda.

Tamaño de la probeta: 610 x 1.220mm

Código de probeta: 135 ECC-13H

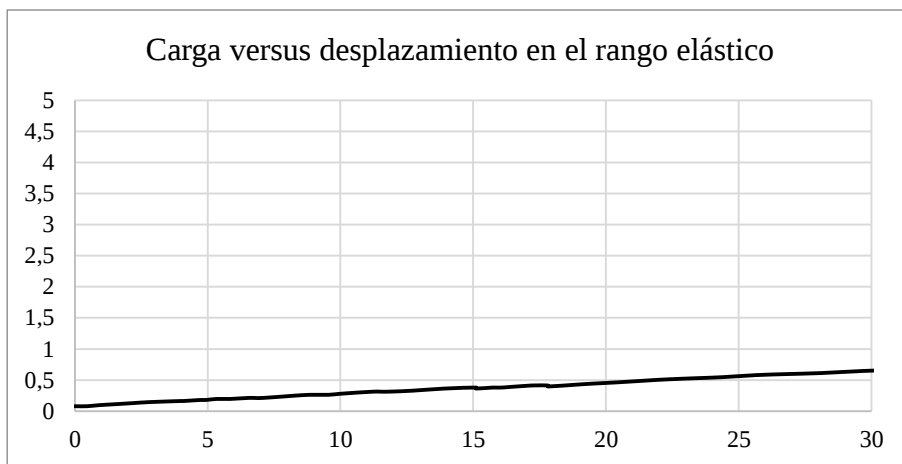
Distancia entre apoyos: 610 mm



Figura N°31: Probeta antes del ensayo



Figura N°32: Probeta posterior al ensayo



Carga de rotura (kN): 1,26

Desplazamiento para carga de 0,89 kN: 30,91

Comentario del tipo de falla:

Se aprecia que el comportamiento lineal se logra hasta la carga de 1 kN aproximadamente, y a continuación pierde su linealidad generándose una fractura frágil en el panel.

Evaluación del desempeño estructural:

La normativa PS 2-10 establece que el requisito para el ensayo de carga concentrada es obtener una carga de ruptura del panel mayor o igual a 1,78 kN. Además, para la carga de 0,89 kN el desplazamiento debe ser de 12,7 mm. Por tanto, la probeta no cumple con los requerimientos, ya que alcanza una carga de ruptura de 1,26 kN y el desplazamiento para la carga de 0,89 kN corresponde a 30,91 mm.

SEDE DIAGUITAS
Juan Georgini Runi 1507, La Serena
(56-9) 6589 32 11

SEDE METROPOLITANA
Sucre 2397, Ñuñoa, Santiago
Fono: (56-2) 2366 71 20

SEDE BIO BIO
Camino a Coronel km. 7,5, San Pedro de la Paz,
Concepción
Fono / Fax: (56-41) 285 32 60

SEDE LOS RÍOS
Fundo Teja Norte s/n, Valdivia
Fono: (56-63) 233 52 00

OFICINA CHILOÉ
Oficina Chiloé
Guarategua Lepe s/n, Nercón.
(56-65) 263 36 41

SEDE PATAGONIA
Camino Coyhaique Alto Km. 4,5, Coyhaique
Fono: (56-9) 883 18 60



INFOR

www.infor.cl