

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la muestra y clasificación de tablas

Con la finalidad de obtener material representativo de la producción nacional, dos muestreos provenientes de plantaciones y aserraderos de dos empresas que comercializan madera en el país fueron estudiados: M1, localizado en el departamento de Paysandú (litoral), compuesto por árboles de 25 años de edad y de diámetros a altura de pecho (DAP) de 450 mm (promedio), y M2, ubicado en el departamento de San José (suroeste), con árboles de 15 años y de 300 mm de DAP. La composición de especies, similar en ambos muestreos, consistió en 90% de *P. elliottii* y 10% de *P. taeda*. El marco de plantación fue de 3 m x 3 m, y 4 m x 2,50 m en M1 y M2 respectivamente. En ambos montes se realizaron raleos a los 5, 7 y 10 años, y en M1 adicionalmente a los 15 años. De la línea de producción de cada aserradero, se seleccionaron de un total de más de 600, 480 piezas de 60 mm x 170 mm x 3300 mm, totalizando 960 unidades entre ambos muestreos. Mediante evaluación visual de nudosidades y presencia de médula, las piezas fueron pre-clasificadas in situ simplificando los lineamientos de NCh 1207 (2005), en tres grados: grado selecto (GS), grado 1 (G1) y grado 2 (G2). Las cabezas de las piezas fueron pintadas a efectos de identificar su grado. Todas las piezas de M1 y M2 fueron secadas en el mismo horno y con igual agenda hasta alcanzar aproximadamente 18% de contenido de humedad (CH); luego fueron cepilladas en sus cuatro caras hasta obtener dimensiones de 50 x 150 x 3200 mm, embaladas en film de polietileno y trasladadas al Departamento de Proyectos Forestales del LATU. Allí fueron clasificadas en segunda instancia siguiendo las especificaciones de NCh 1207 (2005). Primero se evaluaron alabeos, atribuibles principalmente al proceso de secado, que determinaron el rechazo o la aceptación de la pieza. Consecutivamente se realizó la clasificación por nudosidades, y finalmente se valoraron otros atributos, como inclinación de la fibra, arista faltante, bolsillos de resina y corteza, fisuras y médula.

Ensayos en el grado

Luego de clasificadas, el conjunto de piezas fue dividido en tres grupos para ensayos de flexión, compresión y tracción paralela a la fibra. Cada grupo contó con una cantidad aproximadamente igual de piezas de cada grado.

Las piezas destinadas a ensayos de compresión y tracción fueron embaladas en film de polietileno y enviadas al Instituto Forestal INFOR de Concepción, Chile, donde se realizaron los ensayos correspondientes.

Los ensayos de flexión fueron realizados en el Departamento de Proyectos Forestales del LATU, según ASTM D198-09 (2011) con la disposición de la viga simplemente apoyada y la aplicación de dos cargas en los extremos del tercio central. Se utilizó una máquina universal Minebea con una celda de carga de 250 kN y con capacidad para aplicar cargas a velocidad constante. El vuelco o pandeo lateral durante el ensayo fue impedido mediante dos soportes laterales, cuyas características permitieron el movimiento vertical y evitar la fricción de la viga, cada uno ubicado entre el punto de aplicación de la carga y la reacción. La deformación fue medida con un extensómetro ubicado en el plano neutro y en la mitad de la luz de la pieza. Para cada viga se calculó la tensión de rotura (f_m) y el módulo de elasticidad global en flexión ($E_{m,g}$) de acuerdo a:

$$f_m = \frac{F_{max} L}{bh^3} \quad (1)$$

$$E_{m,g} = \frac{L^3 (F_2 - F_1)}{4,7bh^3 (\omega_2 - \omega_1)} \quad (2)$$

donde F_{max} es el valor de la carga máxima aplicada; L es la luz de ensayo (2700 mm); b y h son base y altura respectivamente de la sección transversal; $F_2 - F_1$ incremento de carga en el tramo recto de la curva carga deformación; $\omega_2 - \omega_1$ incremento de la deformación correspondiente a $F_2 - F_1$.



Adicionalmente, el módulo de elasticidad local o libre de corte ($E_{m,l}$) fue derivado a partir del global de acuerdo a (ASTM D198-09 2011):

$$E_{m,l} = \frac{E_{avg}}{\left(1 - \frac{l(F_2 - F_1)}{5bhG(\omega_2 - \omega_1)}\right)} \quad (3)$$

donde G es el módulo de corte, estimado de acuerdo a (Bodig *et al.* 1993):

$$G = \frac{E_{avg}}{16} \quad (4)$$

Luego de finalizado el ensayo, de cada viga se extrajo una probeta de dimensiones iguales a la sección transversal para determinar la densidad aparente corriente y el CH de acuerdo a ASTM D 2395-07 (2011).

Los ensayos de compresión paralela fueron realizados de acuerdo a NCh 3028/1 (2006), en una máquina de ensayo con un marco de carga/reacción de compresión diseñado para una capacidad de 400 kN, con un cilindro hidráulico marca Enerpac de 300 kN de capacidad. La adquisición de datos se realizó en forma digital directa a PC mediante un transductor de presión de 60 MPa de capacidad y 6,9 kPa de sensibilidad, que permite el registro de datos en forma continua con frecuencias superiores a 100 datos por segundo. Para cada pieza fue determinada la tensión de rotura de compresión ($f_{c,0}$). Luego de finalizado el ensayo, de cada pieza se extrajo una probeta de dimensiones iguales a la sección transversal para determinar la densidad aparente corriente y el CH de acuerdo a NCh 3028/1 (2006).

Los ensayos de tracción paralela a la fibra fueron realizados de acuerdo a NCh 3028/1 (2006), en una máquina de ensayo Metriguard 403, con una celda de carga de 500 kN, con un sistema compuesto por dos cilindros hidráulicos marca Enerpac de 500 kN de capacidad. La adquisición de datos se realizó en forma digital directa a PC mediante un transductor de presión de 60 MPa de capacidad y 6,9 kPa de sensibilidad. Para cada pieza fue determinada la tensión de rotura de tracción ($f_{t,0}$). Luego de finalizado el ensayo, de cada pieza se extrajo una probeta de dimensiones iguales a la sección transversal para determinar la densidad aparente corriente y el CH de acuerdo a NCh 3028/1 (2006).



Ajuste de las propiedades mecánicas y densidad por contenido de humedad

Los valores experimentales de resistencias de flexión, compresión paralela y tracción paralela a la fibra que superaron los umbrales de 16,6 9,65 y 21,7 MPa respectivamente, fueron ajustados al 12% de CH de acuerdo a (ASTM D 1990-07 2011):

$$S_2 = S_1 + \left\{ \frac{(S_1 - B_1)}{(B_2 - M_1)} \right\} (M_1 - M_2) \quad (5)$$

donde S_1 y S_2 son las propiedades (en MPa) determinadas al CH M_1 y M_2 (en %) respectivamente; B_1 y B_2 son constantes de humedad.

Los módulos de elasticidad fueron ajustados al 12% de CH de acuerdo a (ASTM D1990-07 2011):

$$S_2 = S_1 \left[\frac{B_1 - (B_2 \times M_2)}{B_1 - (B_2 \times M_1)} \right] \quad (6)$$

donde S_1 y S_2 son las propiedades (en MPa) determinadas al CH M_1 y M_2 (en %) respectivamente; B_1 y B_2 son constantes de humedad.

La densidad fue ajustada al 12% de CH de acuerdo a (USDA1999):

$$D_2 = \frac{D_1}{[1 - 0,265(30 - M_2) / 100D_1]} \quad (7)$$

donde D_2 es la densidad al CH deseado M_2 (en %); D_1 es la densidad básica (peso seco y volumen verde).

Análisis de datos y derivación de tensiones

La asignación a grados estructurales se efectuó para calidades visuales por lo cual la metodología de clasificación fue contrastada con los resultados de los ensayos mecánicos. Estudios previos (Moya *et al.* 2013) realizados sobre cuerpos de prueba de pequeñas dimensiones y libre de defectos mostraron diferencias significativas entre la madera de los muestreos M_1 y M_2 . Esta observación fue verificada en el presente estudio para piezas de tamaño estructural mediante análisis de varianza (ANOVA). Adicionalmente dentro de cada muestreo, las propiedades estructurales fueron sujetas primero a ANOVA para rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias de los grados, y luego al test Fisher LSD (Least Significant Difference) para comparar las medias y establecer diferencias entre pares.



El procedimiento de derivación de tensiones de los grados estructurales se realizó de acuerdo a ASTM D 2915-10 (2011), limitando el percentil de exclusión al 5% y con una confiabilidad estadística recomendada para piezas estructurales del 75%. Para cada grupo, los datos fueron ordenados en orden creciente y la estadística descriptiva estimada. Para cada propiedad el valor característico (f_k) quedó definido por el valor de ensayo asociado a la estadística de orden que corresponde al 5 por ciento del tamaño de la muestra. Cuando este valor no coincidió con un resultado experimental, se realizó interpolación lineal entre los dos valores más cercanos. Vale señalar que si bien en el presente estudio fueron utilizados los cuerpos normativos de INN y ASTM, las normas chilenas NCh 3028/1 y NCh 3028/2, especifican lineamientos de ensayos y criterios de análisis similares a los indicados en ASTM D 198, ASTM D 1990, y ASTM D 2915, y los datos presentados en este artículo son consistentes con ambos corpus. Adicionalmente, a efectos de incluir las piezas de madera en un determinado grado estructural del sistema chileno para pino radiata, las propiedades tabuladas en NCh 1198 (2005) fueron empleadas para derivar sus correspondientes valores característicos de resistencias de flexión, tracción paralela y compresión paralela, que ajustados al igual que el valor medio del módulo de elasticidad global a piezas de 150 mm de altura, permitieron realizar una justa comparación.

Por otro lado, se evaluó la posibilidad de incluir las piezas estudiadas en una determinada clase resistente del sistema europeo; los datos de las propiedades estructurales fueron referidos y eventualmente ajustados a las condiciones establecidas en EN 384 (2010) y EN 408 (2010), y luego de procesados en grupos de tensiones, comparados con las clases de EN 338.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La clasificación visual realizada en laboratorio confirmó al 80% de las piezas en sus grados iniciales (GS, G1 o G2), asignó a otro distinto al inicial al 7% y rechazó (R), fundamentalmente por alabeos, al 11% (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de piezas clasificadas de acuerdo a NCh 1207.

Grado	Cantidad
GS	293
G1	292
G2	255
R	111
Total	951

Diferencias entre muestreos

Los resultados de ANOVA sintetizados en la tabla 2 mostraron diferencias significativas en el comportamiento mecánico de las piezas de los muestreos M1 y M2, y confirmaron lo reportado por Moya *et al.* (2013), en su estudio de pequeñas probetas libres de defectos. En ese trabajo se sugiere que las diferencias entre propiedades de la madera de 24 años del litoral y la de 15 años del suroeste, son atribuibles principalmente a la excesiva proporción de madera juvenil presente en esta última. La constatación de esas diferencias entre muestreos llevó a continuar el análisis en forma independiente uno del otro.

Tabla 2. Análisis de varianza de propiedades mecánicas de cuerpos de prueba de *Pinus taeda* y *P. elliottii*.

Valores de p- M1 vs M2 ¹ para las propiedades:					
$E_{m,g}$	$E_{m,l}$	f_m	$f_{c,0}$	$f_{t,0}$	ρ
p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001

¹M1 y M2: muestreos constituidos por madera de árboles de 25 años del litoral, y de 15 años del suroeste respectivamente

La tabla 3 muestra los resultados de los análisis estadísticos de las propiedades de flexión y densidad de los cuerpos de prueba de los muestreos M1 y M2. Los valores medios de módulo de elasticidad global ($E_{m,g}$), resistencia de flexión (f_m) y densidad (ρ) de las vigas de M1, se situaron entre 5500 -7400 MPa, 23-47 MPa, y 410-470 kg/m³, respectivamente, y son consistentes con los valores publicados en la literatura nacional (O'Neill *et al.* 2002, 2003). Para M2, los valores variaron entre 4600 -5600 MPa, 20-29 MPa y 360-380 kg/m³, resultados que son similares a los reportados por Biblis (2006) en su estudio sobre piezas de madera de *Pinus taeda* de 19 años. En todos los casos, el CH de las probetas extraídas de los cuerpos de prueba de tamaño estructural luego de los respectivos ensayos de flexión, compresión y tracción, se situó entre 10 y 14%.

En M1 y M2, el patrón de falla de rotura en flexión se inició en las zonas cercanas a los nudos, al igual que lo observado por Pérez del Castillo *et al.* (2003).

Dentro de cada muestreo ANOVA rechazó la hipótesis nula de igualdad de medias de las propiedades de flexión y densidad. Cuando se realizó la comparación pareada (entre grados) para las propiedades de las piezas de M1, el test de Fisher LSD encontró que la rigidez y la densidad de GS son significativamente mayores que las respectivas de G1 y G2, no habiendo detectado diferencias entre los dos grados inferiores; mientras que para la resistencia de flexión, se encontraron diferencias entre los tres grados.

Análogamente para las piezas de M2, LSD detectó que la rigidez y la densidad de GS son significativamente mayores que las respectivas de G2, mientras que la resistencia de flexión de las piezas G2 es significativamente inferior que las resistencias de G1 y GS.

Tabla 3. Análisis estadístico de propiedades de flexión y densidad¹.

Muestreo ²	Grado	Nº rep	$E_{m,g}$ ³ [MPa]	LSD ⁴	$E_{m,l}$ ³ [MPa]	LSD ⁴	f_m ³ [MPa]	LSD ⁴	ρ ³ [kg/m ³]	SD ⁴
M1	GS	55	7489 (2370)	a	7852 (2484)	a	47 (15)	a	470 (43)	a
	G1	31	5940 (2587)	b	6231 (2714)	b	31 (12)	b	423 (23)	b
	G2	16	5594 (1549)	b	5869 (1622)	b	23 (10)	c	414 (167)	b
M2	GS	29	5675 (1545)	a	5955 (1419)	a	29 (11)	a	378 (33)	a
	G1	76	4960 (1211)	ab	5207 (1270)	ab	26 (8)	a	368 (38)	ab
	G2	44	4681 (1199)	b	4915 (1258)	b	20 (9)	b	360 (21)	b

¹Referidos al 12% de CH

²M1 y M2: muestreos constituidos por madera de árboles de 25 años del litoral, y de 15 años del suroeste respectivamente

³Valores medios. Entre paréntesis se indica desviación estándar

⁴Test Fisher LSD (Least Significant Difference). Dentro de cada muestreo, valores medios seguidos de igual letra en cada columna indica que no existen diferencias significativas ($\alpha=0,05$)



Los bajos valores de rigidez observados especialmente en los grados G1 y G2 pueden ser atribuidos a la ocurrencia de madera juvenil, identificada entre otras características, por la presencia de médula en el 95% de las vigas correspondientes a estos grados. En la madera juvenil es frecuente la ocurrencia de mayores ángulos microfibriles en la pared celular S2 y su incidencia negativa sobre el módulo elástico (Cave *et al.* 1994, Donaldson 2008). De acuerdo a lo observado en este estudio la madera juvenil tendría mayor influencia en la rigidez que en la resistencia, mientras que los nudos aparecen como el atributo de crecimiento con mayor incidencia sobre la resistencia de las piezas ensayadas.

La tabla 4 resume los resultados de los análisis estadísticos de las propiedades de compresión y tracción de los cuerpos de prueba de los muestreos M1 y M2. Los valores medios de resistencia de compresión paralela ($f_{c,0}$) de las piezas de M1 y M2 se situaron entre 19-26 MPa, y entre 17-23 MPa respectivamente, valores todos inferiores al reportado por Doyle *et al.* 1967, para madera aserrada 2" x 6" de pino del sur (Southern pine). Los valores medios de resistencia de tracción paralela ($f_{t,0}$) de las piezas de M1 y M2 variaron entre 10-33 MPa, y entre 9-17 MPa, respectivamente. Los resultados del grado superior de M1 son mayores a los observados por Doyle *et al.* (1966), para piezas de pino del sur, y junto con los del grado superior de M2, concuerdan con el rango de valores reportado por Kretschmann *et al.* (1992), para piezas de madera provenientes de árboles de 28 años de *Pinus taeda*. En las piezas del grado superior de M1 se observó valores de tensión de tracción mayores a los de compresión, contradiciendo lo comúnmente aceptado para piezas de tamaño estructural (Bowyer *et al.* 2003). Este comportamiento puede ser atribuido a la ausencia de nudosidades y las consecuentes leves distorsiones de la fibra, o presencia de pequeños nudos (de diámetros menores a 15 mm) en las piezas que registraron los valores de resistencia de tracción más elevados. Dentro de cada muestreo, las tensiones $f_{c,0}$ y $f_{t,0}$ fueron analizadas estadísticamente comprobándose diferencias significativas entre las piezas de los tres grados, para ambos muestreos.

Tabla 4. Análisis estadístico de resistencias de compresión y tracción paralela a la fibra¹.

Muestreo ²	Grado	Compresión			Tracción		
		Nº rep	$f_{c,0}$ ³ [MPa]	LSD ⁴	Nº rep	$f_{t,0}$ ³ [MPa]	LSD ⁴
M1	GS	91	26 (4)	a	89	33 (12)	a
	G1	36	23 (4)	b	31	15 (4)	b
	G2	22	19 (4)	c	35	10 (4)	c
M2	GS	20	23 (4)	a	33	17 (6)	a
	G1	55	20 (3)	b	50	12 (4)	b
	G2	46	17 (3)	c	34	9 (3)	c

¹Referidos al 12% de CH

²M1 y M2: muestreos constituidos por madera de árboles de 25 años del litoral, y de 15 años del suroeste respectivamente

³Valores medios. Entre paréntesis se indica desviación estándar.

⁴Test Fisher LSD (Least Significant Difference). Dentro de cada muestreo, valores medios seguidos de igual letra en cada columna indica que no existen diferencias significativas ($\alpha=0,05$).



Agrupamiento de datos y asignación a grados

Como los valores de rigidez y densidad de los cuerpos de prueba de G1 y G2 del muestreo M1 fueron similares, se decidió agruparlos en una nueva categoría E5, refiriendo al valor medio del módulo de elasticidad global en flexión, y consecuentemente denominar a las piezas GS como E7. Análogamente, las piezas GS y G1 de M2 fueron agrupadas en E5 y las G2 como R.

Las tablas 5 y 6 resumen los valores medios y característicos de las propiedades mecánicas y de la densidad de los cuerpos de prueba de tamaño estructural.

Tabla 5. Propiedades de flexión y densidad¹ de cuerpos de prueba de tamaño estructural de *Pinus elliottii* y *P. taeda*.

Muestreo ²	Grado	Nº rep	$E_{m,g}$ ³ [MPa]	$E_{m,l}$ ³ [MPa]	f_m ³ [MPa]	$f_{m,k}$ ⁴ [MPa]	ρ^3 [kg/m ³]	ρ_k ⁴ [kg/m ³]
M1	E7	55	7489	7852	47	24	470	410
	E5	47	5822	6107	28	13	419	341
M2	E5	105	5158	5414	27	15	373	320
	R	44	4681	4915	20	6	361	320

¹Referidos al 12% de CH

²M1 y M2: muestreos constituidos por madera de árboles de 25 años del litoral, y de 15 años del suroeste respectivamente

³Valores medios

⁴Valores característicos

Tabla 6. Propiedades de compresión y tracción paralela a la fibra¹ de cuerpos de prueba de tamaño estructural de *Pinus elliottii* y *P. taeda*.

Muestreo ²	Grupo	Nº rep	$f_{c,0}$ ³ [MPa]	$f_{c,0,k}$ ⁴ [MPa]	Nº rep	$f_{t,0}$ ³ [MPa]	$f_{t,0,k}$ ⁴ [MPa]
M1	E7	91	26	20	89	33	14
	E5	58	22	13	66	12	6
M2	E5	75	21	16	83	15	8
	R	46	17	11	34	9	4

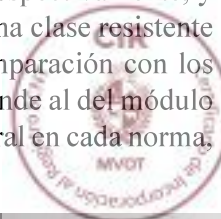
¹Referidos al 12% de CH

²M1 y M2: muestreos constituidos por madera de árboles de 25 años del litoral, y de 15 años del suroeste respectivamente

³Valores medios

⁴Valores característicos

De acuerdo a EN 338 (2010) la asignación a una clase resistente queda determinada por el valor medio del módulo de elasticidad local ($E_{m,l}$), el valor característico de la densidad (ρ_k), ambos corregidos al 12% de CH, y el valor característico de la resistencia de flexión ($f_{m,k}$) referido al CH en el momento de ensayo según lo indicado en EN 408 (2010). Para la clase C14 los valores correspondientes son 7000 MPa, 14 MPa y 290 kg/m³. En forma similar, NCh 1198 (2006) establece para la madera de pino radiata grado G2, valores medios de módulo de elasticidad global ($E_{m,g}$) y de resistencia característica de flexión, que ajustados para piezas de 150 mm de altura, alcanzan 8082 MPa y 10,21 MPa, respectivamente, y valores de densidad característica de 370 kg/m³. En ambas normas, la asignación a una clase resistente queda determinada por el valor más bajo de las tres propiedades al efectuar la comparación con los correspondientes valores exigidos por las normas, que en el presente estudio corresponde al del módulo de elasticidad. Comparando con los límites establecidos para la clase o grado estructural en cada norma, solamente el grupo E7 cumple con EN 338, mientras que ninguno con NCh 1198.



Sin embargo, en concordancia con el estudio de simulación para pino radiata (CORMA 1990, citado en Wagner 1994) que definió un grado estructural para vigas de 45 x 190 mm (con $f_{m,k}=5,0$ MPa y $E_{m,g}=5660$ MPa) y otro para pie derechos de 45 x 95 mm (con $f_{m,k}=4,0$ MPa), los resultados del presente trabajo podrían servir de base para la definición de un sistema de clases resistentes para madera de pinos uruguayos en el cual E5 sea admitido sólo para pie derechos y represente el límite inferior del rango.

Si bien las piezas de los grados superiores de M2 cuentan con propiedades mecánicas que permiten incluirlas en el grupo E5, no se recomienda su uso estructural y tampoco como pie derechos, ya que la mayoría de las piezas están constituidas en su totalidad por madera juvenil que posiblemente afecte su estabilidad dimensional y durabilidad.

Las piezas calificadas R tienen propiedades que son todas inferiores a las de referencia, por tanto son rechazadas.

Las figuras 1 a 4 representan las frecuencias acumuladas para el módulo de elasticidad y las resistencias de flexión, compresión y tracción paralela a la fibra de los cuerpos de prueba de madera de *Pinus elliottii* y *P. taeda* de 25 años provenientes del litoral. Se observa que el 61% de las piezas E7 cumple con los requisitos de rigidez establecidos en EN 338 para la clase C14, mientras que el porcentaje decrece a 25 en las piezas E5 (Figura 1a).

Al comparar con los valores de NCh 1198 para piezas de 150 mm de altura, se observa que el 40% de las piezas E7 y el 15% de las E5 cumplen con las exigencias de rigidez del grado G2 (Figura 1b).

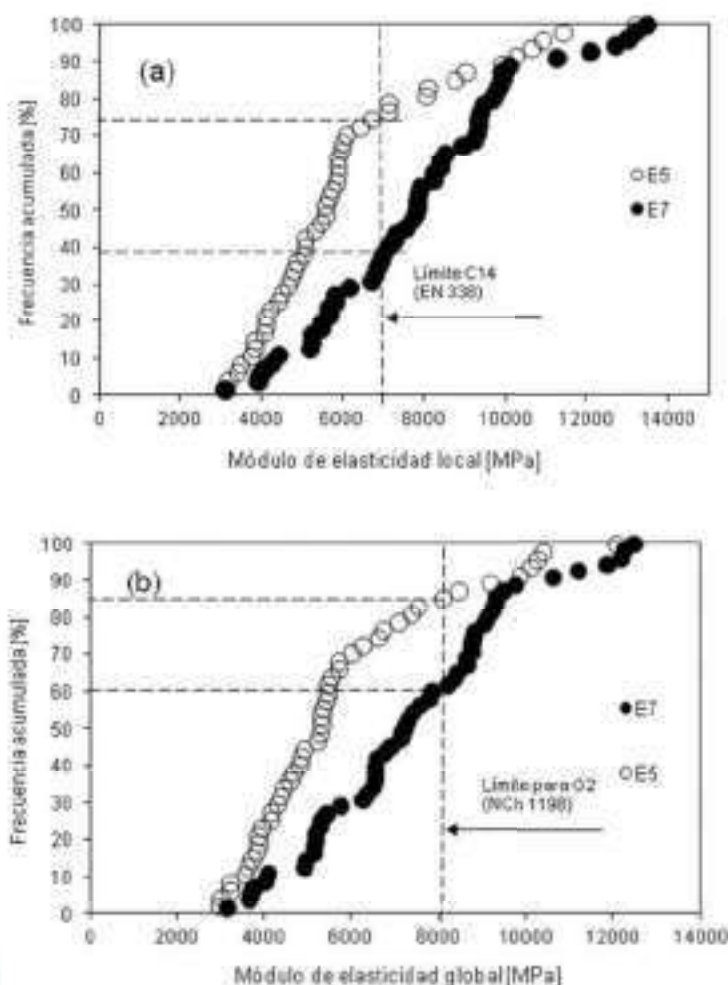


Figura 1. Frecuencia acumulada de: (a) módulo de elasticidad local y (b) módulo de elasticidad global para piezas clasificadas E7 y E5.

El gráfico de frecuencia acumulada para la resistencia de flexión muestra que el 99 y 90% de las vigas E7 y E5, respectivamente, cumplen con los requisitos de la clase C14 de EN 338. Por otra parte, se observa que prácticamente la totalidad de las piezas E7 y E5 cumple con las exigencias del grado G2 de NCh 1198 (Figura 2). Cabe mencionar que la presentación de datos experimentales y la comparación con los umbrales de EN 338, y de NCh 1198, en un mismo gráfico (Figura 2), fue posible ya que el eventual ajuste por CH establecido en la norma chilena, no afectó sustancialmente los resultados experimentales (cerca al 12% al momento de ensayo, y que fuera mencionado anteriormente). Esta aclaración es válida también para las resistencias de compresión paralela y tracción paralela a la fibra, y se aplica a los datos representados en las Figuras 3 y 4.

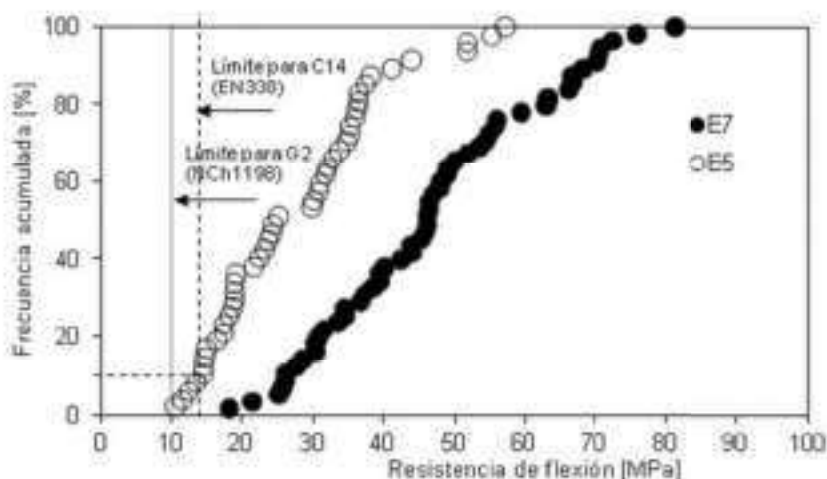


Figura 2. Frecuencia acumulada de resistencia de flexión para piezas clasificadas E7 y E5.

Los valores de resistencias de compresión paralela del 100 y del 90% de las piezas E7 y E5 respectivamente, superan el umbral mínimo de 16 MPa de EN 338. Esta observación se confirma para la totalidad de las piezas E7 y E5 que sobrepasan el límite ajustado para piezas de 150 mm de altura, de 11 MPa de NCh 1198 (Figura 3).

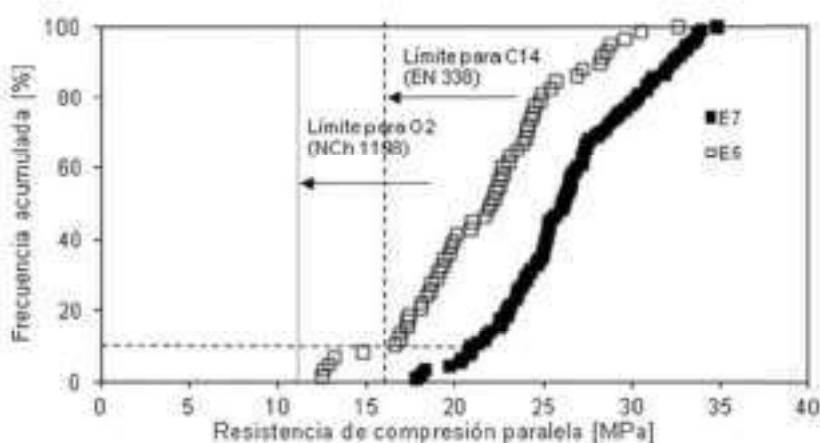


Figura 3. Frecuencia acumulada de resistencia de compresión paralela a la fibra para piezas clasificadas E7 y E5.



Los valores de resistencias de tracción paralela del 98 y 82% de las piezas E7 y E5 respectivamente, cumplen con los requisitos de la clase C14 de EN 338; estos porcentajes se incrementan hasta llegar a 100 y 85 para las piezas E7 y E5 respectivamente, cuando son comparados con los requeridos para el grado G2 de NCh 1198 (Figura 4).

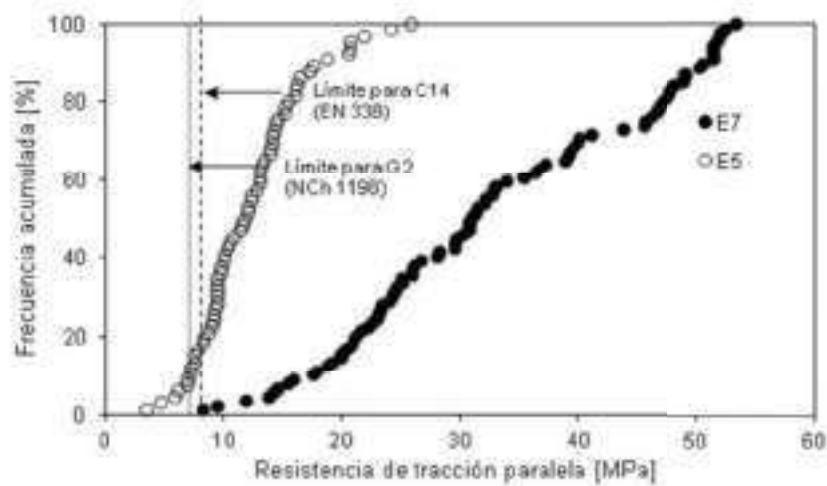


Figura 4. Frecuencia acumulada de resistencia de tracción paralela a la fibra para piezas clasificadas E7 y E5.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten establecer las siguientes conclusiones:

La aplicación de la norma de clasificación visual NCh 1207 a piezas de madera aserrada de pinos uruguayos, y la consiguiente asignación a un grado de calidad con una familia de propiedades estructurales asociada, determinó un porcentaje elevado de piezas rechazadas.

Los resultados de los ensayos en el grado fueron comparados con los valores de las propiedades físicas y mecánicas para las clases resistentes de EN 338 y los grados estructurales de NCh 1198. Basado en los límites de rigidez, resistencia de flexión y densidad de EN 338, solamente las piezas provenientes de árboles de 25 años del litoral del grupo superior (E7) pudieron ser asignadas a la clase inferior, C14, del sistema europeo. Al comparar con los límites de NCh 1198 para madera de pino radiata, se comprobó que ningún grupo cumplió con las exigencias del grado menor, G2, del sistema chileno. En ambos sistemas, la calificación quedó determinada por el valor más bajo de las tres propiedades al efectuar la comparación con los correspondientes valores exigidos por las normas, que en este estudio correspondió al del módulo de elasticidad.

Las piezas provenientes de árboles de 25 años del litoral del grupo inferior (E5) presentaron valores de rigidez menores a los exigidos en las normas EN 338 y NCh 1198. Sin embargo, los valores de resistencias y densidad observados fueron iguales o mayores a los de C14 o G2, lo cual permitiría admitir su uso como pie derechos (de 45 x 95 mm) de tabiquerías en estructuras de entramados ligeros.

Las propiedades de las piezas de madera de árboles de 15 años del suroeste no cumplen con los requisitos mínimos para uso estructural. Se sugiere no utilizar esta madera en componentes estructurales y se recomienda a la industria que la procese con otros fines.

Los resultados del presente estudio podrán servir de base para la definición de un sistema de clases resistentes para madera de pinos cultivados en Uruguay.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), Uruguay, Fondo María Viñas- PR-FMV-2009-1-2772 por los fondos para este proyecto.



REFERENCIAS

ASTM International. 2011. Standard test methods of static tests of lumber in structural sizes. ASTM D198-09. ASTM, West Conshohocken, Pennsylvania.

ASTM International. 2011. Standard practice for establishing allowable properties for visually graded dimension lumber from in-grade test of full-size specimens. ASTM D1990-07. ASTM, West Conshohocken, Pennsylvania.

ASTM International. 2011. Standard test methods for specific gravity of wood and wood-based materials. ASTM D 2395-07. West Conshohocken, Pennsylvania.

ASTM International. 2011. Standard practice for sampling and data-analysis for structural wood and wood-based panels. ASTM D2915-10. West Conshohocken, Pennsylvania.

Biblis, E.J. 2006. Flexural properties and compliance to visual grade requirements of 2 by 4 and 2 by 6 loblolly pine lumber obtained from a 19-year-old plantation. *Forest Prod J* 56(9):71-73.

Bodig, J.; Jayne, B.A. 1993. Mechanics of wood and wood composites, Krieger Publishing Co, Malabar, FL, 712 pp.

Bowyer, J.L.; Shmulsky, R.; Haygreen, J.G. 2003. *Forest products and wood science: An introduction*. 4th ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 564 pp.

Cave, I.D.; Walker, J.C.F. 1994. Stiffness of wood in fast-grown plantation softwood: the influence of microfibril angle. *Forest Prod J* 44(5):43-48.

Comité Européen de Normalisation. 2010. Structural timber-strength classes. EN 338. CEN, Brussels.

Comité Européen de Normalisation. 2010. Structural timber: determination of characteristic values of mechanical properties and density. EN 384. CEN, Brussels.

Comité Européen de Normalisation. 2010. Structural timber: determination of characteristic values of mechanical properties and density. EN 384. CEN, Brussels.

Comité Européen de Normalisation. 2010. Timber structure-structural timber and glued laminated timber-determination of some physical and mechanical properties. EN 408. CEN, Brussels.

Corporación Chilena de la Madera. 1990. Proyecto Grados estructurales de pino radiata. Gerencia de Proyectos. CORMA, Santiago.

Donaldson, L.A. 2008. Microfibril angle: Measurement, variation and relationship- A review. *IAWA J* 29(4): 345-386.

Doyle, D.V.; Markwardt, L.J. 1966. Properties of southern pine in relation to strength grading of dimension lumber. Res. Pap. FPL 64. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison WI.

Doyle, D.V.; Markwardt, L.J. 1967. Tension parallel-to-grain properties of southern pine dimension lumber. Res. Pap. FPL 84. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison WI.

Instituto Nacional de Normalización. 1990. Pino radiata. Clasificación visual para uso estructural. Especificaciones de los grados de calidad. NCh 1207-Of 1990. INN, Santiago.

Instituto Nacional de Normalización. 2005. Pino radiata. Clasificación visual para uso estructural. Especificaciones de los grados de calidad. NCh 1207-Of 2005. INN, Santiago.

Instituto Nacional de Normalización. 2006. Madera - Construcciones en madera- Cálculo. NCh 1198. INN, Santiago.

Instituto Nacional de Normalización. 2006. Madera estructural. Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera clasificada por su resistencia. Parte 1: Métodos de ensayo en tamaño estructural. NCh 3028/1-Of 2006. INN, Santiago.

Instituto Nacional de Normalización. NCh. 2006. Madera estructural. Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera clasificada por su resistencia. Parte 2: Muestreo y evaluación de los valores característicos de piezas en tamaño estructural. NCh 3028/2-Of 2008. INN, Santiago.

Kretschmann, D.E.; Bendtsen, B.A. 1992. Ultimate tensile stress and modulus of elasticity of fast-grown plantation loblolly pine lumber. *Wood Fiber Sci* 24(2):189-203.

Ministerio de Agricultura, Ganadería Y Pesca. 2005. Boletín estadístico. Dirección General Forestal, MGAP. 44 pp.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2010. Monitoreo de los recursos forestales. Inventario forestal nacional. Resumen de resultados. Dirección General Forestal, MGAP.

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. 2011. Sistemas constructivos no tradicionales. MVOTMA.

Ministry of Agriculture, Forestry And Fisheries. 1991. Japanese agricultural standard for structural softwood lumber. JAS 143. Tokyo.

Montevideo Portal. 2013. [Disponible en línea]<<http://www.uruguaysustentable.com.uy/politica-economia/mvotma-trabaja-en-seis-lineas-para-resolver-problemas-de-vivienda-en-uruguay/>>. [accesado febrero 2014].

Moya, L.; Laguarda, M.F.; Cagno, M.; Cardoso, A.; Gatto, F.; O'Neil, H. 2013. Physical and mechanical properties of loblolly and slash pine wood from Uruguayan plantations. *Forest Prod J* 63(3-4):128-137.

O'Neill, H.; Tarigo, F.; Trambauer, C. 2002. Propiedades mecánicas de *Pinus elliottii* Eng. del litoral de Uruguay. Informe N°1. Grupo Técnico de Madera Aserrada de Pino GT3. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, 41 pp.

O'Neill, H.; Tarigo, F.; Trambauer, C. 2002. Propiedades mecánicas de *Pinus taeda* L. del litoral de Uruguay. Informe N°2. Grupo Técnico de Madera Aserrada de Pino GT3. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, 47 pp.

O'Neill, H.; Tarigo, F. 2003. Comportamiento en flexión de *E. grandis*, *P. taeda* y *P. elliottii* de madera de tamaño real y de pequeñas probetas sin defectos. Nota técnica. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, 6 pp.



O'Neill, H. 2004. Estimación de la calidad de la madera producida en el Uruguay para uso estructural y su evaluación en servicio por métodos no destructivos. Nota técnica. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, 9 pp.

Pérez Del Castillo, A. 2001. Módulo de elasticidad y módulo de rotura en tablas de tamaño real de *Pinus elliottii* del sur de Uruguay. Informe de investigación N°7. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, 29 pp.

Pérez Del Castillo, A.; Venturino, A. 2003. Inspección visual de tablas de tamaño real de *Eucalyptus grandis*, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* de diferentes sitios del Uruguay. Informe de investigación N°15. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, 28 pp.

Pérez Favaro, A.; De Castro, R.; Otha, S. 2000. Ensayos de propiedades mecánicas de *Pinus taeda* por seis métodos no destructivos. Informe de investigación N°1. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo, 24 pp.

USDA. 1999. *Wood Handbook: Wood as an engineering material*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. USDA For. Serv. Forest Products Laboratory, Madison, WI. 463 pp.

Wagner, M. 1994. Clasificación de la madera estructural. Notas de clase. Diplomado en Diseño y construcción en madera. Universidad del Bío-Bío, Concepción. 14 pp.



 <p>Av. Prof. Almeida Prado, 532 Cidade Universitária - Butantã CEP 05508-901 São Paulo - SP Tel: (11) 3767-4164 Fax: (11) 3767-4961 ipt@ipt.br / www.ipt.br</p>	<p>Produto</p> <p>Sistema Construtivo a seco Saint-Gobain - Light Steel Frame</p> <p>Proponente</p> <p>Saint-Gobain do Brasil Ltda Av. Santa Marina, 482 – 1º Andar, Água Branca, São Paulo - SP CEP: 05036-903, Tel: (11) 22467198 E-mail: construcaoaseco@saint-gobain.com</p>	 <p>SINAT</p>
<p>Emissão abril de 2013</p> <p>Validade março de 2015</p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, e a decisão do Comitê Técnico de 06/02/2013 e da Comissão Nacional de 03/04/2013, resolveu conceder ao "Sistema construtivo a Seco SAINT-GOBAIN – Light Steel Frame" o Documento de Avaliação Técnica Nº 14. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de casas térreas isoladas ou geminadas, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p>DATEC Nº 014</p>

Limites da avaliação técnica do Sistema construtivo a seco Saint-Gobain – Light Steel Frame:

- Para a avaliação do sistema construtivo, foram considerados como elementos inovadores as paredes e coberturas formadas por quadros estruturais de perfis leves de aço zincado e fechamento em placas cimentícias. A cobertura é também estruturada com perfis leves de aço zincado.
- Os componentes e elementos convencionais devem atender às normas técnicas correspondentes (por exemplo, telhado com telhas de fibrocimento e chapas de gesso para drywall empregadas nas paredes e no forro);
- A avaliação técnica foi realizada considerando-se o emprego do sistema construtivo em casas térreas isoladas ou geminadas;
- O desempenho térmico foi avaliado para todas as zonas bioclimáticas constantes da NBR 15.220:2005, considerando cobertura com telhas de fibrocimento;
- As avaliações de desempenho acústico limitaram-se à verificação das paredes cegas, por isso as esquadrias devem apresentar isolamento sonora adequada para garantir o desempenho acústico das paredes de fachada;
- A estanqueidade à água das juntas entre painéis e esquadria e entre parede e piso foi avaliada por meio da análise de projetos e visita técnica em obras em execução e finalizadas; a estanqueidade das juntas entre painéis foi avaliada por meio de ensaios laboratoriais e constatações em obras. As esquadrias devem obedecer às normas técnicas pertinentes;
- A avaliação de aspectos de durabilidade do sistema foi feita mediante análise de detalhes construtivos especificados em projeto e constatados em obra, ensaios em trechos de paredes em laboratório (ensaio de ação de calor e choque térmico), exposição ao envelhecimento natural de um trecho de parede e ensaios e análises dos componentes do sistema construtivo (placas cimentícias, perfis de aço e parafusos). O sistema construtivo não se aplica a ambientes de elevada agressividade ambiental, como atmosferas industriais e atmosferas ao mesmo tempo marinhas e industriais.
- O comportamento das juntas entre chapas de fechamento externo (chapas cimentícias) deve ser objeto de monitoramento constante pela detentora da tecnologia, informando periodicamente a ITA e o SINAT sobre eventuais ocorrências e providências.



O sistema construtivo objeto deste DATec destina-se à produção de paredes e/ou coberturas. As paredes, com função estrutural, são formadas por quadros de perfis leves de aço zincado com fechamento em placas cimentícias na face externa, chapa de gesso para drywall na face interna e núcleo com manta de lã de vidro. A cobertura também é constituída de estrutura em perfis leves de aço zincado, telhas de fibrocimento, forro em chapas de gesso para drywall e manta de lã de vidro posicionada sobre o forro (Figuras 1 e 2). Os perfis de aço que constituem as tabelas são pintados com fundo preparador de superfície zincada. O forro do beiral é composto de perfis de PVC ou similar.



Figura 1 – Montagem dos quadros estruturais das paredes e cobertura constituídos de perfis leves de aço de uma unidade habitacional térrea



Figura 2 – Fechamento da face externa dos quadros estruturais com placas cimentícias em uma unidade habitacional térrea

1. Descrição do produto (sistema construtivo)

As paredes externas têm função estrutural e são constituídas de quadros formados por perfis estruturais leves de aço (perfis de aço conformados a frio) zincado, chapas de gesso para drywall na face interna, placa cimentícia na face externa e núcleo de manta de lã de vidro de 50 mm de espessura no interior das paredes.

Os quadros são formados por perfis de aço tipo montantes e guias, fitas de contraventamento, reforços e suportes de ancoragem (Figura 3) em chapas de aço zincado com massa de revestimento de zinco de no mínimo 275g/cm² (Z275) para atmosferas rurais ou urbanas e 350g/m² (Z350) para atmosferas marinhas. Os montantes são posicionados na vertical espaçados entre si a cada, no máximo, 600 mm, as guias são posicionadas na base e no topo dos quadros, e as fitas de contraventamento posicionadas na diagonal da face externa dos quadros e na horizontal na face interna. Empregam-se também bloqueadores, formados por perfis tipo guia, como reforços dos quadros. Os bloqueadores são empregados nos tramos das extremidades e nos tramos intermediários com intervalo máximo de 1200mm (um tramo com bloqueador e dois sem). As guias inferiores são fixadas à base com parafusos tipo wedge-bolt ou para-bolt, com diâmetro de ½" (12,7mm), comprimento de 2" (50,8mm) e resistência à corrosão de no mínimo 240 horas em câmara de névoa salina, espaçados no máximo a cada 700 mm, conforme dimensionamento estrutural específico. As fixações entre perfis metálicos são realizadas com parafusos tipo cabeça flangeada com fenda tipo Philips, ponta broca (ST 4,2 X 13mm, com resistência à corrosão de 240 horas em câmara de névoa salina).

Os marcos de porta são alinhados e fixados aos montantes com parafusos de aço inoxidável tipo cabeça Philips chata e ponta broca (ST 4,2 x 45 mm), sendo aplicados três em cada um dos montantes laterais e um na travessa da verga.

O fechamento da face interna das paredes externas é feito com chapas de gesso para drywall, com rebordo nas laterais, altura conforme projeto, 1200 mm de largura e 12,5mm de espessura. As juntas entre essas chapas são tratadas com massa e fita para drywall. As chapas de gesso são fixadas aos perfis de aço dos quadros com parafusos tipo drywall fosfatizado cabeça trombeta

com fenda tipo Philips ponta broca (ST 3,5 x 25 mm com resistência à corrosão especificada de 240 horas em câmara de névoa salina), a cada 250 mm, aproximadamente.

O fechamento da face externa das paredes externas é formado por placas cimentícias, (no mínimo classe A3 segundo a NBR 15.498), com rebaixo nas laterais, altura conforme projeto, 1200 mm de largura e 10 mm de espessura. As juntas entre as placas cimentícias têm largura entre 3 mm e 7 mm. O tratamento destas juntas é realizado com primer, fundo de junta, massa para junta, telas autoadesivas com fios de fibra de vidro álcali-resistentes e massa para acabamento. As placas cimentícias são fixadas aos montantes e às guias com parafusos tipo cabeça chata com fenda tipo Philips ponta broca e asas (ST 4,2 X 32 mm, com resistência à corrosão especificada de 480 horas em câmara de névoa salina), a cada 300 mm aproximadamente. Em ambientes marinhos especifica-se parafusos com no mínimo 720 horas de resistência à corrosão em câmara de névoa salina. O eixo desses parafusos é posicionado entre 8mm a 12mm da borda das placas. As placas cimentícias externas, após o tratamento das juntas, recebem uma demão de selador acrílico e, posteriormente, uma demão de textura acrílica.

As paredes internas de áreas secas, também são estruturais, constituídas de quadros formados por perfis estruturais leves de aço zincado, e chapas de gesso para drywall em ambas as faces.

O fechamento da face das paredes que delimitam o box são constituídas por placas cimentícias (classe A3) que recebem revestimento cerâmico até o teto. Os demais fechamentos da face interna das paredes do banheiro poderão ser constituídos por chapas de gesso para drywall resistentes à umidade e/ou placa cimentícia revestidas por placas cerâmicas. O fechamento da face interna das paredes da cozinha é constituído por chapas de gesso para drywall resistentes à umidade. As faces das paredes nas regiões da pia de cozinha e do tanque na área de serviço recebem revestimento cerâmico até no mínimo 1,50 metros de altura.

As paredes de geminação são constituídas de quadros formados por perfis estruturais leves de aço zincado, fechamento com duas chapas de gesso para drywall de 12,5 mm em cada uma das faces da parede e núcleo de manta de lã de vidro de 50 mm de espessura e massa específica aparente de 12 kg/m³. As paredes de geminação prolongam-se até a face inferior do telhado, devidamente vinculada aos quadros estruturais da cobertura.

A cobertura também é constituída de estrutura em perfis leves de aço zincado (treliças formadas por perfis tipo montante e tipo guia), telhas de fibrocimento de 6mm de espessura, forro em chapas de gesso para drywall e manta de lã de vidro de 50mm de espessura posicionada sobre o forro. Em especial, na zona bi climática Z8 a manta de lã de vidro tem 100mm de espessura. O beiral tem no mínimo 600 mm de projeção horizontal. Observar limites de carga a serem aplicados sobre o forro de gesso, conforme recomendações do fabricante das chapas de gesso para drywall.

A avaliação técnica não contemplou elementos e componentes convencionais, como fundações, instalações elétricas e hidráulicas, esquadrias e revestimentos, dentre outros, exceto as interfaces entre elementos inovadores e convencionais, como a ligação entre parede-esquadrias, parede-fundação, parede-instalações e parede-cobertura. Os elementos e componentes convencionais devem ser projetados e executados conforme as respectivas normas técnicas brasileiras.

1.1. Condições e limitações de uso

Modificações em paredes ou cobertura, como abertura de vãos para posicionamento de novas esquadrias ou supressão de paredes, não são recomendados. Os cuidados na utilização constam do Manual de Operação, Uso e Manutenção (Manual do Proprietário), preparado pela Construtora que toma por base as Diretrizes para a Elaboração do Manual do Usuário do Sistema Saint Gobain, fornecido pela detentora da tecnologia. O uso do sistema construtivo está limitado às zonas bi climáticas em que o sistema apresentou resultados satisfatórios, nas condições de cor e ventilação especificadas no item 4.3, não sendo aplicável em ambientes de elevada agressividade ambiental, como atmosferas industriais e atmosferas ao mesmo tempo marinhas e industriais, conforme Diretriz SINAT 003 revisão 1.



2. Diretriz para avaliação técnica

O IPT realizou a avaliação técnica de acordo com a DIRETRIZ SINAT Nº 003 revisão 1 – “Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas - Sistemas leves tipo ‘Light Steel Framing’”, publicada em dezembro de 2012.

3. Informações e dados técnicos

3.1. Principais componentes, elementos e interfaces:

- a) **Estrutura da parede:** A estrutura da unidade habitacional é formada por quadros estruturais, constituídos por perfis de aço zincado, conformados a frio. A espessura mínima do perfil é de 0,8 mm, classe de zinco Z275, para atmosferas rurais e urbanas e Z350, para atmosferas industriais ou marinhas. Foram utilizados perfis guia tipo “U”, com dimensões nominais de 90 mm x 40 mm x 0,8 mm, e perfis montantes tipo “Ue” de 90 mm x 40 mm x 12 mm x 0,8 mm. O espaçamento máximo entre os eixos dos montantes é de 600 mm. Nas paredes de cozinha e banheiro, onde são aplicadas chapas de gesso para drywall RU, os montantes são espaçados no máximo a cada 400 mm.
- b) **Estrutura da cobertura:** Formada por tesouras ou terças constituídas de perfis montantes e perfis guia, conforme projeto estrutural específico, fixadas aos montantes dos quadros estruturais das paredes. A espessura mínima do perfil é de 0,8 mm, classe de zinco Z275, para atmosferas rurais e urbanas e Z350, para atmosferas industriais ou marinhas. As telhas onduladas de fibrocimento são apoiadas e fixadas diretamente sobre os perfis das tesouras ou terças. Antes da fixação das telhas, fixa-se a subcobertura aluminizada, com a parte refletiva voltada para baixo, se prevista em projeto.
- c) **Estrutura para reservatórios de água:** A laje de apoio da caixa d’água e do boiler, se previsto em projeto, é formada por uma estrutura constituída por perfis do tipo montante, espaçados no máximo a cada 600 mm. Transversalmente, sobre estes perfis, são fixadas tábuas de pinus com 200 mm de largura e 25 mm de espessura, tratadas com preservativos em autoclave, tornando-se imune ao ataque de organismos xilófagos.
- d) **Contraventamentos da parede:** As fitas, as chapas de Gousset, os suportes de ancoragens e os bloqueadores participam do sistema de contraventamento (Figura 3 e 4). As fitas são posicionadas na diagonal da face externa dos quadros e na horizontal da face interna, têm dimensões mínimas de 70 mm x 0,95 mm (largura x espessura) e são fixadas em peças denominadas de chapas de Gousset, posicionadas no encontro entre montantes e guia, na base e no topo dos quadros estruturais. As chapas de Gousset, formadas por peças quadradas de 150mm x 150mm x 0,95mm, são fixadas na região de canto de paredes, no encontro entre montantes e guias. Na base dos quadros essas chapas são posicionadas próximas a um suporte de ancoragem posicionado no interior da guia inferior do quadro estrutural; tal suporte serve para reforçar a fixação da estrutura à fundação. A chapa do suporte de ancoragem tem 3,0 mm de espessura. Este suporte é fixado à base por meio de chumbador e ao montante com parafusos ponta broca (ST 4,8 X 19mm) (**Figura 4**). Os bloqueadores são formados por perfis guia de 90 mm x 40 mm x 0,8mm, posicionados na metade da altura dos quadros estruturais, ou sobre aberturas, tanto nos tramos das extremidades quanto nos intermediários, com intervalos máximos entre eles de 1200mm. Outro sistema de contraventamento, com comportamento estrutural equivalente ao descrito, pode ser utilizado, desde que seja de uso corrente nos sistemas *Light Steel Framing* e embasados em cálculo estrutural específico.
- e) **Vergas e perfis de reforços das aberturas das paredes:** Nas aberturas são posicionados perfis montantes de reforços, paralelos aos perfis dos quadros estruturais com a altura limitada à verga desta abertura. Sobre esses perfis montantes de reforços, apoiam-se dois



outros segmentos de perfis montantes, posicionados na horizontal, que funcionam como vergas. Outro sistema de reforços de aberturas, com comportamento estrutural equivalente ao descrito, pode ser utilizado desde que de uso corrente nos sistemas *Light Steel Framing* e embasados em cálculo estrutural específico.

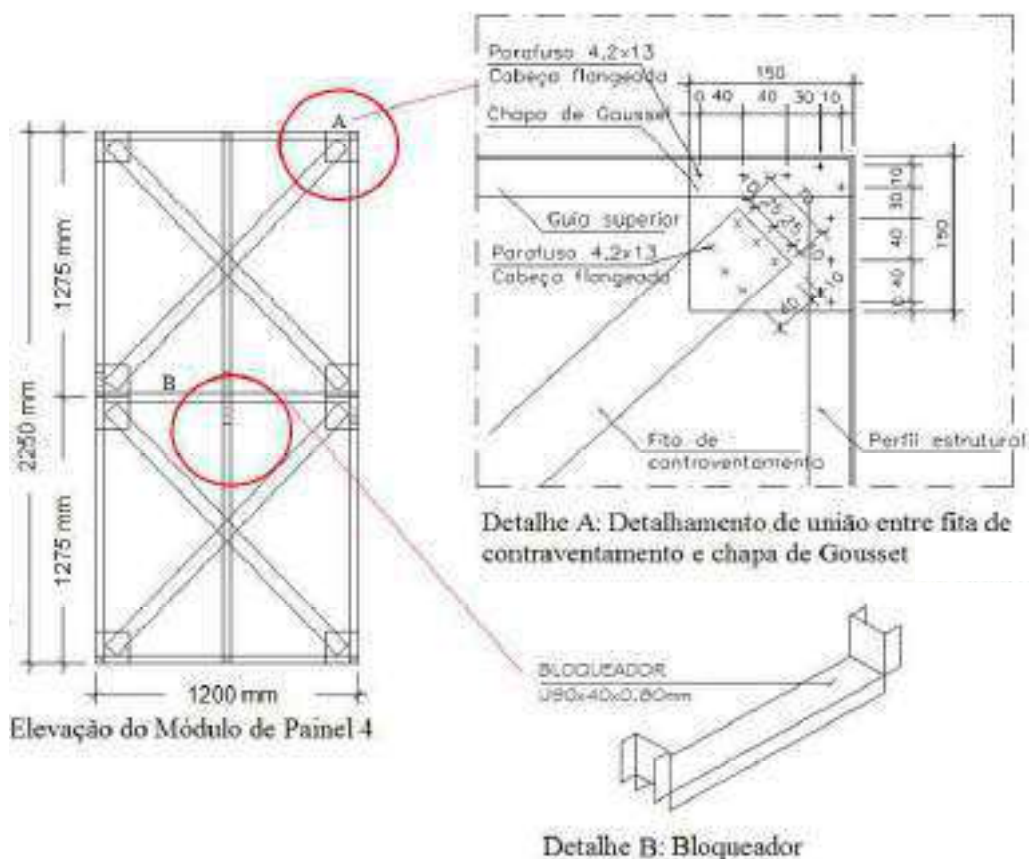


Figura 3 - Esquema padrão dos quadros estruturais formados por perfis leves de aço (medida em mm)



Figura 4- Suporte de ancoragem posicionado no interior dos quadros estruturais

- f) **Fechamentos dos quadros estruturais das paredes:** O sistema construtivo é composto por três tipos de chapas de fechamento: placa cimentícia de 10 mm de espessura, chapa de gesso para drywall tipo standard (ST) com 12,5 mm e chapa de gesso resistente à umidade (RU) com 12,5 mm. Os acabamentos dessas chapas podem variar em função das características do ambiente onde se encontram (Tabela 1).

Tabela 1 - Acabamentos aplicados sobre cada tipo de chapa de fechamento

Tipos de fechamento	Uso	Acabamento da superfície
Placa cimentícia	Externo	Seladora e Textura acrílica
	Interno nos banheiros	Revestimento cerâmico
Chapa de gesso ST	Interno em áreas secas	Seladora e pintura
Chapa de gesso RU	Interno em áreas molháveis (cozinha e banheiro)	Seladora e pintura acrílica
		Revestimento cerâmico

- g) **Paginação das placas cimentícias externas:** As placas cimentícias são posicionadas verticalmente. Caso sejam necessárias junções horizontais entre placas, estas são desconstruídas em relação às placas adjacentes. Na ocorrência de aberturas, as placas cimentícias são cortadas em formato de “L” ou em formato de “C”, de modo a contornarem os vãos de portas e janelas, sendo que as bordas dessas chapas não ficam alinhadas com os limites das aberturas (Figura 5). As juntas verticais entre as placas cimentícias são desconstruídas em relação às juntas verticais das chapas de gesso aplicadas na face interna das paredes externas.



Figura 5 - Paginação das placas cimentícias e aberturas

- h) **Tratamento das juntas entre placas cimentícias coplanares:** As juntas entre placas cimentícias são classificadas como juntas dissimuladas, não aparentes. As bordas laterais das placas cimentícias são rebaixadas para possibilitar tratamento dessas juntas. O tratamento das juntas entre placas, na região do rebaixo, é feito com aplicação de primer; introdução de cordão de polietileno expandido; aplicação de massa para juntas, à base de resina acrílica com fibras de polipropileno; telas de fibras de vidro álcali-resistentes com 52 mm e 102 mm de largura, posicionadas em níveis diferentes do rebaixo, e massa específica para o acabamento da superfície das juntas e das placas cimentícias (Figura 6).

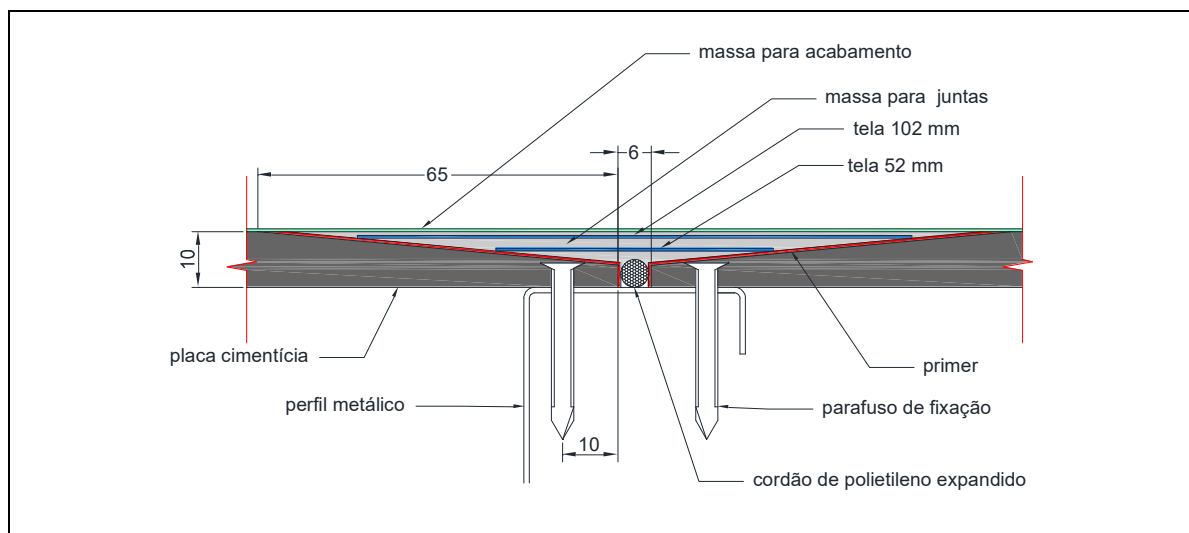


Figura 6 - Esquema em corte transversal do tratamento das juntas entre placas cimentícias – face externa da parede

- i) **Tratamento de juntas entre placas cimentícias nas extremidades de paredes:** sobre as placas cimentícias posiciona-se cantoneira de aço zincado revestidas com massa acrílica, sendo posteriormente pintadas.
- j) **Interface entre base dos quadros estruturais da parede e piso de áreas secas (elemento de fundação):** Antes da fixação da guia ao piso, cola-se sobre o piso (com adesivo asfáltico, ou selante à base de poliuretano), na posição do eixo das paredes, uma manta asfáltica de 3 mm de espessura por pelo menos 200 mm de largura, evitando contato direto do perfil metálico com o piso e possibilitando um cobrimento das laterais do quadro estrutural de aproximadamente 50 mm de altura. Na face interna das paredes, as chapas de gesso são posicionadas afastadas ao menos 10 mm do nível do pavimento interno. Esta fresta de 10 mm é preenchida por um cordão de polietileno expandido. Ainda na base das paredes de áreas secas é previsto rodapé cerâmico com no mínimo 70 mm de altura.
- k) **interface entre parede e piso de áreas de serviço, cozinha e banheiro:** As paredes que delimitam áreas molhadas e molháveis possuem um embasamento (viga invertida) realizado em concreto armado, de 200 mm de altura por 90 mm de largura, acabado com revestimento de argamassa e pintura impermeabilizante. Antes da fixação da guia à essa viga, cola-se sobre a viga/embasamento (com adesivo asfáltico, ou selante à base de poliuretano), na posição do eixo das paredes, uma manta asfáltica de 3 mm de espessura por pelo menos 200 mm de largura. As guias dos quadros estruturais são fixadas sobre tal embasamento e sobre as mantas asfálticas, estando posicionadas 200 mm acima do nível do piso acabado. As chapas de fechamento externo (chapas cimentícias) revestem tal embasamento, e são nele fixadas com parafuso zincado e bucha de nylon \varnothing 6mm. As chapas de fechamento interno (chapas de gesso) revestem também este embasamento, sendo nele fixadas com parafuso zincado e bucha de nylon \varnothing 6mm. As bordas inferiores das chapas de gesso são posicionadas afastadas ao menos 10 mm do nível do piso interno. Esta fresta é preenchida por um cordão de polietileno expandido. Ainda na base da parede da cozinha e banheiro aplica-se impermeabilização com argamassa polimérica, em duas camadas, com a introdução de uma tela de poliéster entre elas, estendendo-se por 100 mm na parede e no piso a partir desta interface. Após a impermeabilização, aplica-se revestimento do piso e o acabamento da base da parede com um rodapé de material cerâmico, com 150 mm de altura (Figura 7). As paredes do banheiro recebem revestimento cerâmico até o teto (Figura 8).



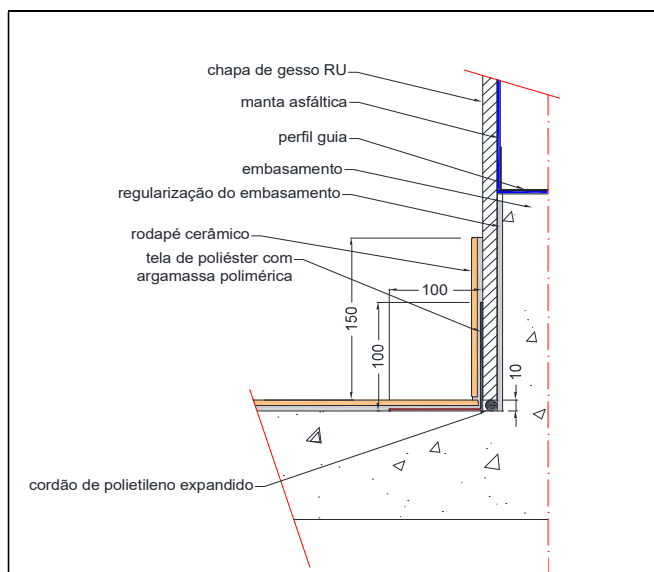


Figura 7: Detalhe da interface base da parede com piso em paredes da cozinha

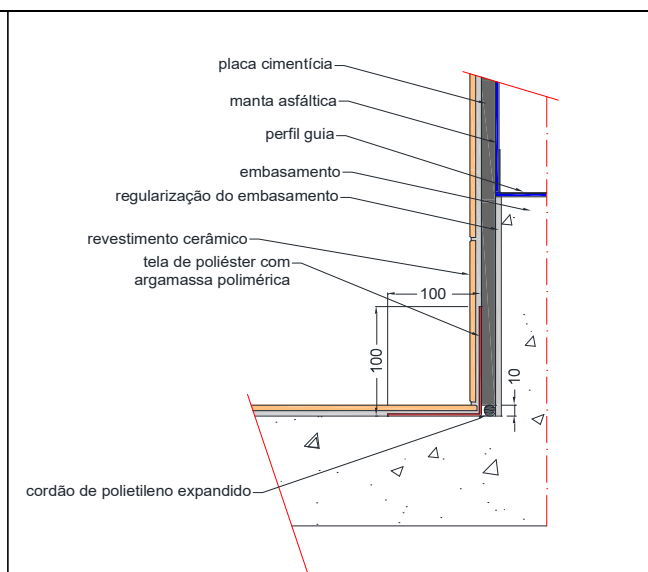


Figura 8: Detalhe da interface base da parede com piso e parede da área do box

- l) Interface entre parede e piso da calçada:** A base do quadro estrutural é posicionada no mínimo a 50 mm do nível do piso acabado da calçada que tem no mínimo 600 mm de largura. A placa cimentícia é posicionada de forma a estar afastada no mínimo 30 mm do piso da calçada e sobrepor ao menos 20 mm a face inferior dos perfis guia posicionados na base da parede (Figura 9).

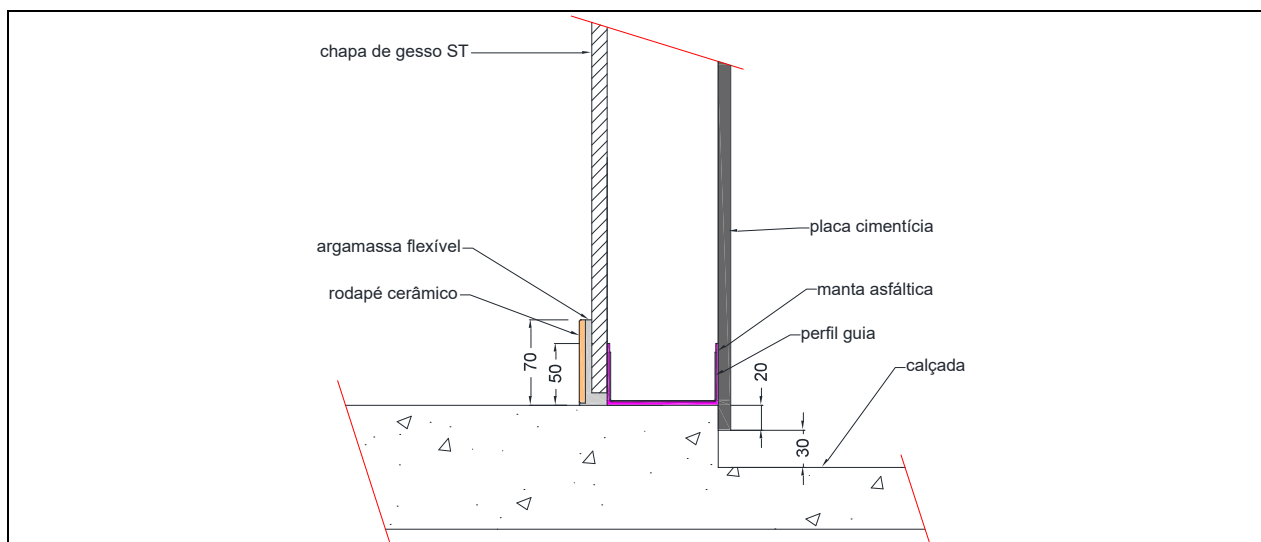


Figura 9: Interface entre parede e piso da calçada

- m) Telhado e forro:** A cobertura é executada em telhas onduladas de fibrocimento de no mínimo 6mm de espessura, sem amianto, fixadas ao quadro estrutural da cobertura por parafusos Ø 8mm, com arruela elástica de vedação. O forro das áreas internas é executado em chapas de gesso tipo ST, com 12,5mm de espessura. Estas chapas são apoiadas em perfis metálicos, espaçados em 600mm em áreas secas e 400 mm em áreas de cozinha e banheiro. Os perfis são sustentados por pendurais fixados ao quadro estrutural da cobertura, dispostos com o espaçamento máximo de 1200 mm. Na interface entre o forro e as paredes internas, são aplicadas cantoneiras metálicas, fixadas a estas paredes por

parafusos a cada 600 mm. Sobre o forro é posicionada manta de lã de vidro, com densidade de 12 kg/m³ e espessura de 50 mm (Z1 a Z7), ou 100 mm (Z8).

- n) Interface com esquadrias:** O requadro dos vãos é feito por tiras de placas cimentícias, evitando contato direto das esquadrias com os perfis dos quadros estruturais da parede. As esquadrias são fixadas aos perfis com parafusos em todo o perímetro do vão (Figura 10). Aplica-se selante base poliuretano na interface destes elementos, tanto do lado externo quanto do lado interno (Figura 11). O acabamento dos cantos dos vãos de portas e janelas, na face externa das paredes, é feito com cantoneiras de aço zincado revestidas com massa acrílica.

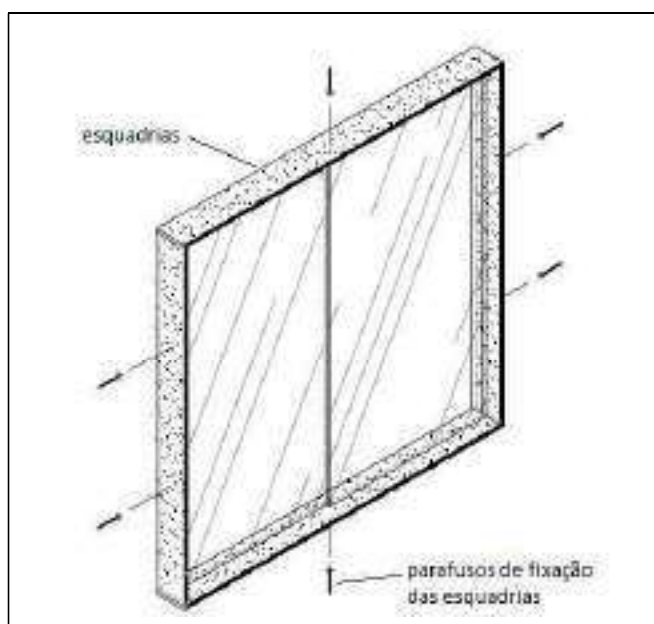


Figura 10: Posicionamento dos parafusos para fixação de uma esquadria

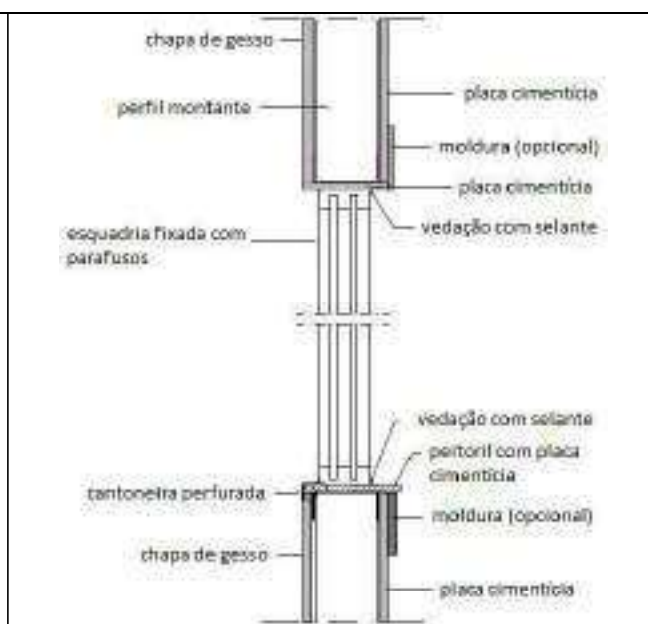


Figura 11: Detalhe do vão de esquadria –

- o) Interface com tubulações:** Na interface entre instalações hidráulicas e perfis de aço são utilizadas arruelas plásticas ou espuma expansiva de PU, quando não houver arruela de diâmetro adequado. Tendo em vista que as paredes são vazadas e podem servir como câmara para o acúmulo de gases, não se permite a passagem da tubulação de gás pelas paredes desse sistema construtivo.
- p) Reforço das paredes para fixação de peças suspensas:** Para paredes onde serão fixados armários, pias ou outro com carga maior que 23kgf por peça prevê-se reforços realizados com madeira de pinus, com dimensões de 200 mm de largura e 20 mm de espessura, tratados em autoclave com CCA, e fixados aos montantes dos quadros estruturais, conforme projeto específico (Figura 12).

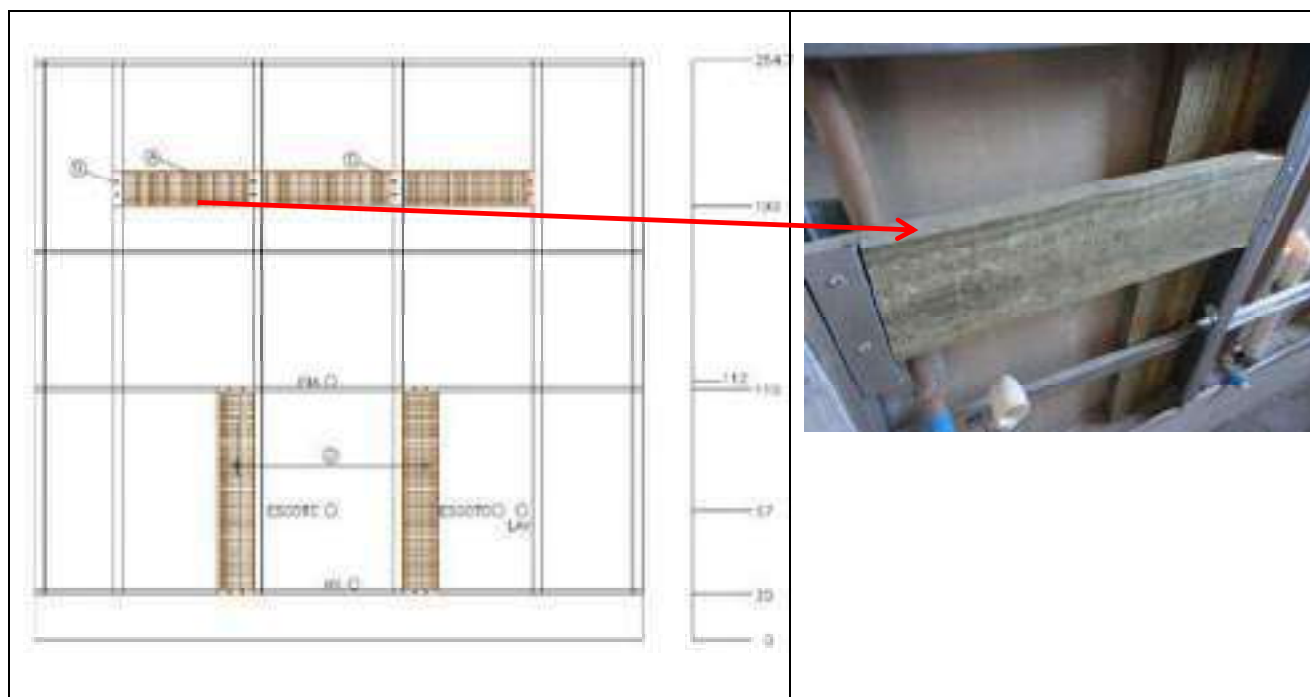


Figura 12: Reforços para fixação de peças suspensas (pia e armários).

3.2. Procedimento de execução

A sequência de atividades para produção e montagem do sistema construtivo, apresentadas a seguir, pôde ser observada nas visitas técnicas realizadas em obras da SAINT GOBAIN (empreendimento “Jardim Amália”, localizado na Rua Arapoti, s/n. Ponta Grossa, Paraná) e nas montagens dos corpos de prova para os ensaios realizados nos laboratórios do IPT.

- a) A calçada e o embasamento são executados concomitantemente à execução da fundação, cujo tipo depende das condições do terreno onde serão implantadas as unidades habitacionais. A calçada é executada no mínimo 50 mm abaixo do nível do piso interno da unidade habitacional. Nas paredes das cozinhas, áreas de serviço e banheiros é prevista a realização de um embasamento de concreto sob as paredes, com dimensões finais, após regularização e impermeabilização, de 200 mm de altura e 90 mm de largura, (Figura 13);
- b) Montagem dos quadros estruturais em central de produção, podendo esta central estar localizada interna ou externamente ao canteiro de obras (Figura 14);

Inicia-se a montagem dos quadros estruturais pelos perfis guias e montantes localizados no perímetro destes quadros. O distanciamento entre os perfis intermediários é determinado por marcações realizadas sobre as laterais dos perfis guia. As fixações entre os perfis são realizadas através de parafusos auto-brocantes. Após a fixação dos montantes nos dois lados do quadro estrutural, são inseridos os elementos de contraventamento, tais como os bloqueadores, as fitas e as chapas de Gousset.



Figura 13: Radier com o embasamento nas bases das paredes que delimitam cozinha, banheiro e área de serviço, com manta asfáltica posicionada na região das paredes



Figura 14: Montagem dos quadros estruturais fora do seu local definitivo

- c) Fixação dos quadros estruturais à fundação através de parafusos tipo wedge bolt ou para bolt. Antes da fixação destes quadros estruturais, uma tira de manta asfáltica flexível é colada ao piso na posição das paredes, deixando uma sobra de aproximadamente 50 mm de cada lado para uma virada sobre as laterais do quadro estrutural (Figura 15);
- d) Fixação das placas cimentícias nos perfis montantes dos quadros com parafusos de ponta auto-brocante, de modo que as junta entre estas sejam posicionadas no eixo da aba do montante (Figura 16);



Figura 15: Fixação dos quadros estruturais à fundação



Figura 16: Fechamento da face externa dos quadros estruturais com placa cimentícia e requadro de vão com acabamento em placas cimentícias

- e) Fixação das esquadrias (portas e janelas) aos perfis de aço dos quadros estruturais, sobre os requadros feitos com placas cimentícias (Figura 17);
- f) Tratamento das juntas entre placas cimentícias: aplicação de “Primer” na região do rebaixo da placa (aproximadamente 150 mm de cada lado, a partir do eixo da junta), cura de no mínimo 6 horas; inserção de cordão delimitador de profundidade de 3mm de diâmetro entre as placas.



Aplicação de uma camada de massa para junta na área do rebaixo da placa preenchendo até uma largura de aproximadamente 80mm; fixação da telas de fibras de vidro álcali-resistente de 50mm sobre a massa; aplicação da segunda camada da massa para junta; fixação da telas de fibras de vidro álcali-resistente de 100mm sobre a massa; aplicação da terceira camada de massa para junta, cobrindo toda fita/tela de 100mm e nivelamento da junta; cura de no mínimo 24 horas; finalização do tratamento da junta com a aplicação da massa para acabamento; e secagem completa, em aproximadamente 24 horas (esquema da junta ilustrado na Figura 6). As Figuras 18 a 20 ilustram o procedimento de execução das juntas.



Figura 17: Parafuso de fixação das esquadrias



Figura 18: Aplicação do primer



Figura 19: Introdução do cordão de polietileno



Figura 20: Preenchimento das juntas com massa.

- g) Posicionamento de isolante constituído de manta de lã de vidro no interior da parede. Tal isolante deve ser inserido após o término e verificação das instalações hidráulicas e elétricas e dos reforços para a fixação de peças suspensas (Figura 21);
- h) Fixação das chapas de gesso para drywall;
- i) Tratamento das juntas entre chapas de gesso, conforme NBR 15.758-1/2009 (Figura 22);
- j) Colocação de telhas e forros;





Figura 21: Manta de lã de vidro no núcleo da parede



Figura 22: Acabamento das juntas entre chapas de gesso para drywall

- k) Aplicação do sistema de impermeabilização na base das paredes e execução de piso e rodapé cerâmico, com as devidas diferenças entre áreas secas e dos banheiros e cozinhas (Figura 23);
- l) Pintura das paredes externas (Figura 24).



Figura 23: Impermeabilização da base da parede da cozinha



Figura 24: Unidade habitacional após pintura (Conjunto Habitacional "Jardim Amália", em Ponta Grossa, PR)

4. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi conduzida conforme a Diretriz SINAT 003, a partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, verificações analíticas do comportamento estrutural, vistorias em obras e demais avaliações que constam dos Relatórios Técnicos e de Ensaio citados no item 6.2.

4.1. Desempenho estrutural

A análise do desempenho estrutural do sistema construtivo foi feita pela análise do projeto estrutural e pela análise dos resultados de ensaios de verificação da resistência da parede aos impactos de corpo mole, impactos de corpo duro, aos esforços de compressão excêntrica, solicitação de peças suspensas e solicitação transmitida por portas.

A análise estrutural de um projeto "padrão" de casa térrea foi feita utilizando-se o programa SAP 2000, sendo as hipóteses, métodos de cálculo e solicitações consideradas adequadas com a resistência última e de serviço das paredes e cobertura calculadas. Foi analisada a resistência à tração dos chumbadores que fixam os quadros estruturais à fundação *versus* às possíveis solicitações de arrancamento que as unidades possam sofrer, sendo a especificação do



chumbador considerada adequada para as condições de solicitações impostas à unidades habitacionais térreas.

Nos ensaios de impactos de corpo mole das paredes de fachada foram aplicadas energias de 120J, 180J, 360J, 480J e 720J sobre os perfis montantes e energias de 120J, 180J e 360J sobre as placas de fechamento externo e interno. Os resultados dos ensaios são considerados satisfatórios, conforme a DIRETRIZ SINAT N°003 revisão 1.

Os resultados dos ensaios de impacto de corpo duro são considerados satisfatórios, conforme a DIRETRIZ SINAT N°003 revisão 1.

O resultado do ensaio de solicitações de peças suspensas, realizado na face interna da parede sem reforços, mostra que a resistência é satisfatória para cargas de uso limitadas a 23kgf por peça e 11,5kgf por ponto de fixação, considerando peça suspensa tipo mão-francesa fixada com dois parafusos TOGGLE BOLT ¼". Para cargas de uso maiores, preveem-se reforços de madeira, conforme descrito no item 3, alínea p.

Os resultados dos ensaios de solicitações transmitidas por portas, considerando fechamento brusco da folha de porta e impacto de corpo mole na folha de porta, também são considerados satisfatórios.

A partir da análise dos resultados dos ensaios realizados e da documentação técnica apresentada pela SAINT GOBAIN, conclui-se que o sistema construtivo atende aos requisitos e critérios de desempenho estrutural estabelecidos na DIRETRIZ SINAT, para a construção de casas térreas. A construtora responsável pela execução deve fornecer um projeto específico e o cálculo estrutural com ART para cada empreendimento, baseado na documentação "Orientação para o Desenvolvimento de Projetos", fornecida pela SAINT GOBAIN.

4.2. Estanqueidade à água

Foram feitas análises de projeto para avaliar os aspectos que influenciam a estanqueidade à água do sistema de paredes de fontes de umidade externas e internas à edificação.

Foi realizado ensaio laboratorial para avaliação da estanqueidade à água de chuva das paredes de fachada, considerando as juntas entre placas cimentícias. O painel ensaiado foi revestido com uma demão de massa para acabamento, do "Sistema para tratamento de juntas invisíveis" da SAINT GOBAIN, uma demão de seladora e uma demão de textura, ambos de base acrílica, conforme especificação da SAINT GOBAIN para as paredes de fachada. O ensaio foi feito com a pressão estática de 50 Pa aplicada em painéis que haviam sido submetidos anteriormente ao ensaio de choque térmico. Não foram observadas infiltrações, formação de gotas de água aderentes na face interna, nem manchas de umidade ou vazamentos, o que atende aos critérios exigidos pela DIRETRIZ SINAT N°003 revisão 1.

Os projetos orientativos da detentora da tecnologia apresentam detalhes construtivos que minimizam o contato da base da parede com a água que pode acumular-se na calçada. Segundo estes detalhes, as bordas das placas cimentícias devem estar em cota mais elevada que a calçada, de no mínimo 30 mm, além da especificação de beirais nas coberturas com projeção horizontal maior do que as calçadas ao redor da edificação (com no mínimo 60 cm de largura), atendendo aos critérios exigidos pela DIRETRIZ SINAT N°003 revisão 1.

A estanqueidade das juntas entre parede e esquadria é verificada pela sua vedação com selante de poliuretano na face interna e externa desta interface.

Com relação à estanqueidade à água proveniente do uso e de lavagens, verificou-se a existência de detalhes que atendem aos critérios da DIRETRIZ SINAT N°003 revisão 1. Nas áreas molháveis e molhadas, tais como cozinhas, área de serviço e banheiros, a existência do embasamento impermeabilizado, com 200 mm de altura, contribui para a estanqueidade à água da interface entre base de parede e pisos internos. Além disto, determina-se uma camada de impermeabilização sobre a base das placas de fechamento interno e o piso, executada com argamassa polimérica e tela de poliéster, antes do revestimento final destas superfícies. Os pisos

da cozinha, área de serviço e banheiro são impermeabilizados e revestidos com cerâmica, assim como as paredes do banheiro. As bases das paredes da cozinha recebem a aplicação de revestimento cerâmico com, uma altura mínima de 150 mm (Figura 07).

Nas áreas secas (dormitórios e salas), a base dos quadros estruturais está revestida pela membrana asfáltica, por pelo menos 50 mm de altura de cada lado. Na base do fechamento interno, executado com chapa de gesso para drywall, aplica-se rodapé cerâmico com pelo menos 70 mm de altura.

No caso da estanqueidade da cobertura devem ser atendidas as normas brasileiras relativas a telhados com telhas de fibrocimento.

Portanto, o sistema tem potencial para atender às exigências de estanqueidade à água estabelecida na DIRETRIZ SINAT N°003 revisão1.

4.3. Desempenho térmico

Foram feitas simulações computacionais para avaliar o desempenho térmico de habitações térreas isoladas que empregam o sistema construtivo objeto deste DATec (parede e cobertura). As simulações consideraram todas as oito zonas climáticas brasileiras, de Z1 a Z8, constantes da NBR 15.220:2005. Para a avaliação do desempenho térmico considerou-se os seguintes parâmetros: absorvância à radiação solar da superfície externa das paredes igual a: 0,3 (cores claras), 0,5 (cores médias) e 0,7 (cores escuras).

Conclui-se que as edificações que empregam o sistema SAINT-GOBAIN atendem ao critério de desempenho térmico mínimo, para a tipologia de projeto considerada, desde que as cores dos acabamentos externos e a espessura do isolante usado no forro apresentem as características descritas na Tabela 2. Em todas as condições considera-se projeção horizontal do beiral de 600 mm e isolante térmico (manta de lã de vidro) de 50 mm no interior das paredes, em todo o perímetro da edificação. Para a Z8 foi considerado manta de lã de vidro sobre forro com 100 mm de espessura, com condutividade térmica da ordem de 0,04 W/mK.

Tabela 2 - Resumo das cores dos acabamentos para as diversas zonas climáticas

Zonas Bioclimáticas	Camada de isolante sobre forro (mm) ⁽²⁾	Cor do acabamento externo das paredes ⁽¹⁾			
		Condição padrão ⁽³⁾	Com sombreamento ⁽⁴⁾	Com ventilação ⁽⁵⁾	Com sombreamento e ventilação ⁽⁶⁾
1	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
2	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
3	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
4	50	Claras	Qualquer cor	Claras ou Médias	Qualquer cor
5	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
6	50	Não atende	Claras ou Médias	Não atende	Claras ou Médias
7	50	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
8	100	Não atende	Claras	Não atende	Claras

Notas:

(1) Em todas as condições é considerado projeção horizontal do beiral de 600 mm e isolante térmico de 50 mm no interior das paredes, em todo o perímetro externo da habitação.

(2) Lã de vidro com 12 kg/m³, com condutividade térmica da ordem de 0,04 W/m.K.

(3) Ambiente com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de 1,0 Ren/h (uma renovação do volume de ar do ambiente por hora) e janelas sem sombreamento.



- (4) Janelas com proteção solar externa ou interna, como brises, cortinas, ou outros elementos, que impeçam a entrada de radiação solar direta ou reduzam em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente.
- (5) Ambiente ventilado a uma taxa de 5,0 Ren/h (cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora).
- (6) Com as duas opções anteriores.

4.4. Desempenho acústico

Foi realizado ensaio em laboratório para verificar o índice de isolamento sonora dos painéis de vedação de fachadas e de vedação entre unidades contíguas (parede de geminação). A parede de fachada apresenta índice de redução sonora (R_w) de 50 dB; e a parede de geminação apresenta índice de redução sonora (R_w) de 51 dB.

Tabela 3 – Síntese dos critérios de desempenho e do resultado do ensaio de isolamento sonora

Elemento	Critério de desempenho: valor mínimo (R_w em dB), exposto na DIRETRIZ SINAT 003 revisão 1	Valor de R_w determinado em laboratório (dB)
Parede entre unidades	45	51
Fachadas	30	50

Conclui-se que, respeitando-se os valores mínimos de R_w para as esquadrias, no caso das paredes de fachada, o desempenho acústico do sistema construtivo atende à DIRETRIZ SINAT N°003 revisão 1, para paredes de fachada e paredes entre unidades habitacionais.

4.5. Durabilidade e Manutenibilidade

A durabilidade do sistema foi avaliada pela análise de detalhes construtivos especificados em projeto e constatados em obra, e pela realização de ensaios tanto nas paredes (ensaio de ação de calor e choque térmico) quanto nos componentes (placas cimentícias, perfis de aço e parafusos) e pela exposição ao envelhecimento natural de um trecho de parede.

Foram verificados detalhes construtivos destinados a evitar o contato dos perfis metálicos com a umidade ascendente proveniente da fundação, como a inserção de embasamento e de uma tira de manta asfáltica na interface entre a fundação e o perfil guia inferior dos quadros estruturais, em todas as paredes da unidade habitacional, com cobrimento das laterais do quadro estrutural de aproximadamente 50 mm de altura.

Os resultados de ensaio para determinação da resistência da parede à ação de calor e choque térmico são considerados satisfatórios. O ensaio foi feito sobre um painel de 2,40 m de comprimento e 2,70 m de altura, conforme DIRETRIZ SINAT N°003 – Revisão 1. Após a execução de dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, a parede não apresentou ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, e outros danos, nem deslocamento horizontal instantâneo superior a $h/300$.

Os resultados dos ensaios de resistência à corrosão dos perfis e parafusos, bem como as verificações em obra, estão conforme à DIRETRIZ SINAT 003 – Revisão 1, isto é, uso de perfis com revestimento de zinco classe Z275 para atmosferas rurais e urbanas e Z350 para marinhas; parafusos para fixação de perfis e de chapas de fechamento externo com resistência à corrosão que atendem aos critérios da DIRETRIZ SINAT 003 revisão 1.

No trecho de parede exposto ao envelhecimento natural não foram observadas falhas, considerando que este trecho foi montado no ano de 2010 e observado até o mês de fevereiro do ano de 2013. As características deste trecho são iguais às descritas neste DATec, com exceção do tratamento dados às juntas. O tratamento de juntas atualmente empregado e constante deste DATec não está sendo avaliado, portanto, nesta condição de exposição. Tal painel está fixado em base de 1200mm de comprimento, distante 50 mm do solo, exposto às condições climáticas de São Paulo (Z3).



O Manual de Uso e Manutenção do Sistema Construtivo Saint Gobain – Light Steel Frame, elaborado pelo detentor da tecnologia, contempla os períodos de vida útil de projeto, VUP, conforme DIRETRIZ SINAT 003 – Revisão 1, também sendo especificados os cuidados para a utilização e manutenção do sistema construtivo, incluindo recomendação de inspeções periódicas, formas de execução de reparos e processos de limpeza. Para cada empreendimento será elaborado um Manual de Uso e Manutenção pela Construtora responsável, seguindo as orientações do detentor da tecnologia, o qual será entregue ao usuário.

4.6. Segurança ao fogo

As faces das paredes de geminação e as faces internas das paredes de fachada são compostas por materiais incombustíveis, não se caracterizando como propagadores de chamas.

As paredes de geminação são constituídas de quadros formados por perfis estruturais leves de aço zincado, fechamento com duas chapas de gesso para drywall de 12,5 mm em cada uma das faces da parede e núcleo de manta de lã de vidro de 50 mm de espessura e massa específica aparente de 12 kg/m³. As paredes de geminação seguem até a face inferior do telhado.

A determinação da resistência ao fogo das paredes de geminação foi realizada por ensaio. O ensaio realizado, com uma carga vertical uniformemente distribuída no topo da parede, condizente com uma casa térrea, de 600kgf/m, considerou resistência ao fogo de 30 minutos. Conclui-se, portanto, que as paredes de geminação do sistema construtivo atendem ao critério da DIRETRIZ SINAT N°003 – Revisão 1 quanto à segurança ao fogo.

5. Controle da qualidade

Foram feitas auditorias técnicas em obras em execução com o Sistema Construtivo Saint-Gobain – Light Steel Frame e foi realizada visita técnica na fábrica de produção das placas cimentícias.

O detentor da tecnologia desenvolveu documentação adequada para orientar a implementação do controle da qualidade do processo de produção do sistema construtivo. Essa documentação orientativa foi adequadamente utilizada pela(s) construtora(s) na(s) obra(s) auditada(s).

Essa documentação é formada por diretrizes para desenvolvimento de detalhes construtivos do sistema; critérios de aceitação de materiais e componentes; procedimento de execução e seus respectivos critérios para aceitação e diretrizes para elaboração de manual de uso e manutenção de habitações construídas com o Sistema Construtivo Saint-Gobain - Light Steel Frame.

Foram definidos, portanto, critérios de aceitação dos principais materiais e componentes do sistema (perfis metálicos, parafusos e chumbadores, placas cimentícias e massa para tratamento de juntas), bem como frequência e amostragem para os ensaios de controle. Para os perfis metálicos a recomendação é o controle das dimensões e do revestimento de zinco, requisitos que devem ser comprovados a cada lote entregue em obra por certificado de conformidade do fornecedor de bobina, ou por relatório de ensaio feito por laboratório de terceira parte, com rastreamento até os perfis entregues em obra. Para os parafusos e chumbadores, os requisitos de resistência à corrosão devem ser comprovados por certificado de conformidade do fornecedor que acompanha cada lote entregue na obra, ou por relatório de ensaio realizado em laboratório de terceira parte. Para as placas cimentícias a comprovação dos requisitos de resistência à flexão, absorção de água e variação dimensional, é feita pelos ensaios de controle da produção do fabricante, com validação desses controles realizados por laboratório de terceira parte a cada seis meses; portanto, a cada lote entregue em obra existe o certificado de conformidade do fabricante e o relatório de ensaio de terceira parte com validade de seis meses. Para massa para tratamento de juntas, a comprovação do requisito de teor de resina é feita através de certificado de conformidade do produto e relatório de ensaio de terceira parte periodicamente realizado para validação dos ensaios do fabricante.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada, no mínimo, 6 (seis) meses para verificação dos controles realizados pela construtora com acompanhamento do detentor da tecnologia. Para renovação deste DATec serão apresentados os



relatórios de auditorias técnicas (incluindo verificação de unidades em execução e verificação do comportamento de unidades em uso), considerando amostras representativas da produção de unidades habitacionais no país.

6. Fontes de informação

As principais fontes de informação são os documentos técnicos da empresa e os Relatórios Técnicos emitidos pelo IPT.

6.1. Documentos da empresa

- Manual para utilização do sistema construtivo Saint Gobain:
 - Procedimentos de montagem;
 - Fichas de Verificação de Materiais;
 - Fichas de Verificação de Serviços;
 - Procedimentos de intervenção.
- Orientação para o desenvolvimento do Manual do Usuário;
- Projetos de referência;
- Documentação dos Componentes.

6.2. Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório de ensaio IPT n° 1 040 335-203: Verificação da resistência aos impactos de corpo duro e corpo mole (dezembro de 2012);
- Relatório de ensaio IPT n° 1 040 336-203: Verificação de sistema de vedação vertical externa quanto à resistência a ação de calor e choque térmico e à estanqueidade à água (dezembro de 2012);
- Relatório Técnico IPT 129 296-205: Auditoria Técnica Complementar para a verificação do controle da qualidade na produção do sistema construtivo tipo Light Steel Frame da Saint Gobain – Brasilit, conforme Diretriz SINAT 003 (Auditoria 2) (Agosto de 2012);
- Relatório Técnico IPT 119.703-205: Avaliação técnica de sistema construtivo de paredes formadas por quadros de perfis leves de aço zincado, fechamento interno em chapas de gesso para drywall e fechamento externo em siding cimentício, para execução de unidades habitacionais térreas, isoladas e geminadas (dezembro de 2010);
- Relatório Técnico 127 714-205: Auditoria técnica preliminar para a verificação do controle de qualidade na produção do sistema construtivo tipo *Light Steel Frame* da Saint Gobain-Brasilit, conforme Diretriz SINAT 003 (Abril 2012);
- Relatório Técnico 122 991-205: Avaliação de desempenho térmico em habitações térreas com paredes em placas cimentícias e chapas de gesso nas oito zonas bioclimáticas brasileiras (abril de 2011);
- Relatório Técnico IPT 116 850-205: Avaliação técnica de Sistema Construtivo constituído de paredes estruturais formadas por quadros estruturais de perfis leves de aço zincado com fechamento em placas cimentícia na face externa e chapas de gesso acartonado na face interna, para execução de unidades habitacionais térreas isoladas e geminadas (Abril de 2010)
- Relatório de ensaio IPT n° 1008 495-203: Verificação da resistência ao fogo da parede de geminação (Abril de 2010);



- Relatório de ensaio IPT nº 1007 511-203: Verificação da Isolação sonora da parede de fachada (Abril de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1007 674-203: Verificação da Isolação sonora da parede de geminação (Abril de 2010);
- Parecer Técnico 17 966-301: Verificação da memória de cálculo do sistema estrutural da casa Saint-Gobain projetada no sistema *light steel framing* (Março de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1007 851-203: Verificação da estanqueidade à água de sistema de vedação vertical externa (Março de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1007 591-203: Determinação da resistência de sistemas de vedações verticais às solicitações de peças suspensas (Março de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1007 587-203: Verificação do comportamento de sistema de vedação vertical externa exposto à ação do calor e choque térmico – ensaio 2 (Março de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1007 067-203: Verificação do comportamento de sistema de vedação vertical externa exposto à ação do calor e choque térmico – ensaio 1 (Março de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1006 689-203: Verificação da resistência do sistema de vedação vertical a impactos de corpo mole – face interna (Fevereiro de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1006 688-203: Verificação do comportamento do sistema de vedações sob efeito de ações transmitidas por porta e da resistência a impactos de corpo mole e corpo duro – face externa (Fevereiro de 2010);
- Relatório técnico IPT nº 114 293-205: Ensaios de caracterização de placas cimentícia (Janeiro de 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1 005 535-203: Determinação das grandezas dimensionais do perfil de aço (Janeiro de 2010);
- Relatório técnico IPT nº 114 959-205: Ensaios de caracterização e de avaliação de desempenho de massa para tratamento de juntas entre placas cimentícia (Dezembro de 2009);
- Relatório Técnico IPT nº 114 977-205: Avaliação de desempenho térmico de edificação habitacional (Dezembro de 2009);
- Relatório técnico IPT nº 114 178-205: Determinação da resistência à tração na flexão de placas cimentícia (Novembro de 2009);
- Relatório de ensaio IPT nº 1 002 182-203: Determinação das características físicas da chapa de gesso acartonado (Outubro de 2009).

7. Condições de emissão do DATec

Este Documento de Avaliação Técnica, DATec, é emitido nas condições descritas, conforme Regimento geral do SINAT – Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores, Capítulo VI, Art. 22:

- a) o Detentor, Saint-Gobain do Brasil Ltda, é o único responsável pela qualidade do produto avaliado no âmbito do SiNAT;
- b) o Detentor deve produzir e manter o produto, bem como o processo de produção, no mínimo nas condições de qualidade e desempenho que foram avaliadas no âmbito SiNAT;
- c) o Detentor deve produzir o produto de acordo com as especificações, normas e regulamentos aplicáveis, incluindo as diretrizes SiNAT;



- d) o Detentor deve empregar e controlar o uso do produto, ou sua aplicação, de acordo com as recomendações constantes do DATec concedido e literatura técnica da empresa;
- e) o IPT e as diversas instâncias do SiNAT não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto do produto avaliado.

A Detentora da Tecnologia, Saint Gobain do Brasil Ltda, compromete-se a:

- a) manter o produto, Sistema Construtivo Saint Gobain – Light Steel Frame, seus componentes e o processo de produção alvo deste DATec no mínimo nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projetos específicos para cada empreendimento;
- b) produzir o produto de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;
- c) manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;
- d) manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente/ construtora e ao usuário final.

O produto deve ser utilizado mantido de acordo com as instruções do produtor e recomendações deste Documento de Avaliação Técnica.

O SiNAT e a Instituição Técnica Avaliadora, no caso o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.

Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H
Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT
Brasília, DF, 03 de abril de 2013.







Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

DECLARACIÓN JURADA GENERAL

DE SCNT EN MADERA

El SCNT **OXIPAL Woodframe** propuesto por la empresa **OXIPAL S.A.** es consistente y cumple en forma integral, más allá de cumplir con cada estándar por separado, con los Estándares de desempeño y Requisitos para la vivienda de interés social del MVOT, según RM 553/2011.

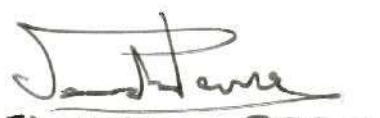
Todos los elementos estructurales de madera que componen el sistema cumplen con las Especificaciones para madera estructural, según RM 1386/2020.

Los ensayos y/o cálculos que acompañan las declaraciones juradas de cada estándar de desempeño, corresponden al SCNT propuesto en forma idéntica y en la totalidad de sus componentes.

CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.


Mauricio Pileta

Firma y aclaración representante Legal



FACUNDO PRESA

Firma y aclaración representante técnico

Tímbre Profesional



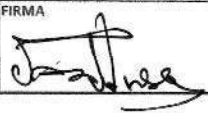
DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

1.- SEGURIDAD



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

1_1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES	
SE_01	Estabilidad y resistencia estructural					FOLIOS 80 a 93		
		X						
SE_02	Deformaciones y/o estados de fisuración del sistema estructural					FOLIOS 80 a 93		
		X				FOLIO 79		
SE_03	Comportamiento ante el impacto de cuerpo duro y cuerpo blando					FOLIOS 80 a 93		
		X				FOLIO 93 a 94		
SE_03	Comportamiento ante el impacto de cuerpo duro y cuerpo blando					FOLIOS 88 a 93		
		X			Informe Técnico 191 de Caracterización Mecánica de Muros Estructurales de Madera	FOLIOS 88 a 93, 119 a 153		
CONCLUSIONES		Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido a la seguridad estructural						
NOMBRE DEL TÉCNICO		FACUNDO PRESA						
Nº CP		194466						
FIRMA								
		CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de los correspondientes acciones penales de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.						



DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

1.- SEGURIDAD

Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

1.2 SEGURIDAD FRENTE AL FUEGO

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
SF_01 Dificultar el principio de incendio	64- Comprobación del cumplimiento de protección en las instalaciones, en los aspectos indicados, se realiza a través del análisis del proyecto, Memoria Descriptiva, especificaciones que describen el proyecto de Instalaciones previstas, y especificaciones de los materiales. También podrá realizarse en forma complementaria, mediante la inspección de un prototipo construido.	X				FOLIOS 59 a 60	
SF_02 Facilitar la fuga en situación de incendio	59- En fases de anteproyecto y proyecto, la condición funcional de rutas de salida, debe mostrar el cumplimiento requerido en los aspectos reglamentarios.			X			El alcance del proyecto es para viviendas unifamiliares aisladas. Por lo tanto no corresponde.
	64- Mediante ensayos de densidad óptica de humos, o de incombustibilidad según norma ISO 1182, en los casos que se requiera.			X			El alcance del proyecto es para viviendas unifamiliares aisladas. Por lo tanto no corresponde.
SF_03 Dificultar la inflamación generalizada	69- Se verifica sobre el análisis del proyecto para todos los materiales de los componentes, revestimientos, y terminaciones termo-acústicas, cuya exigencia haya sido establecida. Se verifica mediante ensayos.	X			Ensayo de propagación de llama de placa estándar. Ficha técnica de lana de vidrio.	FOLIOS 61 a 62, 184 a 188, 198 a 206	
	70- Los niveles de desempeño se indican en Tablas F_01 a F_04.			X			Solamente corresponde para las Tablas F02 que se contemplan en el punto anterior y F03 que se contempla en SF_04
	71- NOTA: puede requerirse de ensayos en los materiales aislantes termoacústicos no aparentes, dependiendo de un análisis respecto a la posibilidad de que ellos contribuyan en el desarrollo del calor en la etapa inicial del incendio, dependiendo del comportamiento verificado durante el ensayo. En los primeros 10 minutos de ensayo de resistencia al fuego del elemento constructivo, es cuando puede verificarse un aumento de la temperatura del horno, debido al calor generado por los materiales ensayados.			X		FOLIOS 61 a 62	Los materiales usados presentan ensayos que cumplen con los requerimientos de los estándares de desempeño.
SF_04 Resistencia al fuego	78- Mediante análisis de proyecto. Mediante ensayos de resistencia al fuego.	X			Ensayo de resistencia al fuego de Pared Simple. Informe Técnico 191 de Caracterización Mecánica de Muros Estructurales de Madera	FOLIOS 62, 189 a 206	
	79- A los efectos de su evaluación, se podrá tener como información comparativa de referencia el histórico de ensayos presentados para aprobación de sistemas o componentes, así como información disponible sobre ensayos realizados en la región, que cuenten con identificación del laboratorio, mención de norma, y descripción de informe de acuerdo a las exigencias expresadas en la misma.	X			Informe Técnico 191 de Caracterización Mecánica de Muros Estructurales de Madera	FOLIOS 119 a 153	
SF_05 Otros	81- Mediante análisis de proyecto.			X			No corresponde en esta etapa, se evaluará en el proyecto.
CONCLUSIONES		Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido a la seguridad frente al fuego					
NOMBRE DEL TÉCNICO		FACUNDO PRESA					
Nº CP		94466					
FIRMA							
		TIMBRE PROFESIONAL					
<small>CONFIRMACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Omisiones y errores que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 289º del Código Penal.</small>							


DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

1.- SEGURIDAD

1_3 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
SU_01 Condiciones de diseño seguridad de uso y accesibilidad	94- Mediante análisis de documentos del proyecto, Memoria constructiva, y especificaciones de materiales.	X				FOLIOS 20 a 54	A verificar mediante análisis de documentos para cada proyecto en particular. Respecto a la seguridad de uso de los materiales se detallan en el ITP.
SU_02 Seguridad en las instalaciones	102- Mediante análisis de proyecto, que contiene planos, detalles de los componentes la instalación, memoria descriptiva con especificaciones de materiales.	X				FOLIOS 20 a 54	
CONCLUSIONES	Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido a la seguridad de utilización						TIMBRE PROFESIONAL
NOMBRE DEL TECNICO	FACUNDO PRESA						
Nº CP	194466						
FIRMA							
<p>CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.</p>							




DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

2.- HABITABILIDAD Y CONFORT



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

2.1 FUNCIONALIDAD

REQUISITOS		METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
HC F_01	Funcionalidad	112- Mediante análisis de proyecto. El proyecto debe indicar las áreas de la vivienda, las dimensiones de los distintos locales, y la funcionalidad de los mismos indicando formas de organizar el equipamiento necesario con sus dimensiones adecuadas.			X			No corresponde en esta etapa de proyecto
CONCLUSIONES		Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido a la funcionalidad						TIMBRE PROFESIONAL
NOMBRE DEL TECNICO		FACUNDO PRESA						
Nº CP		194466						
FIRMA		 <p>CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.</p>						



DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

2.- HABITABILIDAD Y CONFORT



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

2.2 DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO

REQUISITOS		METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
HC DH_02.1	Iluminación y ventilación	134- Se verificará mediante el análisis del proyecto, y sobre la identificación de los requerimientos reglamentarios de iluminación y ventilación, mediante una planilla de los locales, con indicación de sus áreas, y de las superficies de iluminación y ventilación, reglamentarias y proyectadas.			X			A verificar que cada proyecto particular cumpla con las normativas municipales vigentes.
		135- Las condiciones de iluminación y ventilación se verificarán en etapas de anteproyecto y proyecto, completando los parámetros de implantación que no fueran factibles de ser verificados en otras etapas de estudio.			X			No corresponde en esta etapa de Proyecto
HC DH_02.2	Asoleamiento y elementos de protección	142- Las condiciones de asoleamiento y protección en vanos se verificarán mediante el análisis del proyecto, Memoria, y sobre los estudios gráficos de asoleamiento. Estos podrán indicar las máximas posibilidades de asoleamiento de la propuesta para su evaluación.			X			No corresponde en esta etapa de Proyecto
		143- En los casos de prototipos o tipologías el requerimiento de asoleamiento podrá evaluarse sobre la indicación de las condicionantes de implantación en relación a orientaciones viables, si corresponde a la etapa de estudio.			X			A verificar en cada proyecto.
HC DH_03	Forma de la vivienda y su agrupamiento	149- Se verifica sobre la indicación del Factor de forma que debe realizarse en la formulación del proyecto, o prototipo.			X			A verificar en cada proyecto. Correspondiente a la volumetría de la solución propuesta.
HC DH_04	Transmitancia de la envolvente	156- Se verificará mediante la memoria del cálculo de la propuesta, sobre los cálculos de la transmitancia térmica para los muros exteriores y cubiertas de acuerdo a lo que se establece en la norma UNIT-ISO 6946:2007.	X				FOLIOS 68 a 77	Se realiza para panel vertical y cubierta. El factor de huecos y transmitancia de los cerramientos vidriados se verificara en cada proyecto de acuerdo a su ubicación/ orientación
		157- Mediante Ensayos, en los casos de materiales componentes que requieran de ensayos para la determinación de sus propiedades de conductividad térmica, permeabilidad. Mediante cálculos analíticos, en base a las propiedades de los materiales empleados y su organización en el conjunto			X			Los materiales utilizados cumplen con las condiciones exigidas en los estándares y se verifican con el H-Term
		158- La utilización H-Term, software libre, para la realización de cálculo de transmitancia del cerramiento, será admitida siempre que los materiales del componente, estén incorporados a la base de datos del programa.	X				FOLIOS 68 a 77	
HC DH_05	Riesgo de condensación	163- Se verificará mediante análisis del proyecto general y particular de la vivienda, y sobre los cálculos analíticos a través de los procedimientos reconocidos, mediante software libre H-Term[1], o bien siguiendo el procedimiento que determinan las Normas específicas.	X				FOLIOS 68 a 77	
		164- Podrá ser verificado sobre los ensayos de componentes y prototipos realizados según las normas aplicables.			X			Los materiales utilizados cumplen con las condiciones exigidas en los estándares y se verifican con el H-Term
HC DH_06	Aislación tendiente a evitar puentes térmicos	165- Será de aplicación la Norma UNIT ISO 10211. Apartado 4.4 de la Norma IRAM 11605.	X				FOLIOS 68 a 77	A verificar en cada proyecto.
CONCLUSIONES		Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido al desempeño higrotérmico						
NOMBRE DEL TÉCNICO		FACUNDO PRESA						
Nº CP		194466						
FIRMA								
CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 3099 del Código Penal.								




DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

2.- HABITABILIDAD Y CONFORT



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

2_3 DESEMPEÑO ACUSTICO

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES	
HC DA_01	Aislación acústica							
	177- Mediante datos analíticos, en base a las propiedades físicas de los materiales empleados y su organización en el conjunto de los componentes.	X				FOLIOS 63 a 66		
	178- Mediante ensayos de los componentes constructivos, y ensayos en prototipos construidos. Podrá utilizarse las Normas ISO 140, o norma internacional reconocida.	X				FOLIOS 63 a 66		
CONCLUSIONES		Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido al desempeño acústico					TIMBRE PROFESIONAL	
NOMBRE DEL TECNICO		FACUNDO PRESA						
N° CP		194466						
FIRMA								

CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.




DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

3.- HIGIENE SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

3.1 ESTANQUEIDAD AL AGUA Y AIRE

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES	
HS MA_01	188- Verificación del desempeño sobre análisis de los detalles constructivos de componentes que presentan exposición a los factores aire y agua.	X				FOLIO 67	Verificar en viviendas construidas	
	189- Verificación mediante ensayos del prototipo, de sus componentes, conforme a norma reconocida y reproduciendo las condiciones de ejecución previstas de proyecto y obra.			X			Verificar en cada diseño de viviendas construidas	
	190- Verificación de las especificaciones de proyecto, según los parámetros establecidos en la Tabla. H_ 01.			X			Verificar en cada proyecto	
HS MA_02	199- Verificación mediante el análisis del proyecto de secciones, cotas y niveles, pendientes ajustadas a reglamentaciones y demás normas de diseño.			X			Verificar en cada proyecto	
	200- Verificación mediante memoria de cálculo y descriptiva con especificaciones completas de los materiales componentes de la instalación.			X			Verificar en cada proyecto	
CONCLUSIONES	Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido a la estanqueidad al agua y al aire						TIMBRE PROFESIONAL	
NOMBRE DEL TECNICO	FACUNDO PRESA							
Nº CP	194466							
FIRMA								
CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.								




DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

3.- HIGIENE SALUD Y MEDIO AMBIENTE



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

3_2 HIGIENE SALUD Y MEDIO AMBIENTE

REQUISITOS		METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
HS MA 03	Impacto ambiental	206- Mediante Información proporcionada sobre las condiciones de producción, sobre medidas de protección.	X				FOLIO 67	
		207- Mediante memoria que indique plan de gestión de residuos, de producción y/ de obra.	X				FOLIO 67	
CONCLUSIONES		Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido a la higiene, salud y medio ambiente						TIMBRE PROFESIONAL
NOMBRE DEL TECNICO		FACUNDO PRESA						
N° CP		194466						
FIRMA		 <p>CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.</p>						



DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

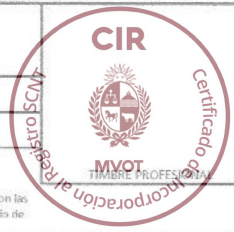
4.- DURABILIDAD



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

4 DURABILIDAD

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES	
D_01	Vida útil de proyecto (VUP)	1. El Empleo de componentes y materiales son de calidad compatible con la VU proyectada,	X			FOLIOS 19 A 54		
		2. La Ejecución prevista utiliza métodos y procedimientos que posibilitan la VU proyectada,	X			FOLIOS 19 A 54	SE PUEDE VERIFICAR EN VIVIENDAS YA CONSTRUIDAS	
		3. Se han identificado las tareas de mantenimiento preventivo y las mismas son acordes al tipo y características del sistema, o componente	X			FOLIOS 19 A 54		
		4. Han sido indicados los cuidados para el correcto uso de la vivienda/edificio	X			FOLIOS 19 A 54		
		223- Mediante la comparación con información que surja del conocimiento de las características del sistema, o por análisis del sistema a través de prototipos o antecedentes de utilización,	X			FOLIO 370	SE PUEDE VERIFICAR EN VIVIENDAS YA CONSTRUIDAS	
		224- Mediante análisis de ensayos de durabilidad realizados con norma identificada, y reconocido, sobre los componentes o el sistema, para materiales que no presenten antecedentes de uso.			X		SE PUEDE VERIFICAR EN VIVIENDAS YA CONSTRUIDAS	
	225- Verificación de los niveles con los criterios indicados en la Tabla. D_01 y siguientes,	X			FOLIO 53	Verificar en cada proyecto		
D_02	Identificación condiciones de exposición	226- El tipo de ambiente para el que se proyecta cada elemento deberá constar, de forma específica, en la memoria y en los planos del proyecto, indicando las condiciones de exposición, en particular en sistemas constructivos sensibles a factores de humedad, salinidad. Se deberá atender a los criterios de zonas climáticas definidas en la Norma UNIT 1026, en estos casos,	X			FOLIO 68 a 77	Verificar en cada proyecto	
		227- Durante la fase de proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente al que estarán sometidos los diferentes elementos estructurales. Este ambiente definirá la agresividad del medio en el que debe mantenerse el elemento sin el deterioro de sus propiedades específicas.			X		FOLIO 68 a 77	Verificar en cada proyecto
		228- Para la identificación del tipo de exposición a que estará sometido el componente, se debe considerar cuestiones relativas al entorno (orientación, salinidad del medio, ataque químico, etc), y la severidad de la exposición local a la humedad, es decir la situación del elemento en el edificio y el efecto particular de ciertas soluciones constructivas (tales como la protección que pueden ofrecer aleros, cornisas, dotados de un goterón adecuado dimensionado) y el efecto de revestimientos y protecciones.	X			FOLIO 68 a 77	Verificar en cada proyecto	
ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE DEGRADACIÓN	CONDICIONES EXPOS. EXTERIOR	AMBIENTE MARINO COSTERA			No afecta el sistema			
		VIENTOS FUERTES - COSTERA-FRANJA OESTE			Previsto en el calculo estructural (dependiendo del proyecto y su implantación)			
		AGENTES BIÓTICOS			Contará con el tratamiento previo que garantice su durabilidad			
	CALIDAD DEL SISTEMA	CAPA EXPUESTA			Cumple con estándares de durabilidad, según plan de mantenimiento			
		JUNTAS			Cumple con estándares de durabilidad, protección por diseño			
		AISLANTE			Cumple con estándares de durabilidad, protección por diseño			
		IMPERMEABILIZACIÓN			Cumple con estándares de durabilidad, protección por diseño			
		UNIONES ESTRUCTURALES METÁLICAS			Cumple con estándares de durabilidad, protección por diseño			
	DISEÑO	DEFINICIÓN DE DETALLES			Se especifica en ITP (folios 45 -48)			
	EJECUCIÓN				Según procedimiento descrito			
MANTENIMIENTO	ACCESIBILIDAD A INST. HUMEDAS			Según plan de mantenimiento				
	REPOSICIÓN EN IGUALES CONDICIONES			Según plan de mantenimiento				
	FRECUENCIA			Según plan de mantenimiento				
CONCLUSIONES	Declaro que el sistema constructivo cumple con los estándares de desempeño de la vivienda, en lo referido a la durabilidad							
NOMBRE DEL TÉCNICO	FACUNDO PRESA							
RFP CP	194466							
FIRMA	 CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes, los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239 del Código Penal.							




DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

5.- COSTOS

5 COSTO

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
C_01 Costo de la vivienda	236- Los Costos se definen a través de las variables (costo/m ²) en base a una vivienda de 50 m ² de dos dormitorios, los componentes de costos de obra, y tiempos estimados de obra.	X				FOLIOS 13 a 16	
	237- Para la evaluación de costos de SCNT, se tomará como referencia el costo de una vivienda de construcción tradicional, que cumpla con los mínimos de áreas establecidos en el Reglamento de Producto del MVOTMA, y con los Estándares de desempeño y requisitos, y por tanto, con prestaciones semejantes.			X			Se tomaron como referencia antecedentes construidos con sistema constructivo similar, no tradicional
C_02 Costo por mantenimiento	240- Mediante estimación de los costos de mantenimiento periódico para los distintos componentes de la vivienda, que presenta la propuesta.	X				FOLIOS 13 a 16	
	241- La propuesta debe detallar la conformación del costo de mantenimiento con todos sus rubros, la estimación de la periodicidad y la calificación de la mano de obra	X				FFOLIOS 13 a 16	
	242- La propuesta debe detallar tareas en los periodos que se indican.	X				FOLIOS 13 a 16	
C_03 Costo de reposición parcial o total	244- Mediante un presupuesto de póliza de seguros del tipo "Incendio y HTT" de Banco de Seguros del Estado, u otra aseguradora, para la vivienda a evaluar,	X				FOLIOS 17 y 18	
C_04 Costo de reposición depreciado	247- Mediante la información suministrada por la propuesta.	X				FOLIOS 13 a 16	
CONCLUSIONES		Declaro que el sistema constructivo cumple con los estandares de desempeño de la vivienda, en lo referido a los costos					
NOMBRE DEL TECNICO		FACUNDO PRESA					
Nº CP		194466					
FIRMA							
CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239 del Código Penal.							TIMBRE PROFESIONAL







**Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial**

DIRECCIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

RESOLUCIÓN Nº 002 /2025

Expediente Nº 2024/14000/006182

Montevideo, 29 ENE. 2025

VISTO: la solicitud presentada por la empresa OXIPAL S.A., a los efectos que se dirán;

RESULTANDO: I) que, la referida empresa presenta mediante trámite en línea ante este Ministerio solicitud de otorgamiento de CIR para el Sistema Constructivo No Tradicional "OXIPAL -WOODFRAME";

II) que, en el proceso de evaluación realizado por los servicios técnicos del Departamento Tecnologías Constructivas se formularon observaciones y se requirieron aclaraciones a la propuesta, las cuales fueron cumplidas a satisfacción;

CONSIDERANDO: I) que, en informe fechado el 12 de diciembre de 2024 el Departamento Tecnologías Constructivas, en el marco de lo previsto en el artículo 14.5 del Reglamento aplicable, produce Informe final donde concluye que la empresa ha presentado toda la documentación requerida para la solicitud del certificado de incorporación al Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales del MVOT, CIR 100 con una vigencia de 2 años, adjuntando las respectivas condiciones de otorgamiento;

II) que, tomando en cuenta que se ha dado cumplimiento con el procedimiento previsto en el Reglamento para Registro de Sistemas

Sede central
Zabala 1432
Tel.: (+598) 29170710

www.mvotma.gub.uy
Montevideo - Uruguay

Constructivos No Tradicionales por Declaración Jurada vigente, corresponde en esta instancia hacer lugar a lo peticionado por la solicitante y otorgar el Certificado solicitado;

ATENTO: a lo precedentemente expuesto, y a lo dispuesto por el Reglamento para Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales por Declaración Jurada, aprobado por Resolución Ministerial N° 118/2021, de 3 de febrero de 2021 y N° 1296/2024 del 27 de diciembre de 2024;

El ENCARGADO de DESPACHO de la DIRECCIÓN NACIONAL DE VIVIENDA,

RESUELVE:

1º.- Otorgase a la empresa OXIPAL S.A "Certificado de Incorporación al Registro de un Sistema Constructivo No Tradicional por Declaración Jurada" tipo "CIR 100", para el Sistema Constructivo No Tradicional denominado "OXIPAL-WOODFRAME", por el término de 2 años, de acuerdo a las condiciones de otorgamiento que surgen del informe incorporado en referencia 15 del expediente administrativo No. 2024/14000/006182, que se consideran parte de la presente.-

2º.- Comuníquese a la Dirección General de Secretaría de conformidad con lo previsto en el artículo 15.2 del Reglamento para Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales por Declaración Jurada.-



**Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial**

3º.- Incorpórese en el Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales a cargo de este Ministerio y notifíquese a la empresa OXIPAL S.A.-

R.D Nº 0 2 /2025

EXP Nº 2024/14000/006182

a.r./EG


Cnel. (R) Norberto Suárez
Director General de Secretaría

Ministerio de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

Sede central
Zabala 1432
Tel.: (+ 598) 29170710

www.mvotma.gub.uy
Montevideo - Uruguay

Visado Adm.
DINAVI

Fecha: 28/1/2025

Primera firma: Martina Lorenzo - 30/01/2025



CONDICIONES DE OTORGAMIENTO

1.- CIR, EMPRESA TITULAR Y SCNT

El presente documento CIR, se otorga a la empresa **OXIPAL S.A.** para el sistema constructivo no tradicional **OXIPAL - Woodframe** para el uso en los programas del MVOT, tal como se describe en el apartado ***Informe Técnico del Proponente, (en adelante ITP)*** presentado por dicha empresa quien en adelante será el "Titular".

El presente documento es de tipo **CIR 100**, o sea, con cupo de hasta 100 viviendas en simultáneo. El plazo de vigencia del CIR será por **dos años** para los programas que establezca el MVOT, y renovable para un cupo máximo de 300 viviendas, en el caso de que se genere un antecedente válido.

El Titular del **CIR OXIPAL - Woodframe** y los técnicos firmantes, presentan su evaluación, afirman y documentan mediante **Declaración Jurada**, el conocimiento y cumplimiento de los **Estándares de desempeño y requisitos para la vivienda de interés social - DINAVI, MVOT, RM 553/ 2011 y modificativa RM 225/2014 y las Especificaciones para Madera Estructural (RM 1386/2020)**

El Titular y los técnicos firmantes se responsabilizan de que la información proporcionada es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.

Sede central:
Zabala 1432
Tel.: (+598) 20170710

www.mvotma.gub.uy
Montevideo - Uruguay



La empresa **OXIPAL S.A.**, acepta que se publique vía web el **contenido de la propuesta en su totalidad**. La información aportada

en la solicitud integrará el *Registro de SCNT (DINAVI)* (Capítulo IX del Reglamento CIR), y podrá ser utilizada para generación de datos u otros fines de interés tanto para la Administración, como para terceros.

2.- UTILIZACION.

Es responsabilidad de quienes utilicen dicho sistema (técnicos, Permisarios, etc.), el **seguimiento** de las pautas **del presente documento, del Reglamento CIR y del Reglamento de Ejecución y control de obras de sistemas constructivos no tradicionales (SCNT) con CIR** de modo de garantizar la conformidad de los proyectos y las obras.

Se requerirá que el **CIR** se encuentre **vigente** para la utilización de Sistemas Constructivos No Tradicionales en todos los programas de vivienda del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (en adelante MVOT).

Dicha utilización quedará **condicionada** a que el SCNT **cumpla** con los **requisitos** exigidos **para cada uno de los programas del MVOT**, tenga **cupo** disponible y cumpla con los requisitos exigidos respecto a la constitución de la **garantía por parte de la empresa OXIPAL S.A.**

3.- ALCANCE DEL CIR.

Conforme a la documentación presentada, el sistema **OXIPAL – Woodframe** podrá ser utilizado **para la construcción de viviendas**



aisladas de un nivel en planta baja.

Este documento **no evalúa** aspectos técnicos del SCNT, **ni avala** el cumplimiento de los estándares de desempeño, **ni valida** aspectos particulares del proyecto, como tipologías, instalaciones, equipamiento, servicios, etc., **por parte del MVOT, deslindando a éste de toda responsabilidad en cuanto a la aplicación del sistema constructivo.** La etapa de elaboración del proyecto deberá hacerse bajo la responsabilidad de los técnicos actuantes habilitados.

4.- CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL SISTEMA OXIPAL - Woodframe EN LOS PROYECTOS Y USO DE LA VIVIENDA.

El sistema queda **definido** de modo descriptivo y gráfico, **en el Informe Técnico del Proponente (ITP).** - Planilla 5.

En el estudio de proyectos podrán requerirse estudios complementarios, para la verificación de algunos aspectos, teniendo como referencia los *Estándares de Desempeño y Requisitos para la Vivienda de Interés Social*. El proyecto particular debe **resolver las condiciones reglamentarias** requeridas por la Administración en sus Programas y llamados, y realizarse conforme a las **disposiciones normativas vigentes, con los trámites de estilo para todo proyecto de construcción.** En consecuencia, los proyectos requerirán las **firmas de los responsables técnicos**, de acuerdo con las características del mismo.

