

#### **5.1.11.4 HABITABILIDAD Y CONFORT**

Los requisitos de habitabilidad y confort se examinarán de acuerdo a la funcionalidad, al desempeño higrotérmico y al desempeño acústico del sistema constructivo.

##### **Funcionalidad**

Se verificará mediante análisis de cada proyecto en particular. El sistema constructivo Propuesto no presenta limitantes que impidan o dificulten cumplir con los estándares requeridos.

##### **Desempeño Higrotérmico**

En la etapa de cada proyecto particular se considerarán estrategias de diseño que definirán el confort ambiental de la vivienda (implantación, orientación, protecciones solares, tamaño, ubicación y movimiento de aberturas, tratamiento del espacio próximo a la vivienda con vegetación, entre otras).

##### **1. ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN**

La vivienda cumplirá las condiciones de iluminación y ventilación definidas por las reglamentaciones departamentales. Verificándolas mediante el análisis del proyecto en particular indicando en una planilla con los datos de área, superficies de iluminación y ventilación reglamentarias y proyectadas.

##### **2. ASOLEAMIENTO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA VIVIENDA**

En cada proyecto en particular se analizarán y verificarán que cumplan con las exigencias de asoleamiento de una hora mínimo en al menos uno de los locales habitables de la vivienda el día 23 de junio, los dormitorios deben contar con elementos de protección para controlar la ventilación y el oscurecimiento de los vanos al exterior.

Considerando las siguientes recomendaciones:

- Para el aspecto de asoleamiento, la condición de dos horas en la mitad de los locales Habitables el día 23 de junio, conforme a Norma UNIT 1026.
- La dotación de máxima protección de la vivienda a través de aleros, sombras, y/o árboles de hoja caduca,
- La dotación de máxima protección al conjunto de los vientos fuertes y fríos a través de barreras naturales o artificiales.

##### **3. FORMA DE LA VIVIENDA Y SU AGRUPAMIENTO**

Se verificará el factor de Forma (F) en cada proyecto en particular.

Este requisito permite minimizar las pérdidas de calor por transmisión en invierno proporcionando un ahorro térmico derivado de las condiciones de forma del proyecto.



El factor de Forma (F) es el cociente entre el área vertical expuesta al exterior y el volumen de la vivienda, que se expresa de la siguiente forma:

$$F = \text{Área vertical expuesta al exterior} / \text{Volumen de la vivienda}$$

En la evaluación de cada proyecto, se considera el factor de forma, como un parámetro a nivel informativo, referido al proyecto y/o al agrupamiento, y a los efectos de generar indicadores de eficiencia.

#### 4. TRANSMITANCIA DE LA ENVOLVENTE

Los cerramientos que componen la envolvente deberán presentar características térmicas de modo que sus valores de transmitancia térmica no superan los rangos indicados de acuerdo a la ubicación.

Los cerramientos vidriados exteriores deberán presentar características que se verificarán mediante la transmitancia de hueco. La misma se define en función del factor hueco, siendo éste el porcentaje de área vidriada en relación al área total de la fachada que lo contiene.

El factor de huecos y la transmitancia de los cerramientos vidriados se verificará en cada proyecto de acuerdo a su ubicación/orientación, mediante la memoria del cálculo de la propuesta, sobre los cálculos de acuerdo a lo que se establece en la norma UNIT-ISO 6946:2007.

En cuanto a la transmitancia de la envolvente del sistema aquí propuesto, se verifica mediante la utilización H-Term los valores para los cerramientos verticales (muros) y para la cubierta. Ver Folios Nº 71 - 80.

#### 5. RIESGO DE CONDENSACIÓN

Los muros exteriores y cubiertas en condiciones normales de funcionamiento, no presentarán humedad en su superficie interior (condensación superficial) ni dentro de su masa (condensación intersticial).

Se verifica por medio del software H-Term para temperaturas exteriores de 4°C y HRe de 90%, para el interior se tomará ti 18°C y HR 80%.

Se verifica el correcto cumplimiento, no presentando condensación superficial, así como tampoco intersticial. Ver Folios Nº 71 - 80.

#### 6. AISLACIÓN TENDIENTE A EVITAR PUENTES TÉRMICOS

La aislación térmica de la envolvente no se interrumpe en ningún momento. Ver Folios Nº 71 - 80.

Continuación, se exponen los resultados obtenidos con el software H-Term:



### 5.1.11.5 ANEXO 3: CÁLCULO TÉRMICO, MURO EXTERIOR

Se adjuntan los reportes obtenidos en H-Term para las diferentes zonas del país (A: zona Norte, B: zona Centro, C: zona Costera) que avalan el cumplimiento de los estándares requeridos. Se verifica que no se produce condensación.

Calculo por muro INT-EXT:

#### Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]  
 ro -> Densidad [kg/m3]  
 M -> Masa [Kg/m2]  
 Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]  
 Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]  
 R -> Resistencia térmica [m2.K/W]  
 CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K)]  
 delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]  
 Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]  
 1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]  
 mu -> Factor de resistencia al vapor de agua  
 Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]  
 OBS -> Observaciones:  
 RDO: Material proveniente de la base de datos original.

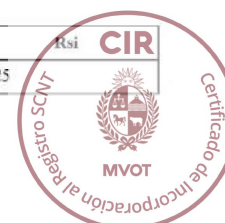
	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Yeso (densidad 900)	12.5	900.0	11.25	0.3	1000.0	4.17E-02	11.25	1.98E-11	6.31E+08	1.58E-09	10.0		BDO
Lámina de polietileno (0,1 m..	0.1	950.0	9.50E-02		2000.0	0.00E+00	0.19		5.05E+11	1.98E-12		100.0	
Cámara de aire no ventilada ..	40.0			8.33E-02	1008.0	0.48			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Lama de vidrio (densidad 15...	50.0	107.5	5.375	4.25E-02	700.0	1.176	3.763	1.98E-10	2.53E+08	3.96E-09	1.0		BDO
Contrachapado (densidad 1000..	12.0	1000.0	12.0	0.24	1600.0	5.00E-02	19.2	7.92E-13	1.52E+10	6.60E-11	250.0		BDO
Membrana transpirable	0.175	350.0	6.12E-02		1.0	0.00E+00	6.12E-05		1.01E+09	9.90E-10		0.2	BDO
Cámara de aire muy ventilada..	23.0												BDO
Madera (asimilable a pino)	23.0	450.0	10.35	0.12	1600.0	0.192	16.56	3.96E-12	5.81E+09	1.72E-10	50.0		BDO
Pintura - barniz	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		1.52E+10	6.60E-11		3.0	BDO

#### Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]  
 Hre -> Humedad relativa exterior [%]  
 ti -> Temperatura Interior [°C]  
 Hri -> Humedad relativa exterior [%]  
 Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]  
 Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	Hre	ti	Hri	Rse	Rsi
4	90	18,0	80	0,04	0,25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal  
 Zona A  
 Fuera de Norma



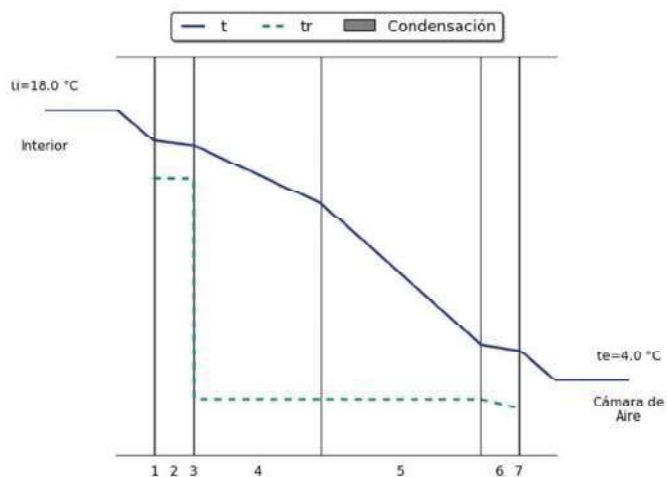
### Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	16.44	14.5
1-2	16.44	14.49
2-3	16.18	14.48
3-4	16.18	3.06
4-5	13.19	3.06
5-6	5.87	3.05
6-7	5.56	2.55
7-CA	5.56	2.51

Transmitancia Térmica: 0.53 W/m²K @ Rsi=0.1 m²K/W

Masa: 28.78 Kg/m²

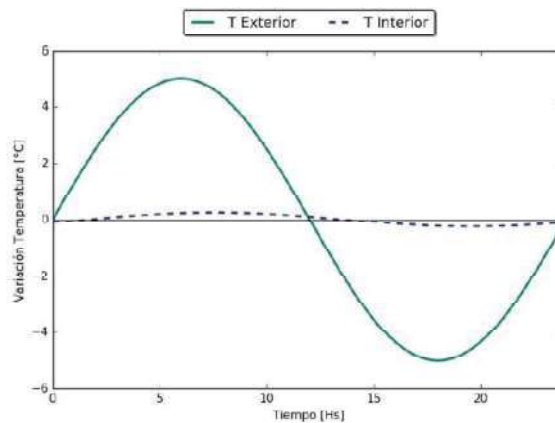
Espesor: 0.115 m



### Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.05

Retardo Térmico: 1.57 Hs



Calculo por montante de muro INT-EXT:

### Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]  
 ro -> Densidad [kg/m3]  
 M -> Masa [Kg/m2]  
 Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]  
 Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]  
 R -> Resistencia térmica [m2.K/W]  
 CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K)]  
 delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]  
 Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]  
 1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]  
 mu -> Factor de resistencia al vapor de agua  
 Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]  
 OBS -> Observaciones:  
 BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Yeso (densidad 900)	12.5	900.0	11.25	0.3	1000.0	4.17E-02	11.25	1.98E-11	6.31E+08	1.58E-09	10.0		BDO
Lámina de polietileno (0,1 m...)	0.1	950.0	9.50E-02		2000.0	0.00E+00	0.19		5.05E+11	1.98E-12		100.0	
Madera (asimilable a pino)	90.0	450.0	40.5	0.12	1600.0	0.75	64.8	3.96E-12	2.27E+10	4.40E-11	50.0		BDO
Contrachapado (densidad 1000..)	12.0	1000.0	12.0	0.24	1600.0	5.00E-02	19.2	7.92E-13	1.52E+10	6.60E-11	250.0		BDO
Membrana transpirable	0.175	350.0	6.12E-02		1.0	0.00E+00	6.12E-05		1.01E+09	9.90E-10		0.2	BDO
Madera (asimilable a pino)	23.0	450.0	10.35	0.12	1600.0	0.192	16.56	3.96E-12	5.81E+09	1.72E-10	50.0		BDO
Madera (asimilable a pino)	23.0	450.0	10.35	0.12	1600.0	0.192	16.56	3.96E-12	5.81E+09	1.72E-10	50.0		BDO
Pintura - barniz	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		1.52E+10	6.60E-11		3.0	BDO

### Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]  
 Hrc -> Humedad relativa exterior [%]  
 ti -> Temperatura Interior [°C]  
 Hri -> Humedad relativa interior [%]  
 Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]  
 Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	Hrc	ti	Hri	Rse	Rsi
4	90	18.0	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal  
 Zona A  
 Fuera de Norma

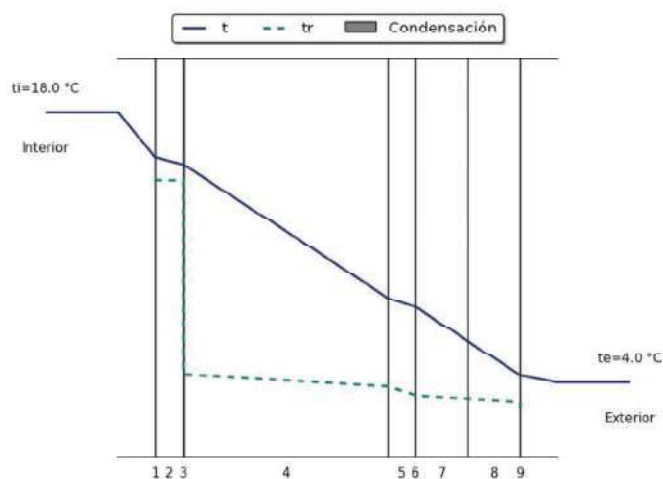
### Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.69	14.5
1-2	15.69	14.49
2-3	15.3	14.48
3-4	15.3	4.42
4-5	8.37	3.78
5-6	7.91	3.35
6-7	7.91	3.32
7-8	6.14	3.15
8-9	4.37	2.97
9-Ex	4.37	2.51

Transmitancia Térmica: 0.73 W/m²K @ Rsi=0.1 m²K/W

Masa: 84.61 Kg/m²

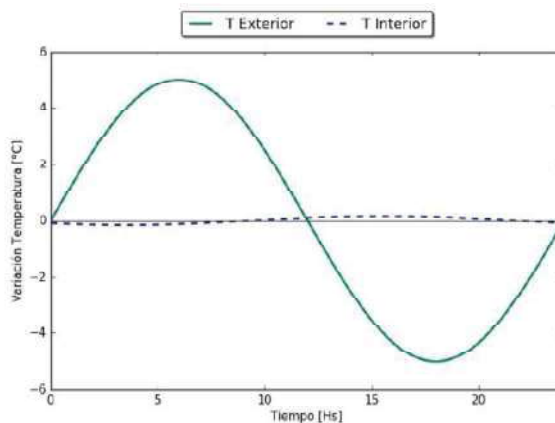
Espesor: 0.161 m



### Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.032

Retardo Térmico: 9.53 Hs





Calculo por cubierta INT-EXT:

**Sección 1 : Datos Cerramiento**

e -> Espesor [mm]  
 ro -> Densidad [kg/m<sup>3</sup>]  
 M -> Masa [Kg/m<sup>2</sup>]  
 Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]  
 Cp -> Calor específico [kJ/m<sup>2</sup>.K]  
 R -> Resistencia térmica [m<sup>2</sup>.K/W]  
 CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m<sup>2</sup>.K)]  
 delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]  
 Z -> Resistencia al vapor de agua [m<sup>2</sup>.s.Pa/kg]  
 1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m<sup>2</sup>.s.Pa]  
 mu -> Factor de resistencia al vapor de agua  
 Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]  
 OBS -> Observaciones:  
 BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Yeso (densidad 900)	12.5	900.0	11.25	0.3	1000.0	4.17E-02	11.25	1.98E-11	6.31E+08	1.58E-09	10.0		BDO
Yeso (densidad 900)	12.5	900.0	11.25	0.3	1000.0	4.17E-02	11.25	1.98E-11	6.31E+08	1.58E-09	10.0		BDO
Lámina de polietileno (0,1 m..	0.1	950.0	9.50E-02		2000.0	0.00E+00	0.19		5.05E+11	1.98E-12		100.0	
Lama de vidrio (densidad 15..	50.0	107.5	5.375	4.25E-02	700.0	1.176	3.763	1.98E-10	2.53E+08	3.96E-09	1.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	300.0			9.38E-02	1008.0	3.2			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Contrachapado (densidad 1000..	15.0	1000.0	15.0	0.24	1600.0	6.25E-02	24.0	7.92E-13	1.89E+10	5.28E-11	250.0		BDO
Membrana transpirable	0.175	350.0	6.12E-02		1.0	0.00E+00	6.12E-05		1.01E+09	9.90E-10		0.2	BDO
Cámara de aire muy ventilada..	70.0												BDO
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO

**Sección 2 : Condiciones base**

te -> Temperatura Exterior [°C]  
 Hre -> Humedad relativa exterior [%]  
 ti -> Temperatura Interior [°C]  
 Hri -> Humedad relativa exterior [%]  
 Rse -> Resistencia superficial exterior [m<sup>2</sup>.K/W]  
 Rsi -> Resistencia superficial interior [m<sup>2</sup>.K/W]

te	Hre	ti	Hri	Rse	Rsi
4	90	18.0	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal  
 Zona A  
 Fuera de Norma

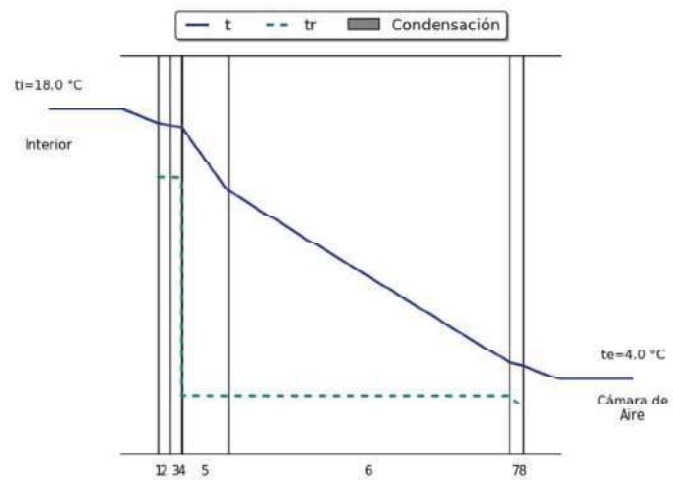
### Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	17.3	14.5
1-2	17.3	14.49
2-3	17.19	14.48
3-4	17.07	14.47
4-5	17.07	3.18
5-6	13.79	3.17
6-7	4.87	3.17
7-8	4.7	2.55
8-CA	4.7	2.51

Transmitancia Térmica: 0.21 W/m²K @ Rsi=0.1 m²K/W

Masa: 43.03 Kg/m²

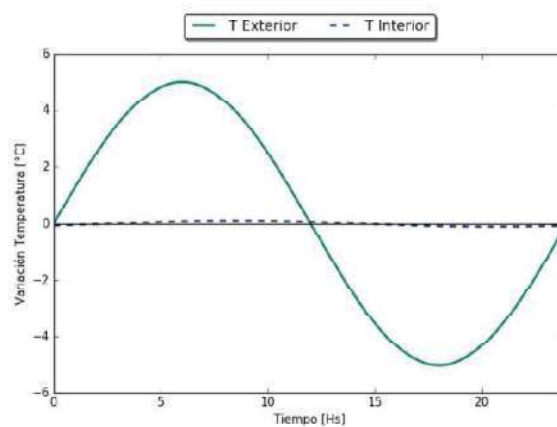
Espesor: 0.39 m



### Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.02

Retardo Térmico: 2.5 Hs





## Calculo por montante de cubierta INT-EXT:

### Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]  
 ro -> Densidad [kg/m<sup>3</sup>]  
 M -> Masa [Kg/m<sup>2</sup>]  
 Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]  
 Cp -> Calor específico [kJ/m<sup>2</sup>.K]  
 R -> Resistencia térmica [m<sup>2</sup>.K/W]  
 CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m<sup>2</sup>.K)]  
 delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]  
 Z -> Resistencia al vapor de agua [m<sup>2</sup>.s.Pa/kg]  
 1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m<sup>2</sup>.s.Pa]  
 mu -> Factor de resistencia al vapor de agua  
 Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]  
 OBS -> Observaciones:  
 BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Yeso (densidad 900)	12.5	900.0	11.25	0.3	1000.0	4.17E-02	11.25	1.98E-11	6.31E+08	1.58E-09	10.0		BDO
Yeso (densidad 900)	12.5	900.0	11.25	0.3	1000.0	4.17E-02	11.25	1.98E-11	6.31E+08	1.58E-09	10.0		BDO
Lámina de polietileno (0,1 m...	0.1	950.0	9.50E-02		2000.0	0.00E+00	0.19		5.05E+11	1.98E-12		100.0	
Lana de vidrio (densidad 135...	50.0	107.5	5.375	4.25E-02	700.0	1.176	3.763	1.98E-10	2.53E+08	3.96E-09	1.0		BDO
Madera (asimilable a pino)	300.0	450.0	135.0	0.12	1600.0	2.5	216.0	3.96E-12	7.58E+10	1.32E-11	50.0		BDO
Contrachapado (densidad 1000...	12.5	1000.0	12.5	0.24	1600.0	5.21E-02	20.0	7.92E-13	1.58E+10	6.34E-11	250.0		BDO
Membrana transpirable	0.175	350.0	6.12E-02		1.0	0.00E+00	6.12E-05		1.01E+09	9.90E-10		0.2	BDO
Cámara de aire muy ventilada...	25.0												BDO
Madera (asimilable a pino)	45.0	450.0	20.25	0.12	1600.0	0.375	32.4	3.96E-12	1.14E+10	8.80E-11	50.0		BDO
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO

### Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]  
 Hre -> Humedad relativa exterior [%]  
 ti -> Temperatura Interior [°C]  
 Hri -> Humedad relativa exterior [%]  
 Rse -> Resistencia superficial exterior [m<sup>2</sup>.K/W]  
 Rsi -> Resistencia superficial interior [m<sup>2</sup>.K/W]

te	Hre	ti	Hri	Rse	Rsi
4	90	18.0	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona A

Fuera de Norma

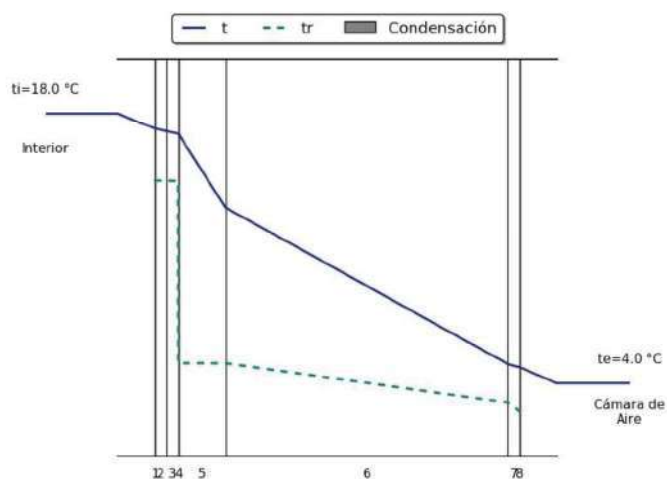
### Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	17.19	14.5
1-2	17.19	14.49
2-3	17.05	14.48
3-4	16.92	14.47
4-5	16.92	5.03
5-6	13.1	5.02
6-7	4.98	3.0
7-8	4.81	2.54
8-CA	4.81	2.51

Transmitancia Térmica: 0.25 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 175.53 Kg/m³

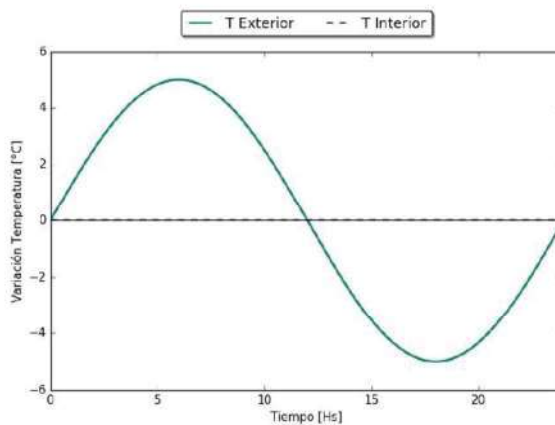
Espesor: 0.388 m



### Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.0

Retardo Térmico: 13.91 Hs



### 5.1.11.6 ANEXO 4: Modelo de calculo

# MODELO DE CALCULO

## Tabla de Contenidos

1. Descripción general	79
1.1. Guía	79
2. Bases del proyecto	80
2.1. Normas empleadas	80
2.2. Información técnica cotejada	80
2.3. Aplicación de la Guía	80
2.3.1. Clases de Servicio	80
2.3.2. Determinación de los materiales estructurales	81
2.4. Condiciones para la durabilidad de la estructura	83
2.4.1. Certificado de retención OXIPAL	86
2.5. Impacto de cuerpo duro y cuerpo blando	88
3. Desarrollo del cálculo para un modelo genérico	93
3.1. Verificar cumplimiento	93
3.2. Caracterizar ubicación	94
3.3. Especie y calidad de elementos constructivos	94
3.4. Definir origen y modular	94
3.5. Definir el planteo estructural	94
3.6. Tipo de estructura de cubierta	94
3.7. Ubicación y tipo de diafragma	94
3.8. Identificar muros portantes	94
4. Dimensionar los componentes y sistemas estructurales	94
4.1. Correas	94
4.2. Cerchas de techos	95
4.3. Diafragma de cubierta	104
4.4. De los cerramiento verticales	106
4.4.1. Muros portantes	106
4.4.2. Dinteles portantes	113
4.4.3. Uniones y anclajes de los componentes y sistemas estructurales	115

## **1.DESCRIPCIÓN GENERAL**

En el presente documento se detallan las hipótesis, cálculos y verificaciones que se realizan para el diseño general de viviendas de estructuras de madera.

Se usará como base del cálculo los LINEAMIENTOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA VIVIENDAS DE ENTRAMADO LIGERO CONSTRUIDAS CON MADERAS DE PINO Y EUCALIPTO DE URUGUAY “Soluciones estandarizadas basadas en normas nacionales y en el criterio del Eurocódigo 5”

El sistema estructural se conforma de muros portantes, materializados con montantes de madera aserrada apoyados superior e inferiormente con soleras y arriostramientos horizontales. En los muros exteriores se clavan paneles fenólicos a los montantes.

La cubierta se conforma por un sistema de cerchas, paralelas a las aguas apoyadas en los muros portantes. En algunos casos se puede optar por considerar pilares exteriores. De manera análoga a los muros se clavan paneles fenólicos a las vigas de la cubierta.

Debido a que en el presente documento se asocia al sistema constructivo en general y no a una vivienda en particular, se toman ciertas consideraciones generales y seguras, fundamentalmente en lo referente a las propiedades del suelo y a las cargas de viento.

Buscando un enfoque del material bibliográfico, recopilaremos la información necesaria para la especie a utilizar, es decir, *Pinus Taeda/Elliottii* y una cubierta conformada por cerchas.

### **1.1. Citando Guía:**

“La Guía se focaliza en proyectos de viviendas unifamiliares de una y dos plantas con estructura de madera bajo el sistema de entramado ligero, apoyadas en el suelo cuyos tamaños y formas se indican en los Capítulos 3 y 4. La zona geográfica de aplicación del contenido de la Guía abarca a todo el país.

Este documento se condice con los lineamientos de los *Estándares de desempeño y requisitos para la vivienda de interés social* de la Dirección Nacional de Vivienda (DINAVI, MVOTMA 2012), enfocándose en proporcionar soluciones estructurales. Explica criterios generales para la protección contra la degradación por agentes bióticos y abióticos, sin entrar en detalles vinculados a las medidas de protección. No aborda aspectos relacionados con acondicionamientos higrotérmico, acústico, eléctrico y sanitario.”

## **2. BASES DEL PROYECTO**

### **2.1. Normas empleadas**

- Para la definición de los materiales y sus propiedades:
  - UNIT 1261:2018 - Madera aserrada de uso estructural - Clasificación visual - Madera de pino taeda y pino ellioti (*Pinus taeda* y *Pinus elliotii*)
  - UNIT 1263:2018 - Madera aserrada de uso estructural - Método para la determinación de las dimensiones y tolerancias
- Para la definición de acciones:
  - UNIT 33-91: Cargas a utilizar en el proyecto de edificios.
  - UNIT 50-84: Acción del viento sobre construcciones.
- Para el diseño estructural:
  - EUROCODIGO 5 – Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1 y Parte 1-2 (2016)

### **2.2. Información técnica cotejada:**

- “Comportamiento en flexión de *e. Grandis*, *P. Taeda* y *P. Elliottii* de madera de tamaño real y de pequeñas probetas sin defectos.” PROPIEDADES MECÁNICAS – PRODUCTOS FORESTALES – LATU. Per. Agr. Hugo O’Neill, Tec. Agr. Felipe Tarigo.
- “Propiedades mecánicas de *Pinus Elliottii* Eng del norte de Uruguay.” INFORME N°7 GRUPO TÉCNICO DEL MADERA ASERRADA DE PINO “GT3”. Marzo 2008
- “Propiedades mecánicas de *Pinus Elliottii* Eng del litoral de Uruguay.” INFORME N°1 GRUPO TÉCNICO DEL MADERA ASERRADA DE PINO “GT3”. Octubre 2002
- “Ensayos de propiedades mecánicas de *Pinus Taeda* por seis métodos no destructivos” PROYECTO DE TECNOLOGÍA DE ENSAYO DE PRODUCTOS FORESTALES LATU-JICA (1998-2003). Ing. Agr. OF Álvaro Pérez del Castillo, Ing. Quím. Raúl de Castro, Dr. Sadaaki Ohta. Mayo 2000
- “Caracterización estructural de madera aserrada de pinos cultivados en Uruguay” UNIVERSIDAD DEL BIO – BIO. Laura Moya, Andrea Cardoso, Matías Cagno, Hugo O’Neill. Enero 2015
- “Lineamientos de diseño estructural para viviendas de entramado ligero construidas con maderas de pino y eucalipto de Uruguay” SOLUCIONES ESTANDARIZADAS BASADAS EN NORMAS NACIONALES Y EN EL CRITERIO DEL EUROCÓDIGO 5. Silvia Böthig, Juan José Fontana, Jorge Franco, Daniel Godoy, Laura Moya. Montevideo, 2023

### **2.3. Aplicación de la Guía:**

La guía determina unos lineamientos para el diseño estructural que se deben seguir en su aplicación:

#### **2.3.1 Clases de Servicio para considerar el efecto del contenido de humedad en las propiedades de resistencia de las maderas.**

En esta guía corresponderán a la **CLASE DE SERVICIO 2**, definida en el Eurocódigo 5. Con una temperatura de 20°C y una humedad relativa que supere los 85% en unas pocas semanas.



## ANEXO 2. Clases de servicio

Las propiedades mecánicas de la madera varían en función del contenido de humedad. Cuando el contenido de humedad de la madera en servicio es diferente al 12% se realiza una corrección de sus propiedades mecánicas. Las clases de servicio definidas en el Eurocódigo 5, Proyecto de estructuras de madera (2016), indicadas en la Tabla A.4, fueron definidas para asignar los valores de resistencias y el cálculo de las deformaciones bajo determinadas condiciones ambientales.

**Tabla A.4. Clases de servicio de la madera (EN 1995, 2016)**

Clases de Servicio	Definición
1	Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2$ °C y una humedad relativa del aire que sólo supere el 65% durante unas pocas semanas al año. Estas condiciones corresponden a elementos de madera ubicados en el interior de una edificación en lugares secos, con una humedad de equilibrio higroscópico de la madera menor o igual a 12%.
2	Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2$ °C y una humedad relativa del aire que sólo supere el 85% durante unas pocas semanas al año. Estas condiciones corresponden a elementos de madera ubicados en el interior de una edificación en lugares húmedos como baños y elementos ubicados en el exterior, pero protegidos de la intemperie (aleros, porches), con una humedad de equilibrio higroscópico de la madera menor o igual a 20%.
3	Condiciones ambientales que conducen a contenidos de humedad de la madera mayores a los definidos en la Clase de servicio 2. Estas condiciones corresponden a elementos de madera ubicados al exterior expuestos a la intemperie, sin cubierta protectora, en contacto con el suelo o con agua.

### 2.3.2 Determinación de los Materiales estructurales

**MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL:** La madera aserrada considerada en los proyectos de viviendas descritos en la Guía proviene de las especies de *Pinus Elliotii* y *Pinus Taeda*, nacionales.

Todas las piezas tienen que cumplir con una serie de exigencias:

**Humedad:** Madera en estado seco, humedad promedio <16%

**Clasificación por resistencia:** Calidades visuales EC1 y EC0

**Tolerancias dimensionales:** Según norma UNIT 1263 (2018)

**Madera aserrada preservada:** Clase de Uso 2 puede ser impregnada con CCA-C con una retención de 4,0 kg/m<sup>3</sup>





**ANEXO 1. Materiales**
**MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL**
**Tabla A.1. Valores característicos de las propiedades de la madera estructural de Pinus Elliottii/Taeda clasificada visualmente como EC0, EC1 de acuerdo a UNIT 1261 (2018)**

Propiedad	Símbolo	Pino	
		EC0	EC1
Resistencia característica de flexión (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{m,k}$	11,01	15,52
Resistencia característica de tracción paralela a la fibra (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{t,0k}$	4,97	8,26
Resistencia característica de tracción perpendicular a la fibra* (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{t,90k}$	0,4	0,4
Resistencia característica de compresión paralela a la fibra* (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{c,0k}$	14,27	16,94
Resistencia característica de compresión perpendicular a la fibra* (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{c,90k}$	2,32	2,56
Resistencia característica de corte* (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{v,k}$	2,70	3,15
Módulo de elasticidad medio paralelo a la fibra* (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{0,m}$	5.327	7.139
Módulo de elasticidad característico paralelo a la fibra* (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{0,k}$	3.569	4.783
Módulo de elasticidad medio perpendicular a la fibra* (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{90,m}$	178	238
Módulo de elasticidad medio transversal* (N/mm <sup>2</sup> )	$G_{m}$	333	446
Densidad media (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_k$	392	365
Densidad característica (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_m$	332	421

Nota: Los valores indicados con asterisco (\*) se obtuvieron a partir de las ecuaciones de EN 384 (2016)

**Tolerancias dimensionales para la madera aserrada**
**Tabla A.2. Tolerancias sobre las medidas de la sección transversal**

Separación entre centros de apoyo de la correa (m)	Clase de tolerancia	
	Un elemento visto	Dos elementos revestidos
Para espesores y anchos $\leq 100$ mm	(-1 + 3) mm	(-1 + 1) mm
Para espesores y anchos $> 100$ mm y $\leq 300$ mm	(-1 + 4) mm	(-1,5 + 1,5) mm
Para espesores y anchos $> 300$ mm	(-3 + 5) mm	(-2,0 + 2,0) mm

**TABLEROS CONTRACHAPADOS:** Son de origen nacional, fabricados con chapas de *Eucalyptus grandis* y *Pinus Elliottii* o *Pinus Taeda*, combinando ambas especies y adhesivos según su uso. Sus dimensiones son de 1,22 m x 2,44 m y los espesores dependen en cada caso. Los valores de propiedades mecánicas, elásticas y densidad están indicados en la declaración de desempeño del producto de la empresa fabricante.

**ELEMENTOS METÁLICOS DE UNIÓN:** Estos elementos se especifican indicando las dimensiones que condicionan su comportamiento mecánico. Para cada caso particular de tirafondo, clavo, arandela, placas auxiliares y varillas roscadas.

## **2.4 Condiciones para la durabilidad de la estructura**

Uruguay al no contar con normas nacionales de durabilidad y de protección de la madera, se aplica la normativa europea especificada en la norma EN 1995-1-1 (2016). También otras normas son aplicadas como la AWWA para el análisis y control de la calidad de los productos protectores.

### Clases de uso

De acuerdo a la función que cumple, y a su ubicación en la construcción, va a estar expuesta a diferentes condiciones ambientales (temperatura, humedad y aireación) que condicionan la generación y el desarrollo de organismos o microorganismos que pueden comprometer la integridad del material.

Según la interpretación a la normativa europea, se consideran los siguientes criterios expuestos en la tabla A.4.

**Tabla A.4. Clases de uso de la madera (EN 335, 2016)**

Clases de uso	Definición
1	<p>Interior y seco (en general el contenido de humedad se encuentra entre 8 y 12% y siempre es menor a 20%). No está expuesto a la humidificación. El ataque por hongos cromógenos o por hongos xilófagos es despreciable y siempre accidental. No es considerado para la selección de los materiales. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica.</p> <p><i>Ejemplos: vigas y viguetas de cubierta de una vivienda, tablas de suelo, dinteles, carpintería interior; maderas en plantas superiores no integradas en paredes exteriores macizas.</i></p>
2	<p>Interior, o bajo cubierta no expuesta a la intemperie. Posibilidad de humidificación ocasional o accidental. La madera se seca muy rápidamente cuando se humedece. En general, en esta situación de uso, las maderas tienen una humedad de equilibrio media de entre el 12 y el 20%. En caso de uso interior en condiciones de alta humedad puede ser necesario asignar una Clase de uso superior. Se puede producir ataque por hongos cromógenos y por hongos xilófagos. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo las termitas.</p> <p><i>Ejemplo: listones de tejado; entramados de madera en casas*; madera en cubiertas inclinadas con alto riesgo de condensación; maderas en techos planos; viguetas de planta baja; soleras (sobre sello impermeabilizante); viguetas de madera en plantas superiores integradas en muros exteriores, madera expuesta, en baño o cocina, madera de interior en zonas frías donde puede haber condensaciones o fugas de agua inadvertidas, porches cubiertos al exterior o vigas, protegidos de lluvia traída por el viento**</i></p>
3.1	<p>Exterior, sin contacto con el suelo, expuesto a condiciones de humedad a la intemperie durante cortos periodos de tiempo y donde se debe asegurar que el agua no se acumule sobre la madera. La humedad de la madera es frecuentemente mayor a 20%. Esto puede ser posible con una cubierta exterior, mediante la aplicación de productos de acabado adecuados y mantenidos, mediante un diseño adecuado o una orientación de los elementos que permita la evacuación del agua y el secado rápido. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica.</p> <p><i>Ejemplos: carpintería exterior (revestida) y revestimiento (revestido), viguetas de cubierta de una piscina climatizada, vigas de un Deck o porche al exterior con cubierta protectora o donde los elementos de madera están protegidos por diseño (tablas protectoras fácilmente reemplazables, recubrimiento con otros materiales, etc.)</i></p>
3.2	<p>Exterior, sin contacto con el suelo, y expuesto a condiciones de humedad a la intemperie durante período largos. La humedad de la madera es frecuentemente mayor a 20% y el agua se acumula. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica.</p> <p><i>Ejemplos: vigas de un alero al exterior y sin cubierta protectora y sin ninguna medida de protección por diseño, vigas de un Deck.</i></p>
4	<p>Exterior, en contacto con el suelo o con agua dulce. Se puede producir ataque por hongos cromógenos y por hongos xilófagos. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica. Puede haber ataque por bacterias cuando la madera esta sumergida o este por periodos largos saturada de agua.</p> <p><i>Ejemplo: pilares o postes enterrados en el suelo o pilares de embarcadero en un río o lago.</i></p>
5	<p>Permanente o regularmente sumergido en agua salada. El ataque por invertebrados marinos es el problema principal. Puede también producirse ataque por hongos xilófagos o desarrollarse mohos superficiales y hongos cromógenos de azulado en la parte aérea de los elementos.</p> <p><i>Ejemplo: pilares de un embarcadero en agua de mar.</i></p>

\* De acuerdo a Wood Protection Association (2021) la estructura del sistema de entramado ligero se asigna a Clase de uso 2 debido a la importancia estructural



\*\* Esta clasificación dependerá de la frecuencia en que la madera supere el 20% de humedad.

La madera debe colocarse en todos los casos en estado seco, logrado por un proceso de secado técnico o por exposición al aire. A su vez, todos los componentes estructurales deben transcurrir su vida útil en ambientes secos, adecuadamente ventilados y sin establecer contacto con el agua o el suelo. Este estado queda caracterizado por un contenido de humedad menor al 19% para la madera aserrada y de sección circular, y menor al 16% para la madera laminada encolada estructural.

El cumplimiento de los límites indicados para el contenido de humedad al momento de su colocación es de importancia tanto para alcanzar el desempeño mecánico requerido (resistencia y rigidez) como para lograr una adecuada durabilidad frente al ataque de agentes biológicos.

La madera o sus productos derivados deben tener una adecuada durabilidad natural conforme al tipo de riesgo de ataque biológico que corresponda al proyecto. En caso contrario, deben recibir un tratamiento protector adecuado. Los elementos de fijación, así como cualquier tipo de conector estructural metálico, deberán ser resistentes a la corrosión o estar protegidos contra el ataque de la misma.

El diseño de las fundaciones debe contemplar una adecuada protección de la madera o productos derivados de la madera contra el ataque de hongos e insectos. Se deben prever drenajes que eviten la acumulación de agua y se debe evitar la presencia de elementos que faciliten el ataque biológico.

Además de satisfacer lo especificado en los párrafos anteriores, es conveniente que el material se coloque con un contenido de humedad lo más cercano posible al de equilibrio higroscópico de la región donde se ubica la obra.

Vale la pena aclarar que, con un cálculo estructural preciso para cada vivienda específica, se podrá tener una mejor estimación de los requisitos estructurales del proyecto, pudiendo reducir las secciones aquí calculadas.

Siguiendo lo detallado en la Guía, se debe considerar especial atención a las resoluciones para:

- Diseño de la protección frente al biodeterioro
- Prevención contra termitas
- Diseño en situación de incendio
- Protección de uniones metálicas

### 2.4.1 Certificado de retención OXIPAL

Para la materialización de esta guía y aplicación del Informe Técnico del Proponente (ITP), Utilizaremos madera de OXIPAL SA. La cual, cumple con todos los requerimientos antes descriptos.

Ofreciendo para cada partida de material el siguiente certificado de retención cumpliendo con la normativa vigente:

## OXIPAL

### CERTIFICADO DE RETENCIÓN

OXIPAL S.A. certifica que la impregnación realizada en nuestra planta a las maderas: Pino Elliotis o Taeda cumple con la normativa vigente de tratamiento de maderas.

Como comprobante de esta certificación adjuntamos los resultados de los análisis realizados a las muestras de madera en nuestro Laboratorio **OXFORD LAB X3500**. Allí quedan reflejados los porcentajes, el balance de los componentes de la solución preservante y la retención de óxidos en la madera analizada.

Estas muestras corresponden a la carga que se entrega el día hoy a la empresa ..... para cumplimiento de orden de compra ..... , según el siguiente detalle de cantidades:

### NORMATIVA VIGENTE PARA PINO:

USOS	RETENCIÓN MÍNIMA	PRODUCTOS EJEMPLO	NORMA REFERENCIA
Sobre suelo	4,0 kg/m <sup>3</sup>	Decks/pisos	C 15-98
Contacto con suelo NO estructural	6,4 kg/m <sup>3</sup>	Decks/pisos/ cercas	C 15-98 C16-98
Estructural	9,6 kg/m <sup>3</sup>	Postes	C 16-97
Fundaciones	12,8 kg/m <sup>3</sup>	Pilotes	C 3
Construcciones en agua dulce	12,8 kg/m <sup>3</sup>	Muelles/Pilotes	C 3
Construcciones en agua salada	40,0 kg/m <sup>3</sup>	Muelles/Pilotes	C 18-95

Paysandú, ..... / ..... / .....  
 Por OXIPAL S.A.

Nery Colman,  
 Operador Oxford.



WWW.OXIPAL.COM



## RESULTADOS OBTENIDOS:

### Retención en CCA:

```

*****
OXFORD LAB-X CCA
ASERRIN CCA
Ultimo recel. 20/8/2022 9:07
OXFORD LAB-X 2500
WOOD ANALYSIS
12/8/2023 9:06
Calibration title: SAWDUST-kg/m3

SAMPLE ID: 18903
*****
DENSITY = 450 kg/m3
*****

  XWT OXIDES  XBALANCE
CR03 = 0.48 %  52.7
CU0 = 0.17 %  19.3
AG205 = 0.25 %  27.9
TOTAL = 0.90 XWT 100.0
*****

RETENTION
CR03 = 2.15 kg/m3
CU0 = 0.79 kg/m3
AG205 = 1.14 kg/m3
TOTAL= 4.07 kg/m3
*****
  
```



### Retención en MCA:

```

CUI:SAWDUST kg/m3
Ultimo recel. 0/0/1900 0:00
OXFORD LAB-X CCA
WOOD ANALYSIS
18/12/2023 17:22
Calibration title: CU SAWDUST-kg/m3 (V2)

SAMPLE ID: 19287
*****
DENSITY = 460.0 kg/m3
*****
CONCENTRATION CU = 0.27 XWT

RETENTION
CU = 1.24 kg/m3
*****
  
```



## **2.5 IMPACTO DE CUERPO DURO Y CUERPO BLANDO**

### **IMPACTO DE CUERPO BLANDO**

#### **Criterio de asimilación**

Para el presente informe se establecen los criterios de asimilación a los ensayos de capacidad de muros estructurales verificados en el Informe técnico 191 por el Instituto Forestal del Ministerio de Agricultura de Chile. Ver Anexo 5 5.1.11.5. Folios N° 119 – 153.

La configuración (A) del panel propuesto por este ITP es asimilable a la configuración (B) del Informe técnico 191 siempre y cuando se cumplan simultáneamente al menos los siguientes requisitos:

- a. El soporte estructural de (A) es del mismo tipo (material) que el de (B).
- b. Las dimensiones de los perfiles soportantes en (A) son todas mayores o iguales que las de (B).
- c. La separación entre los montantes estructurales de la configuración (A) sea menor o igual que las de (B).
- d. La cantidad de placas de revestimiento en cada una de las caras es mayor o igual en (A) que en (B).
- e. El espesor de placas de revestimiento en cada una de las caras es mayor o igual en (A) que en (B).
- f. El tipo y posición de placas de revestimiento en cada una de las caras es el mismo en (A) que en (B).
- g. El sistema de soporte de placas (tornillos, clavos, etc) es del mismo tipo, dimensiones y espaciamiento, o bien los espaciamientos son menores en (A) que en (B).
- h. El tipo de tratamiento de juntas de (A) es el mismo tipo que el de (B).
- i. El espesor total del panel (A) es mayor o igual que el de (B).

El hecho de cumplir o superar sólo alguno de los requisitos no es suficiente para poder realizar la asimilación, deben cumplirse todos.

#### **Configuraciones y tipologías de muros**

La configuración (A) del panel de estudio del presente ITP tiene los siguientes componentes:

<b>MURO 2"x4" - FENOLICO</b>		
<b>N°</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	Soleras	Madera aserrada estructural EC1 de Pino Nacional impregnada y seca en cámara de escuadría 2"x4"
2	Pies derechos o Montantes	Madera aserrada estructural EC1 de Pino Nacional impregnada y seca en cámara de escuadría 2"x4", separados 400mm a eje uno de otro
3	Cara exterior	Placa arriostrante Placa de madera Fenólica de 15 mm de espesor fijada con clavos espiralados galvanizados de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm



Las configuraciones (B) de las tipologías de muros de madera sometidos a los ensayos de impacto presentado por el Informe técnico 191 por el Instituto Forestal del Ministerio de Agricultura de Chile, tienen los siguientes componentes:

MURO 2"x3" - OSB			
N°	ELEMENTO		DESCRIPCION
1	Soleras		Madera aserrada estructural G2 de Pino Radiata impregnada y seca en cámara de escuadría de 45x69 mm (2"x3")
2	Pies derechos o Montantes		Madera aserrada estructural G2 de Pino Radiata impregnada y seca en cámara de escuadría de 45x69 mm (2"x3"), separados 600mm a eje uno de otro
3	Cara exterior	Placa arriostrante	Placa de madera "OSB" de 9,5 mm de espesor fijada con clavos espiralados galvanizados de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm

Las configuraciones (B) de las tipologías de muros de madera sometidos a los ensayos de impacto presentado por el Informe técnico 191 por el Instituto Forestal del Ministerio de Agricultura de Chile, tienen los componentes que se muestran en la Tabla 2.2.

Ver Folios N.º 121 y 122:

Sólo la tipología de muros con pies derechos de 45x69mm (2x3) cada 600mm uno de otro y placa arriostrante OSB de 9,5mm de espesor, fue ensayada a impacto en sus dos caras (MI-2x3-9 y MS-2x3-9). Se observa que el ensayo del informe del Instituto Forestal se realiza sobre el tablero estructural con su placa arriostrante, por lo que la verificación de los valores de impacto será concluyente para todas las configuraciones de tipos de muro del presente informe, ya que ambas presentan los mismos componentes estructurales.

### Conclusiones

Los resultados de energía de impacto y desplazamiento lateral vertical para energía de impacto de rotura, se muestran en las tablas 2.10 y 2.11 respectivamente. Ver Folio N° 144.

El informe finalmente destaca que todos los muros ensayados presentan un comportamiento satisfactorio frente a las cargas de impacto; esto debido a que ningún muro evidenció deterioro aparente para energías de impacto de 120J, y en promedio ninguna tipología de paneles falló para energía de impacto mayores a 240J. Respecto a lo ensayado - configuraciones (B)-, la configuración (A) presenta un aumento en la sección de los pies derechos y la estructura perimetral y una separación entre montantes menor para las tipologías MI-2x3-9, MS-2x3-9 y MI-2x3-11, así como un aumento en el espesor de la placa arriostrante de Fenólico y una separación entre montantes menor para las tipologías MI-2x3-9, MS2x3-9 y MS-2x4-9. Todas estas condiciones son consistentes con los criterios de asimilación previamente listados.



Por tanto, podemos concluir que se cumplen los criterios de asimilación, por lo que, el panel descrito en el presente ITP como configuración (A) puede ser asimilado a los ensayados por el Informe técnico 191 de Caracterización Mecánica de Muros Estructurales de Madera, realizado por el Instituto Forestal Unidad Tecnológica e Industrial de Maderas de Chile, que certifica mediante los ensayos realizados por el Laboratorio del Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales de la Universidad de Chile (IDIEM).

Se adjunta informe completo. Anexo 5.2.1.3 Informe Técnico 191, Instituto forestal, Min. Agricultura de Chile. Folios N° 119 – 153.

### **IMPACTO DE CUERPO DURO**

Para el caso del impacto de cuerpo duro, se considera como referencia el sistema constructivo “Saint-Govain”, DATec N° 014 C aprobado por SINAT Brasil.

Dicho sistema se conforma por una placa cementicia de 10 mm, 50 mm de lana de vidrio y una capa de sistema drywall, por lo cual, teniendo en cuenta que el sistema a habilitar (OXIPAL Woodframe) presenta montantes de 2” x 4” separados 400 mm a eje uno de otro, lana de vidrio de 50 mm y un recubrimiento exterior de 15 mm de panel fenólico más revestimiento de Pino CCA de 23 mm de espesor, se garantiza que los valores de impacto de cuerpo duro del sistema propuesto en esta memoria cumple con los requerimientos mínimos establecidos en el informe de “Estándares de Desempeño y Requisitos para la Vivienda de Interés Social”.

#### **Criterio de asimilación**

Se establecen los criterios de asimilación a los ensayos de capacidad de muros estructurales verificados en el DATec N° 014C aprobado por SINAT Brasil.

La configuración (A) del panel propuesto por este ITP es asimilable a la configuración (B) del DATEC N°14 siempre y cuando se cumplan simultáneamente al menos los siguientes requisitos:

- a. La separación entre los montantes estructurales de la configuración (A) sea menor o igual que las de (B).
- b. El espesor de placas de revestimiento en cada una de las caras es mayor o igual en (A) que en (B).
- c. El tipo y posición de placas de revestimiento en cada una de las caras de la configuración (A) se comporte igual o mejor respecto del impacto que en (B).
- d. El espesor total del panel (A) es mayor o igual que el de (B).

El hecho de cumplir o superar sólo alguno de los requisitos no es suficiente para poder realizar la asimilación, deben cumplirse todos.

#### **Configuraciones y tipologías de muros**

Se mantiene la configuración (A) del panel de estudio con los mismos componentes descriptos para el impacto de cuerpo blando.



MURO 2"x4" - FENOLICO		
N°	ELEMENTO	DESCRIPCION
1	Soleras	Madera aserrada estructural EC1 de Pino Nacional impregnada y seca en cámara de escuadría 2"x4"
2	Pies derechos o Montantes	Madera aserrada estructural EC1 de Pino Nacional impregnada y seca en cámara de escuadría 2"x4", separados 400mm a eje uno de otro
3	Cara exterior	Placa arriostrante Placa de madera Fenólica de 15 mm de espesor fijada con clavos espiralados galvanizados de 2", distanciados en la zona perimetral a 100 mm y zona central a 200 mm

Las configuraciones (B) de las tipologías de muros de madera sometidos a los ensayos de impacto presentado por el DATec N° 014 tienen los siguientes componentes:

MURO 92x41 mm - Fibrocemento - Yeso		
N°	ELEMENTO	DESCRIPCION
1	Soleras	Perfil liviano de acero galvanizado conformado en frio tipo "U" de 92x41x0,8 mm
2	Pies derechos o Montantes	Perfil liviano de acero galvanizado conformado en frio tipo "U" de 92x41x0,8 mm separados 600mm a eje uno de otro
3	Cara exterior	Revestimiento Placa de Yeso 12,5 mm, fijada con tornillos T2 punta aguja, separados 250 mm, juntas con masilla y cinta de fibra de vidrio
3	Cara exterior	Revestimiento Placa de fibrocemento 10 mm de espesor fijada con tornillos ST 4,2mm x 32mm, distanciados 300mm, juntas con cordón de polietileno expandido 6 mm y masilla malla de fibra de vidrio

Se observa la configuración (B) de tipos de muro que ensaya el DATec N° 014, es asimilable al panel estructural configuración (A) sin considerar los revestimientos, por lo que la verificación de los valores de impacto será concluyente para los dos tipos de revestimiento exterior del presente informe.

**Descripción de informe**

Extracto del DATec N°14 C en relación a la resistencia de impacto de cuerpo duro.

Ver Folios N°346 y N°365

**“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.”

“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.”

Traducción del Informe de impacto de cuerpo duro del constructivo DATec N°14 C aprobado por SINAT, parte de las páginas 13 y 14.

**“4.1. Rendimiento estructural**

El análisis del desempeño estructural del sistema constructivo se realizó analizando el diseño estructural y analizando los resultados de ensayos para verificar la resistencia del muro a impactos de cuerpo blando, impactos de cuerpo duro, esfuerzos de compresión excéntrica, sollicitación de piezas suspendidas y solicitud transmitida por las puertas.”

“En las pruebas de impacto de cuerpo blando en los muros de fachada, se aplicaron energías de 120J, 180J, 360J, 480J y 720J a los perfiles verticales y energías de 120J, 180J y 360J a las placas de cierre externas e internas. Los resultados de las pruebas se consideran satisfactorios, de acuerdo con DIRETRIZ SINAT N°003 revisión 1.

Los resultados de las pruebas de impacto de cuerpo duro se consideran satisfactorios, de acuerdo con DIRETRIZ SINAT N°003 revisión 1.”

**Conclusiones**

Respecto a lo ensayado -configuraciones (B)-, la configuración (A) presenta una menor separación entre montantes, el espesor de la placa externa ensayada es menor que el espesor de la placa arriostrante de la configuración (A), en cuanto al tipo de placa ensayada se considera que la placa arriostrante de fenólico tiene mayor capacidad de disipar la energía de impacto que la placa de fibrocemento de la configuración (B). El espesor total de la configuración (A) es mayor que el espesor total de la configuración (B).



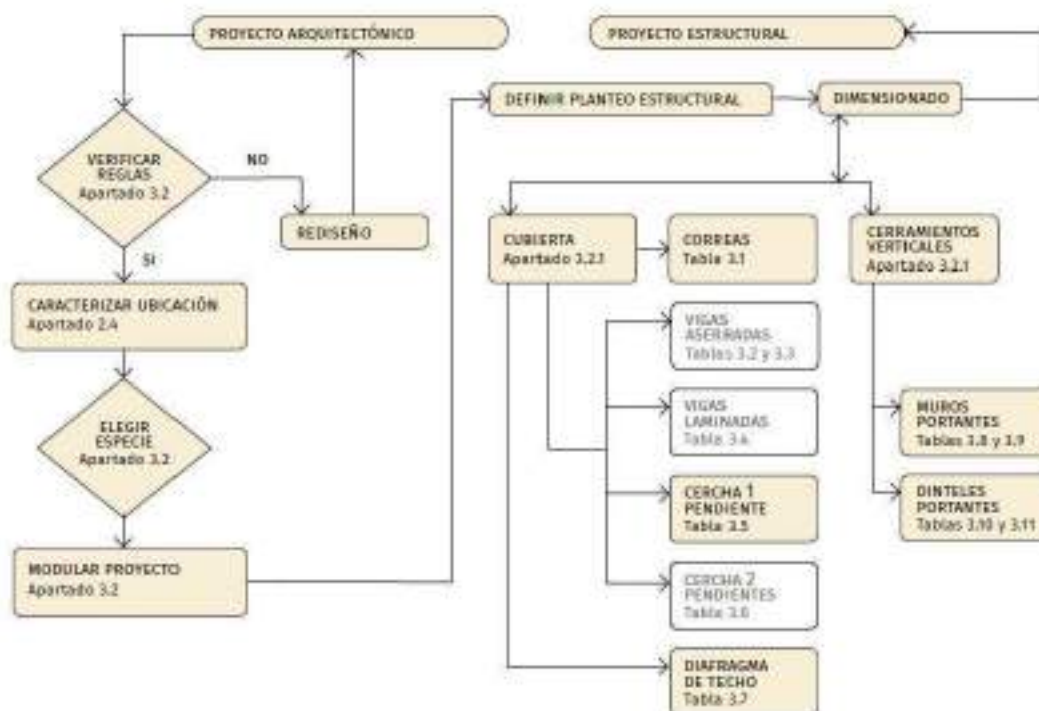
Todas estas condiciones son consistentes con los criterios de asimilación previamente listados.

Por tanto, podemos concluir que se cumplen los criterios de asimilación, por lo que, el panel descrito en el presente ITP como configuración (A) puede ser asimilado a los ensayados por el DATec Nº 014 aprobado por el SINAT Brasil.

### 3. DESARROLLO DEL CALCULO PARA UN MODELO GENERICO

Para poder enfocar el cálculo, se recomienda:

primero realizar **un breve análisis** de las particularidades constructivas con influencia sobre el diseño estructural, por ejemplo, que tan exento de medianeras se encuentra, cimentación y estructura, y conformación de su cubierta, con pendientes y apoyos.



#### 3.1. Verificar cumplimiento de las reglas que permiten aplicar las soluciones brindadas por la guía:

##### a. Relación de lados de la vivienda:

Los lados deben medir igual o menos de 16 metros lineales y la relación entre estos a/b debe ser menor a 2, tendiendo a una forma cuadrada

##### b. Pendiente y alturas máximas de cubierta:

El valor de pendiente debe estar comprendido dentro del rango admitido entre 15% y 30%. La altura máxima (H) no podrá superar los 5,0 metros.



c. Altura máxima de muros:

La altura máxima admitida para los muros portantes de viviendas cuya cubierta está sustentada por cerchas debe ser menor a 2,80 metros.

Si la cubierta está sustentada por vigas, pueden crecer acompañando la pendiente de las vigas hasta un máximo de 3,70 metros.

**3.2. Caracterizar la ubicación:**

Según las normas UNIT 33-97 y UNIT 50-84, las cargas actuantes se pueden diferenciar en permanentes, que equivalen a acciones gravitatorias de estructura, equipamiento y uso en edificios y techos o de cargas variables que están condicionadas por la acción del viento en las construcciones.

En esta guía, el análisis de las cargas de viento se realizó considerando todas las combinaciones posibles entre las dos zonas geográficas y las cuatro rugosidades. En todos los casos se supusieron construcciones de tipo “cerrada” con una permeabilidad menor o igual al 5%.

**3.3. Especie y calidad de elementos constructivos:**

Se decidió realizar la estructura resistente de la vivienda con madera aserrada de Pino (*Pinus elliotii/taeda*). Según la calidad estructural correspondiente a las clases visuales estipuladas en la norma UNIT 1261:2018

**3.4. Definir un origen y modular el entramado estructural en planta**

Una modulación usual es de 0,61 m, ya que ayuda a coincidir medidas estándar utilizadas en la construcción (1,22 x 2,44 m)

**3.5. Definir el planteo estructural:**

Verificar y definir las características generales de los elementos y sistemas que conforman la estructura de la vivienda.

**3.5.1. Tipo de estructura de la cubierta, pudiendo optar por cerchas o vigas.**

**3.5.2. Ubicación y tipo de diafragma de cubierta, único o parciales según el proyecto.**

**3.5.3. Identificación de los muros portantes, serán los que resistan la acción del viento y recibirán las cargas verticales introducidas por la cubierta.**

**4. DIMENSIONAR LOS COMPONENTES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES**

De la cubierta

**4.1. Correas**

La **Tabla 3.1** presenta las dimensiones netas mínimas de la sección transversal, en relación a la longitud, para correas de madera aserrada.

