

Facultad de Arquitectura.  
Universidad de la República.  
Diciembre 2012.  
Tesina.

# **PATOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA. ESTUDIO DE CASO: VIVIENDA EN PUNTA COLORADA.**

*Curso Opcional:*  
Construcción en Madera.

*Autores:*  
Alexis Arbelo  
Enrico Garbuyo  
*Docentes:*  
María Calone  
Carlos Meyer





# **PATOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA. ESTUDIO DE CASO: VIVIENDA EN PUNTA COLORADA:**

## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

### **1-LA MADERA Y SUS CARACTERÍSTICAS:**

- 1.1- Estructura de la madera.
- 1.2- Características de la madera.
- 1.3- Propiedades.

### **2- AGENTES DEGRADADORES DE LA MADERA:**

- 2.1- Agentes Bióticos.
  - 2.1.1- Hongos Xilófagos.
  - 2.1.2- Insectos Xilófagos.
- 2.2- Agentes Abióticos.
  - 2.2.1- Daños producidos por el Sol.
  - 2.2.2- Daños producidos por la Lluvia.
  - 2.2.3- Daños producidos por el Fuego.

### **3- LAS MADERAS EN LA CONSTRUCCIÓN:**

- 3.1- Tipos de madera de Producción Nacional.
- 3.2- Tipos de madera producidas en el exterior disponibles en el mercado.
- 3.3- Derivados de la madera.
  - 3.3.1- Contrachapado.
  - 3.3.2- Tableros de virutas orientadas-OSB.
  - 3.3.3- Madera laminada encolada.

### **4- PATOLOGÍA. CONCEPTOS GENERALES:**

### **5- ESTUDIO DE CASO:**

#### **INTRODUCCIÓN**

#### **5.1-PRESENTACIÓN:**

- 5.1.1- Ubicación.
- 5.1.2- Descripción.
- 5.1.3- Mantenimiento.

#### **5.2- DESCRIPCIÓN SISTEMA CONSTRUCTIVO:**

- 5.2.1- Fundación – Estructura.
- 5.2.2- Cerramientos Verticales.
- 5.2.3- Cerramiento Superior.
- 5.2.4- Terminaciones: Pavimentos, Baños.
- 5.2.5- Aberturas.

**5.2.6- Instalaciones:**

**5.2.6.1- Instalación Sanitaria.**

**5.2.6.2- Instalación Eléctrica.**

**5.2.6.3- Calefacción (estufa).**

**5.3- PATOLOGÍAS DETECTADAS:**

**5.3.1- Niveles.**

**5.3.2- Ventilación de Muros Dobles.**

**5.3.3- Baño.**

**5.3.4- Cerramiento Superior.**

**5.4- POSIBLES INTERVENCIONES Y SOLUCIONES A LAS PATOLOGÍAS IDENTIFICADAS:**

**5.4.1- Solución al problema de Niveles.**

**5.4.2- Solución al problema en la Ventilación de los Muros.**

**5.4.3- Solución al problema de las humedades en el baño.**

**5.4.4- Solución al problema del encuentro entre la chimenea y la cubierta.**

**5.4.5- Solución al problema de humedades en la zona inferior de los cerramientos verticales.**

**5.5-CONCLUSIONES**



## **INTRODUCCIÓN GENERAL:**

Esta tesina tiene como principal objetivo realizar un trabajo de iniciación a la investigación acerca de la temática de Patologías en Construcción en Madera.

El trabajo constará de una aproximación a las características y conceptos generales asociados a la madera como material base para el desarrollo de la tesina.

Luego se pretenderán aclarar conceptos asociados a las patologías habituales en la construcción y establecer una posible metodología para el estudio de un caso en particular.





## 1- LA MADERA Y SUS CARACTERÍSTICAS:

### 1.1 ESTRUCTURA DE LA MADERA:

La madera la encontramos como el principal material contenido en los troncos, ramas y las raíces de los árboles. Durante miles de años ha tenido diversas funciones como combustible, materia prima para fabricación de papel, mobiliario, material de construcción, etc.

El aprovechamiento del árbol se refiere fundamentalmente al tronco y en menor medida a las ramas. El tronco de un árbol tiene forma tronco-cónica y está formado por sucesivas capas superpuestas.

La importancia del conocimiento de esta estructura anatómica viene dada por la relación entre las características y propiedades de una pieza y el lugar del tronco del cual proviene y de qué especie es éste.

#### **Estructura microscópica:**

La madera es un conjunto de células alargadas en forma de tubos paralelos al eje del árbol, variables en longitud y diámetro. Estas células son de dos tipos: vasculares y de sostén (estas últimas presentes sólo en las caducifolias). Las vasculares se constituyen en tubos por los cuales circula líquido (la savia, ascendente y descendente).

Se hallan unidas entre sí por la materia intercelular y están trabadas a la vez por otro tipo de células colocadas perpendicularmente en el sentido radial del tronco. Estas forman los rayos medulares, que intervienen en la trabazón, alimentación y disminuyen la deformación radial pero facilitan la rotura por compresión, por ser un tejido más blando (condiciones de elasticidad y hendibilidad). Las paredes de los tubos están formadas por una serie de capas compuestas por microfibrillas de celulosa enrolladas helicoidalmente alrededor del eje embebidos en un material amorfo: la lignina.

La madera es entonces un material versátil y liviano que compite favorablemente en algunas aplicaciones.

#### **Composición química:**

Esta es muy constante, no variando sensiblemente según la especie.

Su composición elemental global por masa es aproximadamente 49% carbono, 6% hidrógeno, y 0.2% nitrógeno; los elementos restantes y sus cantidades y formas varían considerablemente de una especie de árbol a otra.

#### **Componentes moleculares:**

Celulosa 40 a 50% (red cristalina, otorga resistencia a la tracción).

Lignina 24 a 28% (amorfa incrustada en la celulosa, otorga rigidez).

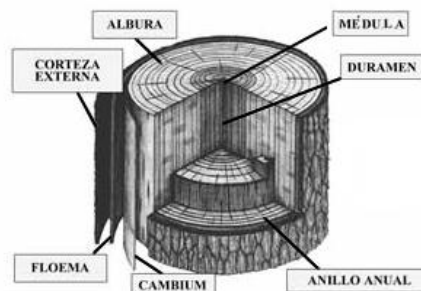
Estas dos constituyen el esqueleto resistente de las células de la madera.

Hemicelulosa 20 a 25% (la cual tiene a su cargo la unión de las fibras).

El resto: Taninos, Resinas, Colorantes, Aceites, Grasas, Cera, Savia (le otorga durabilidad, color, y olor).

#### **Estructura macroscópica:**

El tronco del árbol está estructurado en capas superpuestas. Al analizar a simple vista una sección transversal conífera o latifoliada, es posible distinguir sectores bien definidos:



- *Corteza*, capa exterior, que tiene como función la protección del tronco.
- *Líber*, es la capa que tiene por finalidad conducir el alimento elaborado hacia las ramas, tronco y raíces.
- *Cambium*, es el tejido que se encuentra entre la corteza interior y la madera. Es la base del crecimiento en especial del tronco; esta capa produce madera hacia el interior (albura) y corteza hacia el exterior (líber).
- *Albura*, es la zona de madera más reciente y viva del árbol y está en condiciones óptimas para sufrir alteraciones. Su función principal es conducir el agua y las sales minerales de las raíces a las hojas; su color es claro y el espesor varía según la especie. Esta es parte de la madera o xilema (parte leñosa del tronco en la que distinguimos albura, durámen y la medula).
- *Durámen*, es la zona más oscura y también más duradera, resistente a los agentes biológicos. Por lo tanto es la madera de mayor resistencia y durabilidad. Las capas internas de la albura se van convirtiendo en durámen.
- *Medula*: ubicada en la zona central de la sección del tronco, es un tejido flojo y esponjoso. Y su diámetro es muy pequeño.
- *Radios Medulares*, son los encargados de asegurar la solidaridad entre los componentes de los tejidos, otorgando flexibilidad. Son componentes muy débiles.

#### *Heterogénea:*

Es un material fuertemente heterogéneo, tanto desde el punto de vista microscópico, por sus diferentes tipos de células, como macroscópico, por los anillos de crecimiento.

#### *Anisotropía:*

Está dada por la estructura macroscópica de la madera, según se desarrolló, ocasiona que se trate de un material anisótropo, por lo que sus características y propiedades varían según la dirección que se considere.

Consideramos tres direcciones principales:

- Axial: paralela al eje de crecimiento del árbol. En esta dirección la madera presenta sus propiedades principales.
- Radial: perpendicular al eje del tronco y a los anillos de crecimiento.
- Tangencial: plano perpendicular, pero tangente a los anillos de crecimiento, normal a los dos anteriores.

Normalmente, para el cálculo de estructuras de madera se simplifica en dos direcciones paralela y perpendicular a las fibras.

## **1.2 CARACTERÍSTICAS:**

Considerado todos los factores de su ciclo de vida, el comportamiento medio ambiental de la madera es superior al de otros productos empleados en la construcción: necesita un menor gasto energético en su producción, es natural, biodegradable, reciclable, renovable, buen aislante y no es tóxica, además de fijar CO<sub>2</sub> en su crecimiento.

A pesar de todo lo antes mencionado, la madera cuenta con muchos prejuicios en su contra. Su resistencia al fuego, su dureza, manejabilidad, propiedades físicas y mecánicas, así como sus posibilidades decorativas la deberían convertir en un material ideal para la construcción.

- *Ecológica*, en su crecimiento se crean bosques, refugios de fauna y vida, fijan CO<sub>2</sub>, uno de los principales gases causantes del efecto invernadero. Sobre todo los bosques jóvenes, es decir, los que están en crecimiento, estos fijan más carbono que los bosques adultos.

- *Renovable*, el aprovechamiento racional admite que el bosque pueda regenerarse y aumentar de extensión. Tiene ventajas frente a otros materiales o minerales, cuya extracción de la naturaleza causa la destrucción de un ecosistema. El aprovechamiento sostenible de la madera provoca el crecimiento de nuevos ejemplares que ocupan el espacio dejado por los anteriores.

- *Reciclable*, ya que una vez transformada en un producto, permite su reutilización. Convirtiéndola en virutas, astillas o aserrín, o sea, nueva materia prima para otros productos.

- *Biodegradable*, o sea, cuando se degrada no produce contaminación, por el contrario, su descomposición ayuda a crear un suelo de mejor calidad.
- *No tóxica*, es un producto natural cuya visión y tacto transmiten sensaciones agradables de calidez, seguridad y calidad.
- *Valoración del Ciclo de Vida*, comparando el impacto medioambiental de los distintos productos de construcción, desde su extracción, fabricación y uso, hasta su eliminación. Considerando la totalidad de los aspectos de su ciclo de vida, el comportamiento medioambiental de la madera es superior al de otros materiales.
- *Requerimiento Energético*, para su transformación es muy bajo, sobre todo en comparación con otros materiales de construcción (acero, aluminio, polímeros, vidrio, cemento portland, cerámicos, etc.)
- *Madera de Baja Calidad y desperdicios*, son utilizados para la elaboración de subproductos.
- *El recurso forestal* en nuestro país ha tomado un impulso muy grande, a tal punto que Uruguay se convierte en productor forestal.
- *Importancia de la madera en edificios realizados con otros materiales*: cerramientos, en su totalidad o como revestimiento; construcciones auxiliares (andamios, encofrados, etc.); estructura (pilares, vigas, cerchas, etc.).
- *Soporta muy bien los trabajos estructurales*. Se puede lograr que responda adecuadamente a todo tipo de solicitaciones: compresión, tracción, flexión, torsión.
- *Frente al fuego*, aseveramos que no es fácilmente inflamable aunque si combustible.
- *Valor estético - formal*. Vinculado con la creatividad arquitectónica y con sus características, en particular organolépticas (que pueden ser percibidas por los sentidos: color, olor, textura, brillo).

### 1.3- PROPIEDADES:

#### HUMEDAD:

1. *Higroscopicidad*: La madera tiende a absorber o ceder agua según las condiciones ambientales (humedad relativa y temperatura del aire).

2. *Contenido de Agua de Equilibrio*: Normalmente la madera contiene cierta cantidad de agua. Es importante saber el contenido de agua que tiene antes de usarla como material de construcción, ya que influye directamente en sus propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad.

El agua la podemos encontrar en tres formas en la madera:

- Agua de constitución (integra la materia leñosa).
- Agua de impregnación (contenida en las paredes celulares).
- Agua libre (llenando las cavidades de las células cuando se encuentra por encima del punto de saturación de las fibras).

Según el contenido de humedad de la madera se puede clasificar en:

- *Madera Verde*: madera al momento del apeo del árbol.
- *Madera Oreada*: aquella que perdió parte de su agua libre.
- *Madera Secada al Aire*: llega a un contenido de humedad en equilibrio con la humedad relativa y la temperatura promedio del ambiente, llamado humedad de equilibrio higroscópico.

- *Madera Desecada*: por un proceso de secado llega a un contenido de humedad no mayor al 12 %.
- *Madera Anhidra*: a través un secado a temperatura de 100 a 105° C se elimina el agua libre y el agua higroscópica o de impregnación hasta alcanzar un peso constante.

<b>Naturaleza de la Construcción</b>	<b>Grado de Humedad Correspondiente</b>
Const. en el Agua, Pilotes, Puentes	30% Madera Saturada por encima del punto de saturación de la fibra
Const. expuesta a la humedad, no cubiertas ni abrigadas (andamios)	18 a 22% Madera húmeda, llamada comercialmente seca
Const. abrigadas en locales cubiertos con mucha ventilación (cobertizos, depósitos)	16 a 20% Madera relativamente seca
Const. en local cerrado y cubierto (estructura de cubiertas de edificio)	13 a 17% Madera seca al aire normal
Utilización en local cerrado y normalmente calentado	10 a 12% madera seca
Utilización en local caldeado por calefacción central	8 a 10% madera desecada

Fuente: Cuadro cátedra de construcción 4

3. *Retracción e Hinchazón*: El volumen experimenta variaciones, al variar la humedad, entre saturada (30%) y anhidra (0%). Estas variaciones y deformaciones se producen por la variación del agua de impregnación.

Al variar el contenido de humedad de la madera, varía su volumen y al ser la madera un material anisótropo, sus propiedades varían de acuerdo a la dirección que se considere.

La forma de expresión es a través de porcentajes de las dimensiones originales; en el sentido longitudinal se encuentra entre 0.1 a 0.3 % (la mayor corresponde al corte tangencial).

Por este motivo, el secado controlado luego del apeo es de vital importancia para este fenómeno.

4. *Determinar Humedad Según su Uso*: Se debe tener en cuenta el destino de la madera, para saber en qué condiciones ambientales va ser utilizada.

#### DEFORMABILIDAD:

Las deformaciones que sufre la madera son proporcionales a las tensiones. Si sobrepasamos el límite de proporcionalidad la madera pasa a comportarse como un cuerpo plástico. Si seguimos aumentando la carga, se produce la rotura.

El módulo de elasticidad dependerá del tipo de madera, del contenido de humedad, de la dirección de aplicación de los esfuerzos.

#### RESISTENCIA MECÁNICA:

- *Compresión*: La mayor resistencia se produce en la dirección axial. En cambio en las direcciones radial y tangencial, se producen roturas rápidamente por los radios medulares.

El contenido de humedad influye en las características mecánicas, estas últimas disminuyen al aumentar el contenido de humedad.

La rotura está dada según la longitud de la pieza, las piezas cortas rompen por compresión y las largas rompen por pandeo.

- *Tracción*: En la dirección axial el comportamiento es bueno. Los valores admisibles a la tracción suelen ser superiores a los de compresión en piezas libres de defectos.

-*Choque*: La resistencia a este esfuerzo es muy baja.

- *Flexión*: En los cortes radiales y tangenciales su capacidad es casi nula. En cambio el corte según el eje transversal a la dirección del esfuerzo, su resistencia a la flexión es máxima. El esfuerzo a flexión, hace romper a las fibras comprimidas por aplastamiento y a las fibras traccionadas por arrancamiento.

-*Cortante*: Tiene baja capacidad frente al esfuerzo cortante.

-*Dureza*: Es la resistencia que presenta el material a ser penetrado o rayado por un cuerpo extraño. Y según su dureza las maderas se clasifican en: duras, semi-duras, blandas.



## 2- AGENTES DEGRADADORES DE LA MADERA

### 2.1 AGENTES BIÓTICOS

La degradación de la madera se puede deber a diferentes causas y es importante saber en cada caso, el principal agente causante de dicha degradación, lo que permitirá elegir el modo de proteger la madera.

Para que los agentes biológicos se desarrollen y subsistan se requiere que existan ciertas condiciones como son:

- Fuente de material alimenticio para su nutrición.
- Temperatura para su desarrollo. El intervalo de temperatura es de 3° a 50°, siendo el óptimo alrededor de los 37 °C.
- Humedad entre el 20 % y el 50 %, para que la madera pueda ser susceptible de ataques de hongos.

Por debajo del 20 %, el hongo no puede desarrollarse y por sobre 140 % de humedad, no existe el suficiente oxígeno para que pueda vivir.

- Una fuente de oxígeno suficiente para la subsistencia de los micro-organismos.

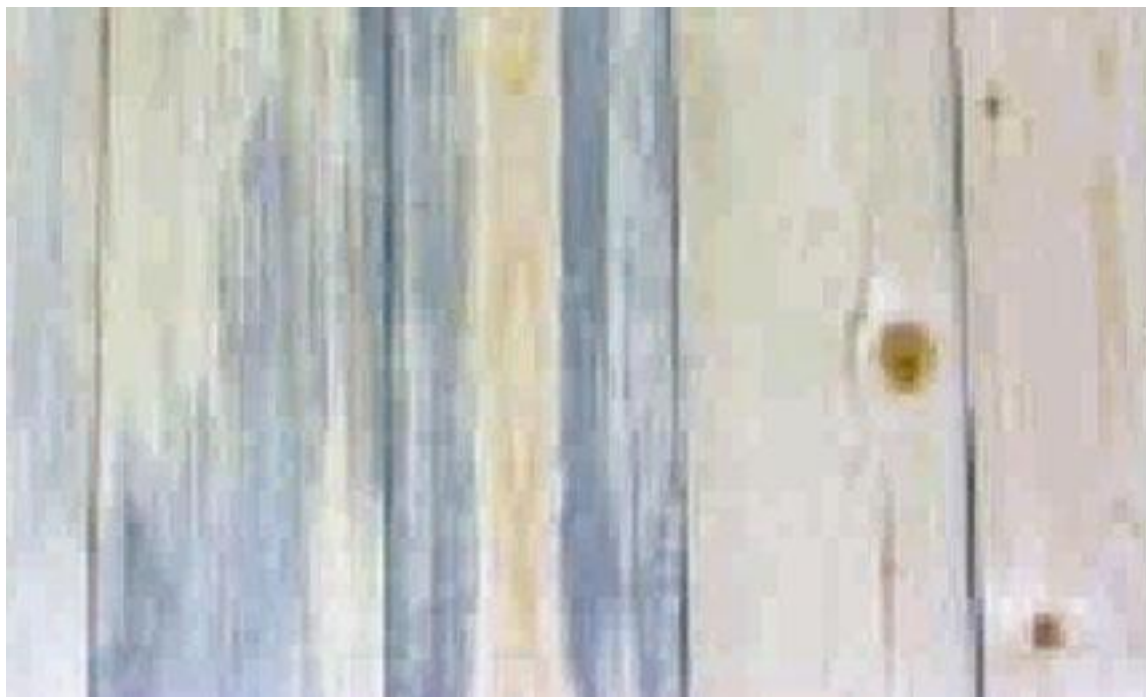
Al existir las condiciones descritas, el ataque biológico es factible que ocurra, pudiendo producir alteraciones de importancia en la resistencia mecánica de la madera o en su aspecto exterior.

#### 2.1.1 HONGOS XILÓFAGOS:

##### HONGOS CROMÓGENOS:

Se alimentan de las sustancias de reserva de la madera sin afectar su estructura.

El efecto importante que producen es un cambio de coloración, la madera toma un color azulado, pero en general no afecta a su resistencia, dado que no altera la pared celular.



*Piezas de madera machihembrada de Pino Radiata, la que fue atacada por hongos cromógenos estando encastillada.  
Fuente: Corporación Chilena de la Madera.*

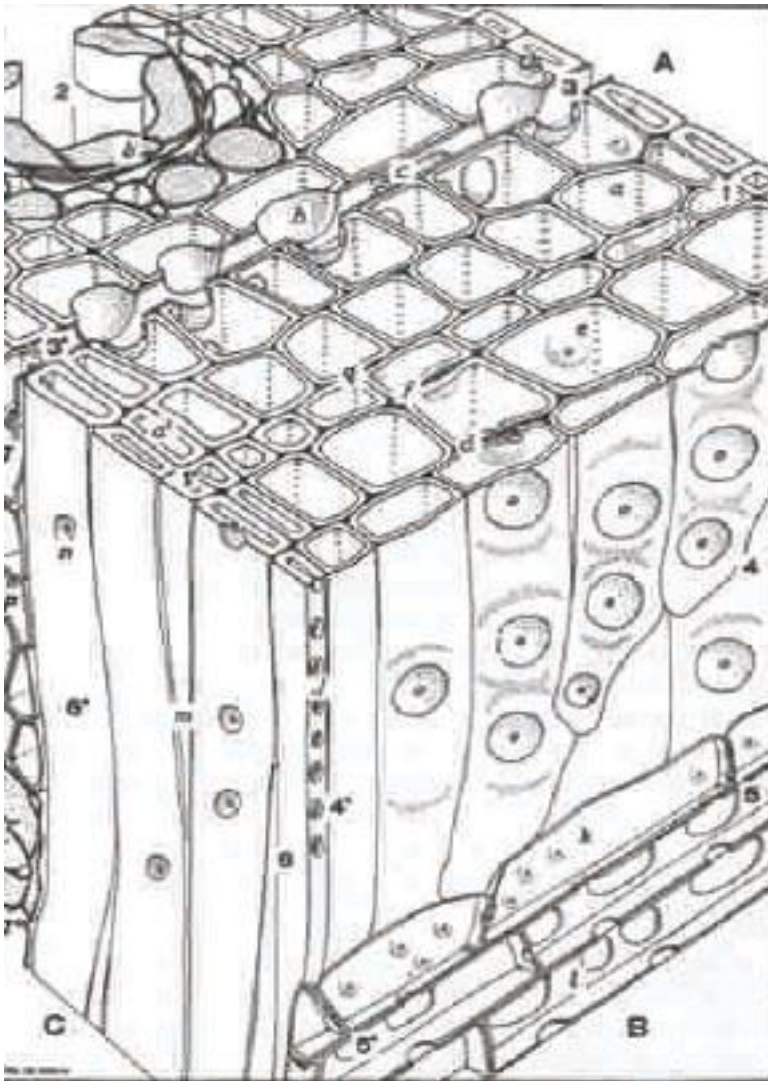
Según lo expuesto, una madera azulada no debería depreciarse más que por su aspecto, pero la realidad es que el hecho de presentar dicha coloración, es signo de que la madera ha estado expuesta a condiciones favorables para el desarrollo de hongos de pudrición, y si bien todavía no

es visible su ataque, probablemente éste se ha producido en alguna medida.

#### HONGOS DE PUDICIÓN:

En este caso los hongos se alimentan de la pared celular, causando una severa pérdida de resistencia, impidiendo cualquier tipo de aplicación, ya que la madera puede desintegrarse por la simple presión de los dedos.

En un ataque de pudrición se suelen desarrollar muchos tipos de hongos, cada uno de los cuales actúa en un determinado intervalo de degradación, dependiendo si el hongo se alimentó de la lignina o de la celulosa.



*Estructura anatómica de una especie conífera con hongos que se alimentan de la pared celular.  
Fuente: Corporación Chilena de la Madera.*

La pudrición blanca es causada por hongos que se alimentan de la lignina, dejando la celulosa de color blanco. En este caso la madera se rompe en fibras, por lo que también se denomina pudrición fibrosa.

La pudrición parda es causada por hongos que se alimentan de la celulosa dejando la lignina, caracterizada por su color pardo. La madera se desgrana en cubos, por lo que también se le conoce como pudrición cúbica.



## MOHOS:

Son hongos que tienen una apariencia de algodón fino. La extensión de estos depende fundamentalmente de la temperatura y de una humedad abundante. Afectan a la madera en su aspecto superficial y se pueden eliminar cepillando la pieza, no causan daños a la resistencia ni a otras propiedades.

Si no se eliminan oportunamente puede que la pieza de madera sea fácilmente atacada por hongos de pudrición, ya que el crecimiento de mohos estimula su desarrollo.



*Pieza de madera atacada por hongo de pudrición.  
Fuente: Corporación Chilena de la Madera.*

## 2.1.2- INSECTOS XILÓFAGOS:

Existe una gran cantidad de insectos que usan la madera para reproducirse y vivir y se alimentan de la celulosa que ésta contiene. El daño se produce debido a que sus larvas, orugas y adultos abren galerías en la madera para obtener alimento y protección. Dentro de estos insectos figuran los siguientes:

### COLEÓPTEROS:

Los coleópteros xilófagos pueden ser agrupados en tres categorías:

- a) Insectos que requieren un contenido de humedad en la madera mayor al 20%, siendo la familia más importante los cerambícidos, cuyas larvas se alimentan de almidón, azúcares y sustancias albuminoideas de la madera. La mayoría ataca a los árboles en pie y un número reducido de especies invade la madera que se encuentra encastillada, tanto de coníferas como latifoliadas.
- b) Insectos que atacan maderas parcialmente secas (menos del 18 % de humedad), siendo la albura habitualmente la zona afectada. A este grupo pertenecen los líctidos, que se caracterizan porque las larvas se alimentan del almidón contenido en la pared celular, para lo cual practican galerías de alrededor de 1 mm de diámetro, destruyendo la madera y dejando tras de sí un aserrín muy fino. No atacan a las coníferas, solamente a las latifoliadas.
- c) Insectos que atacan a las maderas secas, tanto coníferas como latifoliadas, y que pertenecen a la familia de los Anóbidos, comúnmente llamados Carcoma, que se alimentan a expensas de la celulosa y lignina.

Su tamaño es relativamente pequeño, con una longitud desde 2,5 mm hasta 8,5 mm y practica

galerías de unos 2 a 3 mm de diámetro, dejando tras de sí un aserrín un poco menos fino que el de los Lícidos.

#### TERMITAS:

Son los ataques de estos insectos los que pueden causar mayores daños a la estructura de madera de una vivienda.

En 1989 la *reticulitermes lucifugus* fue declarada plaga. En estos días se identifican infecciones en la zona costera desde Montevideo hasta Punta del Este. Dado que no se las encuentra en ningún otro lugar de las Américas se sospecha que arribó a nuestro país a través de una importación de artículos de madera.

La termita subterránea no vive en la madera, sino en termiteros que se ubican normalmente al interior del suelo y árboles (caso no muy común). Las obreras se dirigen a la zona donde existe celulosa para alimentarse, construyendo galerías por el interior del suelo y por muros, las que pueden llegar a medir centenares de metros.

Son capaces de introducirse entre los cimientos, sobre cimiento y muros de las edificaciones aprovechando las grietas, las cañerías y ductos que atraviesan estas estructuras o practicando galerías exteriores a base de una argamasa extraordinariamente dura.

Las colonias están conformadas por distintas castas como son las reproductoras, soldados y obreras, estas últimas son las que buscan el alimento celulósico y alimentan al resto de la colonia.

Las obreras desarrollan galerías en dirección de la fibra, dejándolas libres de aserrín, dado que todos los días deben volver a su termitero. Las huellas de ataque son tubos de barro, sin embargo, es usual ver el daño sólo cuando la madera falla por falta de resistencia. Estos insectos requieren de humedad para poder vivir, elementos que se encuentran en el suelo y las áreas húmedas de la estructura, pero atacan maderas secas.



*Obrero y soldado de termita.*

*Fuente: Corporación Chilena de la Madera.*

## 2.2- AGENTES ABIOTICOS

### 2.2.1- DAÑOS PRODUCIDOS POR EL SOL:

La radiación solar actúa principalmente a través de los rayos ultravioletas e infrarrojos. Los rayos ultravioletas no penetran profundamente en la madera y su acción se localiza en la superficie. La degradación que producen es lenta, se estima en 5-12nm por siglo, y se centra en la lignina de la madera. Las fibras de la madera, que contienen elevados porcentajes de celulosa, permanecen sobre la superficie de la madera y le dan ese color grisáceo con el paso del tiempo. En la madera desnuda provoca que se pierda cohesión entre las fibras al degradar la lignina que une, por lo que es relativamente fácil que se desprenda o deshilache parte de la superficie por la acción posterior de la lluvia. El color de la madera expuesta al exterior se ve afectado muy rápidamente. En unos pocos meses y de forma general, todas las maderas adquieren un color amarillo-marrón debido a la destrucción de la lignina y los extractos. Las maderas ricas en extractos, como el cedro, se blanquean antes de adquirir las tonalidades amarillas-marrones-grisáceas.

Los cambios de color revelan la acción de cambios químicos. Solamente se ve afectada la zona más superficial; el cambio de color sólo llega a unos 0,01-2mm. La acción posterior de la lluvia lava y arrastra la lignina, y el cambio de color sigue profundizando.

Esta capa grisácea está compuesta por una masa desordenada de fibras, que no son arrastradas por la lluvia. El cambio de color también se produce en regiones con una radiación del sol muy intensa y con pocas precipitaciones.

Cuando la madera incorpora una protección superficial, los rayos ultravioletas degradan progresivamente las resinas de los productos de acabado, sobre todo aquellos que no están protegidos por los pigmentos, lo que se conoce como “vitrificación del barniz”. Los pigmentos actúan como un escudo o espejo, en los cuales se reflejan estos rayos e impiden que actúen sobre la resina del producto y/o sobre la superficie de la madera.

Los rayos infrarrojos provocan una acción degradante indirecta sobre la madera ya que mediante un proceso de calentamiento superficial. El contenido de humedad de la madera es función directa de la temperatura de la misma. La superficie expuesta sufre un proceso de calentamiento que origina una pérdida de humedad superficial, como el interior de la pieza se mantiene más frío su contenido de humedad será diferente al de la capa superficial. Esta diferencia de contenidos de humedad entre la superficie y el interior de la pieza se traduce en tensiones, ya que la superficie de la pieza tenderá a contraerse al disminuir su contenido de humedad por la acción del calor y dicha contracción se ve dificultada o frenada por la parte interior. Otro efecto negativo provocado por este calentamiento es la subida de la resina que aflora en la superficie de la pieza.

Cuando la madera lleva una protección superficial, la acción del calor, originada por los rayos infrarrojos, acelera el envejecimiento de la resina del producto. En el caso de los barnices, al ser éstos transparentes, los rayos infrarrojos llegan a la superficie de la madera muy fácilmente y producen los efectos de aparición de fendas y subida de la resina. En el caso de las pinturas su acción se ve mitigada por la presencia de los pigmentos, que actúan como un escudo protector. La temperatura de la superficie varía sensiblemente dependiendo de la coloración del producto, siendo máxima para el negro y mínima para el blanco.

Además hay que tener en cuenta que los coeficientes de dilatación térmica de la madera y de la protección superficial son diferentes, estos últimos suelen ser superiores a los de la madera. Este hecho origina que en el caso de que el producto aplicado forme una película sobre la superficie de la madera, ésta se acabe rompiendo con el paso del tiempo. La flexibilidad que tenga el revestimiento es importante, pero está obligado a romperse. La velocidad con que se realice este proceso dependerá de las condiciones meteorológicas particulares y los cambios de temperatura que se producen según la estación del año y la zona geográfica en que nos encontremos.

Resumiendo, la acción de los rayos infrarrojos es muy perjudicial porque tarde o temprano provocarán la aparición de fendas, y estas tienen una influencia desfavorable sobre la duración de la protección superficial y constituyen el factor más importante en su degradación. Los mejores productos son los que no forman película, ya que aunque el revestimiento exterior que forma la

película pueda seguir las variaciones dimensionales, más o menos importantes, la madera nunca podrá resistir a una fenda.

### **2.2.2- DAÑOS PRODUCIDOS POR LA LLUVIA:**

La acción de la lluvia sobre la madera produce un efecto parecido pero inverso al que originan los rayos infrarrojos. La lluvia provoca que aumente el contenido de humedad de la superficie de la madera, que será superior al del interior de la pieza. Este gradiente de contenidos de humedad originará tensiones superficiales (la superficie de la madera tenderá a hincharse en mayor medida que la parte interior), que conducen a la aparición de fendas.

Cuando la madera incorpora una protección superficial, esta resistirá durante bastante tiempo la acción exterior del agua mientras ésta no alcance al soporte, la madera. Las resinas del producto tienen la función de impermeabilizar la madera y evitar la entrada de agua (ya sea en forma líquida o en forma de vapor) en la madera. La naturaleza de la resina empleada es la que definirá el tiempo durante el cual el producto resistirá la acción de la lluvia.

Si se aplica una protección superficial sobre una superficie que ha estado expuesta a la acción de la lluvia, o sobre una superficie que ha perdido total o parcialmente su protección superficial y que también ha estado expuesta a la acción de la lluvia, su duración o permanencia será mucho menor, ya que el agarre de la película es inferior a la que tendría si se hubiera aplicado sobre una superficie que no ha estado expuesta. Antes de aplicar el producto se recomienda lijar o cepillar la madera hasta que aparezca la madera sana o con su color natural.

### **2.2.3- DAÑOS PRODUCIDOS POR EL FUEGO:**

Es uno de los agentes destructores que ningún material puede tolerar indefinidamente sin presentar algún deterioro.

La reacción al fuego de las maderas depende de:

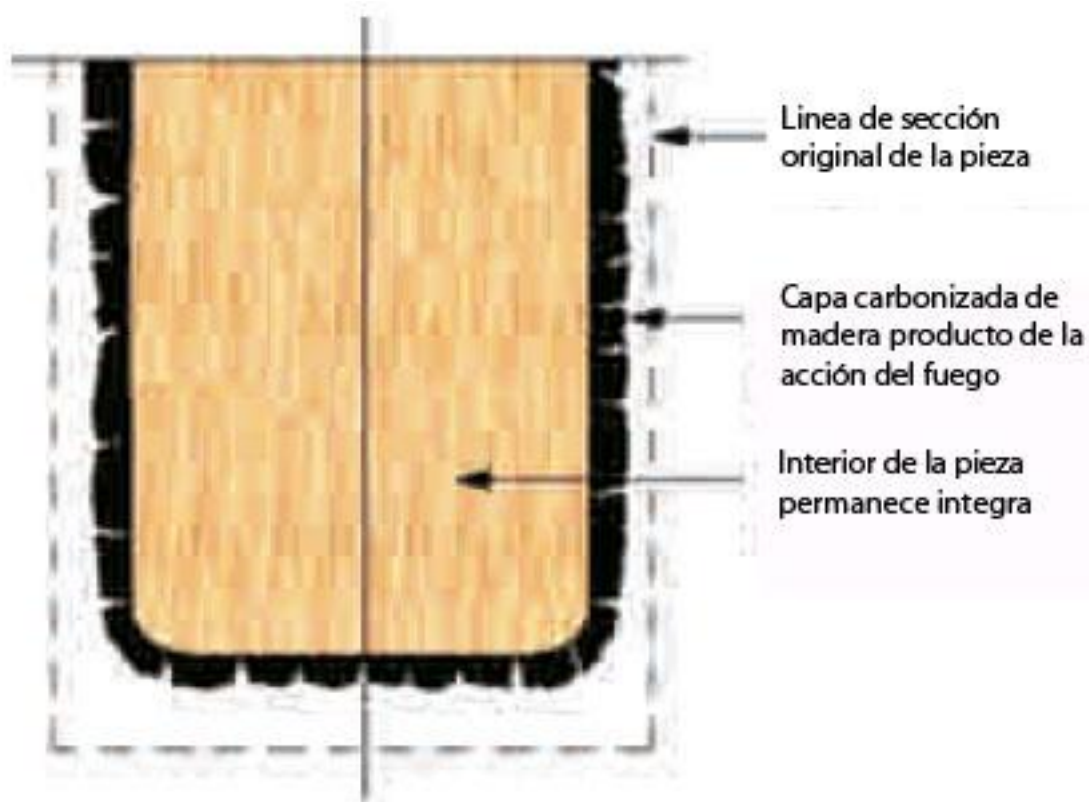
- Espesor de la pieza de madera
- Contenido de agua de la madera
- Densidad de la madera (especie)

*Comportamiento de la madera frente al fuego:*

La madera está formada fundamentalmente por celulosa (aproximadamente un 44%) y lignina, materiales ricos en carbono, admitiéndose que la madera contiene aproximadamente un 48 % de carbono.

La temperatura de inflamabilidad de la madera, en circunstancias favorables, es aproximadamente 275°C, siendo un factor importante el tiempo durante el cual es calentada.

Por debajo de 100°C, casi no se escapa de la madera más que el vapor de agua, incluso si la temperatura externa es superior a 100°C, la de la madera queda igual a 100°C si el agua no se ha desprendido del todo.



*La capa de carbón producto de la acción del fuego actúa como protector.*

De 100°C a 275°C se desprenden gases: CO<sub>2</sub> incombustible, CO combustible y piroleñosos. Hacia los 275°C la reacción es exotérmica. Los gases se desprenden en abundancia, la proporción de CO<sub>2</sub> disminuye rápidamente y aparecen los hidrocarburos. La madera adquiere un color achocolatado. Por encima de los 350°C los desprendimientos gaseosos son menos abundantes, pero son todos combustibles. Más allá de los 450°C el hidrógeno y los carburos constituyen la mayor parte de los gases desprendidos, siendo el residuo sólido carbón de madera, susceptible de quemarse con desprendimiento de gases combustibles.

La temperatura de la madera en el curso de su combustión está comprendida entre los 400°C y 500°C aproximadamente.

Esta temperatura es la mínima necesaria para continuar la combustión, por supuesto si existe suficiente oxígeno.

Por otro lado, se ha encontrado que en edificaciones realizadas con el sistema constructivo de poste y viga, las vigas de grandes secciones transversales atacadas por el fuego sólo han comprometido una superficie carbonizada de pequeño espesor, que cubre y protege la madera no afectada por el fuego. La explicación es la baja conductibilidad térmica de la madera, que transmite una pequeña proporción del calor hacia el interior de ella.



### 3- MADERAS EN LA CONSTRUCCIÓN:

#### 3.1 TIPOS DE MADERAS DE PRODUCCIÓN NACIONAL:

En este punto es fundamental contar con un *Monitoreo de los Recursos Forestales - Inventario Forestal Nacional*.

La información que se obtiene resulta estratégica para el desarrollo del Manejo Forestal Sostenible (MFS) del Uruguay y la implementación de políticas aplicables a los mismos.

Es relevante contar con información adecuada y actualizada sobre la extensión, características y estado de los bosques y los ecosistemas a los cuales pertenecen. El Inventario Forestal Nacional trata de ser una herramienta para brindar una representación y evaluación de los bosques y su entorno.

Es de gran importancia contar con un monitoreo forestal continuo. De esta manera se garantiza que la información sobre los recursos forestales y su entorno estén disponibles y que permita su comparación temporal.

La disponibilidad de información tanto a nivel cualitativo, como cuantitativo es un factor importante para poder insertar a Uruguay en los procesos globales de competitividad.

Dicha información sirve de base para el diseño, planificación y ejecución de políticas, inversiones, comercialización y legislación.

Las necesidades de información en el sector forestal han resultado en nuevos desafíos en cuanto a metodologías y tecnologías que permitan mayor precisión en la información obtenida y una mayor accesibilidad para los usuarios a distinto nivel. Instituciones nacionales e internacionales, empresas privadas, científicos, estudiantes, público en general; generan una gran demanda de información relevante, de amplia cobertura, periódica y creíble desde el punto de vista científico. Para satisfacerle es necesario contar con buenas capacidades de manejo y transferencia de la nueva información a través de sistemas informáticos y plataformas de Internet. Esta información debe estar contenida en Sistemas de Información Geográfica y en mapotecas virtuales que permitan el acceso a los distintos usuarios.

Objetivo General del Inventario Forestal Nacional es el Desarrollo Forestal Sostenible a partir del monitoreo de los bosques desde una concepción eco-sistémica de los mismos.

#### Resultados Inventario Forestal Nacional:

Cuadro 8. Superficie de bosque en el país y en la zona inventariada (ha)

Bosques	Total País		Zona Inventariada	
	Área ha	%	Área ha	%
Plantado	969.500	56%	365.322	55%
Nativo	752.158	44%	297.425	45%
Total	1.721.658	100%	662.747	100%

Fuente: Dirección General Forestal MGAP - FAO - año 2010  
<http://www.mgap.gub.uy/>

Cuadro 6. Área de Bosques por tipo y departamento (ha)

Departamento	Bosque Natural*	Pino	E.grandis	E.globulus	Otros eucalyptus	Salicáceas	Parque	Costero	TOTAL
ARTIGAS	44.530	141	922	-	1.842	-	-	-	47.435
CANELONES	7.426	14.407	5.413	7.051	4.289	-	688	3.318	42.592
CERRO LARGO	63.215	5.023	15.673	23.928	7.090	-	-	-	114.929
COLONIA	17.514	1.779	3.054	7.849	2.890	-	-	495	33.581
DURAZNO	19.840	6.247	13.583	21.464	5.811	-	-	-	66.945
FLORES	7.943	-	299	559	1.707	-	-	-	10.508
FLORIDA	20.513	55	1.048	40.766	4.875	-	-	-	67.257
LAVALLEJA	59.008	318	1.508	64.881	5.963	-	1.342	-	133.020
MALDONADO	27.320	7.810	1.995	28.750	2.519	-	1.411	1.145	70.950
MONTEVIDEO	999	18	-	2	984	-	830	-	2.833
PAYSANDÚ	66.296	31.928	42.144	25.432	10.423	-	474	-	176.697
RÍO NEGRO	43.748	13.216	52.777	25.450	9.668	-	-	-	144.859
RIVERA	63.129	128.781	52.522	481	6.068	-	-	-	250.981
ROCHA	38.842	12.021	1.559	33.372	3.989	-	3.752	1.157	94.692
SALTO	51.617	40	490	-	4.297	-	-	-	56.444
SAN JOSÉ	16.066	1.839	1.241	2.862	2.899	1.767	-	943	27.617
SORIANO	34.838	2.554	6.721	17.569	2.138	-	1.133	-	64.953
TACUAREMBO	121.885	48.391	16.134	59.313	8.197	-	381	-	254.301
TREINTA Y TRES	47.429	-	465	8.659	4.511	-	-	-	61.064
<b>TOTAL</b>	<b>752.158</b>	<b>274.568</b>	<b>217.548</b>	<b>368.388</b>	<b>90.160</b>	<b>1.767</b>	<b>10.011</b>	<b>7.058</b>	<b>1.721.658</b>

\*No incluye área de dispersión natural de Palmares

Fuente: Dirección General Forestal MGAP - FAO - año 2010  
<http://www.mgap.gub.uy/>

Lo que se desprende de este Inventario Forestal es que, los bosques plantados (969.500 ha) representan el 56% del total de bosques del Uruguay (1.721.658 ha) y el 44% corresponde a bosques nativos (752.158 ha). La superficie de bosques en la zona inventariada (662.747 ha) representa el 38,5% del total de bosques del país. De los cuales el 55% corresponde a bosques plantados y el 45% a bosques nativos. Por lo tanto la zona inventariada es representativa en relación al tipo de bosques del total del territorio nacional.

Podemos concluir que los principales árboles maderables nacionales son el Eucalyptus (en sus distintas variedades) y el Pino.

#### *Utilidad de la Madera según su especie:*

*Pino:* De él se obtiene madera para construcciones civiles (vivienda y componentes estructurales como vigas de madera laminada), muebles, pisos.

*Eucalyptus:* Su madera es utilizada en la construcción (al igual que el pino), pallets, muebles, lambriz, cajas, etc.

### **3.2 TIPOS DE MADERA PRODUCIDAS EN EL EXTERIOR DISPONIBLES EN EL MERCADO:**

Las especies importadas más comunes son: pino Brasil, pino chileno, pinotea, cedro, guatambú, lapacho, petiribí, incienso, roble, peroba, curupay, etc. (la lista no es excluyente).

Un aspecto importante de destacar, es que en Uruguay el desarrollo de los productos terciarios derivados de la madera (muebles, construcciones, etc.) es prácticamente nulo. Esto se ve reflejado en la cantidad de productos que ingresan al país como importaciones, los cuales fueron construidos con la propia madera del país.<sup>1</sup>

(1) Seminario Uruguay Rural - Universidad de la República - Facultad de Agronomía - año 2010.  
<http://www.fagro.edu.uy/>



### 3.3- DERIVADOS DE LA MADERA:

Los transformados de la madera constituyen una opción económica y resistente para la construcción, elaboración de muebles y otros objetos de carpintería, así como en la fabricación de revestimientos y elementos decorativos. Útiles, baratos y funcionales, los productos que se obtienen a partir de virutas, serrines, cortezas y ramas suelen tener forma de paneles en su presentación comercial. Los más comunes son los aglomerados, los contrachapados y los de fibra.

Se desarrollan a continuación 3 productos que cumplen función estructural. Contrachapado y OSB colaborando en la rigidización de sistemas constructivos, y MLE cuya principal aplicación es como elemento estructural para cubrir grandes luces.

#### 3.3.1 EL CONTRACHAPADO

##### DEFINICIÓN:

Se obtiene mediante encolado de chapas de madera superpuestas de modo que sus fibras formen un ángulo determinado, generalmente recto. Normalmente están compuestos por chapas impares, con el fin de equilibrar su estructura y comportamiento, y facilitar su curvado. El tablero contrachapado queda caracterizado por la especie o grupo de especies de madera empleadas para sus chapas, la calidad de las chapas y el tipo de encolado.

La definición tradicional del tablero contrachapado (formado exclusivamente por chapas de madera) se ha enriquecido con la ampliación a los posibles materiales que se pueden utilizar en su alma. Las denominaciones más habituales son:

- Tablero contrachapado multicapa: está integrado por más de 3 chapas.
- Tablero contrachapado con alma: cuando incluye un alma que no es una chapa de madera.
- Tablero contrachapado laminado: su alma está constituida por tablillas de chapa de grosor inferior a 7 mm, dispuestas de canto y encoladas todas ellas o al menos en su mayor parte.

##### COMPOSICIÓN:

- Chapas de madera: láminas finas de madera que no sobrepasa los 7 mm de espesor. Si las láminas de madera se unen por sus cantos o testas se obtienen chapas compuestas. Para aplicaciones estructurales se clasifican principalmente por la presencia y frecuencia de nudos, y para aplicaciones decorativas por su estética.
- Alma: en algunos casos, el tablero puede incorporar una capa central constituida por piezas de madera (listones, tablas, tablillas, etc.) o láminas de madera adosadas y encoladas o no entre sí; por otros materiales derivados de la madera; por otros materiales en forma de lámina; o por una estructura alveolar.
- Adhesivos: dependiendo de las características y de las propiedades requeridas se pueden utilizar adhesivos de Urea formol (para interiores) o Fenol formaldehído (para exteriores y estructurales).
- Recubrimientos: se pueden utilizar chapas decorativas de madera, revestimientos plásticos, papel impregnado con resinas sintéticas, y pintura.
- Aditivos: se incorporan durante su fabricación para mejorar algunas de sus propiedades (productos ignífugos; productos insecticidas; productos fungicidas, resinas, etc.).

##### APLICACIONES ESTRUCTURALES:

- Entrevigado y diafragma de forjados (rectos y curvos)
- Cerramiento y diafragma de muros
- Divisiones interiores, tabiques
- Alma de viguetas en doble T
- Encofrados

##### PROPIEDADES:

Uniformidad de sus propiedades, poco peso y estabilidad dimensional (es un material ideal para usos estructurales debido a la elevada resistencia, uniformidad de sus propiedades y a su poco peso)

- Densidad: depende de las especies utilizadas.
- Estabilidad dimensional: muy estable, la tendencia a contraerse o dilatarse en la dirección

perpendicular a la fibra está aminorada por las chapas adyacentes.

- Conductividad térmica: mal conductor de la temperatura, al igual que la madera maciza. Los valores de la conductividad térmica ( $Kcal/mh^{\circ}C = W / (m \times K)$ ) en función de la densidad del tablero ( $kg/m^3$ ) son: 0,09 para una densidad de 300, 0,13 para 500, 0,17 para 700 y 0,24 para 1000.
- Aislamiento acústico: depende del tipo de construcción y la forma en que se instalen. Para ruidos aéreos, los valores de los tableros de 30 mm de espesor se sitúan aproximadamente en 27 dbA.
- Comportamiento frente a los agentes biológicos: en función de las clases de riesgo en que se encuentren pueden ser degradados por hongos xilófagos, insectos xilófagos de ciclo larvario e insectos xilófagos sociales (termitas). Su comportamiento se puede mejorar mediante su protección superficial, media o profunda.
- Conductividad eléctrica: en estado seco es prácticamente aislante.
- Acción de los rayos ultravioletas: la acción de la luz puede provocar la rotura de las fibras. Su comportamiento se puede mejorar mediante su protección superficial, media o profunda.
- Radios de curvatura: se pueden curvar. El factor limitante suele ser el espesor del tablero.

### 3.3.2 TABLEROS DE VIRUTAS ORIENTADAS (OSB).

#### DEFINICIÓN:

Está formado con virutas de madera que se unen entre sí con un aglomerante mediante la aplicación de calor y presión. Las virutas de las capas exteriores están alineadas y dispuestas paralelamente a la longitud del tablero, mientras que la de la/s capa/s interior/es pueden estar orientadas aleatoriamente o alineadas perpendicularmente a la dirección de las virutas de las capas exteriores.

Las siglas OSB se corresponden con las palabras inglesas Oriented Strand Board.

#### COMPOSICIÓN:

- Virutas: tienen una longitud aproximada de 80 mm y un grueso inferior a 1 mm. Suelen provenir de especies de crecimiento rápido.
- Adhesivos: dependiendo de las características y de las propiedades requeridas se pueden utilizar adhesivos de Urea - formol, Urea - melanina - formol; y Fenol - formaldehído.
- Aditivos: se incorporan durante su fabricación para mejorar algunas de sus propiedades (productos ignífugos; productos insecticidas; productos fungicidas; etc.)

#### APLICACIONES ESTRUCTURALES:

- diafragma de muros
- soporte de cubiertas
- cerramiento de fachadas
- tabiques divisorios y divisiones internas
- bastidores de muebles y de elementos de carpintería

#### DIMENSIONES:

Longitud y anchura: 2.440 x 1.220 mm.

Espesor: varía de 6 hasta 28 mm.

#### PROPIEDADES:

- Densidad: depende de la especie de madera. La normativa no la especifica. Para aplicaciones estructurales se recomienda un peso específico superior 650  $kg/m^3$ .
- Conductividad térmica: mal conductor de la temperatura, al igual que la madera maciza. Los valores de la conductividad térmica ( $Kcal/mh^{\circ}C = W / (m \times K)$ ) en función de la densidad del tablero ( $kg/m^3$ ) son: 0,13 para una densidad de 650.
- Comportamiento frente a los agentes biológicos: en función de las clases de riesgo en que se encuentren pueden ser degradados por hongos xilófagos, insectos xilófagos de ciclo larvario e insectos xilófagos sociales (termitas). Su comportamiento se puede mejorar mediante su protección superficial, media o profunda.

### 3.3.3 MADERA LAMINADA ENCOLADA (MLE).

#### DEFINICIÓN:

Se obtiene encolando dos o más láminas de madera en dirección paralela al eje de las láminas. Las láminas se obtienen encolando entre sí, mediante uniones dentadas, piezas de madera aserrada con un espesor comprendido entre 6 y 45 mm.

#### APLICACIONES ESTRUCTURALES:

Las estructuras de madera laminada encolada resultan especialmente indicadas para:

- Vigas:
- Luces de 30 a 70 m en edificios de uso público, comercial o deportivo.
- Luces moderadas de 8 a 14 m en construcciones pequeñas y medianas (normalmente elementos prefabricados).
- Pilares
- Estructura de cubierta de peso propio reducido.
- Cuando se pretende un aspecto estético especial.
- Existe la necesidad de estructuras con elevada estabilidad al fuego.
- Estructuras en situaciones de difícil mantenimiento.

#### MATERIALES:

Los elementos unitarios son tablas de madera aserrada, lamelas, que mediante uniones dentadas encoladas nos permite lograr dimensiones de la pieza según los requerimientos del proyecto.

#### Adhesivos:

Los más utilizados en la actualidad, son:

- Melanina-Urea-Formaldehído (MUF).
- Resorcina-Fenol-Formaldehído (RPF).
- Poliuretano (PU).

#### DIMENSIONES PIEZAS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMINAS:

Al tratarse de un producto fabricado ex profeso sus dimensiones no están normalizadas, aunque pueden suministrarse sin problemas si el mercado así lo requiere.

##### - Anchura:

La gama de anchuras depende de la anchura de la lámina, las más habituales son: 80, 100, 110, 130, 140, 160, 180, 200 y 220 mm (siendo el máximo de 280 mm).

##### - Altura:

Es función del grueso de lámina empleado.

#### PROPIEDADES:

##### -Durabilidad:

No hay que olvidar en este tema la importancia del diseño constructivo de la estructura que evite la exposición innecesaria a la intemperie y la posibilidad de retención de agua. Un correcto diseño puede rebajar el riesgo de deterioro.

Se puede elegir una especie con la durabilidad natural suficiente para la clase de uso que corresponda a la estructura, o aplicar el tratamiento adecuado de protección siempre que la madera sea suficientemente impregnable antes de obtener las láminas y de encolarlas entre sí (es la práctica más habitual), o aplicar el tratamiento a la pieza de madera laminada encolada.

##### -Resistencia química:

Al no reaccionar con el medio ambiente ni con agentes oxidantes o reductores, se convierte en un material adecuado para su utilización en ambientes agresivos y corrosivos, en los que los metales ven limitadas sus aplicaciones.

##### -Acabado superficial/Mantenimiento en aplicaciones al exterior:

Al igual que cualquier otro producto de madera colocado al exterior deben recibir acabados que protegen la madera frente a los rayos infrarrojos (calentamiento) y ultravioletas (oxidación).

## FABRICACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE:

### Fabricación:

En países desarrollados los equipos, las condiciones ambientales de fabricación, el proceso de fabricación, y el autocontrol deberán realizarse de acuerdo con las especificaciones de la norma. Lo habitual es que el fabricante se someta de forma voluntaria a un control externo por un organismo de reconocido prestigio.

### Almacenaje, transporte y montaje:

Durante el almacenaje, transporte y montaje se evitará someter las piezas a tensiones superiores a las previstas.

Los elementos de madera laminada encolada almacenadas en obra deberán protegerse adecuadamente frente a la intemperie, en el caso que sea posible se recomienda cubrirlos para evitar la acción de la lluvia y del sol. Se deben almacenar sobre rastreles para evitar su contacto con el suelo y sobre suelos correctamente drenados.

Una vez colocados no es conveniente superar el plazo de un mes sin la protección de la cobertura.

## **4-PATOLOGÍAS CONCEPTOS GENERALES:**

### **PATOLOGIA CONSTRUCTIVA:**

La palabra *Patología* viene, etimológicamente, de las palabras griegas “pathos” (enfermedad) y “logos” (estudio).

Podríamos definir la Patología Constructiva de la Edificación como la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio (o en algunas de sus unidades) después de su ejecución.

### **PROCESO PATOLÓGICO:**

Para atacar un problema constructivo debemos “diagnosticar”, es decir, conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado actual. Este conjunto de aspectos del problema, que pueden agruparse de un modo secuencial, es a lo que llamaremos “proceso patológico” y nos permitirá establecer tanto la estrategia de “reparación” como las hipótesis de la “prevención”.

Al mismo tiempo, el hecho que exista una secuencia temporal de dicho proceso, nos indica que en el mismo podemos distinguir tres partes bien diferenciadas, el origen, la evolución y el resultado final, de tal modo que, para su estudio (su diagnóstico) debemos recorrer dicha secuencia de un modo inverso.

### **CAUSA:**

Podemos definirla como el agente, activo o pasivo, que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones. En ocasiones, varias causas pueden actuar conjuntamente para producir una misma lesión.

Si la lesión es el punto de partida del estudio, la causa es su objetivo, ya que con el diagnóstico lo que persigue es conocer el origen de la “enfermedad” para atacar el mal desde el principio.

### **REPARACIÓN, RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN:**

Una vez finalizado el diagnóstico y, por lo tanto, descrito el proceso patológico con su origen (causa) su evolución y su síntoma (lesión) estamos en condición de aplicar la solución a la reparación.

Se buscará devolver a la unidad constructiva lesionada su funcionalidad arquitectónica original. El conjunto de actuaciones destinadas a recuperar el estado constructivo original de dicha unidad, recibirá el nombre de *reparación*.

Hablaremos de *restauración* cuando nos refiramos a la reparación de un elemento concreto o de un objeto con valor histórico o artístico.

Por otro lado, hablaremos de *rehabilitación* cuando tratemos de recuperar la funcionalidad de un edificio completo.

### **PREVENCIÓN:**

Es el estudio de los procesos patológicos y, sobre todo, de sus causas, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas, destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos en próximas actuaciones constructivas.



## 5- ESTUDIO DE CASO

### INTRODUCCIÓN

#### ESTUDIO PATOLÓGICO:

El encuentro con un proceso patológico suele tener como objetivo su solución, solución que implica reparación de la unidad constructiva dañada.

Para ello, se requiere un “diagnóstico” lo más preciso posible, con el objeto de no fallar en la solución constructiva. De ahí la necesidad del “estudio patológico” previo a cualquier actuación, estudio que podríamos definir como el “análisis exhaustivo del proceso patológico con el objeto de alcanzar las conclusiones que nos permitan proceder a la reparación consiguiente”.

Este análisis tiene que seguir la línea inversa al proceso, yendo del efecto a la causa, pasando por los tres estadios ya mencionados de *síntoma o efecto, evolución y origen o causa*. Dicho análisis debe ser metodológico y exhaustivo.

Sus diversas etapas deberán ser:

#### OBSERVACIÓN:

De las patologías que se manifiestan como síntoma de un proceso patológico y a partir de las cuales podemos conocerlo. Se trata, pues, de:

- Detectar la patología.
- Identificar la patología.
- Independizar patologías y procesos distintos.

#### TOMA DE DATOS:

Ello implicará, en ocasiones, un mínimo repetido de visitas, en otros casos, la aplicación y seguimiento de una serie de instrumentos de análisis y evolución de la patología, algunas veces, el uso de aparatos diversos de medida y, siempre, la utilización de fotografías que nos permitan plasmar gráficamente la patología en un momento determinado.

De este modo, podemos obtener una serie de datos físicos, incluso muestras de materiales, que serán elementales para el análisis posterior.

Así pues, el conjunto de datos a obtener en esta fase podemos agruparlos en las siguientes familias.

- De identificación de la patología.
- Constructivos, relativos a los materiales o elementos afectados por la patología.
- Ambientales, según la situación del edificio y la localización de la patología en él.

#### ANÁLISIS DEL PROCESO. DIAGNÓSTICO:

Una vez terminada la toma de datos directa, podemos tratar de reconocer como se ha desarrollado el proceso patológico, cuál ha sido su origen y sus causas, cuál es su estado actual.

En definitiva, debemos iniciar lo que podemos llamar el *análisis del proceso patológico* con el objeto de alcanzar un *diagnóstico definitivo* y por lo tanto, conclusiones para la posterior actuación que implique la reparación de las partes afectadas.

Este análisis debe contemplar, pues, los siguientes aspectos del diagnóstico:

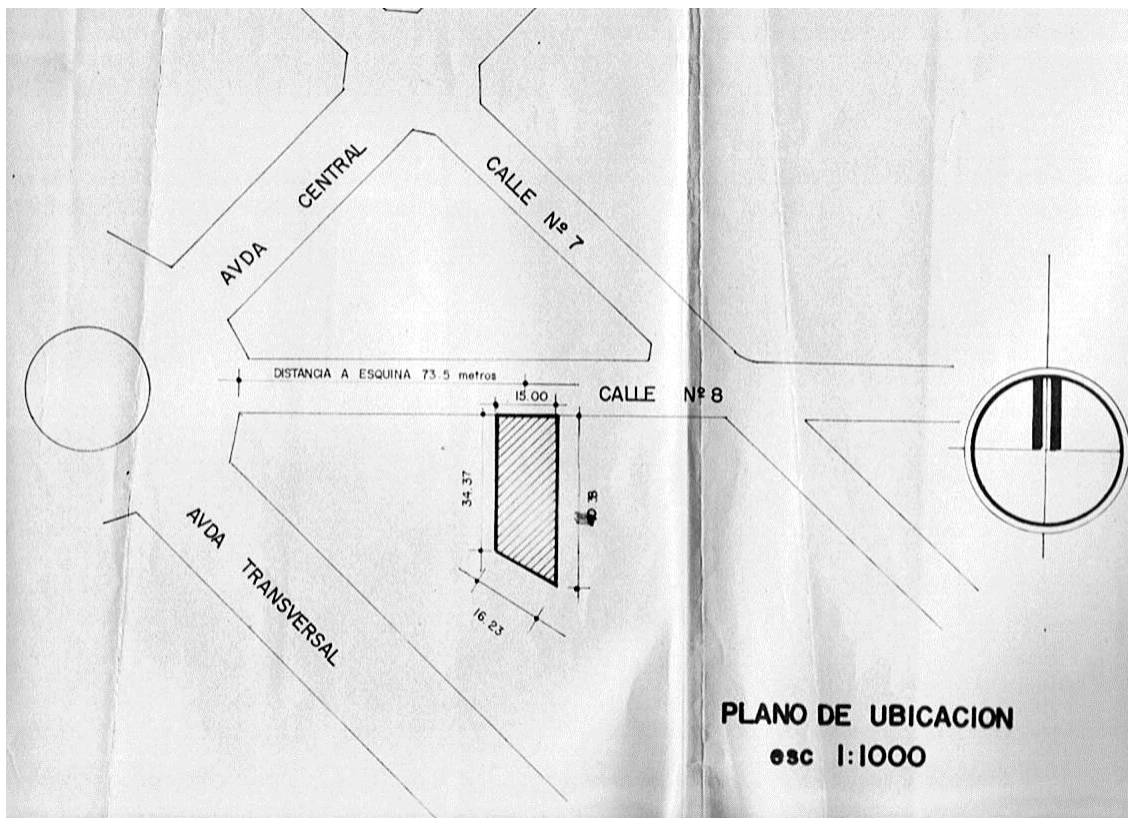
- Causas, que han originado el proceso, distinguiendo entre las directas y las indirectas.
- Evolución del proceso patológico.
- Estado actual, que debe recoger la situación del proceso, su posible vigencia o su desaparición.

## 5.1-PRESENTACIÓN:

### 5.1.1- Ubicación:

La vivienda fue construida en setiembre del año 1992 en el Balneario de Punta Colorada, Departamento de Maldonado.

El terreno se encuentra a unos 150 metros de la costa y presenta un desnivel importante lo que permite ver el mar desde el estar.





### 5.1.2- Descripción:

Tiene un área construida de 84.26m<sup>2</sup>, es de tipo prefabricada de origen brasileño. La especie de la madera utilizada para la construcción de la vivienda es pino. Esta vivienda es utilizada como casa de veraneo.

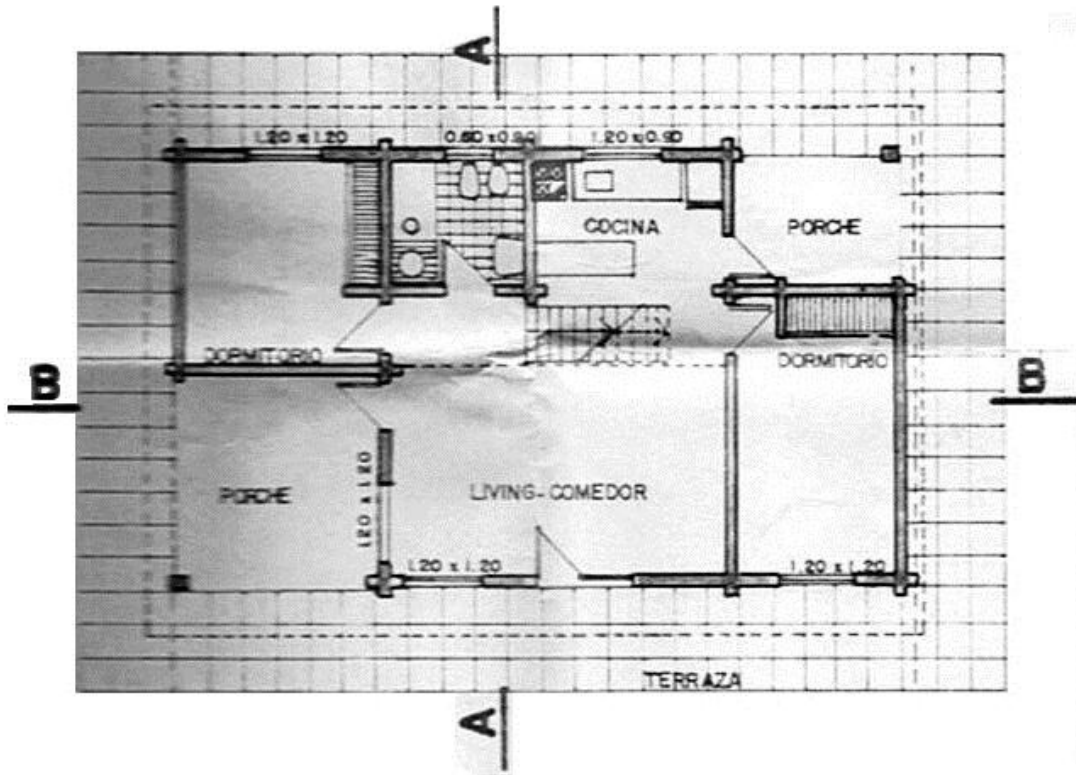


Fachada Norte (16 de julio de 2012)

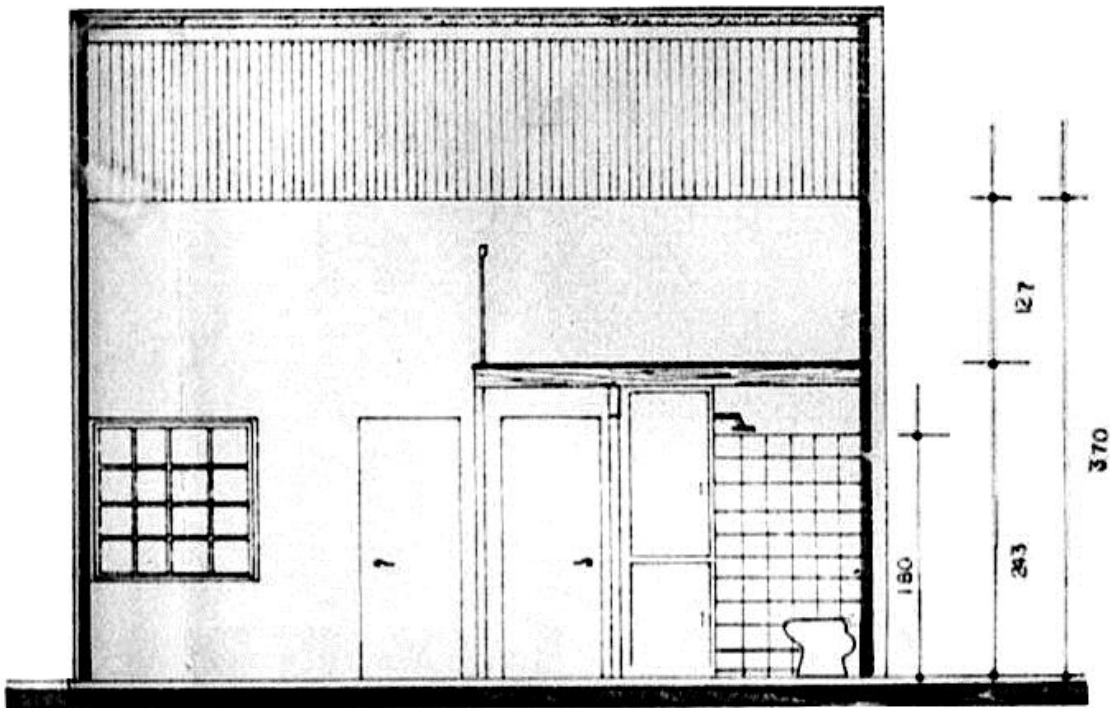
Como vemos en la foto, la vivienda cuenta con un revestimiento exterior de mampostería (ladrillo de campo), dicho revestimiento fue realizado posteriormente a la construcción de la vivienda, durante el año 1999.

Este se presentó necesario ya que la vivienda estaba siendo atacada por agentes bióticos del reino animal - aves - (*pájaro carpintero*). Esto fue como consecuencia de que la madera *utilizada carecía de impregnación*.

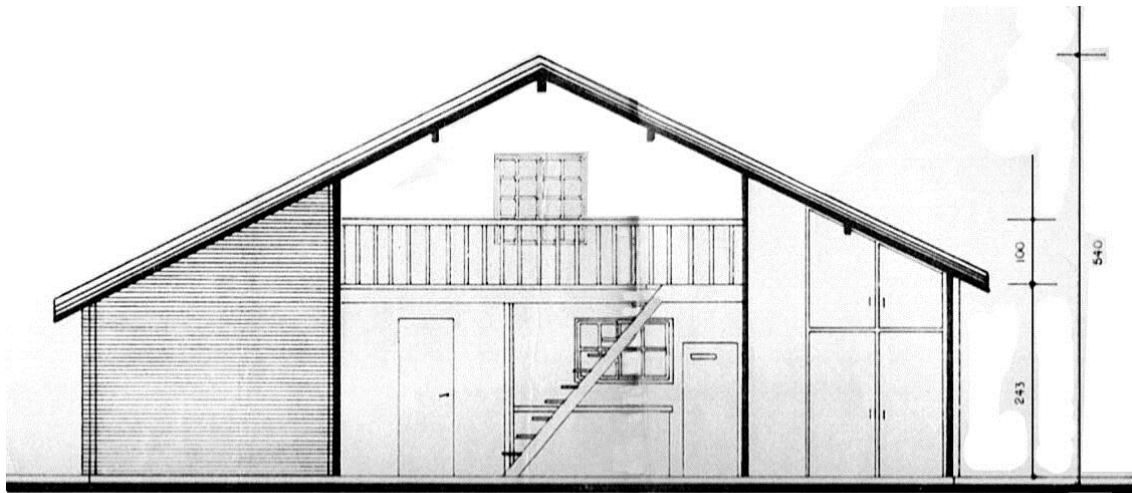
En cuanto a la distribución de la vivienda, como se puede observar en sus planos posee un living – comedor en doble altura, una cocina, un baño, dos dormitorios y una buhardilla que se ubica sobre el área de baño y cocina que es usada como dormitorio por sus usuarios.



Planta de Albañilería / Esc. 1-100



Corte AA Esc. 1/100



**Corte BB / Esc. 1-100**

### **5.1.3- Mantenimiento:**

En lo que refiere con el mantenimiento, según información brindada por los propietarios, podemos decir que hay dos situaciones bien diferentes, una hasta el año 1999, cuando la vivienda presentaba como material de terminación madera tanto en los cerramientos interiores como exteriores; y otra muy distinta después de 1999 cuando se reviste su exterior con ladrillo de campo por los motivos antes expuestos.

En esa primera situación, a la vivienda se le aplicaba pintura una vez cada dos años en el exterior, y una vez cada cuatro años en el interior.

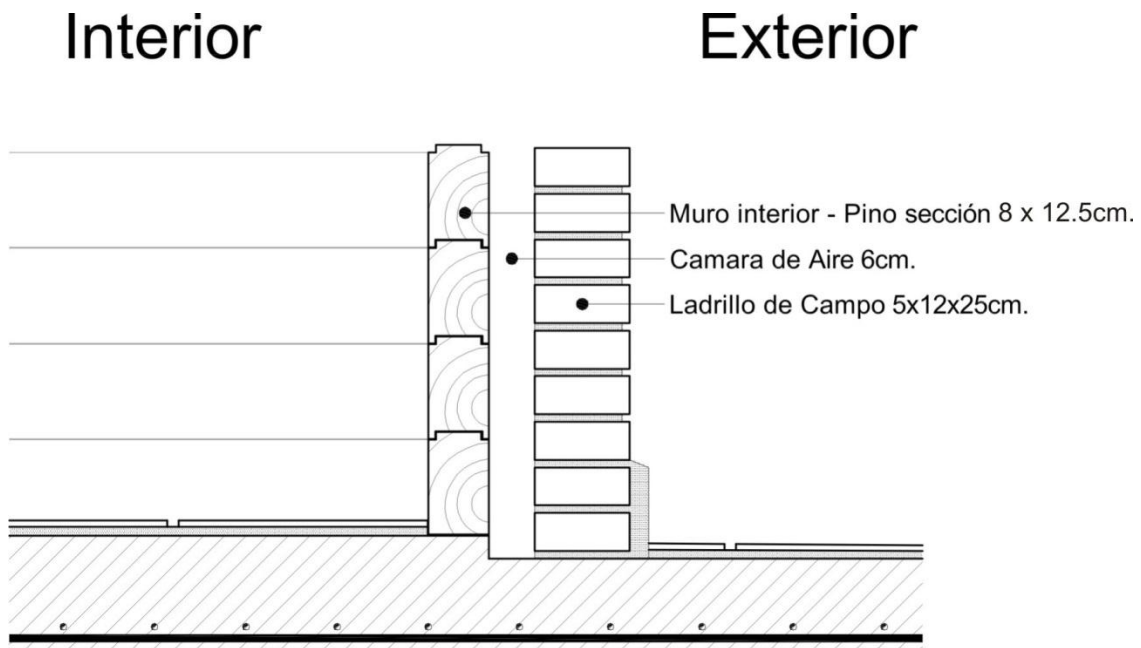
Hoy en día, con el revestimiento exterior colocado sólo se le aplica pintura en el interior una vez cada cuatro años.

Debido a la ubicación de la vivienda, en un área muy expuesta a las inclemencias del tiempo, con frecuencia se cambian partes de aberturas, por ejemplo postigos, herrajes y también partes del tablero que componen los propios muros cuando se considera necesario.

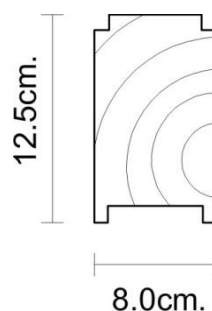
## 5.2- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO:

### 5.2.1- Fundación y Estructura:

Como ya se expuso, desde el año 1999 la vivienda está constituida en todo su perímetro con un muro doble, el cual la hoja interior del muro es de madera (pino) y la exterior es de ladrillo visto. Este muro de mampuestos exterior apoya sobre la vereda perimetral. Dicha vereda a la fecha no ha presentado patologías lo que hace suponer que muy probablemente la fundación sea una platea que incluye la vereda perimetral.



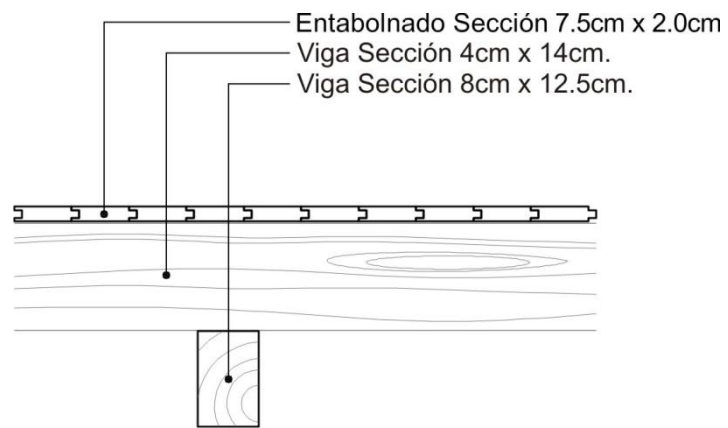
### Detalle apoyo de muros sobre platea de hormigón / Esc. 1-10



### Detalle sección de muro de madera 8.0 x 12.5cm. / Esc. 1-5

El entrepiso se apoya sobre vigas de madera de sección 14 x 4cm. y a su vez éstas se apoyan sobre otras vigas de sección 8 x 12.5 cm.

El pavimento está constituido por un entablonado de madera de pino machimbrada, de sección 7.5 x 2cm.



**Detalle Entrepiso de Buhardilla / Esc. 1-10**



Foto del Entrepiso desde Planta Baja.

### 5.2.2- Cerramientos Verticales:

Para la constitución de los cerramientos verticales de la vivienda se utilizó el *sistema de tabique lleno*, este es un sistema constructivo en base a rollizos o basas.

Una de las principales ventajas de este sistema es su fácil montaje. Y nos da una expresión de pesadez.

En este caso la madera es utilizada como un elemento estructural con bajo proceso de transformación.



### Detalle Sistema de tabique lleno / Esc. 1-5



Foto del Tabique desde el Interior de la Vivienda.

### 5.2.3- Cerramiento Superior:

La cubierta debe actuar como protección de determinados elementos desde el punto de vista higrotérmico. La composición de la cubierta debe ser tal que no tenga superficies frías sometidas a un fuerte tenor de humedad, por eso es importante considerar el tipo, espesor y orden de las capas, evitando también puentes térmicos.

Debe actuar también como reguladora de los flujos de aire.

La cubierta debe evitar pérdidas de calor en invierno y proteger de la radiación solar en verano.

No se tiene información sobre como fue construida la cubierta y si la misma tiene todas las capas que corresponden, y si estas al mismo tiempo están correctamente colocadas.

Lo que se observa es que la cubierta es de tejas cerámicas tipo francesa colocadas a junta trabada y en su interior un cielorraso machihembrado de madera tipo pino.

#### 5.2.4- Terminaciones:

Tenemos dos superficies bien distintas en cuanto a las terminaciones, una en lo que tiene que ver con el interior de la vivienda y otra en el exterior. Como ya expusimos anteriormente, hoy en día la vivienda cuenta en todo su perímetro con muro doble. Lo cual le permite tener una estética bien diferente entre un interior totalmente de madera y un exterior en ladrillo de campo visto.

Pavimentos:

En cuanto al pavimento, tanto en su interior como en el exterior tiene layota.

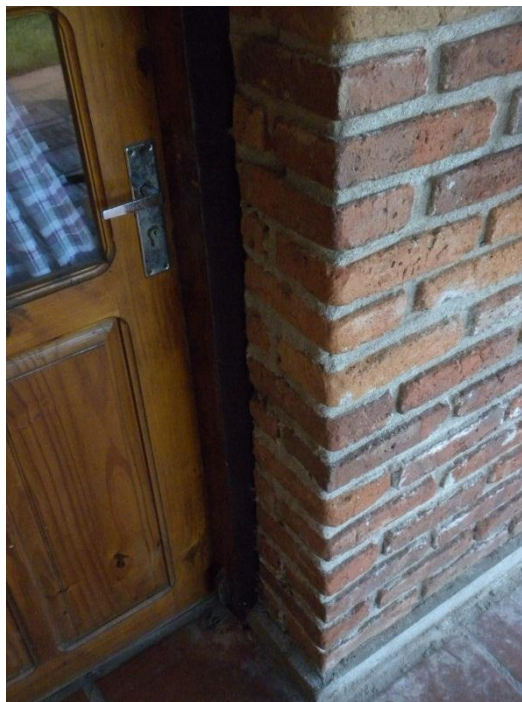
Hay dos locales de la vivienda en los cuales el pavimento no está constituido por layota, uno es el baño en donde se colocó otro tipo de pavimento cerámico de 15 x 15cm. y el otro local es la buhardilla, en la cual el pavimento está resuelto con un entablonado machihembrado de madera de pino de sección 2.0 x 7.5cm., apoyado sobre vigas de madera (pino). (Ver *Detalle Buhardilla / Esc. 1-10*).



Fotos de los diferentes tipos de Pavimentos utilizados en la Vivienda.

### 5.2.5- Aberturas:

En lo que tiene que ver con las aberturas, todas están constituidas en madera, en su mayoría de pino, siendo una excepción los postigos, los cuales son de una madera de eucaliptus.

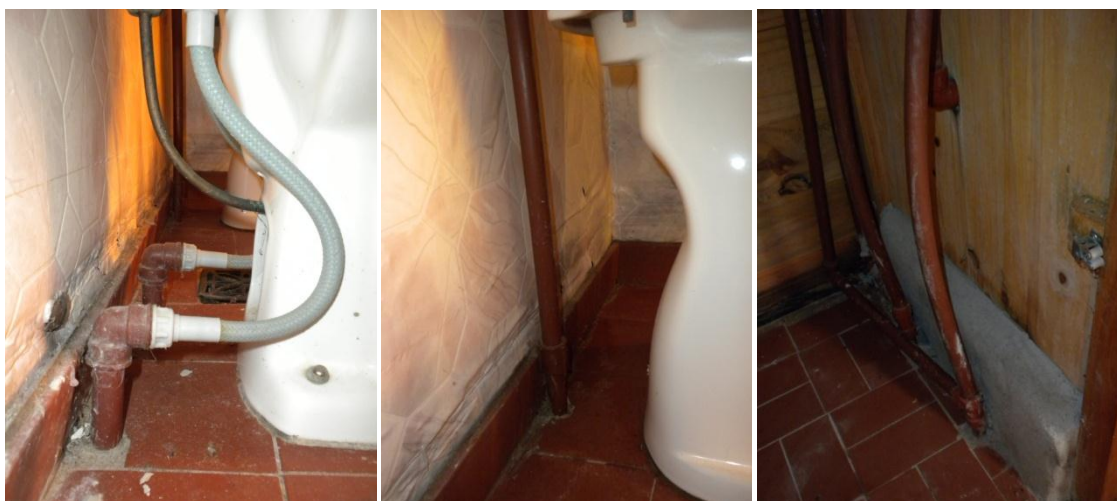


Fotos de las Aberturas en la Vivienda.

### 5.2.6- Instalaciones:

#### 5.2.6.1- Instalación Sanitaria:

La vivienda cuenta con agua potable suministrada por OSE. El abastecimiento de la misma dentro de la vivienda se da por el contrapiso, y no embutidas en los cerramientos verticales a causa de que los muros están constituidos por el sistema de tabique lleno (muros macizos de madera).



Fotos de las instalaciones sanitarias expuestas.

En las imágenes podemos observar como es el abastecimiento de los distintos artefactos del baño, bidet, W.C, ducha.

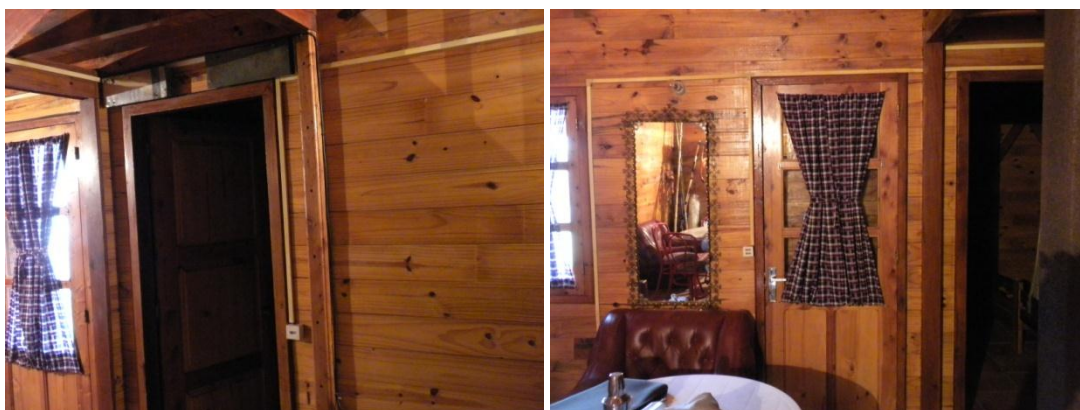
Cabe señalar también, que al encontrarse contiguos el baño y la cocina, la cantidad de metros de caño de abastecimiento es reducido. (Ver planta de albañilería).



Otro aspecto importante para destacar, es que la zona donde está implantada la vivienda no cuenta con servicio de saneamiento, por lo cual fue necesario dotar la vivienda con un pozo séptico para almacenar las aguas residuales de la misma.

### 5.2.6.2- Instalación Eléctrica:

La instalación eléctrica es *vista*, por la dificultad que implicaría hacer una instalación embutida en un cerramiento vertical de madera maciza. Los cables distribuyen por toda la vivienda a través de canalizaciones de *pvc*, las cuales no permiten que los cables sean visibles.

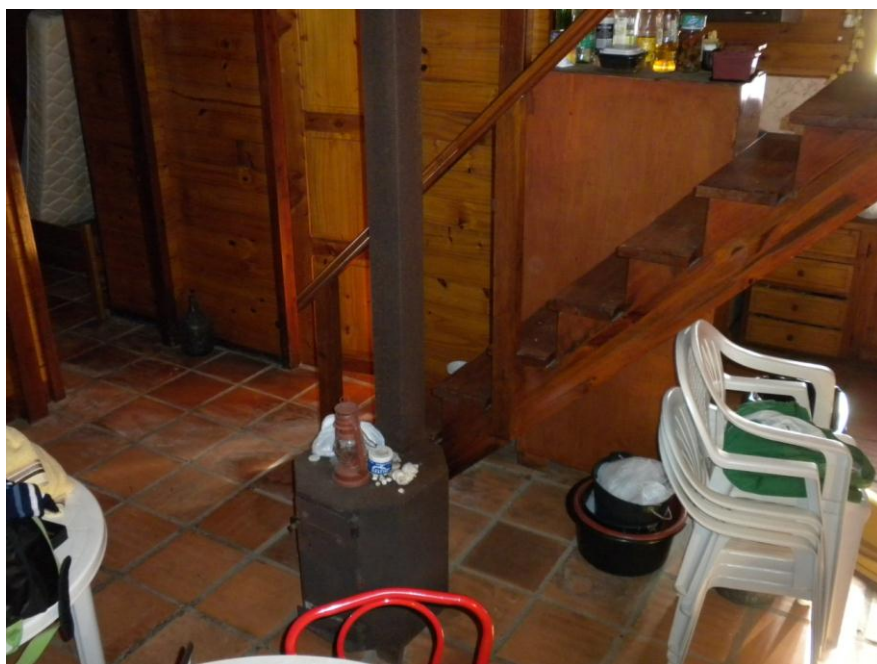


Fotos de las canalizaciones vistas en *pvc* blancas.

### 5.2.6.3- Calefacción:

Tiene un sistema de calefacción, constituido por una *estufa a leña*. Dado el uso de la vivienda definido por sus propietarios como *casa de veraneo*, dicho sistema de calefacción prácticamente no es utilizado por los propietarios. Tanto la estufa como la chimenea son de hierro. La misma se encuentra ubicada en la zona central de la vivienda, en el living - comedor el cual es un espacio a doble altura. (ver *Corte BB*).

Dicho sistema, fue añadido a la vivienda posteriormente a su construcción, lo cual como veremos más adelante va a estar implicado en la aparición de ciertas patologías.



Fotos de la estufa de hierro en el living-comedor.

### 5.3- PATOLOGÍAS DETECTADAS:

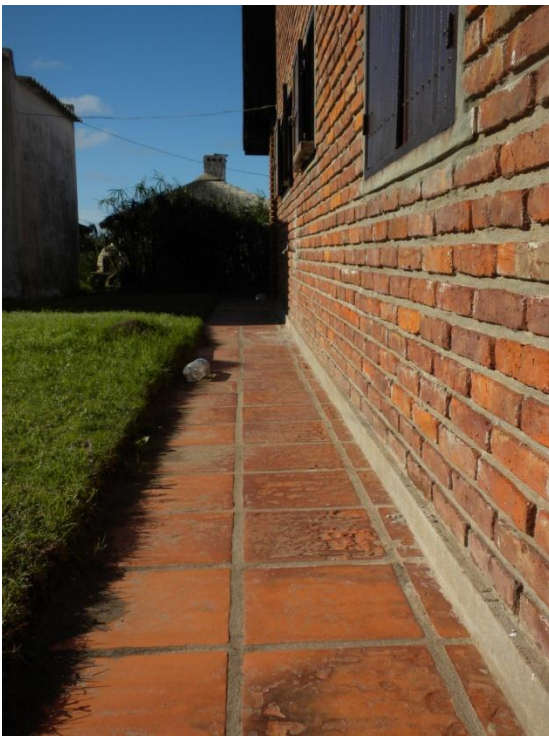
#### 5.3.1- Niveles:

Los desniveles existentes entre el interior y el exterior de la vivienda son insuficientes, en ningún caso superan el centímetro. Esto favorece al ingreso de agua cuando llueve.



Fotos del leve desnivel entre el pavimento exterior-interior.

Además, podemos sumarle a esto que las veredas perimetrales tienen una pendiente escasa y en algunas zonas el terreno con césped se encuentra en una altimetría superior a la vereda; todo esto contribuye a que colapse en momentos de lluvias intensa.



Fotos de la vereda perimetral a la Vivienda.

Como consecuencia de la insuficiente pendiente y poca diferencia de niveles entre el interior y exterior en la primera hilada del muro en varias zonas de la vivienda observamos un grado avanzado de pudrición, y en algunos casos afectando a la segunda fila de las basas. Para que esto no sucediera la diferencia entre el nivel de piso exterior y nivel de piso interior debería haber sido de aproximadamente 30cm, esto haría que la madera no esté en contacto

directo con el agua, y así poder permitir que la madera se seque.



Foto de la primera hilera afectada por el contacto con el agua.

### 5.3.2- Ventilación insuficiente del muro doble:

Constatamos que en los muros dobles perimetrales, no están ventilados correctamente. Como se puede apreciar en las imágenes, las rejillas de ventilación son insuficientes y no están colocadas debidamente para lograr una correcta ventilación.



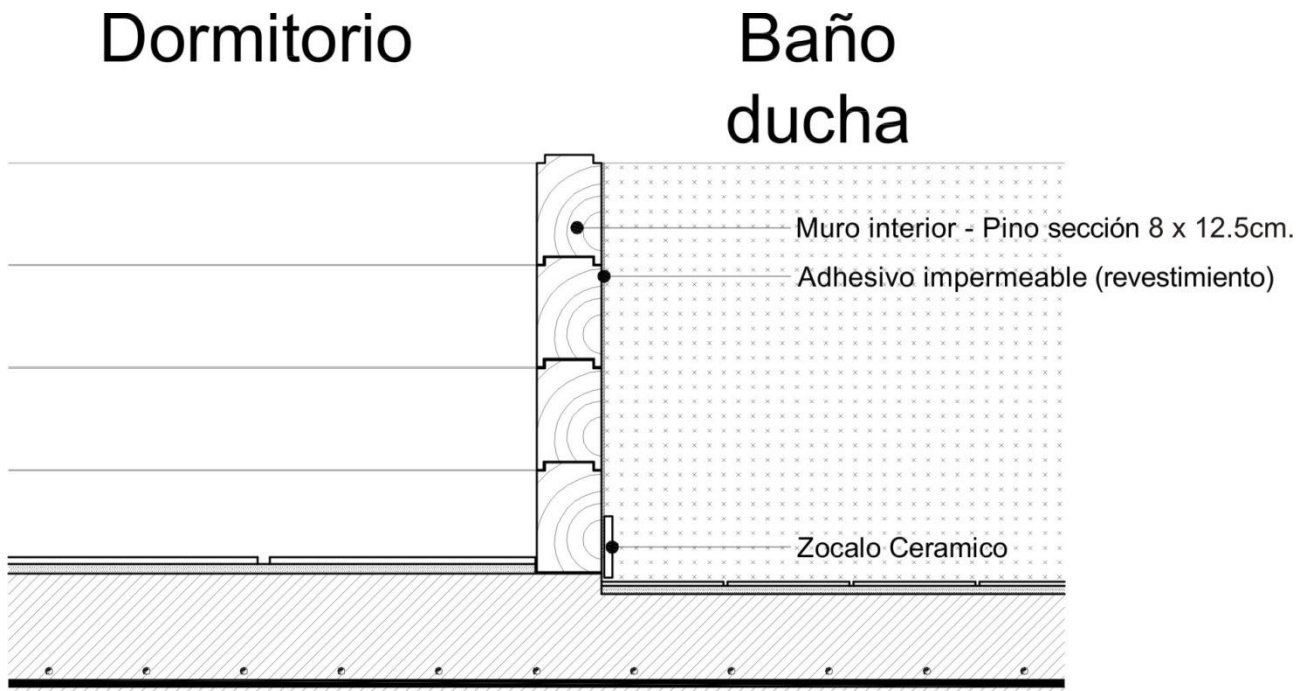
Fotos donde se aprecia la escasa ventilación en las fachadas de la vivienda.

Como podemos observar en la segunda imagen, hay zonas del muro doble que ni si quiera presentan rejillas de ventilación, por lo tanto no están ventiladas de ninguna forma. Esto ha afectado sobre todo a las hojas interna del muro doble la cual como ya se expuso están constituida por madera. La principal zona afectada es la inferior, la primera y segunda fila de los tableros.

### 5.3.3- Baño:

Respecto al baño, pudimos observar que sus muros perimetrales se encuentran afectados en su zona inferior. Es quizá, el local más afectado por la humedad en la vivienda; y podemos decir que dicha patología no es producida únicamente por humedades que provienen del exterior, sino que en este caso la humedad se genera dentro del mismo, principalmente en la zona del duchero.

Es aquí donde comienza a gestarse la patología, el agua escurre sobre el revestimiento adhesivo impermeable y al llegar al zócalo, el cual no se encuentra bien sellado, el agua se filtra por detrás del zócalo y pudre las maderas de los muros



#### Detalle de tabique divisor entre Dormitorio y Baño - Original / Esc. 1-10



Fotos del encuentro entre el revestimiento y el zócalo en el baño.

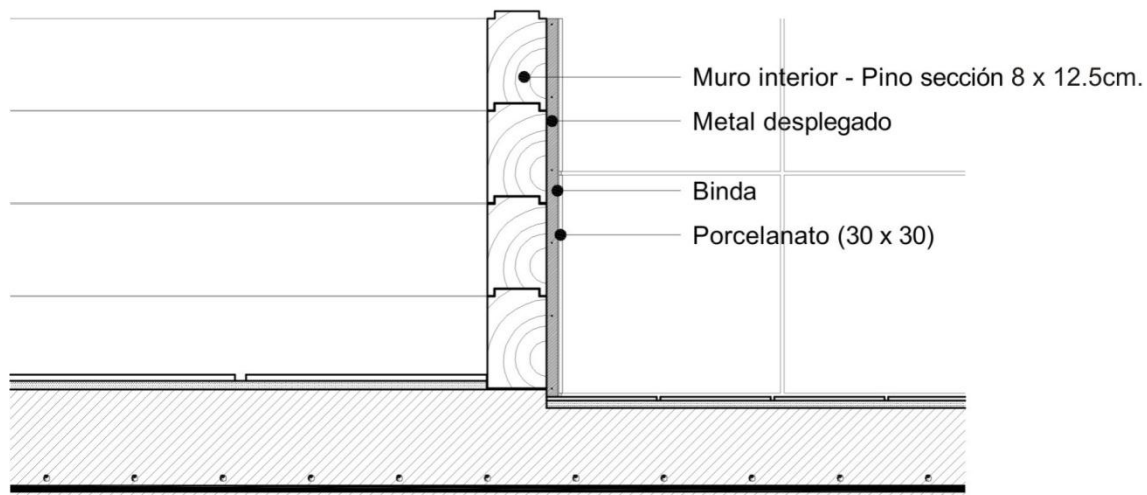
En estas imágenes se puede observar cómo ha afectado la humedad en la zona del baño y el estado de deterioro actual de los cerramientos verticales en el baño.

Como pudimos constatar durante el relevamiento, se realizaron reparaciones en la zona de la

ducha, se sustituyeron las piezas de madera afectadas y además se remplazo el revestimiento autoadhesivo impermeable por porcelanato adherido con adhesivo cementicio impermeable *binda fix* sobre una superficie de soporte rugosa generada *revoque sobre metal desplegado*.

## Dormitorio

## Baño



**Detalle de tabique divisor entre Dormitorio y Baño - Reparado / Esc. 1-10**



*Fotos de la malla de metal desplegado utilizada para la reparación del baño.*



Foto del interior del baño, mostrando el encuentro entre los revestimientos.

#### 5.3.4- Cerramiento Superior:

El cielorraso presenta en la zona de la chimenea manchas de humedad.

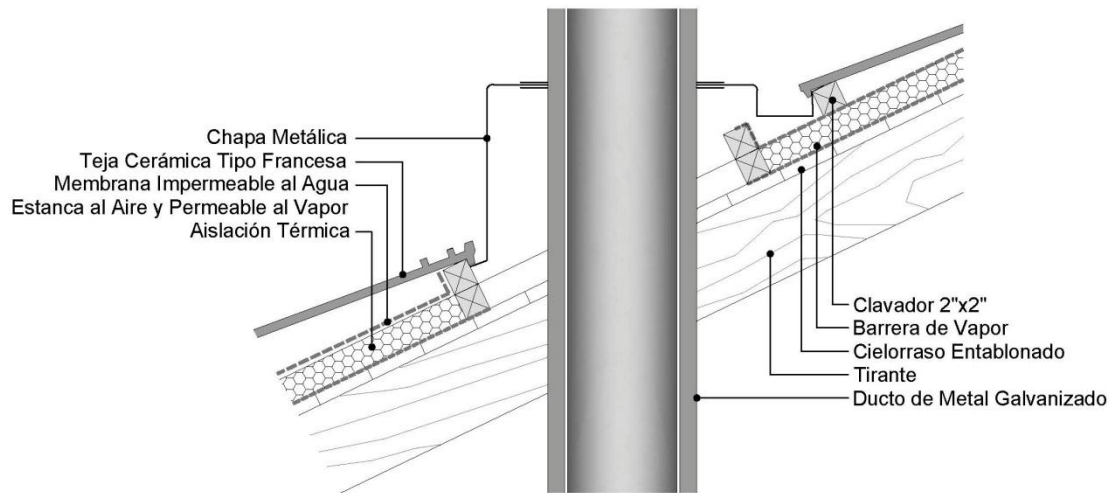
La causa más probable de esta lesión es la entrada de agua por el encuentro entre la chimenea y el cerramiento superior.

Esta entrada de agua puede estar provocando un proceso de pudrición de los clavadores y deteriorando el aislante térmico.

La vivienda tiene un sistema de calefacción, una estufa de hierro, que fue añadido luego de haber sido construida, ubicada en el centro de la vivienda en un espacio a doble altura. Probablemente por una mala ejecución se producen filtraciones de agua en la unión entre chimenea y cubierta. Esta patología no solo afecta al cielorraso, sino que ha afectado otros elementos como muros.



Fotos de encuentro entre la chimenea y la cubierta desde el exterior y desde el interior.

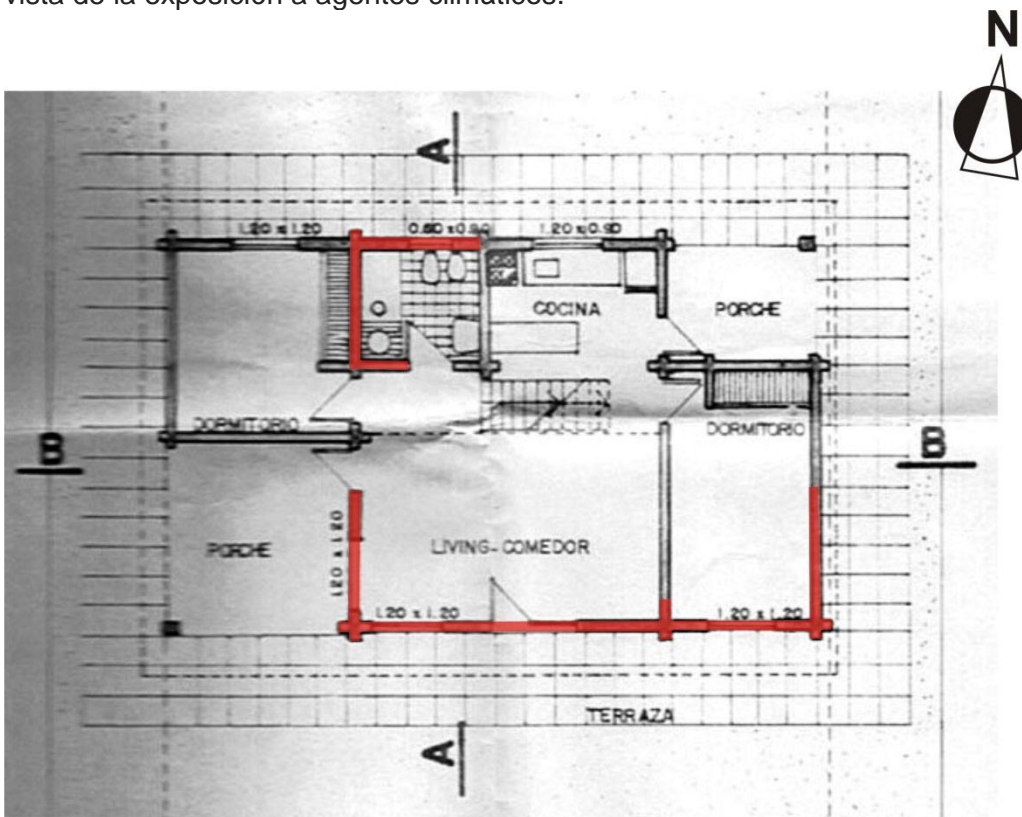


**Detalle de encuentro entre cubierta y chimenea existente / Esc. 1-10**

Otra observación que podemos realizar es el contacto entre la chimenea de hierro y el cielorraso de madera sin aislación entre los elementos. Siendo este un problema grave ya que al encender la estufa, el hierro eleva su temperatura y puede provocar un incendio.

**5.3.5- Zonas Afectadas - Orientación:**

La vivienda está en un enclave privilegiado, a 150 metros del mar y en una zona alta que el ofrece una vista inmejorable. Esto puede llegar a ser desfavorable para la vivienda desde el punto de vista de la exposición a agentes climáticos.



**Planta de Albañilería / Esc. 1-100**

En la Planta de Albañilería, se indica de color rojo las zonas más afectadas de la vivienda. Como podemos observar la fachada más expuesta de la vivienda es la fachada Sur, por encontrarse frente al mar, y junto con la Este son las que reciben menor asoleamiento. Y precisamente en esa zona de la vivienda es donde se presentan los mayores problemas patológicos. Afectando principalmente la parte inferior de los cerramientos verticales.



*Zonas afectadas del muro y como se encuentran en un grado avanzado de pudrición.*

En esta fachada la vivienda presenta una alta cantidad de maderas en estado de pudrición en la zona inferior de los muros, sobre el contacto con el terreno.

Esta patología puede deberse a:

- La leve pendiente de las veredas perimetrales de la vivienda, que pueden resultar insuficientes a la hora de desagotar el agua de la lluvia y la poca diferencia entre el nivel de piso terminado interior y el nivel de piso terminado exterior.

Debido a esto el agua logra entrar por debajo de las aberturas de la casa y se observa que maderas de las primeras tablas han sido afectadas.

- En algunos puntos la distancia entre el muro de mampostería exterior y el cerramiento de madera es casi nula, imposibilitando la ventilación entre elementos lo que produce que el agua que es absorbida por la mampostería esté en contacto directo con la madera.

- La orientación Sur, no le permite un buen asoleamiento. Además esta fachada de la casa es la que se encuentra más expuesta a los vientos fuertes provenientes del Río.

### **5.3.6 - Mala Ejecución:**

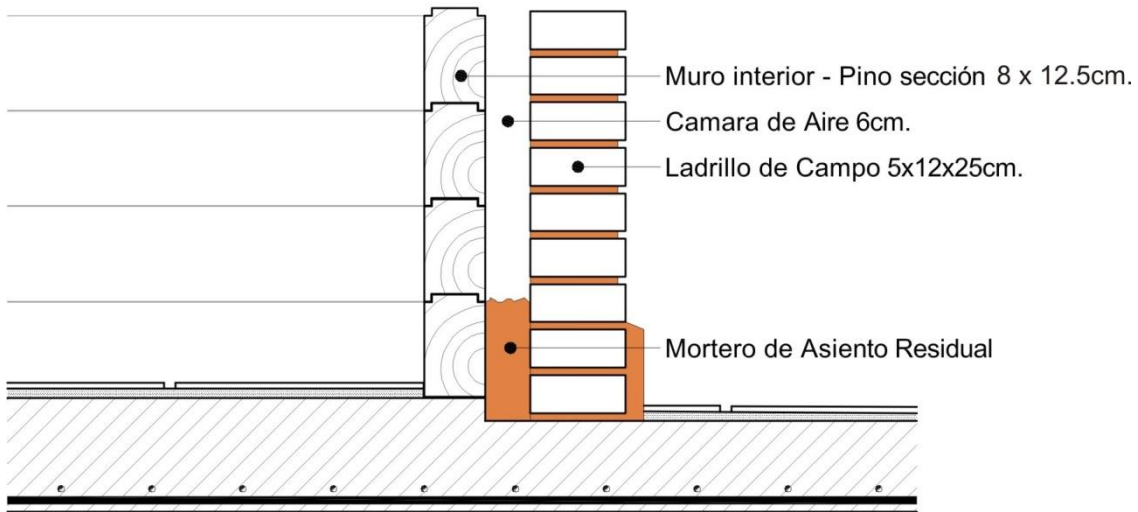
Según la información brindada por los propietarios, la zona inferior de los cerramientos verticales afectada por la humedad que genera las pudriciones antes vistas, se han acentuado desde que la vivienda fue revestida en su exterior con ladrillo de campo.

Volviendo al tema de la Cámara de Aire, constatamos una mala ejecución de las mismas. En algunos puntos las distancias entre el muro de mampostería exterior y el cerramiento de madera es nula, quedando en contacto la mampostería con la madera de la hoja interior a través del mortero de asiento; imposibilitando la correcta ventilación. Este mortero es residual y se va depositando en la zona inferior de la cámara de aire. Por lo tanto el agua que es absorbida por la mampostería vista del muro exterior queda en contacto directo con la madera humedeciéndola.



Interior

Exterior



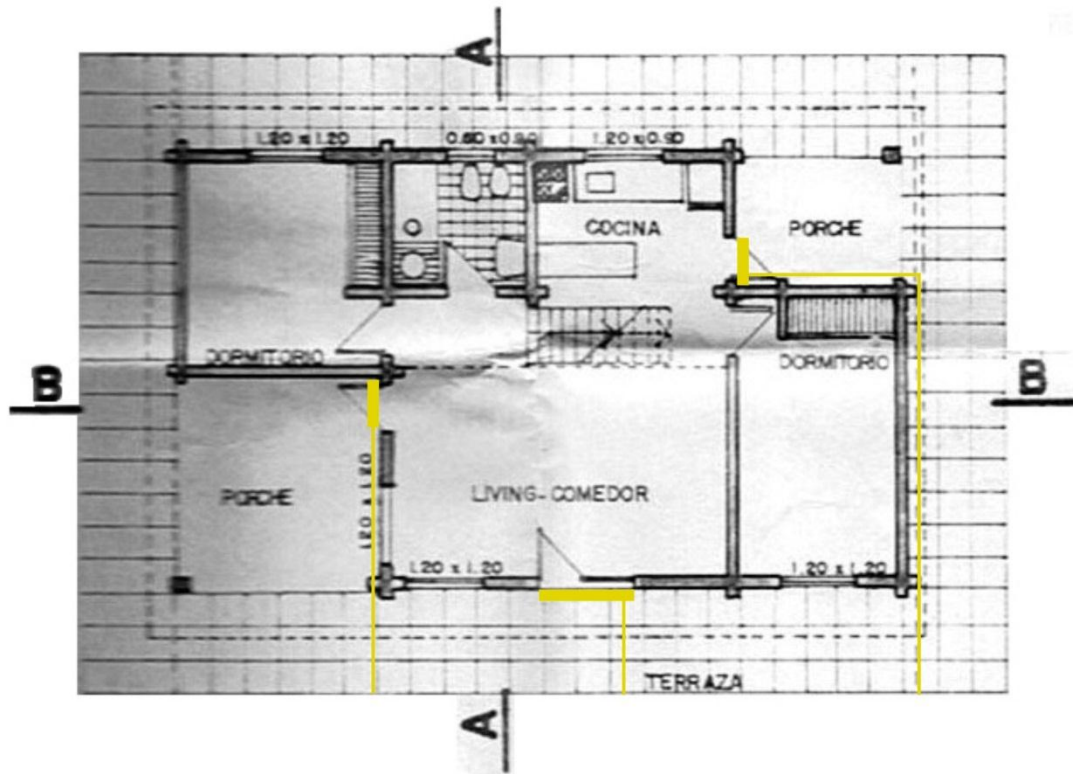
Detalle de Tabique / Esc. 1-10

## 5.4- POSIBLES INTERVENCIONES Y SOLUCIONES A LAS PATOLOGÍAS IDENTIFICADAS

### 5.4.1- Solución al problema de Niveles.

Para el problema de ingreso de agua por la poca diferencia entre el nivel de piso terminado interior y exterior proponemos colocar una rejilla en el piso para que pueda recoger toda el agua que anteriormente se filtraba para el interior de la vivienda.

Esta rejilla en el piso recoge el agua y se propone realizar un trazado nuevo con tubos de PVC para que esta agua desagüe directamente hacia el terreno.

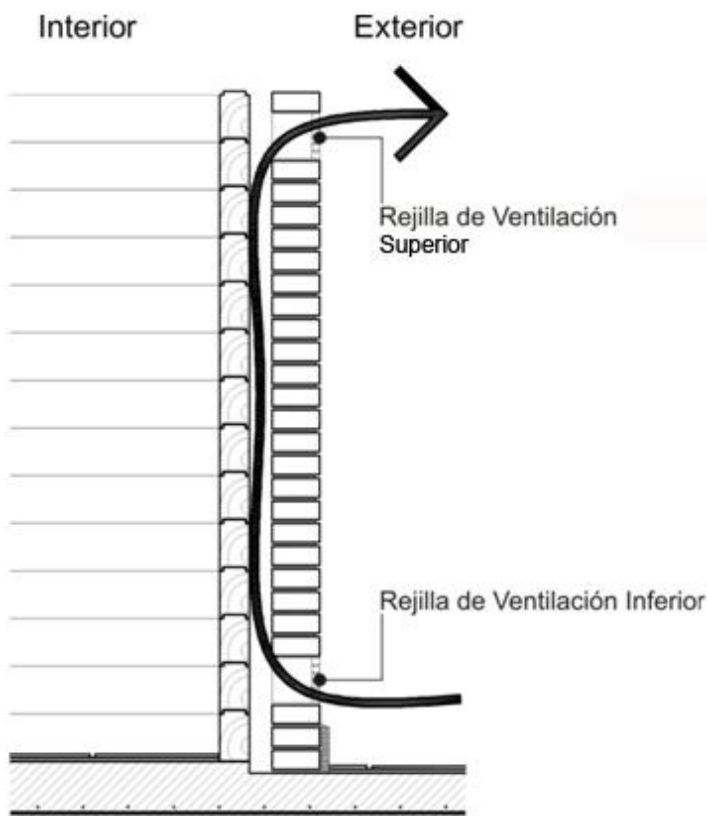


Las rejillas se colocarán en los puntos más graves que son en las aberturas de ingreso de la casa, lo que impedirá que ingrese el agua al interior de la vivienda y que se siga dañando las piezas de madera que estaban en contacto con el piso.

#### 5.4.2- Solución al problema en la Ventilación de los Muros.

Como pudimos constatar en la vivienda, la falta de dichas rejillas en algunos casos y en otros la insuficiente cantidad de las mismas han contribuido al deterioro sobre todo de la hoja interna del muro doble, la cual está constituida por madera.

Para lograr una correcta ventilación y funcionamiento de la cámara de aire existente entre ambas hojas de los muros, sería necesario en primera instancia aumentar la cantidad de rejillas de ventilación. Y que dichas rejillas se coloquen de forma tal que permitan una adecuada circulación de aire, que hoy por hoy, esta carente de ella. En la siguiente imagen se ilustra cómo debería ser el correcto funcionamiento de la cámara de aire.



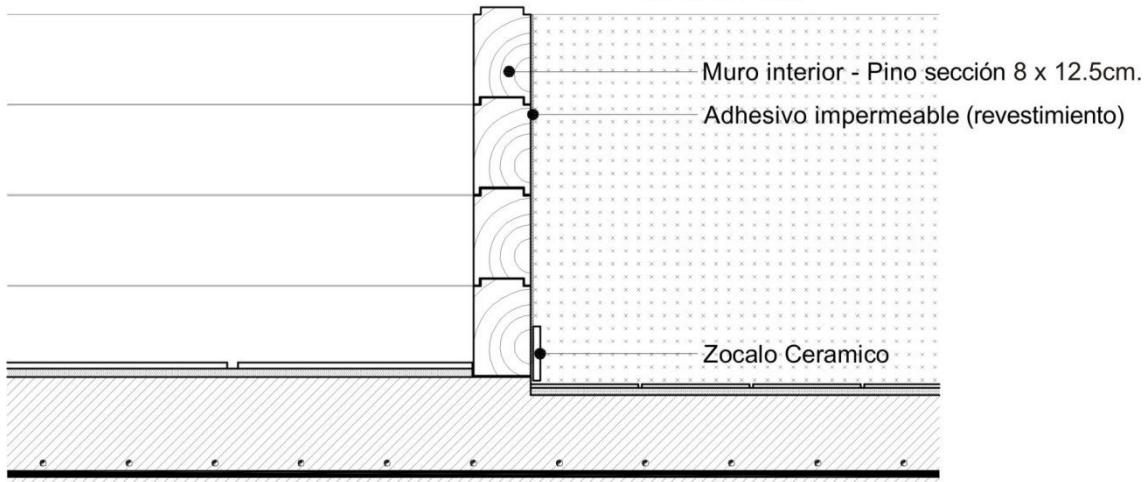
#### Detalle de Ventilación apropiada para el Muro Doble Perimetral / Esc. 1-10

Como se observa en la imagen, las rejillas de ventilación se deben colocar en la parte inferior y en la parte superior de los muros, permitiendo así una correcta circulación del aire dentro de la misma.

### 5.4.3- Solución al problema de las humedades en el Baño.

Dormitorio

Baño  
ducha



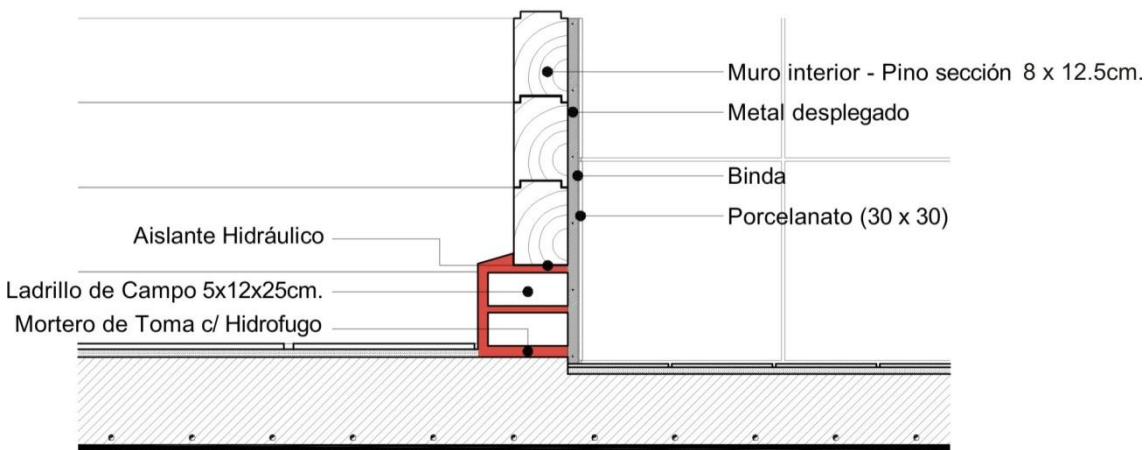
#### Detalle de tabique divisor existente entre Dormitorio y Baño / Esc. 1-10

Habiendo estudiado las patologías presentes a nivel del baño. Planteamos intervenir en la parte inferior de los muros perimetrales de los baños y en el revestimiento impermeable del mismo.

Teniendo en cuenta el punto crítico que es el zócalo, lo que proponemos es que se eliminen los tableros inferiores del cerramiento vertical (sistema de tabique lleno); colocando en su lugar mampuesto (ladrillo de campo). Utilizando hidrófugo para los morteros de toma y revoques necesarios, además de colocar una barrera hidráulica en la zona inferior de cerramiento vertical, en la cual se apoyara el primer tablero, evitando así el contacto con cualquier tipo de humedad.

Dormitorio

Baño



#### Detalle de tabique divisor propuesto entre Dormitorio y Baño / Esc. 1-10

En lo que tiene que ver con el revestimiento del baño, entendemos que la opción elegida por los propietarios a la hora de reparar la zona de la ducha es válida. Por lo cual, sugerimos que no sólo en la ducha, sino todo el perímetro del baño debe revestirse con porcelanato fijado con adhesivo cementicio impermeable *binda fix* sobre una superficie de soporte rugosa generada por revoque sobre metal desplegado.

#### 5.4.4- Solución al problema del encuentro entre la chimenea y la cubierta.

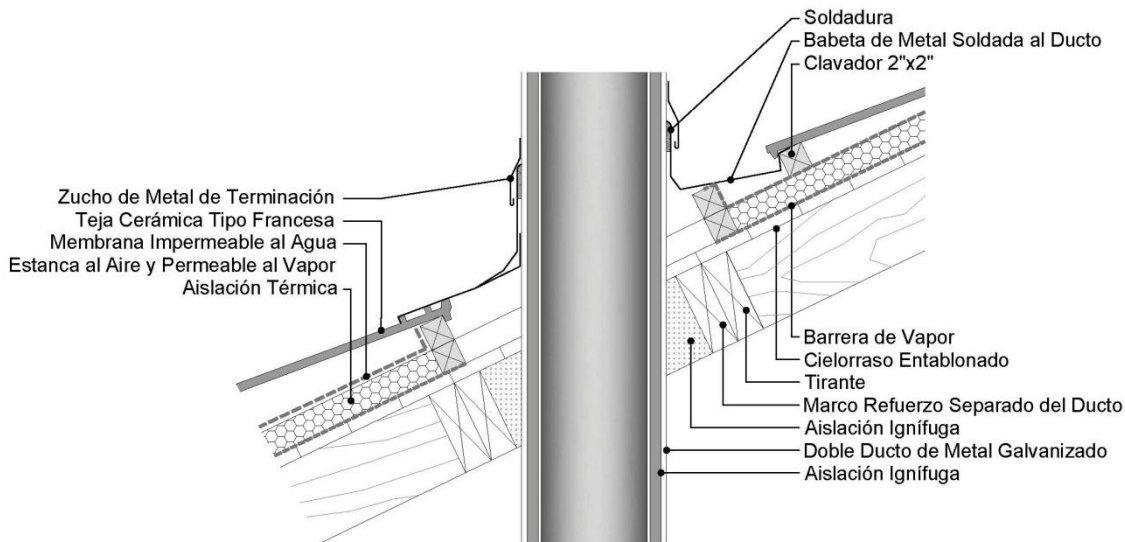
En cuanto a los problemas en el encuentro entre cubierta y chimenea como dijimos anteriormente existe hoy en día una corona de chapa metálica, que no fue tratada adecuadamente y las condiciones del entorno hicieron que se oxidara, debilitando la unión entre la chapa y la chimenea, haciendo que se produjeran filtraciones de agua hacia el interior y perjudicando el revestimiento en el cielorraso y los tirantes contiguos.

Otro de los problemas observados en este encuentro había sido el del contacto directo entre el entablonado del cielorraso y la chimenea.

Sobre estos 2 puntos decidimos actuar:

-una posible solución al primer punto debería ser colocar un zuncho metálico soldado a la chimenea, el cual esté tratado adecuadamente para prever su posible oxidación y vinculado a una babetta metálica en una sola pieza para evitar solapamientos, también soldada al ducto.

-en el segundo punto se propone colocar un aislante ignífugo para evitar el contacto directo entre el entablonado y el ducto metálico de la chimenea, ya que este podría ocasionar un recalentamiento del entablonado del cielorraso.



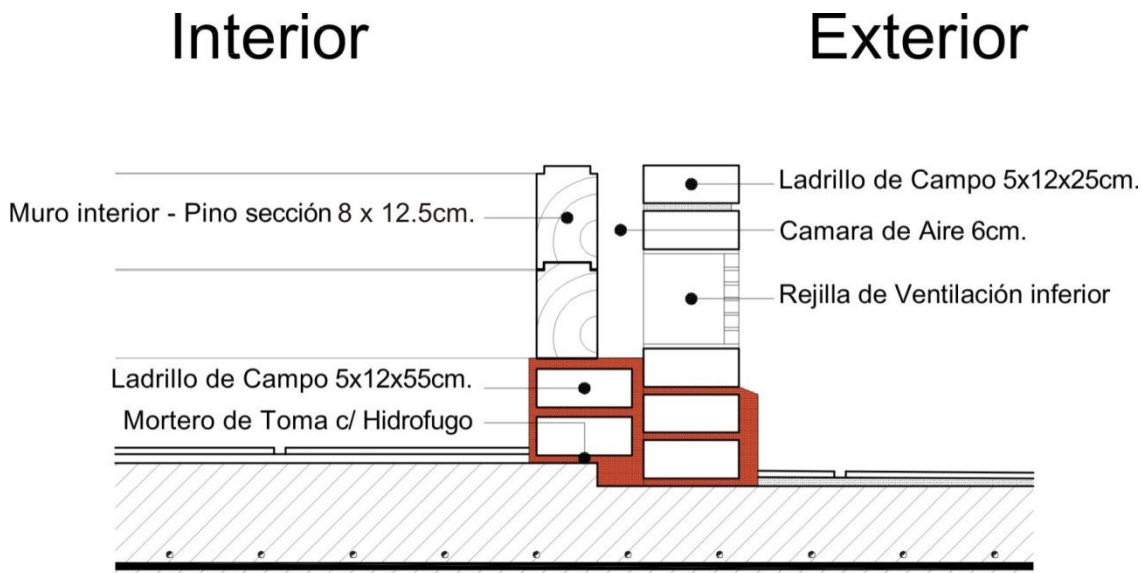
**Detalle de encuentro entre cubierta y chimenea propuesto / Esc. 1-10**

#### 5.4.5- Solución al problema de humedades en la zona inferior de los cerramientos verticales:

Como se describió anteriormente los muros perimetrales presentan un estado avanzado de humedad en su parte inferior siendo de mayor entidad en la fachada sur.

Como solución a esto proponemos la eliminación de la primer hilada de basales del cerramiento vertical y sustituirlo por mampuestos (ladrillo de campo). Utilizando hidrófugo para los morteros de toma y revoques, además de colocar una barrera hidráulica en la zona inferior de cerramiento vertical, en la cual se apoyará el primer basal, evitando así el contacto con cualquier tipo de humedad.

Dentro de la misma propuesta sería beneficioso la utilización en la cara exterior del muro exterior de impermeabilizante Siliconado para ladrillos *Igol Sika*, o cierto producto que le otorgue al ladrillo de campo utilizado en todas las fachadas la propiedad de ser impermeable.



Detalle general de muro exterior / Esc. 1-10

## 5.5- CONCLUSIONES:

Según lo observado podemos concluir que:

1- En la construcción del caso estudiado **no se cumplió con las reglas del buen construir** en madera. Se tomaron decisiones que no fueron acertadas que desencadenaron la aparición de patologías en elementos importantes de la vivienda.

2- Otro factor importante y que se evidencia en este caso es la **carencia de control de ejecución de las obras**. Esto queda en evidencia en distintos puntos de la obra, ya sea durante la construcción de la vivienda, donde por ejemplo los distintos niveles de piso interior y exterior difieren mínimamente uno de otro, o la pendiente mínimas de las veredas perimetrales exteriores. Favoreciendo esto a la entrada de agua, en momentos de lluvias intensas.

Durante etapas posteriores a la construcción de la vivienda, también podemos observar carencias en la supervisión, como es el caso de realización de la cámara de aire del muro exterior perimetral de la vivienda.

En cuanto a otras intervenciones y transformaciones que sufrió la vivienda a lo largo del tiempo, podemos concluir que no fueron acertadas, por ejemplo, el agregado de un sistema de calefacción a leña, causa principal de la humedad a nivel de cubierta. Podemos añadir, que al ser usada la vivienda como casa de veraneo, dicho sistema de calefacción prácticamente no es utilizado por los propietarios.

3- Con respecto a los **critérios adoptados para las soluciones propuestas** luego de haber hecho el diagnóstico de las patologías detectadas, lo que se intenta es interferir lo menos posible en el sistema constructivo, tratando de no producir variaciones estéticas importantes de la vivienda, que los costos de las reparaciones sean acordes con los usuarios, con la economía y con la escala de la construcción. Pero siendo efectivos en los planteos, eliminando las patologías existentes y previniendo futuras.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **LIBROS DE AUTOR:**

MONJO CARRIO, Juan. Patologías de Cerramientos y Acabados Arquitectónicos. Editorial Munillaloría, Madrid, 1994. ISBN: 84-89150-02-8. 387p.

PERAZA SÁNCHEZ, Fernando. Protección Preventiva de la Madera. Madrid: Artes Gráficas Palermo, S.L. 2001. ISBN: 84-87381-22-7. 437p.

GALANTE, Juan José. Tecnología de las Maderas. 2da. Edición Corregida y Aumentada. Editorial Nigar S.R.L., Buenos Aires, 1953. 418p.

CALONE María, MEYER Carlos, TORÁN Susana. Cubiertas de Tejas con Estructura de Madera. Montevideo: Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, 2008. ISBN: 978-9974-0-0522-8. 174p.

ARRIAGA MARTITEGUI, Francisco, ESTEBAN HERRERO, Miguel, ÍÑIGUEZ GONZÁLEZ, Guillermo. Construir con Madera (CcM). C/ Recoletos 13; 1º dcha. 28001 Madrid. Tfno 915944404.

FERNANDEZ GOLFÍN SECO, J.I., DIEZ BARRA, M.R., HERMOSO RIETO, E., MIER PEREZ, R., Manual de Clasificación de Madera. INIA-Laboratorio de Estructuras, Madrid. ISBN: 84-87381- 26-X. 38p.

### **SEMINARIOS:**

Seminario Uruguay Rural, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Descripción de los Distintos Aspectos del Sector Forestal en el Uruguay. 2010. 38p.

### **INFORMES:**

2002 Departamento de la Enseñanza de las Tecnologías de la Construcción. Madera Parte 1, 2 y 3. Taller de Construcción. Cátedra de Construcción I. Facultad de Arquitectura. Universidad de la República. Montevideo. 33p.

### **SITIOS WWW (World Wide Web):**

CRISTAL EN CANTADO. <<http://www.cristalencantado.com.ar/Destilacion-de-madera>> [Consulta: 12 julio 2011].

EL PRISMA. Apuntes sobre Ingeniería Civil. <[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_civil/madera/default2.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_civil/madera/default2.asp)>. [Consulta: 19 julio 2011].

MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. <<http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,20,441,O,S,0,MNU;E;134;2;MNU>>. [Consulta: 3 agosto 2011].

COORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. <[http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad\\_2-patologias.pdf](http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad_2-patologias.pdf)>. [Consulta: 6 agosto 2011].



