



Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# **INGENIERIA DE LA EDIFICACIÓN**

## **PROYECTO FINAL DE GRADO**

### **ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MADERA EN LOS PAISES NORDICOS**

Alumno: Pablo Clusa Garcia

Profesores: Edgar Segués Aguasca

Joaquín Montón Lecumberri

Convocatoria: 2015-2016

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	RASGOS GENERALES DE LOS PAÍSES NÓRDICOS.....	5
2.1	POBLACIÓN Y GEOGRAFÍA .....	5
2.2	HISTORIA .....	8
2.3	IDIOMAS.....	8
2.4	CLIMA EN LOS PAÍSES NÓRDICOS.....	9
2.5	RASGOS ECONÓMICOS Y SOCIALES.....	11
2.6	PROTECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE.....	13
3.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES DE MADERA DEL LUGAR ...	14
3.1	CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA MADERA.....	14
3.1.1	EL ÁRBOL .....	14
3.1.1.1	EL TRONCO .....	15
3.1.1.2	TIPOS DE ÁRBOL .....	15
3.1.2	CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN .....	16
3.1.3	BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA: BOSQUES Y PLANTACIONES .....	18
3.2	EL BOSQUE EN LOS PAÍSES NÓRDICOS .....	19
3.3	ESPECIES EN LOS PAÍSES NÓRDICOS.....	21
3.4	PROPIEDADES Y USOS DE LAS ESPECIES EN LOS PAÍSES NÓRDICOS .....	26
3.5	MANTENIMIENTO, REFORESTACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE .....	30
4.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA APLICACIÓN DE LA MADERA EN CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA. 32	
4.1	KOTAS Y GOATHIS.....	32
4.2	CASAS DE TRONCOS.....	33
4.3	ENTRAMADO PESADO .....	35
4.3.1	POST&BEAM.....	35
4.3.2	TIMBER FRAME.....	36
4.4	ENTRAMADO LIGERO.....	37
4.3	ESTRUCTURAS DE PANELES O PLACAS .....	39
5.	ANTECEDENTES CONTEMPORÁNEOS DE LA APLICACIÓN DE LA MADERA EN CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA.....	40
5.1	IGLESIA KATARINA.....	40
5.2	ESCUELA PRIMARIA DE METSOLA.....	42
5.3	SAUNA RURAL .....	44
5.4	VIVIENDA UNIFAMILIAR .....	45
5.5	OTRAS EDIFICACIONES .....	46
5.5.1	PABELLÓN OLÍMPICO DE DEPORTES .....	46

5.5.2 CÁMARA DE TEJIDOS DE ZORN .....	47
5.5.3 EDIFICIOS DE VIVIENDAS DE VARIAS ALTURAS .....	47
5.5.4 LA VILLA EKE .....	47
PROYECTO BÁSICO .....	48
6. DESARROLLO DEL PROYECTO BÁSICO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA, APLICANDO LA NORMATIVA DE LA REGIÓN ESTUDIADA .....	49
6.1 DATOS GENERALES .....	49
6.1.1 IDENTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO .....	49
6.1.2 AGENTES DEL PROYECTO: .....	49
6.2 MEMORIA DESCRIPTIVA: .....	49
6.2.1 INFORMACIÓN PREVIA: ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES DE PARTIDA .....	49
6.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: .....	50
6.2.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y DE LOS ESPACIOS INTERIORES .....	50
6.2.2.2 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA .....	50
6.2.2.3 RELACIÓN ENTRE SUPERFICIES ÚTILES Y CONSTRUIDAS.....	50
6.2.2.4 SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO .....	51
6.3 MEMORIA CONSTRUCTIVA .....	52
6.3.1 TRABAJOS PREVIOS, REPLANTEO Y ADECUACIÓN DEL TERRENO .....	52
6.3.2 SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO.....	53
6.3.3 ESTRUCTURA .....	53
6.3.4 CARPINTERÍA INTERIOR Y EXTERIOR .....	54
6.3.5 ACABADO INTERIOR Y EXTERIOR .....	54
6.3.6 INSTALACIONES .....	54
6.4 VALORACIÓN ECONÓMICA .....	55
7. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN PERSONAL .....	60
8. AGRADECIMIENTOS .....	61
ANEJOS 66	
ANEJO A. FICHAS TÉCNICAS DE LAS ESPECIES .....	67
ANEJO B .....	87
ANEJO B. PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA.....	88
ANEJO C .....	92





## 1. Introducción.

La decisión de realizar el presente estudio fue tomada por la curiosidad que despertaba en mí un material tan noble y natural como la madera. El querer conocer más a fondo el cuidado y explotación de los bosques, las técnicas, las soluciones constructivas o la explicación de su extendido uso en algunos países fueron algunas de las razones que me llevaron a presentarme en la cátedra de Materiales de Construcción.

La madera es un material de muy bajo consumo energético, biodegradable y con escaso impacto ambiental, que no solo aporta beneficios en la construcción sino también en su producción y conservación, siendo un elemento eficiente en todas sus fases. La fijación del CO<sub>2</sub> de la atmósfera, la regulación del ciclo hidrológico, la protección frente a la erosión hídrica y eólica o el mantenimiento de la vida silvestre y la biodiversidad son algunos de los ejemplos que lo confirman.

Las enormes superficies de bosques de Coníferas que se extienden por los territorios de los países Nórdicos han propiciado que durante toda su historia, su pueblo y por ende su arquitectura, estén estrechamente ligados a la madera y la naturaleza.

El interés por conocer más a fondo el sector de la construcción y su entorno viene motivado por la gran evolución histórica en la aplicación de este material a las construcciones del país y la brillante gestión forestal que le va ligada.

Este estudio forma parte de una iniciativa que intenta recoger todas las tipologías constructivas y estructurales con madera alrededor del planeta, llevada a cabo por el departamento de Materiales de Construcción de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

El objetivo de este proyecto de final de grado es el de estudiar los territorios forestales en los países Nórdicos, conocer las posibilidades que ofrece, y los beneficios que de su uso derivan.

Para todo ello se realizará un estudio que abarque:

La geografía del territorio, para poder conocer la diversidad forestal y el tipo de especies de las que se dispone, sus usos y aplicaciones.

Posteriormente se realizará un recorrido sobre la historia en la arquitectura Nórdica. Conoceremos como han sido las construcciones llevadas a cabo a lo largo de la historia, las posibilidades que la tecnología nos ha ido ofreciendo a lo largo del tiempo, y las técnicas y soluciones constructivas que han ido surgiendo e implementándose con el avance de los años.

Finalmente se realizará un proyecto básico en Barcelona de una construcción en madera, con una de las técnicas utilizadas en estos países. Se escogerá una de las técnicas que se usan en los países Nórdicos y, mediante las maderas aptas para construcción de las que disponemos en nuestro país, se llevará a cabo un proyecto básico cumpliendo con la normativa de nuestro país.

## 2. Rasgos generales de los países Nórdicos

### 2.1 Población y geografía

Los países nórdicos son una región geográfica y cultural que comprende cinco Estados de Europa septentrional: Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia. Además, se incluyen también las regiones autónomas de Islas Feroe, Groenlandia y Åland.

Los países Nórdicos están formados por los países escandinavos (Suecia, Noruega y Dinamarca), Finlandia, e Islandia.

El término escandinavo viene de la antigua Grecia y Roma, que dieron nombre a “una isla en el borde del mundo civilizado”. Geográficamente hablando, se referían al territorio comprendido por Noruega, Suecia y el norte de Finlandia.

Lingüísticamente, el noruego, el sueco, y el danés tienen una palabra común llamada “Skandinavien” para referirse a los antiguos territorios del Norte, y para la mayoría de la gente, estos son los tres países escandinavos.



Fig.2.1- Mapa político países Nórdicos  
Fuente: Biginfinland

Por otra parte, el islandés proviene de la misma familia lingüística que el noruego, el sueco y el danés, por lo tanto, para algunas personas Islandia forma parte de los países escandinavos junto con Noruega, Suecia y Dinamarca.

Para solventar los problemas geográficos y lingüísticos, se inventó el término Países Nórdicos, que se ha convertido en el estándar para englobar a los países Escandinavos, Islandia y Finlandia.

Estos cinco países del norte de Europa tienen mucha historia en común, similitudes sociales, y un modelo de país que es conocido como el modelo Nórdico. Tan es así que aunque son países distintos, y algunos forman parte de la OTAN o de la Unión Europea, todos colaboran en el Consejo Nórdico para promover lo que les une.

Ejemplos como la cruz de San Olaf que ondea en todas y cada una de las banderas de los países Nórdicos, los cinco cisnes volando que aparecen en sus sellos, o la libre circulación de trabajadores entre sus estados desde 1952 son un claro ejemplo de la unión entre sus pueblos y culturas.

A pesar de sus casi 3,5 millones de km<sup>2</sup> de superficie, más de la mitad de su territorio es inhabitable y está formado por capas de hielo e icebergs, sobre todo en Groenlandia.

En la siguiente tabla se muestran los datos sobre la población y superficie de cada uno de los países Nórdicos y los porcentajes que suponen sobre el total del conjunto que es objeto de nuestro estudio.

	<b>SUECIA</b>	<b>NORUEGA</b>	<b>FINLANDIA</b>	<b>DINAMARCA</b>	<b>ISLANDIA</b>
<b>Población</b>	9857000	5215000	5488000	5706000	333000
<b>% Total países nórdicos</b>	36,87	19,51	20,53	21,34	1,25
<b>% población urbana</b>	85,2	79,4	85	86,9	94
<b>Superficie del país</b>	449964km <sup>2</sup>	385178 km <sup>2</sup>	338424km <sup>2</sup>	43094km <sup>2</sup>	103001km <sup>2</sup>
<b>densidad de población</b>	23hab/km <sup>2</sup>	16hab/km <sup>2</sup>	17hab/km <sup>2</sup>	131hab/km <sup>2</sup>	3hab/km <sup>2</sup>

Fig. 2.2- Datos de la población y superficie de los países Nórdicos

Fuente: Propia

Como podemos observar en la tabla, los países nórdicos constan de una población conjunta de algo más de 26 millones de habitantes concentrada en Suecia, Noruega, Finlandia y Dinamarca prácticamente en su totalidad.

Entre un 20% y un 25% de la superficie total de Finlandia, Suecia y Noruega se encuentra dentro del círculo polar ártico. El clima y las condiciones de vida son tan extremos que obligan a la población a concentrarse en el sur de los países y en grandes núcleos urbanos por lo general, siendo la media del 80% de la población la que reside en ellos. Debido a ello, nos encontramos con unos indicadores muy bajos de densidad de población respecto al total de la superficie del país.

A continuación se muestra un mapa urbano cromático que indica cuales son las zonas con mayor densidad de población en los países Nórdicos.

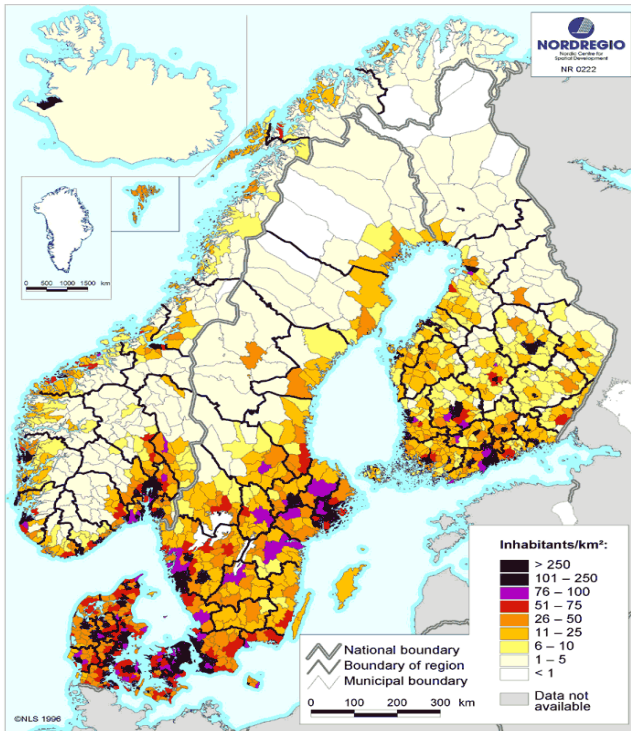


Fig. 2.3- Densidad de Población en los países Nórdicos  
Fuente: (Nordic Center for Spatial Development NORDREGIO)

En el norte de Finlandia, Suecia y Noruega nos encontramos con grandes extensiones de bosques coníferas que soportan las adversidades climatológicas, y el sur de los países es la zona donde se concentra la agricultura y la industria, a excepción claro, de la forestal.

Los países de Finlandia y Suecia, son relativamente llanos y con algunas colinas más acentuadas a medida que te acercas al norte, y a los Alpes escandinavos en el caso de la frontera natural que separa Suecia de Noruega.

Este factor favorece el acceso, y en consecuencia la explotación de las grandes masas forestales de las que constan estas naciones en prácticamente toda su extensión.

Noruega en cambio es un país rocoso y montañoso. Consta de una gran cantidad de pequeños ríos con gran caudal formados a raíz del deshielo de los glaciares montañosos, que suponen un 2% de la superficie total del país.

En consecuencia, la masa forestal que encontramos en Noruega es mucho menor, e incluso la explotación de parte de los bosques existentes se hace imposible dado el dificultoso o imposible acceso que permite su abrupta geografía. Al no disponer del recurso natural de la madera en la medida de sus vecinos finlandeses y suecos, Noruega y Dinamarca se han centrado en la explotación de otro tipo de recursos como el petróleo, el gas o los minerales. También ha aprovechado la cantidad de pequeños ríos con gran caudal por el deshielo de los glaciares para explotar la energía hidroeléctrica.

En el caso de Islandia nos encontramos con una abrupta geografía, prácticamente desértica.

Islandia tan solo cuenta con un 25% de vegetación, y debido al bioma de la tundra que a continuación describiremos, encontramos que la mayoría son prados y matorrales de pequeña estatura. Tan solo cuenta con un 2% de superficie forestal arbolada.

En cambio nos encontramos con grandes extensiones de glaciares, que suponen el 11,5% de su superficie total, muchos lagos y ríos por el deshielo glacial que facilitan el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica, y gran cantidad de actividad geotérmica y, por ende, muchos volcanes en su superficie.

El aumento de población e inmigración en algunos de los países nórdicos, va estrechamente relacionado con lo saneado de su economía, con la baja tasa de paro y la calidad del nivel de vida que ofrecen, que más adelante desarrollaremos con mayor profundidad.

## 2.2 Historia

Durante muchos siglos, en la región escandinava-nórdica se han sucedido numerosas uniones y escisiones por parte de los territorios que la conforman. Ello ha ocasionado que hoy en día los mismos tengan mucho en común en cuanto a forma de vida, historia, idioma y estructura social.

Actualmente, rige una estabilidad política en la región y encontramos la mayor diversificación de naciones que ha habido en la historia, siendo ocho sus constituyentes, esto es, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia, Islas Feroe, Groenlandia y Åland.

Sin embargo, esto no siempre fue así, por motivos políticos en el siglo XV se originó un gran reino nórdico que englobaba la totalidad de estos territorios, se conoce como la Unión de Kalmar. La misma no duró demasiado debido a recelos aristocráticos dentro de la misma formación. Así, los lazos históricos y culturales derivados de esa época son los responsables de que los idiomas nórdicos pertenezcan a la misma familia lingüística. Éstos se desarrollaron a partir de un idioma común, el antiguo nórdico, y con el transcurrir de los años se han ido acentuando sus diferencias. Cabe señalar sin embargo, que Finlandia pertenece a una familia lingüística completamente diferente. A pesar de esto, el estatus del sueco como segundo idioma oficial y los estrechos vínculos históricos y culturales dados por 550 años de dominación sueca llevan a que se la considere parte del conjunto. De ahí la teoría de que el idioma es el espejo perfecto donde vislumbrar la historia nórdica.

En el siguiente cuadro podremos observar cómo se han ido dando las anexiones e independencias entre los diferentes países Nórdicos a lo largo de los años, desde el siglo XII hasta la actualidad

Siglo	Entidades políticas de los países nórdicos							
	Daneses	Islandeses	Feroeses	Inuits de Groenlandia	Noruegos	Suecos	Finlandeses	
XII	Dinamarca	Mancomunidad Islandesa	Reino Hereditario de Noruega			Suecia		
XIII		Reino Hereditario de Noruega					Suecia	
XIV		Unión de Kalmar						
XV	Unión de Kalmar							
XVI	Reino de Dinamarca y Noruega					Suecia		
XVII	Reino de Dinamarca y Noruega					Suecia		
XVIII	Reino de Dinamarca y Noruega					Suecia		
XIX	Dinamarca				Unión entre Suecia y Noruega	Gran Ducado de Finlandia		
XX	Dinamarca	Islandia	Islas Feroe	Groenlandia	Noruega	Suecia	Åland Finlandia	
XXI	Dinamarca (UE)	Islandia	Islas Feroe	Groenlandia	Noruega	Suecia (UE)	Åland (UE) Finlandia (UE)	

Fig. 2.4- Historia política países Nórdicos  
Fuente: Wikipedia

## 2.3 Idiomas

Casi todos los idiomas de los países nórdicos pertenecen a tres grupos de lenguas diferentes: lenguas nórdicas, lenguas ugrofinesas y lenguas esquimo-aleutianas.

Pese a no poseer relación entre ellas, el patrimonio lingüístico es uno de los factores más característicos de la identidad nórdica. Estos idiomas son hablados en algunas zonas fuera de sus países de origen; así por ejemplo, el finés es hablado en el norte de Suecia y Noruega y el sueco en las zonas costeras del sur y oeste de Finlandia.

El danés, feroés, islandés, noruego y sueco pertenecen a la rama nórdica de las lenguas indoeuropeas. Estos se desarrollaron a partir de un idioma común, el antiguo nórdico, pero sus diferencias se han ido

acentuando durante los últimos 1000 años. Hoy en día, el danés, sueco y noruego forman un continuo dialectal y se siguen considerando mutuamente inteligibles.

Estos idiomas se enseñan en todos los países nórdicos. Así, en Finlandia se estudia el sueco como asignatura obligatoria, y en Islandia, Groenlandia y las Islas Feroe el danés. Aproximadamente el 6 % de los finlandeses habla sueco como lengua materna.

La mayor parte de la población de Finlandia tiene un origen étnico distinto al de los suecos, noruegos y daneses, además de un idioma, el finés, perteneciente a una familia lingüística completamente diferente. A pesar de esto, el estatus del sueco como segundo idioma oficial y los estrechos vínculos históricos y culturales dados por 550 años de dominación sueca llevan a que se la considere parte del conjunto.

## 2.4 Clima en los países Nórdicos

La mayoría de la población escandinava se concentra en los núcleos urbanos; en el sur de la península escandinava, cercano al mar, y con un clima más agradable dado la menor latitud y lejanía del círculo polar ártico. Las influencias marítimas como la corriente del golfo que transporta agua templada desde el estrecho de Florida aseguran un clima algo más agradable comparado con la latitud en la que se encuentra.

Al ser países que se encuentran tan cerca, sobre o rebasando la línea del círculo polar ártico, nos encontramos con que la mayoría de ellos pasan, en muchas de sus ciudades con mayor latitud, al menos un día al año de pleno sol, y otro de plena penumbra.

Los solsticios de verano e invierno alargan mucho su luz y nocturnidad respectivamente, llegando a convertirla en perenne durante meses como es el caso de Lapland (Norte de Finlandia). El “sol de medianoche” y el “Kaamos” son los nombres que se les ha atribuido a los espacios de tiempo del solsticio de verano e invierno en los que el sol no llega a ponerse o ni tan solo lo vemos salir. Si combinamos las pocas horas de luz invernales con las frecuentes nubes que podemos encontrar en esta zona de Europa, nos encontraremos con inviernos de menos de 50 horas de luz.

El sol es necesario para el ser humano, pues es una de las grandes fuentes de vitamina D. Los escandinavos combaten esta falta con la alimentación, ya que uno de los pilares en la dieta básica de la población Nórdica, e incluso de la industria pesquera de la zona en cuanto a exportación es el salmón, muy rico en vitamina D.

Para definir cada uno de los tipos de clima que encontramos en cada una de las zonas de los países nórdicos, nos centraremos en los factores climáticos y geológicos que determinan el tipo de vegetación y fauna, y esto no es más que los biomas.

En los países nórdicos, dada su cercanía al círculo polar ártico, el bioma que predomina es la taiga o bosque boreal, que encontramos en la totalidad de Finlandia, la mayoría de Suecia y el sureste Noruego.

El bioma Taiga, o bosque boreal, destaca por sus bosques de coníferas adaptadas al clima, influenciado por las masas de aire polar del norte, y por las pocas lluvias; aunque no seco, ya que las bajas temperaturas mantienen la humedad relativa alta. Las lluvias llegan en los meses de verano, pero el invierno es frío y riguroso y dura 10 meses. Los árboles no solo se deben adaptar a un clima extremo, sino que también deben hacerlo a la abrumante diferencia de horas de luz que reciben en verano (hasta 18h) y en invierno (5h).





Fig. 2.5- Mapa de Bioregiones de Europa,  
Fuente: “Madri+d” Comunidad de Madrid

En la zona del bioma tundra, la temperatura oscila entre los  $-70^{\circ}$  y  $-28^{\circ}$ ; hace tanto frío que los árboles no sobreviven. Se caracteriza por ser una zona desértica, con el suelo permanentemente helado, y donde solo tiende a haber vida durante el verano y de vegetación de crecimiento bajo.

En el norte de Finlandia hasta la zona meridional de Suecia y Finlandia encontramos la cordillera de los Alpes escandinavos, donde encontramos el bioma alpino. En el 50% de la cordillera solo se encuentran rocas desnudas y pequeños arbustos, dadas sus temperaturas extremas durante todo el año y su suelo permanentemente congelado. A medida que se desciende de las montañas, comenzamos a encontrar bosques de Abedul (*Betula Pubescens*).

En el sur Suecia, y en la mitad de Dinamarca podemos encontrarnos con el bosque templado caducifolio. Este bosque se caracteriza por unas temperaturas menos frías y lluvias más abundantes. Son bosques dominados por especies frondosas y con climas mucho más templados pero todavía relativamente fríos. Por lo tanto nos encontramos con fríos inviernos y cálidos veranos y con precipitaciones abundantes y distribuidas a lo largo del año.

Finalmente nos encontramos con el clima atlántico en la mitad oeste de Dinamarca y en la mitad sur de la costa Noruega bañada por el atlántico, un clima húmedo y variable. Los océanos suavizan las variaciones climáticas, aunque también influye la latitud, altitud y temperaturas de la región donde nos

Encontremos. Es un clima que propicia una vegetación mucho más variada como la del bosque templado continental, dadas sus favorables condiciones.

La tabla que viene a continuación, muestra los diferentes tipos de biomas que influyen en las diferentes zonas de los países Nórdicos y el tipo de vegetación que podemos encontrar en cada uno de ellos.

<b>BIOMA</b>	<b>REGIONES</b>	<b>TIPOS DE ÁRBOLES</b>
<b>Tundra</b>	- Norte Finlandia - Norte Suecia - Norte Noruega	Escasa vegetación, suelo permanentemente helado. - Sauce enano
<b>Boreal (Taiga)</b>	- Finlandia - Suecia - Noruega	- Pinus Sylvestris - Picea Abies - Abies Alba - Abies Nordmanniana - Picea Sitchensis - Abies Procera - Larix Decidua - Betula Pubescens - Populus tremuloides - Sorbus Aucuparia
<b>Alpino</b>	- Noruega - Suecia	Desértico y roca el 50%, en bajas altitudes se encuentra: - Betula Pubescens. - Especies coníferas.
<b>Bosque templado Caducifolio</b>	- Sur de Suecia - Este de Dinamarca	- Betula Pendula - Alnus incana y glutinosa - Salix alba - Quercus robur - Fagus sylvatica - Ulmus - Fraxinus excelsior - Tilia cordata - Prunus avium
<b>Atlántico</b>	- Oeste de Dinamarca - Sur-Oeste de Noruega	- Quercus Robur - Fagus silvática - Betula Pendula - Ulmus - Carpinus Betulus - Alnus incana y alnus glutinosa

Fig. 2.6 - Cuadro Biomas países Nórdicos  
Fuente: Propia

## 2.5 Rasgos económicos y sociales

En el norte de Europa se encuentran cuatro de los países más avanzados en lo que a calidad de vida se refiere. Se trata de los países nórdicos, Dinamarca, Noruega, Suecia y Finlandia, países ricos y eficientes, con altos grados de igualdad en renta, riqueza, derechos y oportunidades, con bajo nivel de paro, alto nivel de formación y educación, y con casi inexistentes índices de corrupción, criminalidad y marginalidad. Todo ello consecuencia de un fuerte desarrollo institucional, un sistema de prestaciones sociales generoso y principios de igualdad.

Estos países encabezan las listas del mayor producto interior bruto a nivel europeo. Asimismo, también disponen de altas rentas per cápita.

El sistema de bienestar de los países nórdicos se articula en base a dos hechos principalmente: la intervención político-económica del Estado y una notable concienciación política de la sociedad. Esto, a lo largo de los años, ha creado un circuito que se retroalimenta constantemente.



El sustento de un estado intervencionista como el presente es la redistribución de los impuestos de forma equitativa y justa a toda la población y todas las capas sociales, de manera que todos tengan las mismas posibilidades de desarrollo. Así, todas estas pretensiones políticas cuestan dinero, y el procedimiento habitual para adquirirlo son los impuestos.

Cada país, en función de sus circunstancias promueve una u otra forma de fiscalidad. El modelo fundamental de los países nórdicos se basa en que puesto que son las empresas las que crean empleo, cuanto mayor sea la cantidad a invertir, mayor será el empleo y el crecimiento constante. Por su parte, los trabajadores, como principales receptores de las ayudas sociales, son los que sufragan, con sus rentas laborales y su consumo, sus propias políticas sociales. La renta disponible por parte de los trabajadores es menor, pero como contrapartida, tienen numerosos aspectos de índole social cubiertos por ayudas, becas, subvenciones. etc.

Igualmente, en el caso del impuesto sobre la renta se da una exención de dicho pago para las rentas más bajas. Cuantos más ingresos se tengan, más impuestos se pagarán.

Cabe decir, muy en sintonía con lo expuesto, que el éxito político-económico nórdico se debe en Gran parte a la inadmisibilidad de la corrupción como comportamiento social. La misma es deslegitimizada por la cultura de esas sociedades. Esa convicción se construye, se trata de un ejercicio permanente a través de familia, de la educación de los medios, de los modelos de referencia y de instituciones concretas. El Estado funciona y es honesto.

Otro de los puntos especialmente importantes en los que este modelo político-económico destaca es el empleo. Así, vale la pena empezar señalando que las cifras de desempleo en los países nórdicos durante el año 2014 se encuentran entre las más bajas de la Unión Europea, oscilando entre un 3 y un 8%.

Para que todo ello funcione y el sistema del mercado laboral sea del todo estable, deben estar completamente articulados los tres pilares del mercado de trabajo, esto es, flexibilidad, protección y formación. Los países nórdicos han conseguido mantener álgidamente la protección al trabajador y la capacidad de crecimiento de las empresas gracias a un modelo laboral flexible. Se otorga una seguridad multilateral., la contratación y despido de trabajadores es gratuita, pero a la hora de proteger al trabajador, el Estado recoge el testigo y le proporciona un subsidio sustancioso para que no vea muy mermada su capacidad de compra, así como fomenta que el trabajador se instruya y adquiera nuevas o renovadas competencias laborales de cara a una reinserción en el mercado laboral lo más rápida posible y en un puesto de calidad.

En línea con lo anterior, cabe decir que los propios escandinavos son plenamente conscientes de que la esencia de su éxito, tanto económico como social, es tener una población formada, de manera que su productividad sea elevada y haya iniciativa empresarial. En el fanatismo por la educación intervienen no sólo las instituciones públicas, sino también la sociedad y el sector privado.

De esta manera se ha logrado accionar un círculo diestro: el trabajo produce riqueza; la riqueza se invierte en formación y da trabajo. Los esfuerzos en favor de la educación son absolutos. El modelo educativo nórdico es un ejemplo de obligado estudio para cualquier país que pretenda tener un sistema educativo fuerte.

Junto al sólido compromiso con el empleo y la educación, el norte de Europa apuesta por el fuerte sentido de la solidaridad y el reparto equitativo. Los nórdicos aprecian mucho la vida personal y tienen claro que las instituciones deben ser accesibles a todos y actuar en interés de todos. La igualdad de oportunidades y la accesibilidad son el sustento de su sociedad.

En este sentido, existen considerables ayudas oficiales para las familias con hijos. Las ayudas a la infancia y a la familia permiten, según la UNICEF, que sólo el 2% de los niños escandinavos vivan en situación de pobreza. A día de hoy, Noruega se encuentra a la vanguardia europea en los índices de natalidad y participación femenina en la actividad económica. Maternidad e igualdad van de la mano.

Por su lado, el sistema educativo nórdico es público y gratuito, concepto que facilita la formación y el desarrollo de la población. Ello permite seguir creciendo y tener progresivamente una mejor calidad de vida, a todos los niveles y edades.

Las cifras sobre gasto social en países como Suecia, Finlandia y Dinamarca son bastante elevadas. Así, Suecia destina a estas partidas el 30.5% de su PIB, Finlandia el 31.2% y Dinamarca el 25.9%. Si trasladáramos tales porcentajes a España, el gasto social crecería entre 45.000 y 90.000 millones de euros.

Los anteriores son sólo dos ejemplos de las extensas políticas sociales de estos países. Dada la tradición histórica en los derechos sociales y el tamaño mediano de los mismos, los países nórdicos gozan de un equilibrio entre población y recursos, así como una facilidad superlativa de gestión.

De esta forma, los países nórdicos han logrado crear una eficaz alternativa al “capitalismo depredador” extendido por todo el mundo. Ejercen un intenso control sobre los sistemas financieros. No son superpotencias económicas, pero las elevadas inversiones en I+D, gasto financiado en gran parte por las empresas, y una intervención del Estado dirija mayoritariamente al establecimiento del desarrollo, hacen de estos lugares un perfecto ejemplo para todos los países del mundo, capaces de generar riqueza y calidad de vida para todos.

## 2.6 Protección de medio Ambiente

El objetivo básico de la protección ambiental es anticipar los riesgos y prevenir los daños. El respeto de los valores ecológicos fundamentales de la naturaleza de los países nórdicos es de vital importancia, ya que en condiciones frías y áridas los cambios se invierten muy lentamente. Paliar los daños a posteriori suele resultar mucho más caro y más difícil que prevenirlos. En el peor de los casos, los daños serán irreparables o su rectificación llevará mucho tiempo.

Países como Suecia como Noruega y Finlandia, forman parte de las naciones con mayor preocupación por el medio ambiente del mundo, dado su especial interés y trabajo en salvaguardar los espacios verdes, la purificación del aire evitando excesivas emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente, en muchas ocasiones, de fábricas y empresas relacionadas con el mundo de la construcción.

La calidad y acceso al agua potable, la regeneración y protección de bosques, especies animales, lagos e incluso mares, les hacen estar en lo más alto de la lista de los países con una profunda preocupación por el medio ambiente, y por ende, de sus bienes y ciudadanos.

La utilización del 80% del consumo eléctrico de todo el país mediante energías renovables, como es el caso de Islandia; la descentralización Sueca de los recursos hídricos y del suelo para poderlo gestionar con mayor eficiencia y conocimiento de causa a nivel local; o la preocupación ya no local, sino global que demuestra Noruega al implicarse personalmente en la ayuda para salvar la Selva Amazónica, demuestran la implicación de estos países en el sector del medio ambiente.

Tan es así que Noruega y Suecia están en las dos primeras posiciones de la lista de los países más verdes y ecológicos del planeta.

### 3. Clasificación y descripción de las características de las especies de madera del lugar

#### 3.1 Consideraciones generales sobre la madera

La madera ha sido un material tradicionalmente empleado en la edificación. Los antiguos sistemas constructivos con madera han ido evolucionando a lo largo de los siglos de forma distinta en función de las condiciones climáticas y sociales de cada zona. Por dicho motivo pueden apreciarse desde sistemas con madera muy simples a sistemas altamente sofisticados y exigentes.

##### 3.1.1 El árbol

El árbol consta de tres partes diferenciadas; raíz, tronco y copa, cada una con su función.

La raíz arraiga el tronco al suelo y absorbe los nutrientes que el árbol necesita para desarrollarse.

El tronco tiene la función de aguantar la copa del árbol, y de transportar el agua y las sales nutrientes a la copa y las zonas de crecimiento.

La copa de árbol está constituida por las ramas, las hojas y los frutos. Las hojas son las encargadas de la fotosíntesis, proceso mediante el cual el árbol se nutre de dióxido de carbono y libera oxígeno al ambiente.

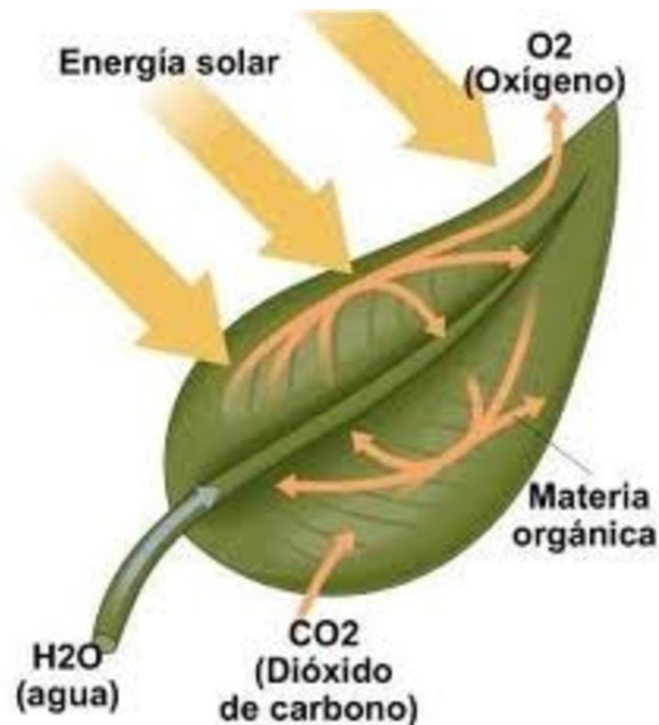


Fig. 3.1 Fotosíntesis  
Fuente: Botanical-online.com

Este es uno de los principales beneficios para el medioambiente en el que participan los árboles, tema que profundizaremos más adelante.

### 3.1.1.1 El tronco

La estructura del tronco del árbol está compuesta por seis partes: La corteza, el líber, el cambium, la albura, el duramen y la médula o núcleo.

- La médula o núcleo es el centro del árbol y de las ramas. Fue el vástago joven que dio origen al árbol. Está formada de células muertas nada útil como madera y tiene un diámetro aproximado de 1cm.
- El duramen está constituido por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y resistencia. No transporta savia; debido a que sus células han endurecido, le sirve de apoyo al árbol y le da más resistencia al ataque de los insectos, hongos o golpes a la intemperie.
- La Albura rodea la masa de madera o duramen, está en período de elaboración, es menos duro y de color más bajo que el duramen, la albura transporta savia, es húmeda y blanda y es más susceptible al ataque de los insectos.
- El cambium es una capa que forma un conjunto de células que comúnmente se le llama la resina del árbol. Anualmente endurece y se convierte en madera nueva (albura).
- El líber es un tejido muy delgado colocado debajo de la corteza y encima del cambium y su función es transportar savia.
- La corteza es un tejido impermeable que recubre al líber y sirve de protección al árbol. Está formado por células que protegen al árbol de agentes externos como insectos.

### 3.1.1.2 Tipos de árbol

Hoy en día una de las grandes clasificaciones que se usan en cuanto a las especies de árboles, es la diferenciación entre especies Coníferas y Frondosas. Habitualmente también se habla de maderas blandas y duras, de hecho en inglés se denominan “softwoods” y “hardwoods” que es su traducción literal, ya que esto constituye una característica general dentro de cada familia, aunque existen coníferas mucho más duras que algunas frondosas.

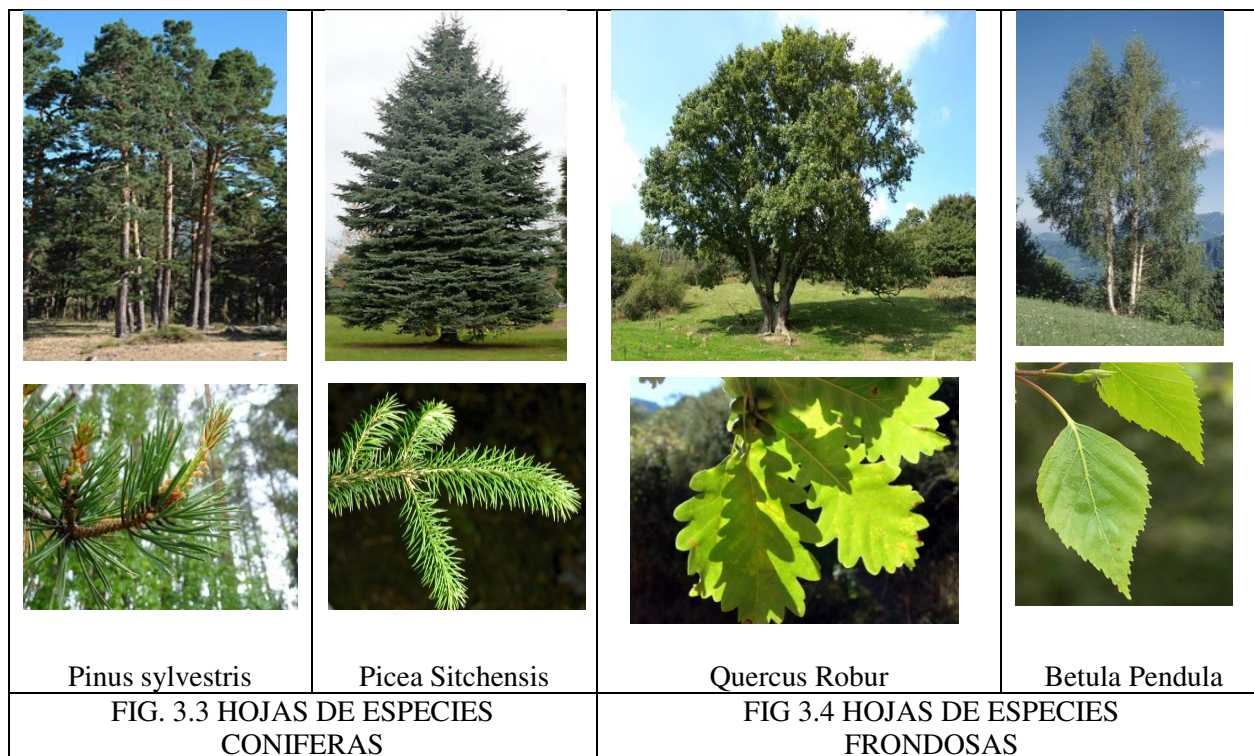
Las Coníferas o Gimnospermas, en griego “semilla desnuda”, son las especies más antiguas de árboles, del final de la era primaria, hace unos 300 millones de años. Existen en zonas frías y templadas y proporcionan la mejor madera para la construcción, en cuanto a características de trabajo y resistencias mecánicas. También presentan un elevado contenido de resinas. La mayoría de sus especies son de hoja perenne.

Las especies de este grupo son llamadas coníferas porque la mayoría lleva las semillas en estructuras especializadas llamadas conos. Los conos protegen a los óvulos y después a las semillas, y facilitan la polinización y la dispersión. Reproductivamente las coníferas producen conos masculinos y conos femeninos, y la polinización es por viento.

Las Frondosas o Angiospermas, aparecen al final de la era secundaria, y son características de zonas templadas y tropicales. Son más frecuentes en el uso de carpintería y ebanistería y presentan un bajo contenido en resinas. Son más densa, duras, y difíciles de trabajar dadas las tensiones de su estructura.

Al contrario que las coníferas que se presentan de manera espigada y con pocas ramificaciones en los primeros tramos del tronco, las frondosas, habitualmente lo hacen en forma de troncos de grandes dimensiones y, tal y como dice su nombre, abundantes en hojas y ramas. Son especies de árboles de hoja caduca generalmente.

Son árboles de hoja ancha o planifolios, y con semillas dentro de un ovario.



Además de esta diferencia en el tipo de hoja y semilla que muestran las imágenes que acabamos de ver, las coníferas carecen de los vasos que tienen las frondosas para el transporte de agua. Estos vasos se manifiestan en las maderas frondosas como poros. En las coníferas el transporte de agua a lo largo del árbol se realiza por medio de las traqueidas.

### 3.1.2 Características de la madera como material de construcción

La madera presenta una serie de propiedades que la hacen muy adecuada para el sector de la construcción. Entre ellas cabe citar:

- Bajo consumo energético:

Durante su crecimiento, el árbol utiliza una energía renovable, como es la solar. Debido a su estructura y baja densidad, el consumo de energía en los procesos de transformación, transporte y puesta en obra es bajo y por lo tanto, los será también las emisiones CO<sub>2</sub> y del resto de los gases que provocan el efecto invernadero.

El contenido energético de las estructuras de madera en servicio es, como media y a igualdad de masa, diecisiete veces inferior al de las estructuras de acero. Por otra parte, después del periodo de vida útil de un elemento o producto derivado de madera (ciclo de vida), éste puede ser reutilizado en otras construcciones, reciclado como materia prima para fabricar tableros o vigas reconstituidas, evitando con ello el consumo de energías fósiles altamente emisoras de CO<sub>2</sub>.

En el caso más desfavorable, que este material fuera desechado, la madera es un material biodegradable y no contaminante.

- Ventajas resistentes:

La madera es un material ligero con una relación elevada entre resistencia y peso. Esta relación, en tracción y compresión paralela a las fibras, es similar a la del acero pero superior, en el caso de tracción, a la del hormigón.

En cambio, comparada con estos dos materiales, el módulo de elasticidad es bajo aunque no así la rigidez específica (relación entre elasticidad y densidad), que vuelve a ser muy similar en los dos materiales antes citados, datos que se pueden confirmar en los gráficos adjuntos en el anejo I.

- Comportamiento ante el fuego:

Aunque la madera es un material combustible e inflamable tiene la virtud de poseer un comportamiento predecible a lo largo del desarrollo del incendio, ya que la pérdida de sección se puede considerar constante en el tiempo. Cuando la madera o cualquier material derivado de ella se encuentran sometidos a un incendio generalizado, la superficie expuesta al mismo se inflama creando rápidamente una capa carbonizada aislante que incrementa su protección natural (el carbón vegetal es un gran aislante térmico). Al ser la madera un mal conductor del calor, la transmisión hacia el interior de las altas temperaturas es muy baja, por lo que se puede considerar que la madera que no ha sido carbonizada mantiene sus características resistentes en condiciones normales. Este comportamiento es la base de una notable resistencia estructural al fuego.

- Durabilidad:

Con un diseño y puesta en obra correctos, las soluciones constructivas con madera pueden llegar a ser muy durables. Este hecho es fácilmente constatable a través de la observación de las numerosas obras que con cientos de años de antigüedad a sus espaldas han llegado hasta nuestros días en perfecto estado de conservación. Por otra parte, la madera es un material resistente a la acción de un gran número de compuestos químicos, presentando un mejor comportamiento que el hierro y los aceros normales a la acción de los ácidos y de las soluciones de sales de ácidos.

- Tiempo de montaje:

Por su ligereza y fácil ajuste en obra, las estructuras de madera permiten aminorar los tiempos de montaje con respecto a otros materiales. El empleo de elementos estructurales normalizados y la prefabricación en taller permiten disminuir drásticamente los tiempos de ejecución de una obra. Además, el uso de sistemas constructivos con madera propicia la construcción en seco, lo que reduce los problemas asociados a la presencia de agua y en obra durante la ejecución.

- Ventajas de confort:

Las casas de madera proporcionan una agradable sensación de confort a sus habitantes. Esto es debido a que:

- La madera mantiene un equilibrio higroscópico con el medio, tomando o cediendo humedad hasta alcanzar el equilibrio. Por dicho motivo, la presencia de madera en una vivienda regulariza la humedad del medio interior.

- La madera es un material que presenta una buena absorción de las ondas acústicas, lo que se traduce en una reducción de la reverberación de las ondas sonoras y en una mejora del confort acústico interno de los edificios.

- La madera es un buen aislante térmico, lo que reduce el consumo de energía en el uso de los edificios.



Un estudio recientemente llevado a cabo por el Instituto Biomecánica de Valencia (IBV), centro concertado de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) para el proyecto “Vivir con Madera” ha sacado a la luz numerosas evidencias científicas que permiten demostrar que las viviendas con madera en su interior y estructura contribuyen de forma eficaz a mejorar la salud de los ocupantes al mejorar las condiciones de clima interior (regulación de temperatura y humedad relativa), acústicas (al reducir las reverberaciones) y hasta psicológicas de los moradores (derivadas de la sensación de contacto con productos naturales, absorción de radiaciones electromagnéticas, etc.).

### **3.1.3 Beneficios de la producción de madera: bosques y plantaciones**

La madera que se usa actualmente en construcción y que cumple las normativas y sellos de calidad estandarizados y de un estricto control, proviene de bosques gestionados de forma sostenible y con certificaciones emitidas externamente en muchos de los casos. Estas acreditan que las prácticas realizadas en la gestión forestal se han llevado a cabo siguiendo los criterios de protección ambiental y social de los bosques.

Por ese motivo se puede afirmar que la madera es un material renovable, además de reciclable, cuyo uso no solo compromete la persistencia de nuestros bosques, sino que genera efectos medioambientales positivos tanto en el clima como en las edificaciones en las que se incorpora.

- Fijación del CO<sub>2</sub> de la atmósfera:

Los bosques secundarios y plantaciones forestales son uno de los grandes captadores de dióxido de carbono que existen a nivel mundial. El árbol a través de la fotosíntesis capta CO<sub>2</sub> atmosférico, expulsando oxígeno y almacenando el dióxido de carbono en la estructura de la propia madera. Como cifra de referencia puede decirse que una plantación forestal, fija anualmente por hectárea de superficie todo el CO<sub>2</sub> emitido anualmente por seis coches. Este ejemplo nos confirma que las plantaciones y por ende el consumo de madera, actúa contra el principal gas responsable del efecto invernadero.

- Regulación del ciclo hidrológico:

Las raíces de los árboles absorben el agua y los minerales del terreno y lo conduce hasta las hojas, donde se lleva a cabo la fotosíntesis. Parte del agua bombeada desde el terreno hasta la copa de los árboles es evaporada a través de las hojas, contribuyendo de esta forma eficazmente al incremento de la humedad relativa y pluviosidad locales.

- Protección frente a la erosión hídrica y eólica:

La cubierta forestal frena a las gotas de lluvia en su caída libre desde las nubes haciendo que el impacto contra el suelo sea menos violento y que éste se desagregue y sea arrastrado por el agua. La menor velocidad de circulación del agua favorece también la mejora de su captación por el suelo incrementando de este modo la tasa de recarga de los acuíferos.

La cubierta arbórea también protege al suelo frente a la fuerza erosiva del viento. Cuando la gestión forestal es sostenible, esta función protectora de los bosques puede ser compatible productividad de los bosques.

- Mantenimiento de la vida silvestre y la biodiversidad:

En los bosques y plantaciones forestales la fauna y flora encuentran refugio y alimento, a su vez, hongos e invertebrados juegan un importantísimo papel. El crecimiento de la flora sin uso de fertilizantes y

herbicidas conduce a una mejora notable mejora medioambiental, que a su vez lleva a un incremento en la biodiversidad.

### 3.2 El bosque en los países Nórdicos

Los bosques en los países Nórdicos cubren enormes extensiones de terreno y han formado, durante toda su historia, y siguen formando parte de la vida, el ocio, el trabajo, la economía y la arquitectura.

Son países con una gran sensibilidad y muy concienciados del preciado bien que poseen, pues muchos de ellos son referentes mundiales en la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente.

La recolección de setas y bayas, las inacabables rutas de senderismo, los deportes relacionados con la montaña y la nieve, o con los ríos como el kayak o la pesca forman parte del día a día de la población y cultura Nórdica.

La mayoría de la población de los países de la península Escandinava y Finlandia, viven en ciudades situadas al sur de sus países, concentrando la densidad de población a orillas del mar Báltico, y dejando grandes extensiones de terreno del país despobladas debido al extremo clima que azota a mayores altitudes. Este es uno de los factores clave para el desarrollo de la gran masa forestal que ocupa el territorio de los países Nórdicos.

La superficie forestal en los países Nórdicos llega a representar hasta el 78% como es el caso de Finlandia, o el 69% en Suecia de la superficie total del país. Existe un gran abismo entre estos dos grandes referentes de los bosques en la unión Europea, y Noruega con un 33%, Dinamarca con un 14% o Islandia, prácticamente deforestada y en proceso de reforestación, con un ínfimo 2%.

La ínfima proporción que supone la masa forestal Islandesa y el nulo aprovechamiento por protección y reforestación, suponen que los datos que pueda aportar no sean de interés para este estudio, y por ese motivo nos centraremos en Dinamarca, Noruega, Finlandia y Suecia.

Estos cuatro Países suman un total de más de 70 millones de hectáreas de superficie arbolada en sus territorios y en el presente estudio desgranaremos la composición de sus bosques, las especies que en cada uno de ellos crecen, y los usos y aplicaciones que se les puede dar.

Los gráficos que aparecen muestran el porcentaje de masa forestal de cada uno de los países son objeto de nuestro estudio.



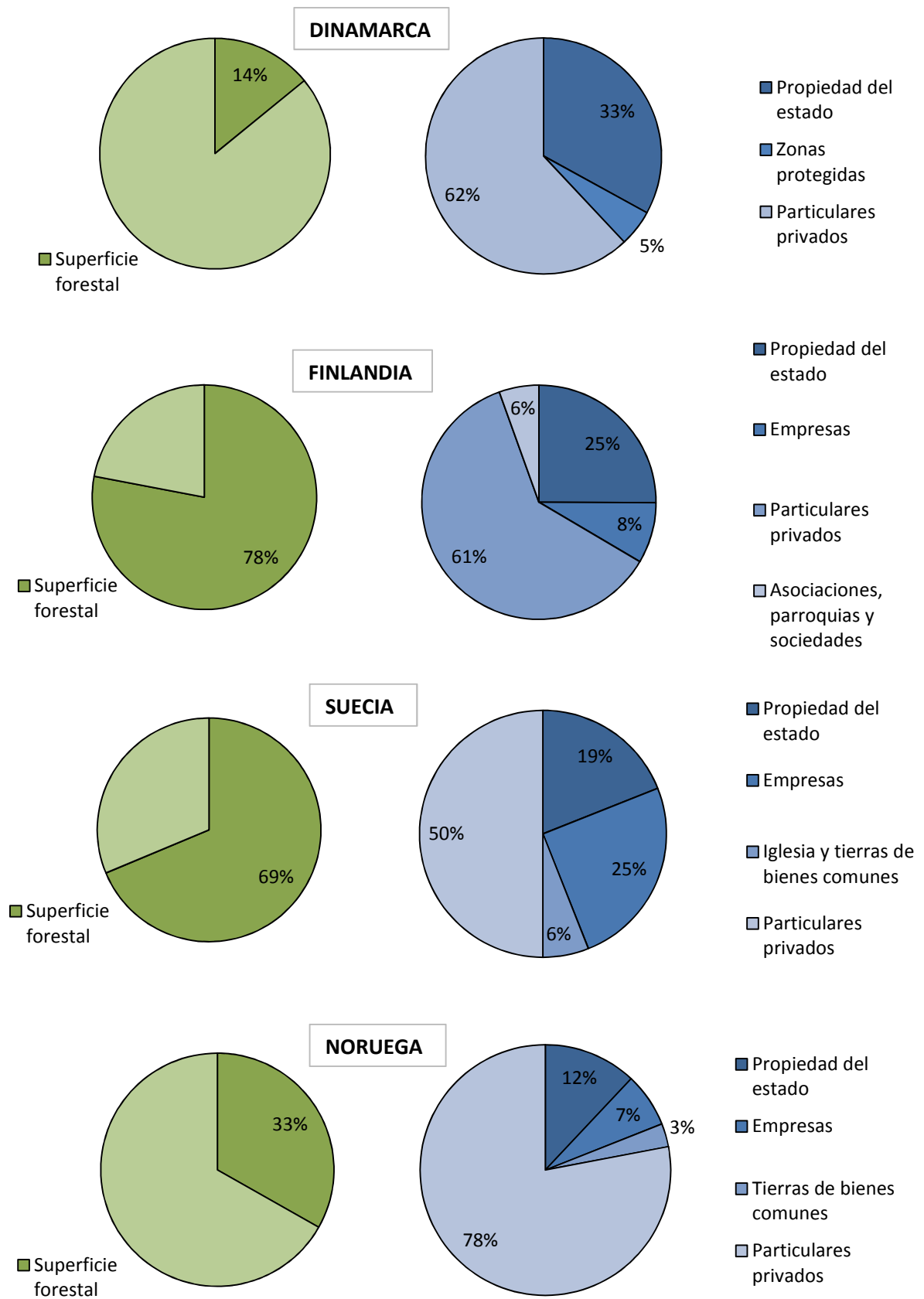


Fig. 3.5- Superficies forestales y propiedades de los Países Nórdicos  
Fuente: Propia

### 3.3 Especies en los países Nórdicos

Al dominar casi por completo el Bioma Boreal en los países con mayor cantidad de superficie forestal, nos encontramos con un porcentaje altísimo de dominio de las especies coníferas respecto a las frondosas en esta zona de Europa, alrededor de un 83%.

En la misma línea encontramos que el bioma de la taiga, o bosque boreal, al ser tan extremo en cuanto a condiciones atmosféricas, reduce a un pequeño grupo de especies las capaces de soportar un clima tan adverso, y por lo tanto, una diferencia de masa forestal enorme entre especies en los países Nórdicos.

A continuación se muestra un gráfico con la aportación de cada país al total de hectáreas arboladas de los países Nórdicos:

Superficie forestal países Nórdicos

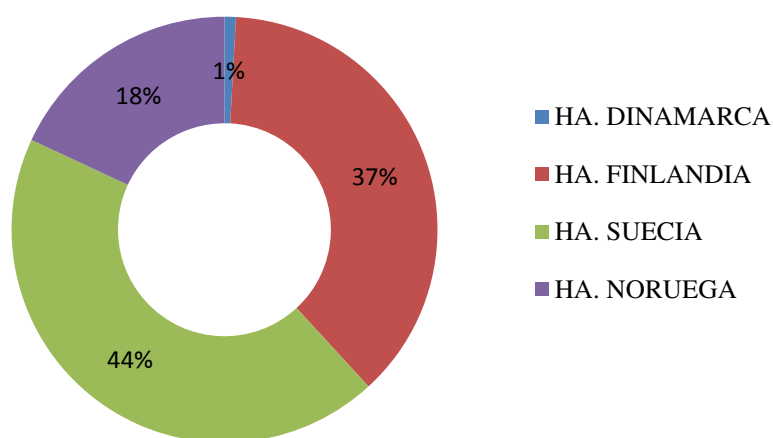


Fig. 3.6- Porcentaje de superficie forestal que supone cada país  
Fuente: Propia

Más de un 80% de la masa forestal de los países Nórdicos se encuentra en Suecia y Finlandia, con un bosque boreal que predomina en toda Finlandia y la mayoría de Suecia.

Como ya hemos comentado anteriormente, en este bioma abundan los bosques de coníferas, y en particular, las especies de *Pinus Silvestris* y *Picea Abies*, que juntas suman más del 80% de la masa forestal de todas las especies de los países Nórdicos.

El Abedul (*Betula Pubescens*), al crecer también en el bioma de la taiga, y en el Alpino, representa el 9% del total de la masa forestal, repartiéndose así menos del 10% de la masa forestal total, el resto de especies tanto coníferas como frondosas que encontramos en esta zona del norte de Europa.

Los gráficos que vienen a continuación muestran las diferentes especies más representativas que encontramos en cada uno de los países que son objeto del estudio:

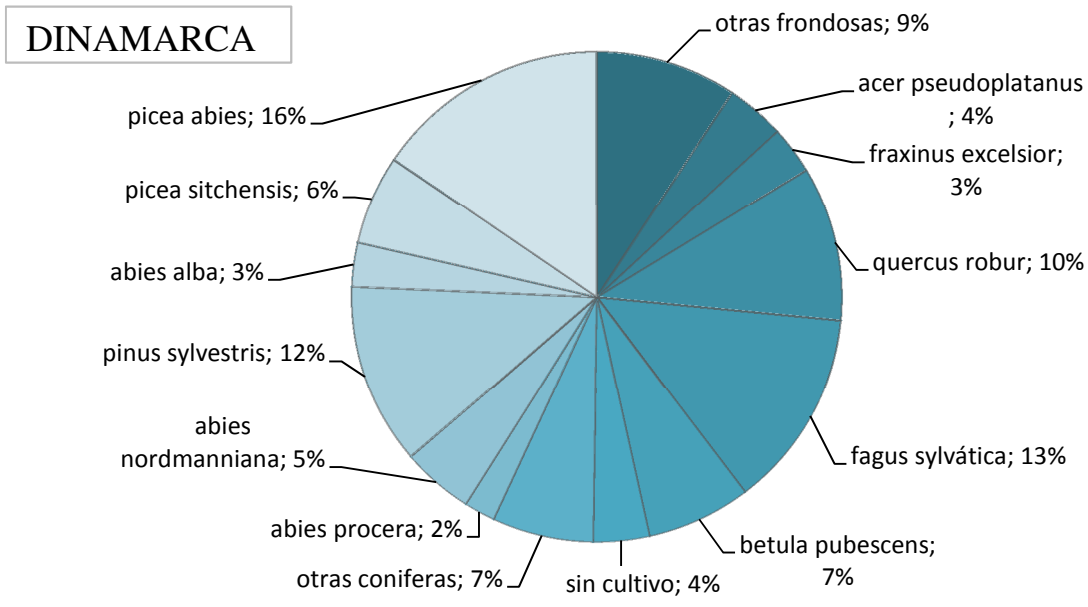


Fig. 3.7- Especies de árboles más representativos en Dinamarca  
Fuente: Propia

Al ser un país afectado por los dos biomas menos extremos de la región de los países Nórdicos, en Dinamarca observamos un crecimiento de varias especies, tanto coníferas como frondosas, mucho más variado y proporcionado.

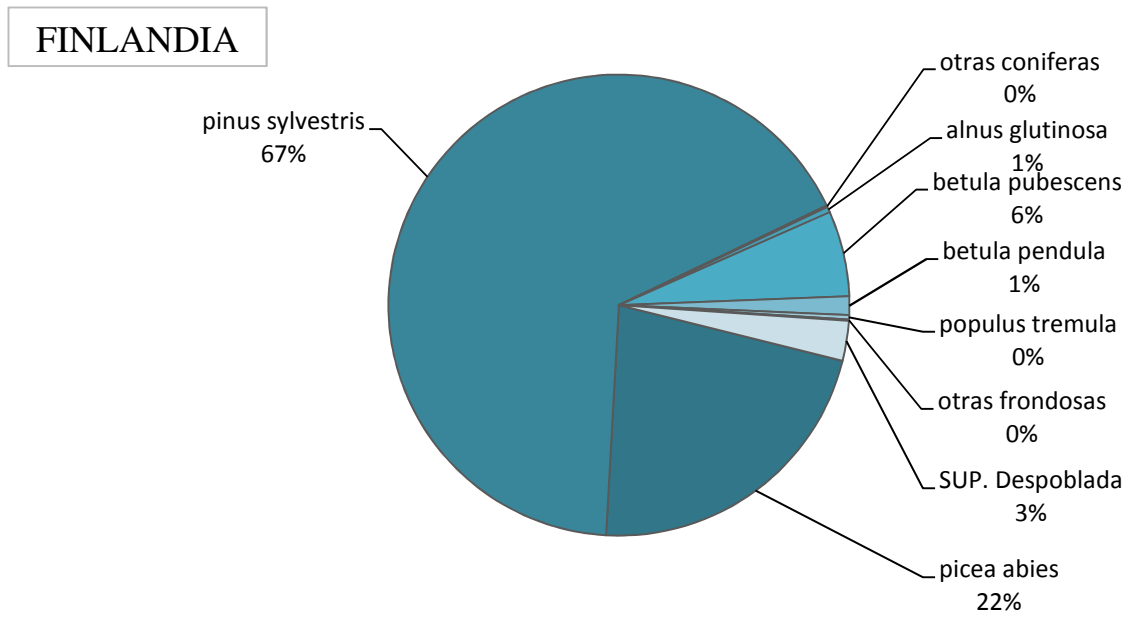


Fig. 3.8- Especies de árboles más representativos en Finlandia  
Fuente: Propia

La masa forestal de Finlandia es la mayor de todos los países que estudiamos. Finlandia está afectada por el bioma de la Taiga, o bosque boreal, en prácticamente toda su extensión de masa forestal. En consecuencia, las especies que encontramos se ven reducidas a unas pocas que pueden llegar a subsistir en este tipo de clima.

**SUECIA**

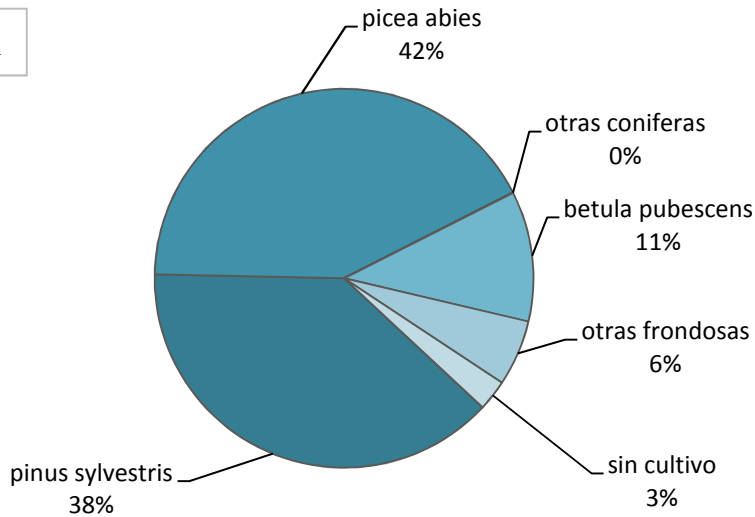


Fig. 3.9- Especies de árboles más representativos en Suecia  
Fuente: Propia

Como en el caso de Finlandia, la mayoría del territorio Noruego a excepción del sur, está afectado por el bioma de la Taiga, donde predominan las especies Coníferas, y en particular el Pinus Sylvestrys y Picea Abies. Juntas suman más del 80% tanto en Suecia como en Finlandia, y, en consecuencia, en todo el territorio del Norte de Europa, dada la gran extensión forestal de estos países.

Dado que también podemos encontrar una zona del país afectada por el bioma del bosque templado caducifolio, Suecia nos ofrece una mayor cantidad y variedad de especies frondosas, que si bien no suponen un gran porcentaje en el total de masa forestal del país, suponen una gran cantidad de hectáreas a las que debemos tener en cuenta.

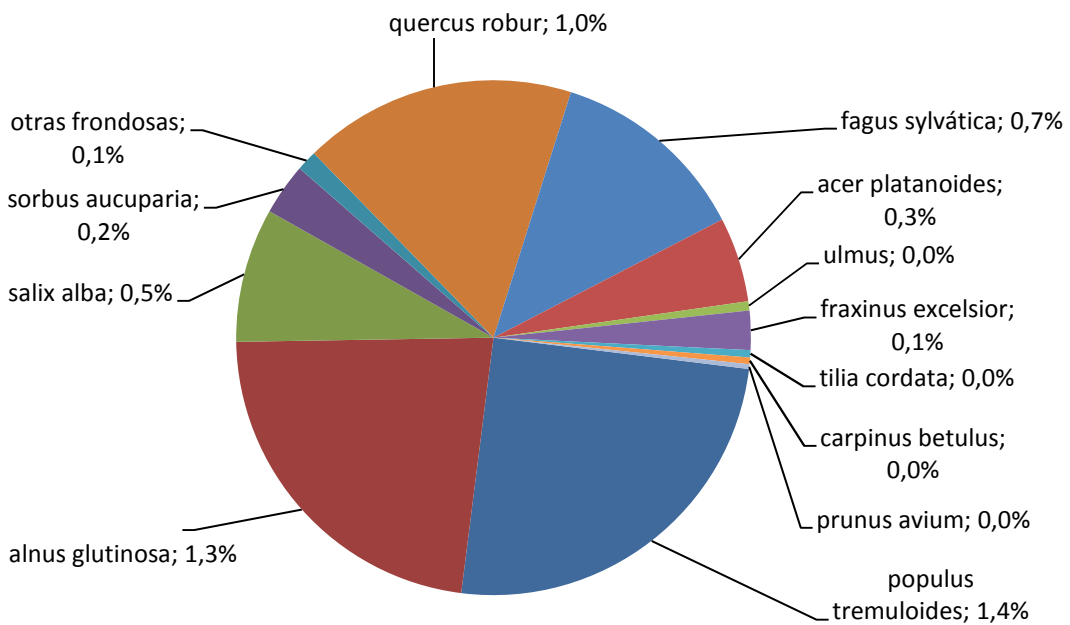


Fig. 3.10- Otras especies frondosas en Suecia (6%)  
Fuente: Propia

## NORUEGA

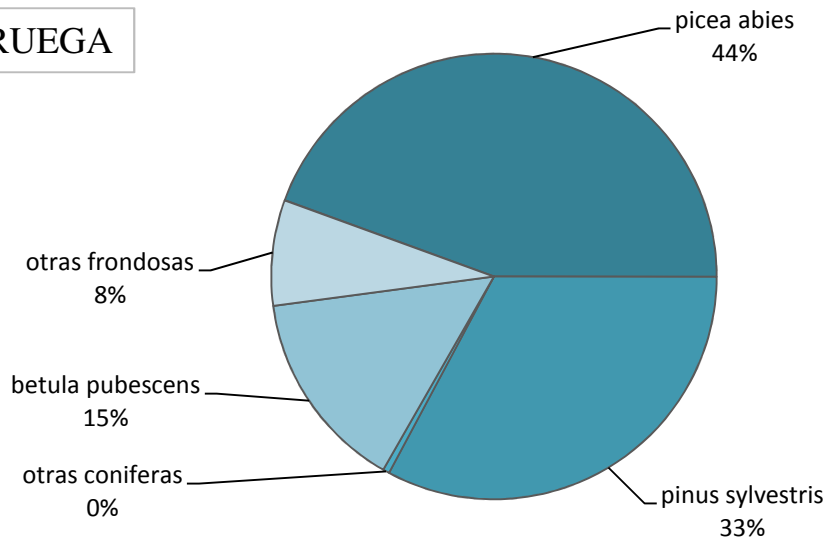


Fig. 3.11- Especies de árboles más representativas en Noruega  
Fuente: Propia

En Noruega encontramos una gran cantidad de Coníferas dado el clima Boreal y Alpino, que propicia su crecimiento, y también bastante Abedul. El porcentaje de frondosas viene dado por la influencia del clima atlántico en la zona sur-oeste del país, donde encontramos una gran variedad de especies que se aclimatan en zonas más atemperadas.

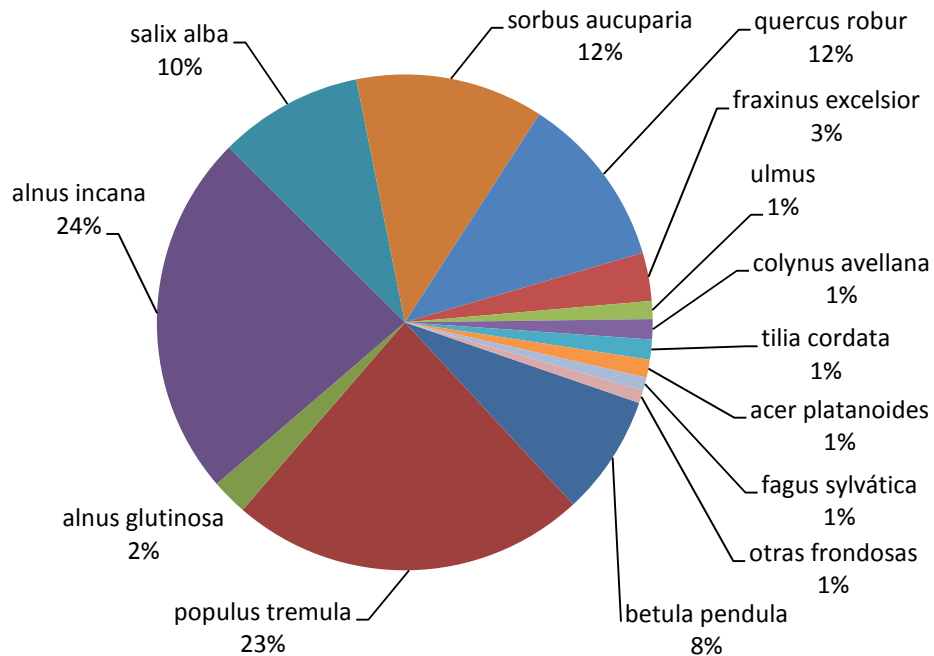
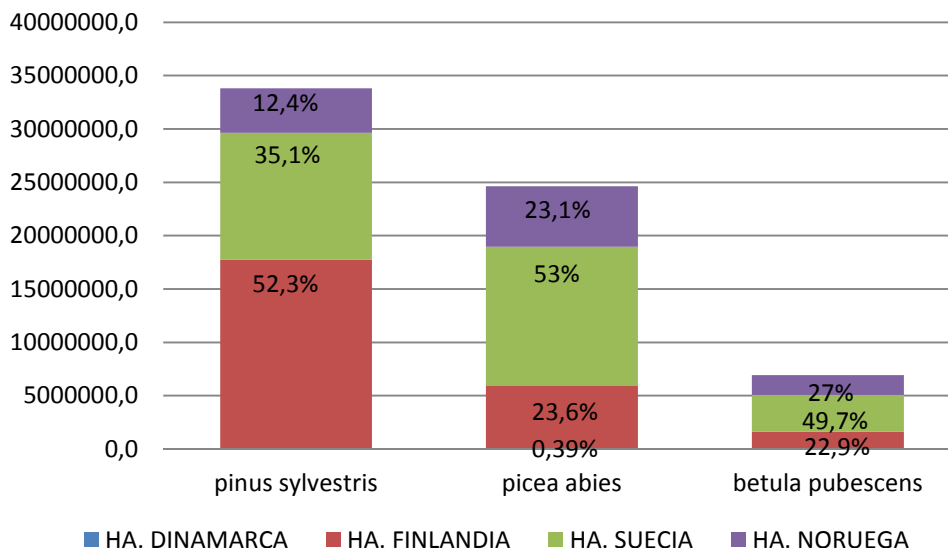
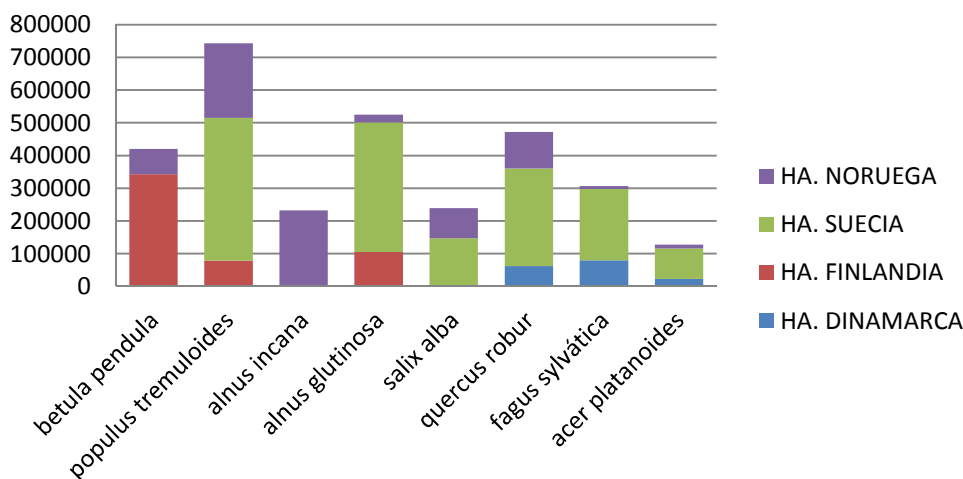


Fig. 3.12- Otras especies frondosas en Noruega (8%)  
Fuente: Propia

### Especies >5 mill. hectáreas



### Especies > 100.000 hectareas



### Especies > 1000 hectáreas

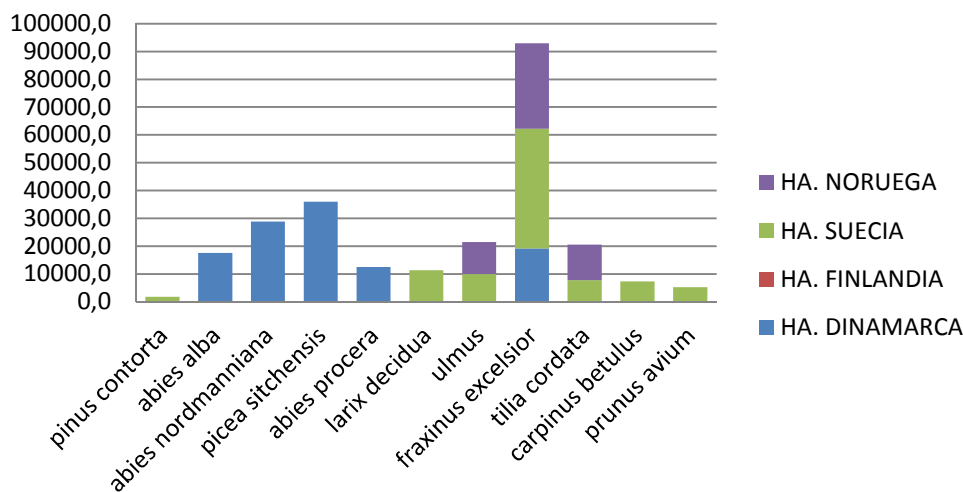


Fig. 3.13 - Especies más representativas y procedencia  
Fuente: Propia

### 3.4 Propiedades y usos de las especies en los Países Nórdicos

El objeto del estudio de las características y comportamiento frente a los esfuerzos de las diferentes especies de los países Nórdicos, es el de poder diferenciar los usos o aplicaciones para cada una de ellas.

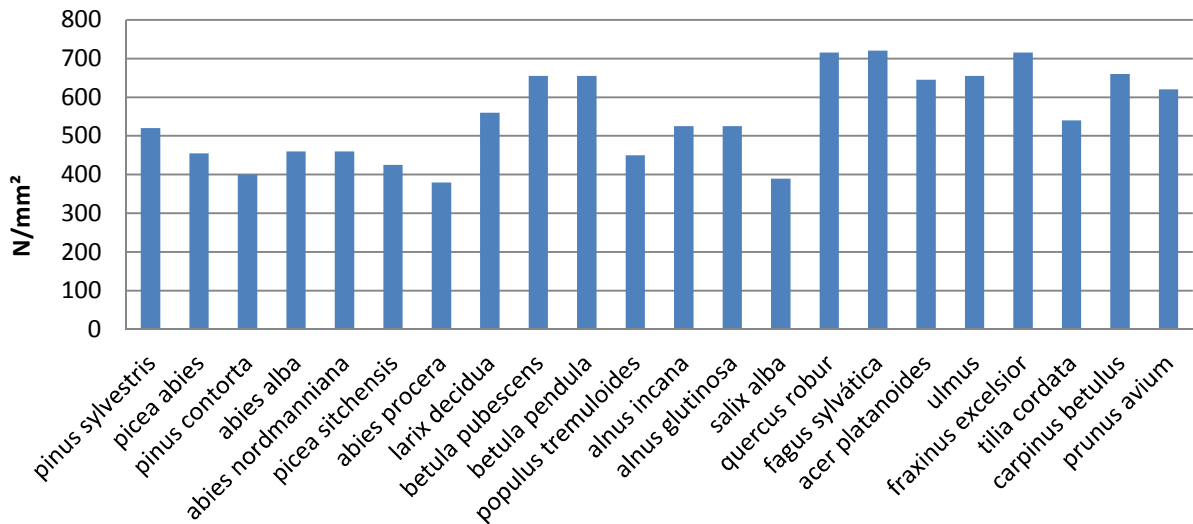


Fig. 3.14- Densidad de las especies (Kg/m³)  
Fuente: Especies de Maderas (Aitim)

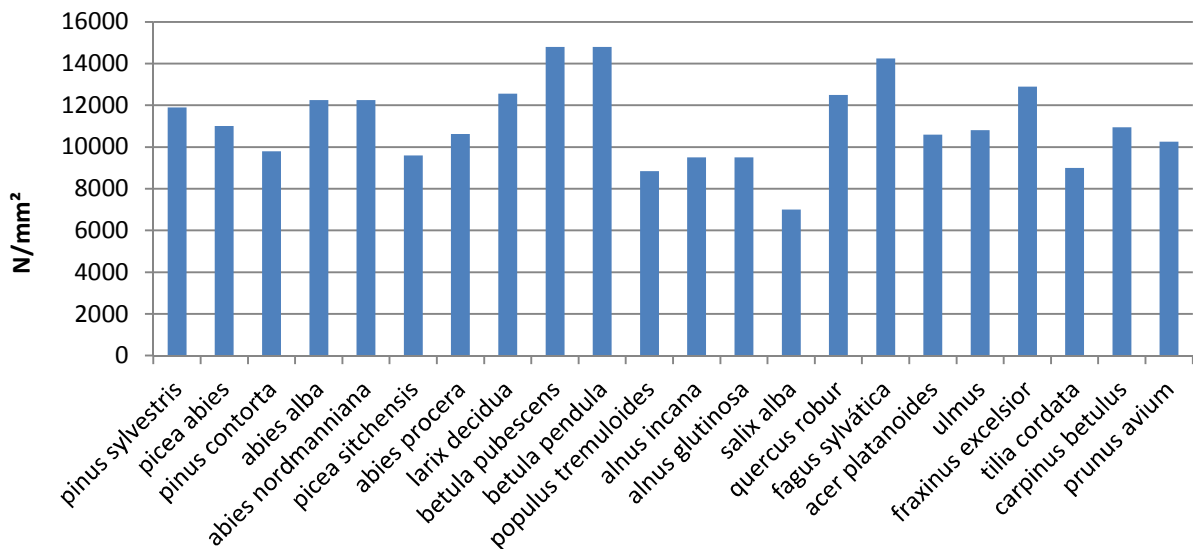


Fig. 3.15- Módulo de elasticidad ( N/mm²)  
Fuente: Especies de Maderas (Aitim)

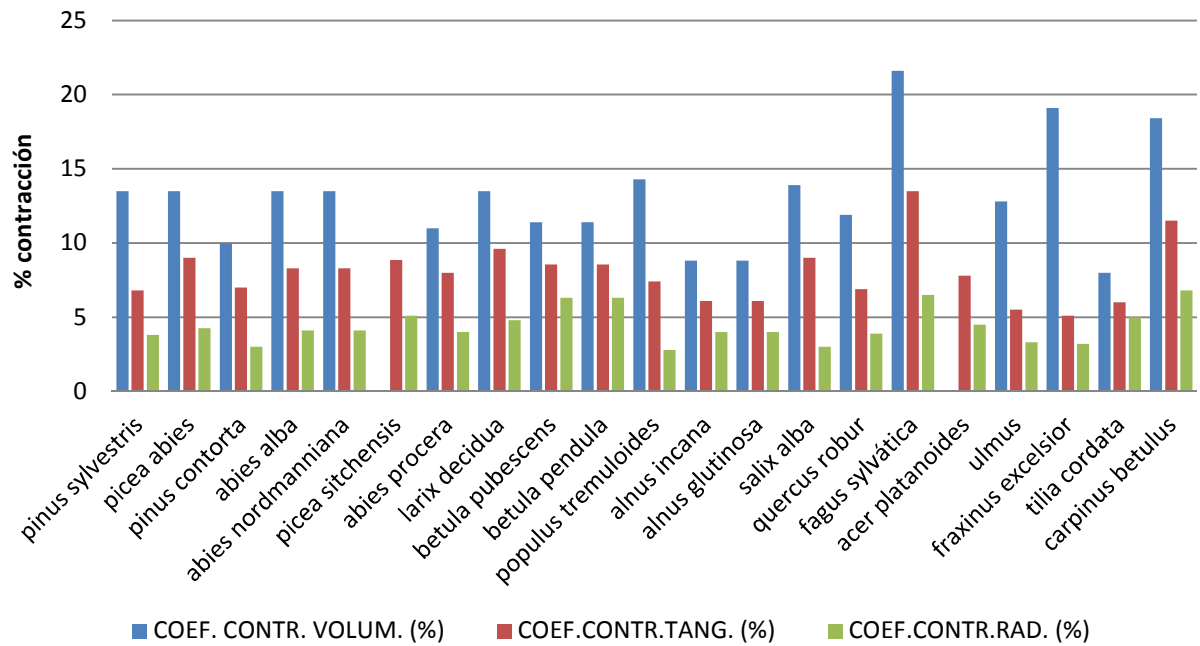


Fig. 3.16- Coeficientes de contracción de la madera  
Fuente : Especies de Maderas (Aitim)

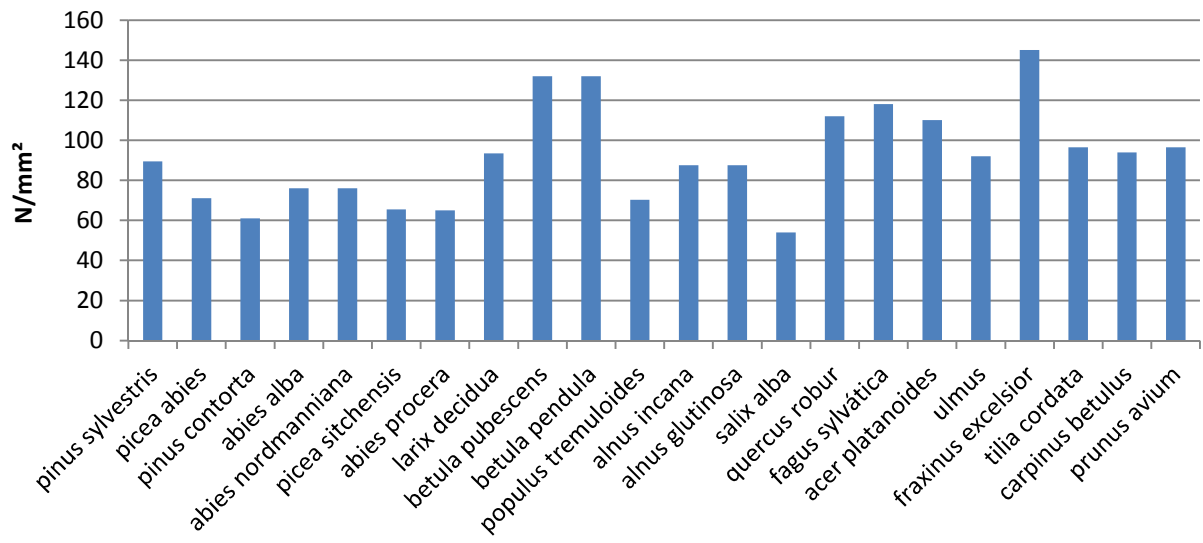


Fig. Flexió.3.17- Flexión estática de las especies (N/mm²)  
Fuente: Especies de Maderas (Aitim)



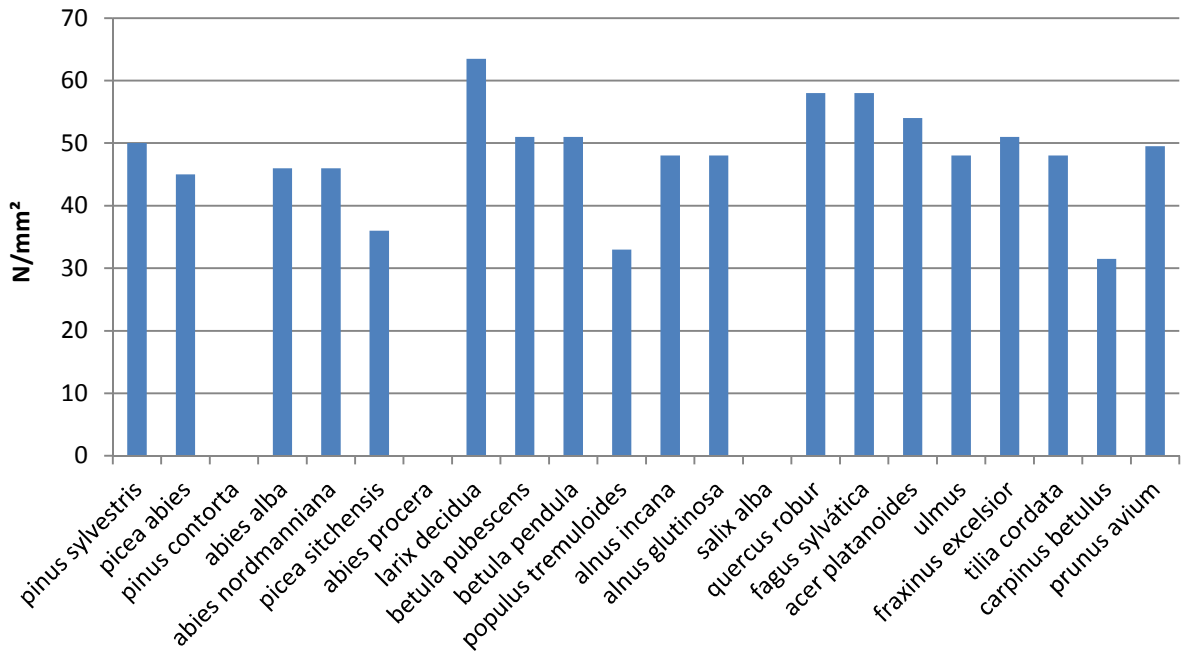


Fig. 3.18- Compresión Axial ( N/mm<sup>2</sup>)  
Fuente: Especies de Maderas (Aitim)

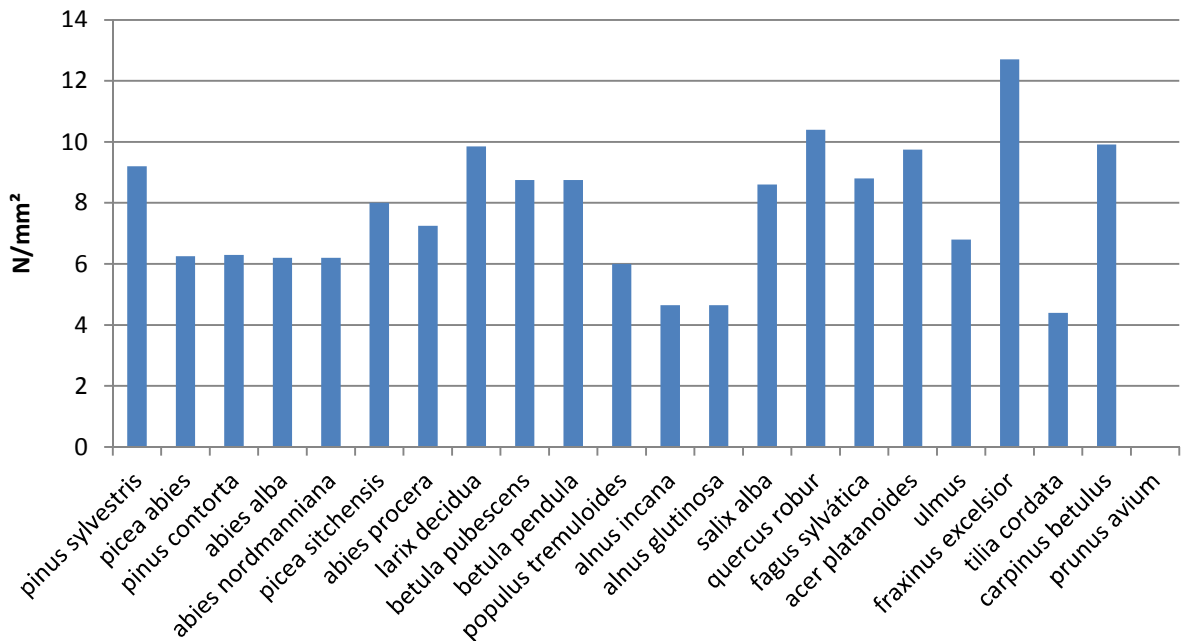


Fig. 3.19- Cortante (N/mm<sup>2</sup>)  
Fuente: Especies de Maderas (Aitim)

Analizando todas y cada una de los datos y gráficos obtenidos, se puede concluir que 8 de las 22 especies más relevantes del territorio que abarcan los países Nórdicos son aptas para el uso estructural y 13 para construcción. Estas especies tan solo representan un 36% y un 54% respectivamente, del total de las especies más relevantes del territorio que abarca nuestro estudio.

Como ya hemos comentado anteriormente, existe una diferencia abismal entre la cantidad de hectáreas de cada especie, destacando el Pino y el Abeto por encima de todo el resto.

Estas dos especies, siendo las que más abundan, son especies aptas para la construcción y para el uso estructural, por lo tanto, la cantidad de hectáreas y metros cúbicos de madera aptos para estas aplicaciones no es proporcional al porcentaje de especies.

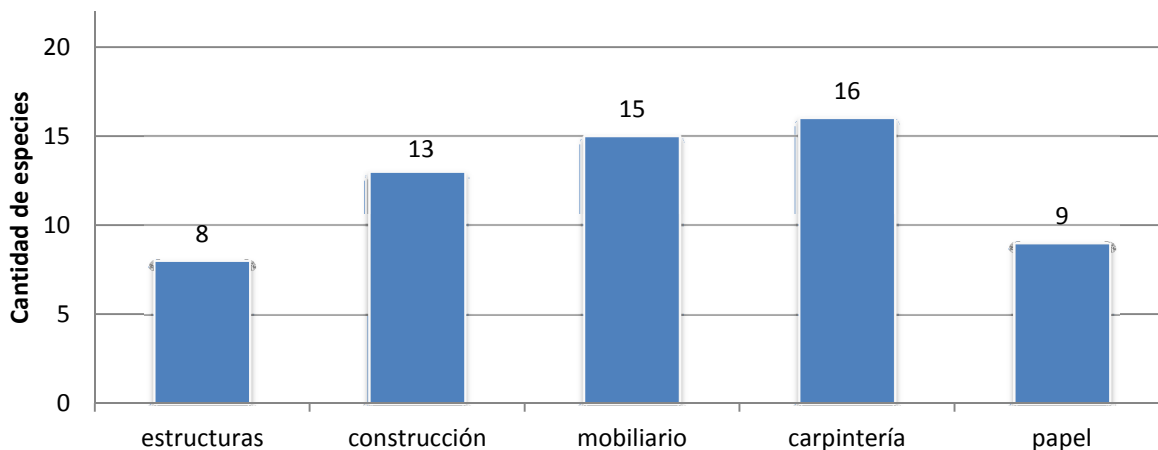


Fig. 3.20- Usos de la madera

Fuente: Propia

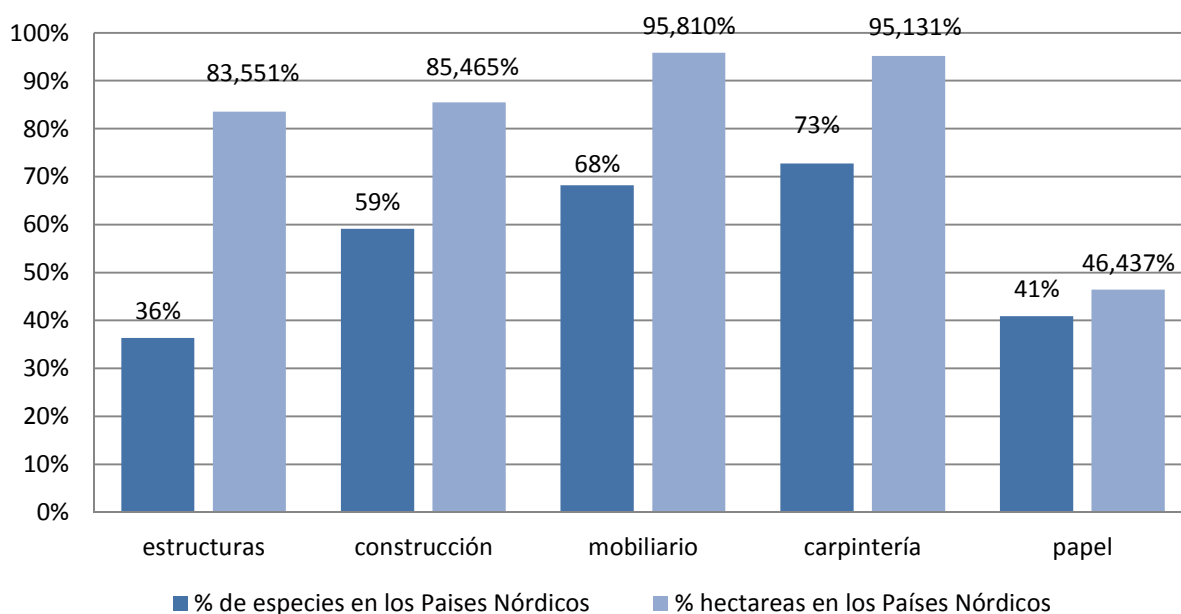


Fig. 3.21- Usos de la Madera

Fuente: Propia

Como podemos observar, más del 80% de la masa forestal de los países Nórdicos está cubierta por árboles cuyo uso es apto para la construcción e incluso el uso estructural.

En Finlandia o Suecia, incluso rebasa el 90% del total, dada la gran población de especies coníferas que encontramos en los bosques boreales que cubren casi por completo estos países.

Es más que lógico, que estas naciones con la mayor masa forestal de toda Europa, y con una proporción mayor al 90% del total de los árboles útil para la construcción, tengan una gran tradición e historia en el ámbito de la construcción de casas de madera.

### 3.5 Mantenimiento, reforestación y protección del medio ambiente

Las prácticas silvícolas utilizadas en el sector forestal nórdico se caracterizan por la mecanización y la búsqueda de la sostenibilidad de los bosques. Hay que introducir nuevos árboles y cuidar los rodales al mismo ritmo de avance de la extracción. La silvicultura en los países del norte es del todo racional y está orientada a la producción, respetando al mismo tiempo las necesidades de conservación de la naturaleza.

Hay cientos de miles de propietarios privados de pequeñas masas boscosas que comparten una proporción importante de los bosques. Los sistemas silvícolas utilizados en esos bosques no difieren demasiado de los que aplican los grandes propietarios. Un motivo de esto es que en el pasado se ha concedido escasa prioridad al perfeccionamiento de métodos silvícolas alternativos mejor adaptados a las necesidades de las actividades en pequeña escala de los bosques nórdicos.

La fertilización con nitrógeno para mantener el nivel de extracción de madera en algunas zonas boscosas ha sido muy utilizada en países como Finlandia. Se suele llevar a cabo después del aclareo y siempre salvaguardando el suministro a largo plazo.

Asimismo, en países como Dinamarca, ha sido puesto en escena el método de la plantación de especies concretas de árboles y minuciosamente seleccionadas a fin de conservar los recursos genéticos de las mismas. Esta práctica se ha puesto en marcha con especies y procedencias de algunas especies importantes que se han visto amenazadas de manera continua.

Sin embargo, el método predominante de regeneración en casi la totalidad de los bosques nórdicos ha sido la plantación de semillas genéticamente mejoradas. La experiencia ha demostrado que la tasa de fracaso de la regeneración es comparativamente baja en la silvicultura de plantación.

La recolección de dichas semillas resulta laboriosa y no siempre es posible, debido al gélido clima. Existen grandes zonas de bosques donde el clima durante el verano es con frecuencia tan frío que las semillas de los árboles sólo maduran en raras ocasiones. Por otro lado, algunas coníferas, como las píceas, producen semillas de manera irregular. En otras, como los abetos y los alerces, las semillas se desprenden durante un período breve después de la maduración de los conos.

Debido a ello se crean los huertos de semillas artificiales, de donde proceden una gran parte de las semillas de árboles utilizadas actualmente en la silvicultura de plantación. Debido a la escasez de mano de obra y otros factores de costes, se han creado viveros en los que se producen plántones en recipientes que permiten una plantación rápida y fácil, manual o mecánica.

Igualmente, en los países nórdicos se practica de manera amplia la “regeneración natural”. En los lugares no idóneos para la plantación, la naturaleza permite a menudo disponer de plántones espontáneos, con la condición de que el lugar se prepare de la mejor manera mediante la escarificación o la quema controlada y contando también con que el clima local sea suficientemente caliente para permitir la maduración de las semillas.



Fig. 3.22. Ejemplo de plantación con plántones mecánicamente  
Fuente: Google imágenes

Tiempo atrás la preparación mecánica del terreno sustituyó la quema controlada. Esto no ha cambiado en la actualidad, se ha mecanizado totalmente la plantación y el aclareo precomercial. La plantación mecánica es difícil en algunas zonas debido a que los suelos son muy rocosos. Actualmente, sin embargo, se utilizan máquinas plantadoras con una capacidad impresionante que trabajan en esas condiciones, preparando cada punto de plantación e introduciendo los plántones con sus recipientes en una sola operación. En Noruega por ejemplo, una de estas máquinas, trabajando con tres turnos diarios, puede plantar tres millones de plántones durante el período sin nieve.

Una parte importante de la silvicultura boreal consiste en buscar las procedencias apropiadas de las especies para las condiciones de los lugares. Muchas de las especies arbóreas de los bosques nórdicos pueden crecer en otras partes de la zona forestal muy alejadas del lugar de origen, siempre que se utilicen procedencias apropiadas.

No se puede ajustar una definición mundialmente válida de las técnicas de mantenimiento sostenible de los bosques nórdicos, pues las condiciones de la vegetación básica y las soluciones varían de región en región y de país en país, según el tipo de ecosistema y el uso histórico de la tierra. En base a ello, en los países nórdicos existe una programación bien fundamentada y coordinada de actividades a nivel nacional, local y eco-regional para la conservación de la biodiversidad forestal.

La mejor manera de imitar las funciones de los bosques naturales es la planificación ecológica del territorio. La ordenación de una tierra forestal comienza con un inventario de los elementos subsistentes de la época de los bosques naturales. Éstos se vinculan mediante una red de corredores boscosos que no se talarán nunca. Generalmente estos corredores son bosques de zonas húmedas, a lo largo de ríos, costas de los lagos, etc. Estas zonas deben estar acordonadas por árboles para evitar la erosión y así conservar su profundidad natural.

En el resto del territorio se emprende la producción forestal con los mejores métodos disponibles. La composición del bosque por edades de las especies facilita su posterior cuidado y ello se combina con métodos de gestión forestal como la quema controlada o la tala selectiva, que son importantes para mantener la diversidad biológica.

La riqueza creada por la industria maderera ha financiado durante mucho tiempo las inversiones en silvicultura y conservación de los bosques. Las subvenciones estatales no son en todos los países iguales, por ello es importante que el mercado financie el desarrollo de una administración forestal

sostenible. Cada país necesita alcanzar un nivel mínimo de capacidad investigadora, educativa y de concientización pública respecto a la necesidad de administrar sosteniblemente la tierra y sus recursos.

## 4. Antecedentes históricos de la aplicación de la madera en construcción y arquitectura.

El concepto de arquitectura Nórdica está estrechamente relacionado con la madera, es la base y tradición de esta zona Europea, pues en fines constructivos, la madera ha sido y sigue siendo uno de los materiales más evidentes.

### 4.1 Kotas y Goathis

En Laponia, norte de Noruega, se pueden encontrar hoy en día resquicios de lo que fueron las primeras construcciones con estructura de madera. El pueblo Sami, pueblo nómada que reside en estas tierras desde hace más de 10.000 años, vivía durante el verano en unas pequeñas tiendas de estructuras de troncos entrelazados, y recubiertas por pieles. Estas tiendas les permitían desplazarse con facilidad de un lado a otro, pues era un pueblo que vivía de la recolección y la caza en las épocas veraniegas. Esta construcción recibía el nombre de *Kotas*.



Fig.4.1- Kota en Laponia, Norte de Noruega  
Fuente: Propia



Fig. 4.2- Goathi, Museo Sami de Karasjok  
Fuente: Propia

Durante el invierno, el frío y las bajas temperaturas obligaban al pueblo a cobijarse mejor de las adversas condiciones.

Los Goathis, construcciones invernales, tenían la misma estructura entrelazada de troncos y recubierta de pieles. Eran mucho más grandes, pues pasaban a ser comunales, y se recubrían con tierra y vegetación, capa que le confería un aislamiento mucho mayor para el crudo invierno y las bajas temperaturas. Los palos que forman su estructura ya no confluyen en un solo punto, y la planta suele ser irregular o elíptica a diferencia de la estrictamente circular *Kota*.





Fig. 4.3- Estructura y acabados del Goathi, Norte de Finlandia, Suecia y Noruega  
Fuente: Faircompanies

## 4.2 Casas de troncos

El diseño de las primeras viviendas construidas en madera se encuentra estrechamente relacionado con los recursos de los cuales se disponía, se trata del sistema con troncos sobrepuestos los unos sobre los otros, o como se conoce actualmente, el sistema LOG HOUSE.

Los primeros edificios construidos datan de la edad de piedra, y están localizados en el norte y este de Europa. Estaban destinados a graneros y saunas. La transición de simple refugio a choza permanente se prolongó hasta llegar al asentamiento fijo en aldeas y ciudades.



Fig.4.4- Cabaña de troncos, sistema más antiguo de construcción con madera.  
Fuente: Noticias arq

Los árboles se seleccionaban en el bosque y se talaban en invierno, cuando tienen una mínima actividad vegetativa y por lo tanto menos savia y nutrientes en sus tejidos, reduciendo así el riesgo de ataques de xilófagos.

La madera se desramaba, se pelaba y se dejaba secar al aire. Posteriormente, la madera ya colocada, se secaba durante el verano perdiendo así el agua libre y la de impregnación. En otoño, aunque la merma continuara su curso, el asentamiento de los muros era ya casi definitivo. Posteriormente se sellaban las juntas utilizando musgo u otros productos naturales, y se remataba la cubierta con corteza de árbol, el abedul era uno de los más utilizados en los países Nórdicos para este fin.

La estabilidad del conjunto se confiaba a las esquinas de la edificación, puntos en los que se realizaban unos ensambles que trababan las cabezas de los troncos.

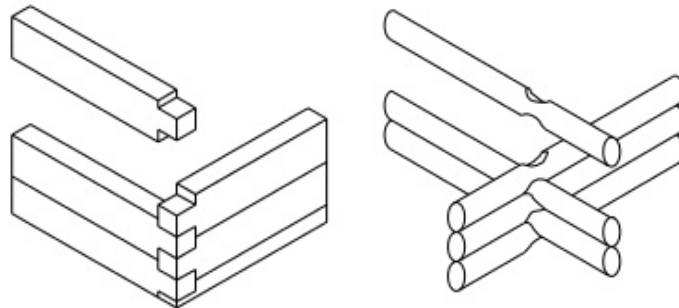


Fig. 4.5 Casas de troncos  
Fuente: Casas de Madera AITIM

Los problemas que aparecían en este tipo de edificaciones eran las diferencias notables en asientos, por efecto del secado, el contacto directo de la madera con el suelo, y la incapacidad de realizar grandes luces. Utilizando este tipo de sistema, la madera trabaja perpendicularmente a la dirección de la fibra, por lo que sus propiedades mecánicas son entre 20 y 30 veces menores que en sentido longitudinal, aprovechando tan solo un 5% de su capacidad resistente.

A finales del siglo XIX se añadió una mejora a este tipo de construcciones tradicionales que se basaba en una cobertura de tierra y césped para la cubierta. Esta cubierta inclinada ajardinada aportaba un peso extra de unos 250kg/m<sup>2</sup> de techo a la estructura, que a su vez comprimía los troncos de las paredes impidiendo así las corrientes de aire a través de ellos. También actuaba como un eficiente aislante térmico y la corteza de abedul aportaba la impermeabilidad y durabilidad necesaria.



Fig. 4.6- Building Zoo, Oslo, Norway  
Fuente: Vilssa

Hoy en día se sigue apreciando este tipo de construcción por su rusticidad y carácter artesanal, y la posibilidad de adaptarlo a la prefabricación, dada la tecnología de la que disponemos.

La variedad en los encajes entre los troncos del muro exterior que se ha conseguido, los anclajes a una cimentación que levante la estructura del suelo, las trabas transversales de los troncos, la aparición de pilares interiores, el aislante térmico, o la mera utilización de los troncos como revestimiento exterior de la construcción; son algunos de los avances que permiten disfrutar hoy en día de este tipo de construcciones con todo el confort que puede ofrecer una vivienda con otro sistema constructivo actual.

La llegada de la revolución industrial en el siglo XVIII aportó nuevas herramientas y técnicas para la construcción. La posibilidad de dividir troncos aserrándolos o las uniones mediante el clavado, ofrecían muchas y variadas alternativas de diseño. De esta manera apareció el sistema de postes o construcción de barras.

Este tipo de construcción aportaba una mayor rigidez y estabilidad de la construcción, y, por lo tanto, la posibilidad de construir edificios con mayores luces, pues el aprovechamiento de la resistencia de la madera era mucho mayor al colocar los tablones en la correcta dirección de las fibras. De este tipo de construcciones derivaron los sistemas que hoy en día conocemos como el entramado ligero y el entramado pesado.

### 4.3 Entramado pesado

Este tipo de edificación supone un paso adelante tanto en concepción arquitectónica como en complejidad. El diseño nace en Europa y es rápidamente exportado a Norteamérica y a China.

En este capítulo cabe diferenciar dos tipos de sistemas: Post&Beam y Timber Frame.

#### 4.3.1 Post&Beam

El sistema Post&Beam está formado por un conjunto de pórticos que forman un conjunto rígido. La rigidez de la estructura se consigue mediante unos tablones diagonales y un atado transversal. También se utilizan clavijas y cuñas que ayudan a rigidizar la estructura.

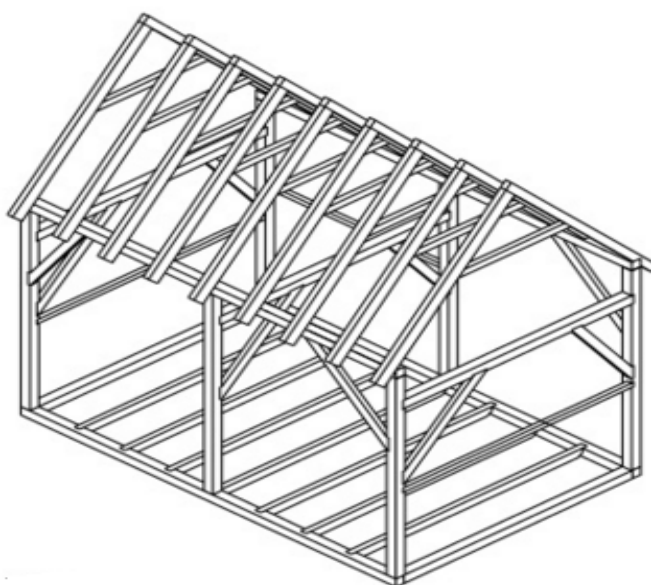


Fig. 4.7- Sistema aporticado de madera.  
Fuente: Casas de Madera AITIM



La estructura que encontramos en este tipo de edificaciones mediante pilares y vigas es totalmente independiente del cerramiento, y las uniones que encontramos en los inicios de este sistema arquitectónico son mediante ensambles o encajes.

El sistema Post&Beam sigue siendo actualmente muy utilizado dada su versatilidad para poder alternar la madera con otros elementos, o el alto grado de prefabricación que permiten y la sencillez de entendimiento y montaje.

Hoy en día podemos encontrar ambiciosas construcciones mediante este tipo de sistema gracias a un estricto control en obra, unos constantes ensayos y mediciones previas, y una prefabricación total del producto final montado en obra.



Fig. 4.8- Olavi Koponen, Villa Langbo. Finlandia

### 4.3.2 Timber frame

El sistema Timber frame se basa en la realización de unos muros de carga mediante elementos lineales de gran escuadría, y con poca separación entre ellos. De esta manera se conseguía un conjunto rígido y muy sólido, pero a la vez muy pesado y costoso.

Antiguamente, los espacios o vanos entre los elementos lineales de la estructura se rellenaban mediante mampostería de piedra, cerámica, madera o incluso vegetales.

Fue un sistema constructivo muy utilizado durante la época medieval comprendida entre los siglos V y XV.

Un ejemplo claro que encontramos en los países Nórdicos del uso y la aplicación de este tipo de sistema, es el de las iglesias construidas entre el 1100 y 1300 d.C. En esta época se construyeron más de

1000 iglesias, de las que aún siguen en pie 30 de ellas. La mayoría mantenidas por la Sociedad de Conservación de los Monumentos Noruegos, e incluso alguna de ellas declarada patrimonio de la humanidad por la Unesco.



Fig.4.9- Edisborg stavkirkje  
Fuente: VisitNorway



Fig.4.10- Hedalen stave church  
Fuente: VisitNorway

Actualmente este sistema ha quedado relegado, dado el consumo y coste de la madera, a obras de rehabilitación en construcciones ya existentes.

#### 4.4 Entramado ligero

Actualmente, este tipo de sistema es el más utilizado en todo el mundo. Más del 70% de las construcciones en madera que se realizan hoy en día en los países Nórdicos, son mediante este sistema constructivo.

Gracias a la aparición de aserraderos y maquinaria con una avanzada tecnología y precisión, la posibilidad de anclar las piezas con herrajes y fijaciones especializadas, y una mano de obra que no requiere una gran experiencia para el montaje y construcción, este sistema se ha abierto paso hoy en día como una solución excelente.

El sistema nació a mediados del siglo XIX en Estados Unidos debido a la necesidad de una construcción rápida y eficaz, y no tardó en extenderse por Canadá y los países Nórdicos.

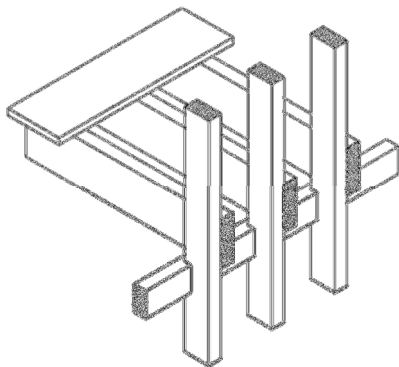


Fig. 4.11- Detalle montantes "balloon frame"  
Fuente: Casas de madera AITIM

El primer sistema que apareció fue el "balloon frame" que solo permitía entramados de dos plantas, puesto que los montantes exteriores eran continuos, y la limitación venía dada por la longitud de las mismas.

Dadas las limitaciones que ofrecía este tipo de sistema, no tardó en aparecer el que acabaría siendo el definitivo y perfeccionado hasta la actualidad, el sistema “platform frame”.

En este tipo de sistema, los montantes se ven interrumpidos en cada una de las plantas por las vigas y el tablero que forman el suelo de la siguiente planta. De esta manera se aporta un mayor arriostramiento a la estructura, y la posibilidad de construir varias plantas.

Las construcciones mediante los entramados ligeros se basan en una estructura formada por montantes de reducida sección y a una distancia de 30-60 cm. el uno del otro, constituyendo así un muro de carga ligero. Estos montantes se fijan mediante listones o correas tanto arriba como debajo consiguiendo así rigidizar la estructura.

Por encima de estos muros de carga ligero encontramos apoyadas las viguetas poco espaciadas que conforman el techo y el suelo de la siguiente planta.

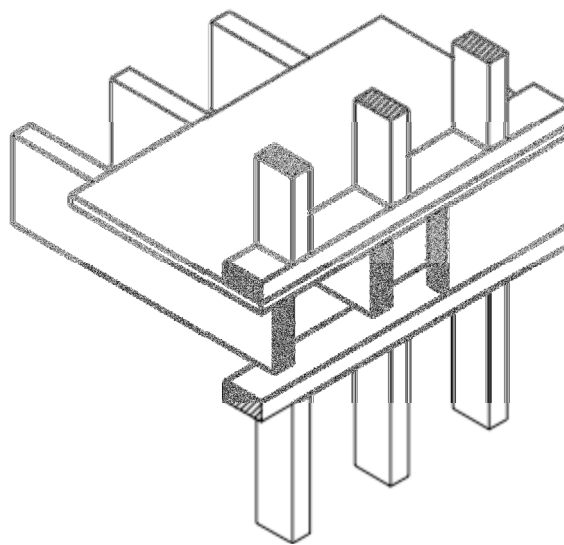


Fig. 4.12- Detalle constructivo sistema “platform frame”  
Fuente: Casas de madera AITIM

Este tipo de sistema es totalmente compatible con los avances tecnológicos que han ido apareciendo como las impermeabilizaciones, las barreras de vapor, impermeabilizantes, barreras acústicas e incluso la combinación con otro tipo de acabados o materiales.

La poca sección de las piezas y el máximo aprovechamiento de su resistencia reduciendo así el coste en materia prima; la posibilidad de combinar diferentes materiales, la utilización de mano de obra no cualificada, o la prefabricación, son algunas de las razones que respaldan este tipo de sistema y lo han llevado a ser uno de los más utilizados desde su aparición hasta la actualidad.



Fig. 4.13- Estructura balloon frame  
Fuente: Google imágenes

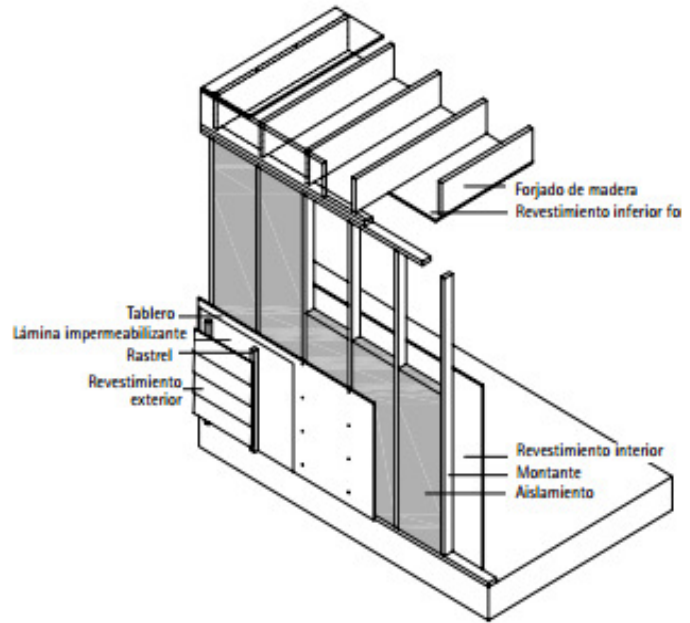


Fig. 4.14- Casa con estructura platform frame  
Fuente: Google imágenes

### 4.3 Estructuras de paneles o placas

La alta capacidad de prefabricación de la que se dispone hoy en día mediante el cálculo y los conocimientos que nos ofrece la avanzada tecnología ha sido clave para la aparición de este sistema constructivo.

Este sistema ofrece la capacidad de integrar todos los materiales necesarios en un muro de carga en un solo elemento prefabricado en el taller para su montaje en obra. Esto implica un aprovechamiento del tiempo y una seguridad en la calidad del producto de la que hasta ahora no se disponía.

Mediante líneas de montaje automatizadas, y un control informático se obtiene un producto prefabricado y totalmente controlado.

Podemos encontrar diferentes tipos de paneles:

- Paneles de madera alistonada
- Paneles de madera laminada
- Paneles de madera aglomerada

El alto grado de prefabricación, la reducción en el tiempo necesario para la construcción o la utilización de productos de un coste mucho menos, son factores económicos que respaldan a este sistema constructivo frente a otro tipo.



## 5. Antecedentes contemporáneos de la aplicación de la madera en construcción y arquitectura.

En la arquitectura nórdica el concepto “tradicional” adquiere su significado más positivo. Se da una importante forma de combinar las tradiciones antiguas con una manera de pensar nueva y radical. La arquitectura en madera puede competir sin desventajas con las edificaciones construidas con otros materiales. Con la madera se optimiza la utilización de recursos y energía, contribuyendo así a mantener bajos los costes.

El desarrollo tecnológico y los nuevos productos derivados de la madera han conducido a que en la actualidad la proporción de edificaciones construidas en madera ascienda.

### 5.1 IGLESIA KATARINA

Ubicación: Estocolmo, Suecia

Año de construcción: 1995

Area: 1400m<sup>3</sup> de madera

Arquitectos: Ove Hidemark Arkitektkontor AB, Ove Hidemark, Ola Forsby y Anders Rosenberg, Ibb Berlund, Jan Hammargren, Jacob Hidemark, Krister Lindstedt, Göran Lundqvist, Dick Sandberg, Jacob Strömholm.

Introducción:

La iglesia fue construida en 1695. Su construcción fue tardía ya que los planos habían sido acabados y diseñados 39 años antes. Se vino abajo a causa de un incendio en 1723. Tras el desastre, en 1724 se erigió la nueva iglesia reconstruida, a la que ahora se le había añadido la torre octogonal que hoy en día la identifica desde lejos.

En 1990 la iglesia se quemó nuevamente pasto de las llamas de otro incendio. En 1995 volvía a coronar Katarinaberget, la montaña sobre la que está edificada.

El sistema de construcción se convirtió en un repaso a las técnicas de construcción empíricas de los siglos XVII y XVIII. Se puso a prueba la tecnología de entonces, la manera de realizar las juntas en madera, de unir la madera cuando trabaja a tracción, de determinar la distribución de las cargas aplicadas según los métodos tradicionales de construcción en madera. Todo eso se convirtió en un intenso viaje de descubrimiento por el antiguo mundo de la artesanía.

La madera de un gran bosque de Hälsingland dio forma a las partes estructurales de la iglesia reconstruida.

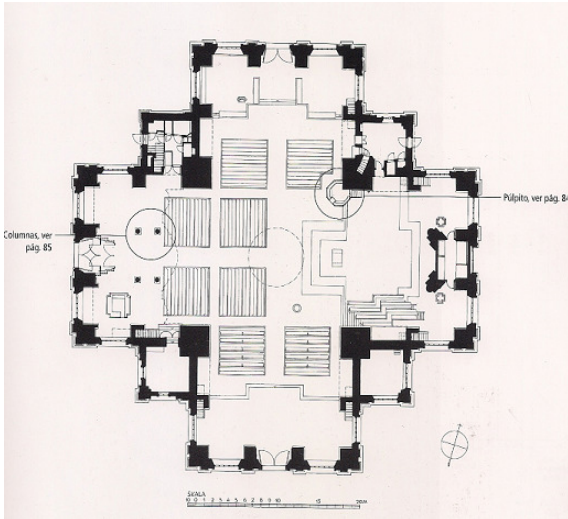


Fig. 5.1 Plano en planta a escala 1:400  
Fuente: Arquitectura nórdica en madera



Fig. 5.2 Iglesia katarina  
Fuente: Arquitectura nórdica en madera

### Construcción:

La iglesia barroca está construida mediante el sistema de *Timber frame*, sistema de construcción ampliamente utilizado en la época medieval en los países nórdicos.

Tanto los pilares como la estructura y cúpula están contruidos íntegramente con madera, parte de ellos siguen a la vista, aunque en ocasiones se revisten de cobre, como es el caso de la cúpula y el lucernario, y piedra y granito en su interior. Se trata de una construcción compleja en su estructura, pero sencilla en expresión. La artesanía es palpable en toda la iglesia, como en la foto abajo adjuntada en los elementos de carpintería y la pintura del púlpito.

El interior de la iglesia ha cambiado una y otra vez a lo largo de los siglos. Sin embargo, el frontal del órgano y el retablo se han conservado aun cuando los elementos del cuerpo de la iglesia adquirían nuevas formas. La vieja arquitectura barroca caracteriza los elementos del interior. La reconstrucción abarca la lista completa de detalles barrocos en madera, desde molduras cepilladas a formas esculpidas.

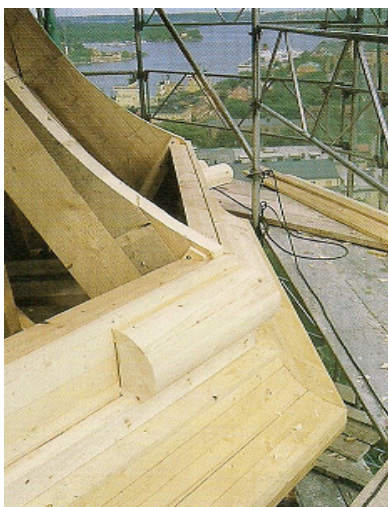


Fig. 5.3 y 5.4 Cabrios de la cúpula y correspondiente entablado.  
Fuente: Arquitectura nórdica en madera

## 5.2 ESCUELA PRIMARIA DE METSOLA

Ubicación: Helsinki, Finlandia

Año de construcción: 1991

Área: 2523m<sup>2</sup>

Arquitectos: Estudio de arquitectura P&P Manner Oy Bitumi Manner, asistido por Pekka Manner



Fig. 5.5 Escuela desde el campo de deportes

Fuente: Arquitectura técnica en madera

### Introducción:

El antiguo edificio de la escuela estaba situado sobre una pequeña colina junto a un viejo camino estrecho de grava; durante la primavera los bosques circundantes estaban llenos de anémonas. Con la expansión del desarrollo urbano el lugar perdió su idílico carácter rural. En 1972, el edificio se incendió y fue reemplazado por barracas en las que se mantuvo la escuela durante casi 20 años. En 1985 se ofreció un nuevo lugar para la escuela en los terrenos de la mansión señorial de Tuomarinkylä. El solar estaba situado en medio de un parque natural, y aunque una vez más las anémonas florecían en los bosques de alrededor de la escuela, la idea principal fue que el lugar se conservara inalterado.

### Construcción:

El objetivo del proyecto no fue construir una escuela que dominase el ambiente natural circundante. La base es circular y ondulante, de modo que no es posible ver la fachada del edificio en su totalidad. Los ángulos en dirección al exterior de las estancias forman una pared escalonada. El techo fue construido en forma de tienda de campaña con una abertura en el interior: el patio.



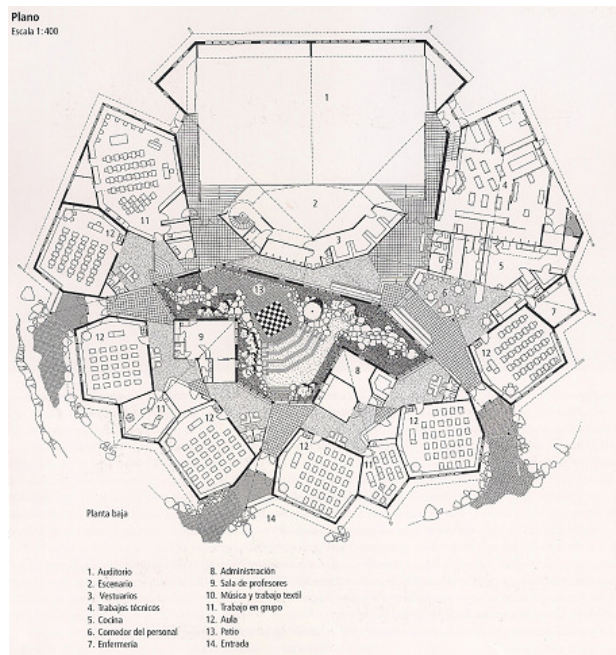


Fig. 5.6 Plano en planta a escala 1 : 400  
Fuente: Arquitectura técnica en madera



Fig. 5.7 Pasillo que rodea el patio y comunica las aulas  
Fuente: Arquitectura nórdica en madera

Se trata de un sistema constructivo *platform frame*, caracterizado en que los entramados verticales que conforman los muros tienen la altura de un piso. Sobre estos entramados que rematan en la parte superior en una sobrolera de nivelación, se colocan y apoyan los envigados de entrepiso que conforman los entramados horizontales del sistema, que con los elementos de rigidización más el entablado de piso configuran una plataforma que constituye la superficie de trabajo para el piso siguiente y así sucesivamente. La rapidez en la ejecución de este sistema hace que sea el más utilizado en viviendas de madera. Además tiene piezas pequeñas que facilitan la prefabricación lo cual la hace aún más eficaz.

La parte interior está caracterizada por un pasillo circular que sigue el perímetro del patio y conecta con todas las aulas. Debido a que el terreno no está nivelado, el edificio se ha realizado de forma escalonada en tres plantas con una diferencia de altura de un metro. La sala principal está directamente conectada con el comedor del personal y es utilizada también como cafetería y como aula para el desarrollo de diferentes actividades de los alumnos. Toda la actividad se desarrolla en esta planta; sólo la sala para actividades deportivas y las aulas para aplicaciones técnicas se encuentran en otra planta.

Todos los ángulos internos y externos son iguales. Fueron diseñados utilizando madera aserrada oblicuamente.

La superficie interna de las paredes ha sido revestida con 50 mm de material aislante. Este material, paneles acústicos lavables, sirve también como superficie donde se puede fijar material informativo, así hay espacio para presentar el trabajo de cada alumno tanto en los pasillos como en las aulas.

## 5.3 SAUNA RURAL

Ubicación: Kaavi, Finlandia

Año de construcción: 1996

Área: 62m<sup>2</sup>

Arquitectos: Seppo Häkli



Fig. 5.8 Sauna rural vista desde el lago  
Fuente: Arquitectura técnica en madera

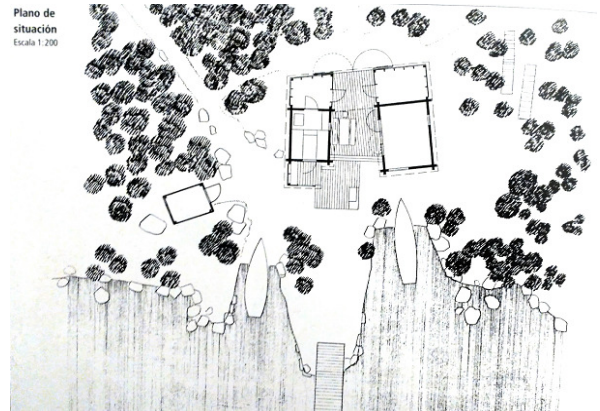


Fig. 5.9 Plano en planta a escala 1 : 200  
Fuente: Arquitectura técnica en madera

### Introducción:

Situada en la isla de Innukka, a unos 100 metros de la costa, en una pequeña ensenada a orillas del lago Kaavinjärvi. El edificio fue construido en el lugar de un edificio destruido en un incendio, y está construido con troncos labrados a mano al estilo tradicional. Visto desde el lago, el edificio no parece distinto de las estructuras del entorno en cuanto a tamaño o apariencia. Tiene bastante en común con las pequeñas casas de la isla, las cuales forman grupos homogéneos rurales a lo largo de toda la costa circundante.

### Construcción:

El edificio está construido con pino silvestre sin tratamiento mediante el sistema *log house*, basado en la superposición de troncos horizontalmente mediante un redondeado en su cara inferior y superior consiguiendo la traba de la estructura en las esquinas de la construcción.

Los tabiques son de robustas tablas machiembradas y los marcos de las ventanas están instalados directamente en la tabla hembra y sujetos con pequeños pasadores de madera.

Las cubiertas son a un agua cuya pendiente está direccionada hacia el patio interior.



## 5.4 Vivienda unifamiliar

Ubicación: Archipiélago de Estocolmo, Suecia

Año de construcción: 1993

Área: 125m<sup>2</sup>

Arquitectos: Per Friberg



Fig. 5.10 Vivienda unifamiliar bajo los robles del archipiélago

Fuente: Arquitectura nórdica en madera

Introducción:

El emplazamiento de la obra es un promontorio de varios cientos de metros de ancho, con pinos a lo largo de la costa envolviendo un robledal sobre una ladera orientada al sur. La forma inicial en L fue transformándose gradualmente, a través de una forma en U, en una O. No un atrio cerrado, sino media O, en donde la mitad del círculo lo forma la casa y el resto es un muro bajo de piedra orientado hacia el suroeste.

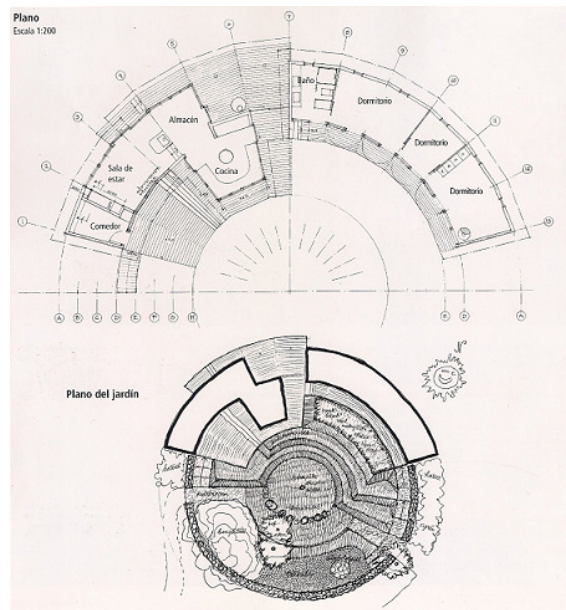
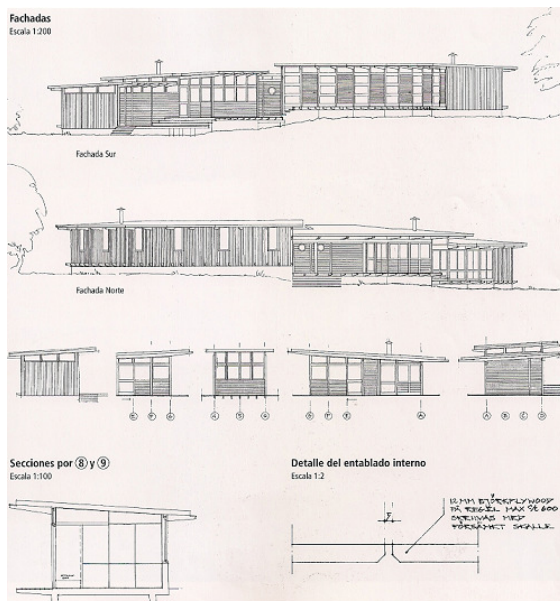


Fig. 5.11 Plano en planta de las fachadas a escala 1 : 200

Fig. 5.12 Plano en planta del edificio y del jardín a escala 1 :200

Fuente: Arquitectura técnica en madera

Construcción:

El sistema de construcción es equivalente al utilizado en la escuela de Metsola, esto es, el entramado ligero.

El ala curvada cierra el espacio abierto, al mismo tiempo que se abre por su periferia al mundo exterior. Se forma de esta manera un jardín resguardado, en el que discurren senderos de bloques de madera entre

plantas y arbustos. Los espacios se disponen según el reloj solar, con los dormitorios al Este, las salas de estar al Sur y las de uso vespertino al Oeste. A continuación dos terrazas resguardadas del viento, una orientada hacia el jardín, y otra hacia un espacio infinito, el paisaje.

El terreno presenta un desnivel de algunos metros, ello realza la forma circular con la casa y sus terrazas en tres niveles siguiendo la pendiente del terreno.

El material de construcción obviamente es la madera. Tablazón y tapajuntas de madera sin cepillar hacia el exterior, y entabladura horizontal con rebaje a media madera hacia el jardín. Para el interior se elige el contrachapado de madera de abedul para las paredes, en contraste con los sólidos suelos de pino y los rústicos techos de tablas machihembradas sin cepillar.

Con su geometría en contraste con el paisaje, la propia casa se adapta y se subordina a él.

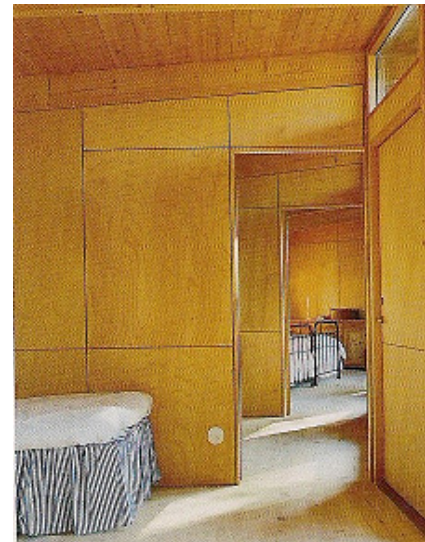


Fig. 5.13 Interior del edificio. El paisaje y el jardín están siempre presentes

Fig. 5.14 Los dormitorios forman un suave círculo

Fuente: Arquitectura técnica en madera

## 5.5 Otras edificaciones

### 5.5.1 Pabellón olímpico de deportes

Ubicación: Hamar, Noruega

Año de construcción: 1992

Área: 25.000m<sup>2</sup>

Tipo de obra: Obra nueva

Arquitectos: Niels Torp A.S. Arkitekter MNAL y Biong&Biong Arkitektene en colaboración con Bjorbekk&Lindheim AS



Fig. 5.15 Pabellón Olímpico, Hamar

Fuente: Arquitectura técnica en madera



## 5.5.2 Cámara de tejidos de Zorn

Ubicación: Mora, Suecia  
Año de construcción: 1993  
Área: 280m<sup>2</sup>  
Tipo de obra: Museo

Arquitectos: Andersson Landström AOS ARC AB,  
Anders Landström, ayudante Mikael Bergqvist



Fig. 5.16 Pabellón Olímpico, Hamar  
Fuente: Arquitectura técnica en madera

## 5.5.3 Edificios de viviendas de varias alturas

Ubicación: Ylöjärvi, Finlandia  
Año de construcción: 1996  
Área: 1467m<sup>2</sup>  
Tipo de obra: Obra nueva

Arquitectos: Estudio de arquitectura ARKVE Oy,  
Jussi Vepsäläinen



Fig. 5.17 Fachada principal del edificio  
Fuente: Arquitectura técnica en madera

## 5.5.4 La villa Eke

Ubicación: Archipiélago de Estocolmo, Suecia  
Año de construcción: 1988-90  
Área: 930m<sup>2</sup>  
Tpo de obra: Obra nueva

Arquitectos: Andersson Landström AOS ARC AB, Anders Landström con Cecilia Andreasson



Fig. 5.18 Terraza de la fachada sur Fuente: Arquitectura técnica en madera

# Proyecto básico

---

## 6. Desarrollo del proyecto básico de construcción de una vivienda, aplicando la normativa de la región estudiada

### 6.1 Datos generales

#### 6.1.1 Identificación y objeto del proyecto

**Proyecto:** Proyecto básico de una edificación aislada

**Objeto del encargo:** Obra de nueva construcción

ESPAÑA:

#### 6.1.2 Agentes del proyecto:

**Promotor:** Nombre: Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona.

Trabajo de final de grado

Dirección: Av.Dr Marañón. 44, 08028 Barcelona

Teléfono: 934016300

**Proyectista:** Nombre: Pablo Clusa Garcia

Nº colegiado: 464086

NIF: 45612389

Dirección: C/ Mercedes 4, 2º4º 08024 Barcelona

Teléfono: 934567891

### 6.2 Memoria Descriptiva:

#### 6.2.1 Información previa: Antecedentes y condicionantes de partida

La edificación estará situada en la Floresta, distrito de Sant Cugat del Vallés, provincia de Barcelona, con una altura topográfica de 124m.

El emplazamiento de la edificación se realizará en un solar de 300m<sup>2</sup> y de forma rectangular. El solar consta de una orientación sur a la calle Josep Llimona con un frente de 20 m., y una profundidad de 15m.

Tan solo limita la fachada norte con una edificación aislada, y la topografía del terreno es totalmente plana, no encontramos ningún tipo de pendiente que dificulte la construcción de nuestra edificación aislada.



En cuanto a las prestaciones del edificio, este cumplirá las exigencias y requisitos básicos que están establecidos y determina el Código Técnico de la Edificación. De la misma manera se dará cumplimiento a la normativa técnica de ámbito estatal.

## 6.2.2 Descripción del proyecto:

### 6.2.2.1 Descripción general del proyecto y de los espacios interiores

Este proyecto se basa en la edificación de una obra nueva de una vivienda unifamiliar aislada destinada a un estudio privado. Esta edificación estará situada en la calle X con X, La Floresta, provincia de Barcelona.

Se proyecta un edificio aislado, de forma rectangular y de una sola planta. Nos encontraremos un porche de entrada que abarca toda la fachada sur de la edificación y de 1,5m. de profundidad, accesible por todos sus costados y un acceso a la vivienda en el mismo centro de la fachada. Una vez dentro se distinguen dos espacios diferenciados; la zona de trabajo y la zona de descanso. La zona de trabajo, ubicada en la parte oeste de la edificación, y de mayores dimensiones, consta de un espacio abierto y luminoso como zona de trabajo y una cocina abierta. Asimismo, la zona de descanso consta de una única habitación orientada al sur-este y conectada con el lavabo.

La cubierta tiene una inclinación del 3% y la orientación de la edificación permite una iluminación constante durante las horas de día en la zona de trabajo.

El porche de la vivienda consta de un alero de 1,5m. en el sur de la edificación que permite que los rayos solares incidan directamente en invierno, al contrario que en verano.

### 6.2.2.2 Cumplimiento de la normativa urbanística

En este proyecto no nos ajustaremos a las diferentes normativas dado que se trata de un proyecto básico como ejemplo de aplicación de uno de los sistemas constructivos utilizados en los países Nórdicos implementados en nuestro país.

### 6.2.2.3 Relación entre superficies útiles y construidas

	Superficies útiles	Superficie útil	Superficie construida
Zona de día		17,99	21,95
Zona de Noche		10,10	14,83
Dormitorio	5,5		
Baño	5,5		
Exterior		12.81	12.81
<b>TOTAL</b>		<b>40.09</b>	<b>49.59</b>

FIG. 6.1 Relación entre superficies útiles y construidas

Fuente: Propia

## 6.2.2.4 Seguridad en caso de incendio

Las condiciones del edificio proyectado en relación a la seguridad en caso de incendio estarán sujetas a las exigidas por el CTE DB-SI.

### Propagación interior (SI-1):

La construcción de esta vivienda estará compartimentada en un solo sector.

**Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio** <sup>(1)(2)</sup>

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: <sup>(4)</sup>				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 <sup>(5)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento <sup>(6)</sup>	EI 120 <sup>(7)</sup>	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI <sub>2</sub> t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Fig 6.2 Tabla resistencia al fuego de paredes, techos y puertas.

Fuente: C.T.E.

La resistencia al fuego será de EI 60 según indica la normativa para los elementos de viviendas residenciales, así como la cubierta del edificio.

Las puertas serán EI 60, sus hojas están comprendidas entre los 0,6m y 1,23m, y han sido ensayadas y clasificadas conforme a las normas UNE-EN 1634-1:2010 y UNE-EN 13501-2:2009+A1:2010.

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables para las instalaciones tiene continuidad en todo su recorrido.

Los revestimientos de techos y paredes cumplirán la resistencia al fuego C-s2, d0; y los suelos EFL respectivamente según indica la normativa.

**Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos**

Situación del elemento	Revestimientos <sup>(1)</sup>	
	De techos y paredes <sup>(2) (3)</sup>	De suelos <sup>(2)</sup>
	Zonas ocupables <sup>(4)</sup>	C-s2,d0
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	CFL-s1

Fig. 6.3 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Fuente: C.T.E.

### Propagación exterior (SI-2):

Al tratarse de un edificio aislado por completo, la propagación exterior no se analizará en este proyecto.

### Evacuación de los ocupantes (SI-3):

La longitud de los recorridos de evacuación hasta la salida de planta no excede de 25 m dado que es una vivienda residencial de una sola planta y con una única salida.

No son necesarios el control de humos ni la evacuación de discapacitados.

#### Instalaciones contra incendios (SI-4):

Se colocará un extintor de eficacia 21A/113B en la vivienda a 15m. Como máximo de recorrido desde la puerta de evacuación.

#### Intervención de bomberos (SI-5)

Al no contar con una evacuación descendente de más de 9m. esta edificación aislada de una sola planta no debe atenerse a las exigencias que se exponen en este apartado del CTE.

#### Resistencia al fuego de la estructura (SI-6)

La resistencia al fuego de los elementos estructurales será R30 según indica la normativa para viviendas unifamiliares con una altura de evacuación menor a los 15m.

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

<sup>(1)</sup> La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

<sup>(2)</sup> En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

<sup>(3)</sup> R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

<sup>(4)</sup> R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Fig. 6.4 Resistencia al fuego de los elementos estructurales

Fuente: C.T.E.

## 6.3 Memoria constructiva

### 6.3.1 Trabajos previos, replanteo y adecuación del terreno

En el solar a edificar nos encontramos con un terreno sin ningún tipo de edificación previa o instalaciones que debamos derribar o retirar.

El terreno es prácticamente llano y las acometidas de las redes generales de abastecimiento están situadas en la calle que encontramos delante de nuestra edificación.

Se realizará un desmonte de tierras mediante una excavación a cielo abierto para la cimentación de la vivienda.

### 6.3.2 Sustentación del edificio

La cimentación de la edificación no se analizará debido a que es un proyecto imaginario y debido a la imposibilidad de acceder a un estudio geotécnico acerca del terreno sobre el que se pretende realizar el estudio de la construcción de la edificación que nos ocupa.

Tampoco se considera que exista nivel freático.

En caso de que se realizara, se debería diseñar una cimentación que soportara y transmitiera las siguientes cargas al terreno:

- Pilares: 19.32 KN/m<sup>2</sup>
- Montantes: 2.76 KN/m<sup>2</sup>

### 6.3.3 Estructura

Se ha realizado el cálculo de la estructura de nuestra edificación mediante el programa WINEVA, y a través de unas hojas de cálculo que siguen el método establecido por la normativa existente.

#### Descripción:

La estructura constará tan solo de una planta baja formada por muros de entramado ligero y tres pilares de madera de pino en el porche que sustentarán la viga de cabeza, y a su vez las vigas de la cubierta.

La estructura horizontal de la planta cubierta será la de un forjado unidireccional compuesto por vigas de madera con un intereje de 40cm. y con una luz máxima de 6m. Estas se sustentarán en el pórtico formado por los montantes en la fachada norte, el pórtico de la fachada sur, y en una viga que repartirá la carga uniformemente en los tres pilares del porche.

Las dimensiones de las vigas serán las siguientes:

Vigas de 120mmx 190mm y clase resistente C18

Viga de 140mm x 190mm y clase resistente C18

Los muros de la estructura del entramado ligero están formados en todos los casos por montantes verticales de 38x140mm con un intereje de 40mm. Están atados por su parte inferior y superior mediante testeros. Se sitúan sobre un durmiente tratado, que a su vez descansa sobre un material elástico y lámina impermeable justo encima del muro de hormigón que soportará las cargas.

Encima del testero superior de los muros de la estructura de entramado ligero situaremos la carrera, sobre la que descansarán las vigas de cubierta.

Con el fin de rigidizar la estructura, colocaremos un panel de madera MDF en las caras interiores y exteriores del muro de 19mm.

- Clase resistente de montantes, testeras, durmientes, y carreras será C18

Entre montantes situaremos el aislamiento térmico mediante lana de roca.

### 6.3.4 Carpintería interior y exterior

#### Carpintería exterior:

La carpintería exterior de la vivienda está compuesta por 11 vidrieras, 3 ventanas y una puerta de doble hoja.

- 10 vidrieras de 26cm x205cm.
- 1 vidriera de 21cm x205cm.
- 1 ventana de 74cm x 140cm.
- 1 ventana de 104cm x 140cm.
- 1 ventana de 154cm x 140cm.
- 1 puerta de doble hoja de 1,17cm x 2,20cm.

Las vidrieras están formadas por un marco de madera tratada y un doble vidrio laminar de 5+5.

Todas las ventanas son correderas de dos hojas con marco de pino tratado con un perfil de 5mm. De la misma manera que las vidrieras constan de un doble vidrio laminar de 5+5.

Puerta de Pino de dos hojas con montante de madera.

#### Carpintería interior:

La carpintería interior estará formada por dos puertas de madera de 72cm x 210cm. Estas puertas estarán compuestas por un bastidor interior y una chapa de pino de madera contrachapada como acabado exterior.

### 6.3.5 Acabado interior y exterior

#### Acabado exterior:

El acabado exterior de las fachadas será con unas lamas de composite de madera tratada, encajadas las unas con las otras y clavadas a los rastreles que van unidos de manera vertical al tablero contrachapado. Se creará un espacio entre las lamas y el panel MDF que creará una ventilación ascendente en todos esos huecos entre rastreles.

El pavimento exterior será de hormigón, con un acabado superficial antideslizante

#### Acabado interior:

El acabado interior será de dos placas de cartón yeso, colladas directamente al panel MDF que rigidiza los montantes en la parte interior. A estas placas de cartón yeso se les aplicará una pintura plástica.

El pavimento interior está compuesto por un parquet natural de roble vivo cepillado y aceitado.

### 6.3.6 Instalaciones

No se ha realizado el cálculo de las instalaciones, pero el solar dispone de todas las infraestructuras necesarias para los servicios del agua, luz, gas, telecomunicaciones y alcantarillado.

El diseño y cálculo de las instalaciones permitirán satisfacer los requisitos que exige la normativa.

Las conexiones de agua y gas, así como sus contadores, está previsto que se instalen en la fachada norte de la edificación, donde se ubican todas los puntos de consumo de estas instalaciones.

Electricidad y telecomunicaciones, por el contrario está previsto que se ubiquen en la fachada sur de la edificación.

## 6.4 Valoración económica

Pa	U.	Descripción	Medic.	Precio.	Total (€)
.				U.	
<b>1.</b>		<b>Acondicionamiento del terreno</b>			<b>66,37</b>
1.1	m3	Desmante de tierra con empleo de pala cargadora sobre neumáticos	34,57	1,92	66,37
<b>2.</b>		<b>Estructuras</b>			<b>15362,36</b>
2.1	m3	Pilar de madera de pino silvestre C18 con acabado cepillado, de 14x14cm de sección y largo de hasta 2,52m, trabajada en taller y con un tratamiento insecticida-funguicida con nivel de penetración NP 2(UNE-EN 351-1). 3,00 unidades 0,05 m3/u	0,15	669,83	100,47
2.2	u	Pie de pilar de acero galvanizado S235 J de doble pletina, con anclaje con anclaje mecánico mediante pasadores WA M10-78/5 a hormigón, y pernos o tirafondos LAG 10x80 a madera.	3,00	10,25	30,75
2.3	m3	Listones de madera de pino silvestre C18 de corte de sierra, de 14x3,8cm de sección y de 5m de altura, para la formación de un muro de entramado ligero, trabajado y montado en taller y con un tratamiento insecticida-funguicida con nivel de penetración NP 1 (UNE-EN 351-1). Montado en taller y colocado en obra. 68,00 unidades(14x3,8) 0,01 m3/u (14x3,8)	0,90	669,83	605,79
2.4	m3	Durmientes y cabeceros y carreras de madera de pino silvestre C18 de corte de sierra, de 14x3,8cm de sección y de 5m de altura, para la formación de un muro de entramado ligero, trabajado y montado en taller y con un tratamiento insecticida-funguicida con nivel de penetración NP 1 (UNE-EN 351-1). Montado en taller y colocado en obra. 36,00 unidades(14x3,8) 0,01 m3/u (14x3,8)	0,48	669,83	320,71

2.5	m3	Viga de madera de pino silvestre C18 con acabado de corte de sierra, de 12x19cm de sección y largo de hasta 5,75m, trabajada en taller y con un tratamiento insecticida-funguicida con nivel de penetración NP 1 (UNE-EN 351-1). Montado en taller y colocado en obra. 21,00 unidades 0,13 m3/u	2,75	669,83	1844,11
1.5	m3	Viga de madera de pino silvestre C18 con acabado de corte de sierra, de 14x19cm de sección y largo de 8,20m, trabajada en taller y con un tratamiento insecticida-funguicida con nivel de penetración NP 2 (UNE-EN 351-1). Montado en taller y colocado en obra.	0,21	669,83	140,66
2.6	m2	Tablero contrachapado para cubierta con placas de madera tipo G clase 1, de 10mm de grosor, para ambiente seco según la normativa UNE-EN 636, reacción al fuego B-s2, d0, acabado revestido con placas de madera de conífera, cortado a medida y colocado en taller	99,12	75,34	7467,70
2.7	m2	Tablero de densidad media MDF Ignífugo de 19mm de espesor para el aplacado de divisiones interiores del muro de entramado ligero, con una clasificación Bs2d0 según normativa EN 13501, montado en taller y colocado en obra	114,71	42,30	4852,15
<b>3. Cubierta</b>			<b>3089,46</b>		
3.1	m2	Cubierta inclinada con una pendiente media del 3%, formada por estructura portante, dispuesto entre cabios de madera de 50x50 mm de sección. Cobertura compuesta por bandeja de zincitanio, "RHEINZINK" Clic System, acabado natural, de 0,7 mm de espesor, ejecutado mediante el sistema de junta de listón y 80 cm entre ejes. colocada en obra	49,59	62,30	3089,46
<b>4. Divisiones interiores</b>			<b>1470,44</b>		
4.1	m3	Listones de madera de pino silvestre C18 de corte de sierra, de 14x3,8cm de sección y d,5m de altura, para la formación de un muro de entramado ligero, trabajado y montado en taller y con un tratamiento insecticida-funguicida con nivel de penetración NP 1 (UNE-EN 351-1). Montado en taller y colocado en obra.  18,00 unidades (8,9x3,8) 0,01 m3/u (8,9x3,8)	0,24	708,92	169,72



4.2	m2	Tablero de densidad media MDF Ignífugo de 19mm de espesor para el aplacado de divisiones interiores del muro de entramado ligero, con una clasificación Bs2d0 según normativa EN 13501, montado en taller y colocado en obra	30,75	42,30	1300,73
<b>5. Impermeabilizaciones y aislamientos</b>			<b>2468,28</b>		
5.1	m2	Membrana de densidad superficial 1,2 kg/m2 i de 1 mm de grosor, de una lámina de caucho sintético no regenerado (butilo), colocada clavada y con adhesivo de caucho sintético, reforzada con fijaciones mecánicas.	57,35	32,25	1849,67
5.2	m2	Filtro de lana de roca de 20 a 25 kg/m3 de 140mm de grosor con papel kraft en el interior del muro de entramado ligero. Colocado en obra.	45,62	6,82	311,11
5.3	m2	Filtro de lana de roca de 20 a 25 kg/m3 de 50mm de grosor con lámina de aluminio en la misma dirección de las fibras, para cubierta. Colocado en obra.	75,00	4,10	307,50
<b>6. Revestimientos</b>			<b>13102,03</b>		
6.1	m2	Revestimiento de paramentos verticales exteriores con perfil de composite de madera y plástico de 170 a 190mm de ancho y 18mm de grosor, colocado sobre rastreles con fijaciones mecánicas.	57,35	153,59	8809,00
6.2	m2	Parquet mosaico de madera de roble de 120*24*8 mm. Colocado con adhesivo a rompe juntas	47,47	49,50	2349,77
6.3	m2	Trasdosado vertical de dos placas de cartón yeso laminado resistente al fuego A / UNE-EN 520 - 1200 / 2500 / 15 / de borde afinado, recibido con pasta de agarre y fijaciones mecánicas sobre el paramento vertical.	88,13	16,90	1489,40
6.4	m2	Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de placas de yeso laminado, mano de fondo con resinas acrílicas en dispersión acuosa y dos manos de acabado con pintura plástica	88,13	5,15	453,87

<b>7. Carpintería exterior e interior</b>		<b>5603,08</b>		
7.1	U Puerta de paso de una hoja de 203x72,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con plafones de forma recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm	2,00	222,75	445,50
7.2	U Puerta de entrada de doble hoja de 203x116,5x4,5 cm, hoja tipo castellana, con cuarterones, con tablero de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; precerco de pino país de 130x40 mm; galces macizos de pino melis de 130x20 mm; tapajuntas macizos de pino melis de 70x15 mm. Colocada en obra	1,00	368,33	368,33
7.3	U Carpintería exterior de madera de pino para ventana corredera de dos hojas de 156 x 140, con moldura clásica, junquillos, y tapajuntas de madera, con capacidad para recibir un acristalamiento de 32mm y acabado mediante sistema de barnizado traslúcido colocado en taller y montado en obra	1,00	879,60	879,60
7.4	U Carpintería exterior de madera de pino para ventana corredera de dos hojas de 116 x 140, con moldura clásica, junquillos, y tapajuntas de madera, con capacidad para recibir un acristalamiento de 32mm y acabado mediante sistema de barnizado traslúcido montado en taller y colocado en obra	1,00	764,12	764,12
7.5	U Carpintería exterior de madera de pino para ventana abisagrada de apertura hacia el interior, de 76 x 140cm con moldura clásica, junquillos, y tapajuntas de madera, con capacidad para recibir un acristalamiento de 32mm y acabado mediante sistema de barnizado traslúcido colocado en taller y montado en obra	1,00	487,23	487,23
7.6	Carpintería exterior de madera de pino, para fijo, de 300x1400 mm, marco de 68x78 mm de sección, moldura clásica, junquillos y tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor de 32 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo $U_{h,m} = 1,43 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ , con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1200, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado traslúcido; con premarco, colocado en obra	1,00	226,30	226,30

7.7	U	Carpintería exterior de madera de pino, para fijo, de 360x1400 mm, marco de 68x78 mm de sección, moldura clásica, junquillos y tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor de 32 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo $U_{h,m} = 1,43$ W/(m <sup>2</sup> K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1200, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado traslúcido; con premarco, colocado en obra	10,00	243,20	2432,00
-----	---	--	-------	--------	---------

			PEM	41162,02
			19% (GEE i BI)	7820,78
			<b>PEC</b>	<b>48982,81</b>

## 7. Conclusiones y valoración personal

En la elaboración de este trabajo hemos podido conocer a fondo los extremos climas que azotan en gran parte los países que han sido objeto de nuestro estudio, y las especies de árboles que, pese a las inclemencias del tiempo, crecen por las inacabables extensiones forestales de los países Nórdicos.

Hemos podido estudiar las diferencias básicas entre las características técnicas de cada especie, los usos y posibles aplicaciones para cada una de ellas, y la extensión que ocupan y el porcentaje que suponen tanto a nivel nacional como respecto al total de los países Nórdicos.

Hemos podido observar que un 90% del total de la masa forestal de estos países está cubierta por tan solo 3 especies. Únicamente 8 especies de todas las porcentualmente relevantes que crecen en los países Nórdicos son aptas para el uso estructural en construcción, y suponen el 80% de la masa forestal de todos los países, y un 90% en Finlandia y Suecia. Esto supone más de 60 millones de hectáreas de masa forestal apta para estructuras y carpintería de armar. Es indiscutible que a 15m<sup>3</sup> de madera extraída anualmente en cada hectárea apta para su tala, y dado que a excepción de Dinamarca, no superan los 30 habitantes por km<sup>2</sup>, la cantidad de madera per cápita es muchísima.

La industria de la madera supone más del 4% del total del Producto Interior Bruto de alguno de los países con mayor superficie arbolada como Finlandia o Suecia. Esto no se podría haber dado, como hemos visto, sin todos los métodos de cuidado, mantenimiento, silvicultura y protección del medio ambiente que llevan a cabo estos países, no solo a nivel nacional y estando a la cabeza mundial como referentes en este aspecto, sino ayudando en la importante gestión de otras masas boscosas como la del Amazonas.

Hemos podido observar la evolución de la construcción tradicional en estos países. Desde las más básicas y funcionales cabañas y casas de troncos de los primeros pobladores de estas tierras, hasta impensables diseños llevados a cabo gracias a los avances de la tecnología y los más afinados cálculos que permiten los nuevos sistemas constructivos.

Finalmente, el diseño de un proyecto básico de una pequeña construcción con la madera más extendida en los países Nórdicos, que también podemos encontrar en mucha menor medida en nuestro país, como es el Pino Silvestre.

He escogido un sistema constructivo muy utilizado en la actualidad como es el *platform frame*, pues me parece muy interesante la sustitución de grandes pilares por una estructura de un muro ligero, diseñado, cortado y montado en taller, que entre otros factores, facilita los tiempos de montaje y minimiza los errores, por lo que hoy en día es uno de los sistemas constructivos más recurrentes en muchas zonas del mundo.

Como colofón, me gustaría hacer una escueta valoración personal de estudio que he llevado a cabo.

Los países Nórdicos han sido siempre un referente en lo que a construcción en madera se refiere gracias a factores como el clima, la diversidad forestal que poseen y la baja densidad de población respecto a la enorme cantidad de recursos naturales.

A modo comparativo, todos los países Nórdicos suman algo más de la mitad de la actual población Española, y su superficie es casi cinco veces menor. Aún y así, disponen per cápita, de más del triple de los recursos naturales que aquí. Es natural que al disponer de una gran fuente de recursos naturales, el material utilizado en la construcción sea el más barato, accesible y sostenible.

Como valoración personal me gustaría destacar que el éxito en la evolución de la construcción y arquitectura en estos países, viene en gran parte dada gracias a la gestión de estos mismos recursos, a la concienciación general del gran bien que poseen y el cuidado y mantenimiento que le brindan.

Muchos de los aspectos de la vida y el día a día de la población en los países Nórdicos como el ocio, los deportes, e incluso el trabajo están estrechamente ligados con su entorno. De manera innata adquieren unos valores, que junto con una sólida educación en principios éticos dan como resultado una fuerte concienciación colectiva.

Considero que el gran éxito de estos países, no solo radica en la explotación de sus recursos, sino en gran medida, en la conservación de los mismos, no solo teniendo en cuenta el ahora, sino también el mañana. El desarrollo sostenible que llevan implementando en la gestión forestal desde hace décadas les ha llevado a duplicar su masa forestal en cincuenta años y a crear un círculo sostenible entorno a su bosque.

## **8. Agradecimientos**

Me gustaría agradecer toda la dedicación y esfuerzo de Edgar Segués Aguasca y Joaquín Montón Lecumberri, tutores de mi proyecto; su implicación, consejos y seguimiento han hecho posible este estudio.

De igual manera a mi pareja y compañera Andrea Pérez por sus ánimos y consejos medioambientales, y al arquitecto y amigo Ali Dannoun por sus consejos y conocimientos.

# BIBLIOGRAFÍA

---

## Publicaciones

**Casas de madera**, AITIM, Peraza Sánchez, Fernando (1995)

**Arquitectura nórdica en madera**, Nordic Timber Council (1995)

**Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario**. AITIM., Peraza Sánchez, Fernando (2004),

**Manual de clasificación de madera**. AITIM, J.I. Fernández-Golfin Seco, M.R. Díez Barra, E. Hermoso Prieto y R. Mier Pérez (2003),

**Conceptos básicos de la construcción con madera**, Construir con Madera (Ccm), Juan Queipo de Llano Moya, Beatriz González Rodrigo, Mariana Llinares Cervera, Carlos Villagrà Fernández y Virginia Gallego Guinea (2010),

**Productos de madera para la construcción**, Construir con madera (Ccm), Francisco Arriaga Martitegui, Miguel Esteban Herrero, Guillermo Íñiguez González (2010).

**Ensamblés en madera. Soluciones japonesas y europeas**. Ediciones CEAC, S.A, Wolfram Graubner (1991), Institut for geovidenskab og naturforvaltning (2012), *Skove og plantager*. Skov & Landskab.

*Forests and forestry in Denmark - Thousands of years of interaction between man and nature*. International Forest Policy, Nature Planning and Biodiversity, Danish Ministry of the Environment Nature Agency (1997).

**Danish forest research in brief**. News & Views 6. Scand. J. (2003),

**J Finlandia, un modelo forestal que se mantiene en el tiempo**. Revista-mm. José Luís Ordóñez Jiménez (2014),

**Novel Maps for Forest Tree Species in Europe**, JRC Ispra, Institute for Environment and Sustainability. Renate Köble and Günther Seufert (1999).

**Productos de madera para la arquitectura**, AITIM J, Enrique Peraza (2008),

**Norwegian Forests. Policy and resources**, Ministry of Agriculture and Food (2007).

**Forest biodiversity indicators in the Nordic countries**. Tema Nord, Jogeir N. Stokland, Rune Eriksen, Sten M. Tomter, Kari Korhonen, Erkki Tomppo, Sirpa Rajaniemi, Ulf Soderberg, Hans Toet, Torben Riis-Nielsen (2003),

**Informe de coyuntura del mercado turístico. Países nórdicos, evolución 2012 y previsiones 2013**. Patronato de turismo de Gran Canaria, Juan Fernando Suárez Díaz (2013)



**Números gordos**, Cinter, Juan Carlos Arroyo, Guillermo Corres, Gonzalo Garcia, Manuel G.Romana, Antonio Romero, Ramón Sánchez, Oscar Teja

[https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses\\_n%C3%B3rdicos\\_por\\_poblaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_n%C3%B3rdicos_por_poblaci%C3%B3n)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Pa%C3%ADses\\_n%C3%B3rdicos](https://es.wikipedia.org/wiki/Pa%C3%ADses_n%C3%B3rdicos)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Pa%C3%ADses\\_n%C3%B3rdicos](https://es.wikipedia.org/wiki/Pa%C3%ADses_n%C3%B3rdicos)

### Normativa

CTE (2009) DB SE-M Seguridad estructural madera

CTE (2009) DB SE-AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación.

CTE (2009) DB-SI Seguridad en caso de incendio.

CTE (2009) DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad

PEFC Norway (2009) Normativa noruega sobre el bosque y el medio ambiente

### Páginas web

<http://www.fao.org/docrep/w2149s/w2149s04.htm>

<file:///C:/Users/Andre/Downloads/256-256-1-PB.pdf>

<http://www.fao.org/docrep/u6010s/u6010s03.htm>

<http://www.canexel.es/blog/los-bosques-de-tala-controlada-y-la-reforestacion/>

<http://www.metla.fi/index-en.html>

[http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Conservaci%C3%B3n\\_y\\_manejo\\_de\\_los\\_recurso\\_gen%C3%A9ticos\\_forestales\\_1297.pdf](http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Conservaci%C3%B3n_y_manejo_de_los_recurso_gen%C3%A9ticos_forestales_1297.pdf)

[http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_2334\\_10000.pdf](http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_2334_10000.pdf)

[http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_3418\\_11768.pdf](http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_3418_11768.pdf)

<http://eng.naturstyrelsen.dk/nature-protection/forestry/>

<http://www.infopankki.fi/es/informaci-n-sobre-finlandia/informaci-n-b-sica-sobre-finlandia/historia-de-finlandia>

[http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_3416\\_11766.pdf](http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_3416_11766.pdf)

[http://www.metla.fi/metinfo/sustainability/doc/factsheet\\_2013-es.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/sustainability/doc/factsheet_2013-es.pdf)

<http://www.fao.org/docrep/005/y9882s/y9882s02.htm>

<http://www.fao.org/docrep/008/y6006s/y6006s08.htm>

<http://www.metla.fi/metinfo/sustainability/SF-1-safeguarding-and-protecting.htm>

<http://www.metla.fi/metinfo/sustainability/c4-tree-species.htm>

<http://www.euforgen.org/distribution-maps/>

<http://www.smy.fi/en/forest-fi/forest-facts/finnish-forests-resources/>

<http://www.metla.fi/metinfo/sustainability/SF-1.htm>

[http://www.voyagesphotosmanu.com/falora\\_fauna\\_noruega.html](http://www.voyagesphotosmanu.com/falora_fauna_noruega.html)

<http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012?SpeciesGroup=karplanter>

<http://www.nordregio.se/en/Metameny/About-Nordregio/Journal-of-Nordregio/Journal-of-Nordregio-2010/Journal-of-Nordregio-no-2-2010/Official-definitions-of-Nordic-rural-areas/>

<https://ssb.no/en/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/lst> - *Página gubernamental.*

<https://ssb.no/en/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/stskog> - *Página gubernamental*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Scandinavian\\_coastal\\_conifer\\_forests](https://en.wikipedia.org/wiki/Scandinavian_coastal_conifer_forests)

<https://www.ssb.no/en/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/lst/aar/2015-08-7?fane=tabell&sort=nummer&tabell=236707>

<https://www.ssb.no/en/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/lst/aar/2015-08-27?fane=tabell&sort=nummer&tabell=236706>

<http://www.skogsstyrelsen.se/en/AUTHORITY/Statistics/About-the-statistics/Tree-species/> - *Página gubernamental*

<http://www.skogsstyrelsen.se/en/AUTHORITY/Statistics/Subject-Areas/Forest-and-Forest-Land/Forest-and-Forest-Land/> - *Página gubernamental*

<http://www.skogsstyrelsen.se/en/AUTHORITY/Statistics/Subject-Areas/Forest-and-Forest-Land/Tables-and-Figures/> - *Página gubernamental*

[http://www.svenskttra.se/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive\\_FileID=eb34da70-248d-4e78-b7cf-9592aca6c0db&FileName=Forest.pdf](http://www.svenskttra.se/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive_FileID=eb34da70-248d-4e78-b7cf-9592aca6c0db&FileName=Forest.pdf)

<http://elordenmundial.com/regiones/el-modelo-de-bienestar-nordico-12/>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguas\\_n%C3%B3rdicas](https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguas_n%C3%B3rdicas)

<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2009/03/16/114585>

<http://geografia.laguia2000.com/climatologia/finlandia-clima-y-vegetacion>

<http://www.ecologistasenaccion.org/article7015.html>

<http://www.fao.org/docrep/30164s/30164s0a.htm>



# ANEJOS

---

## Anejo A. Fichas técnicas de las especies

Como hemos podido observar, en los Países Nórdicos se concentra una de las mayores masas forestales de Europa, y en porcentaje de masa arbolada, incluso del mundo. Dado el clima boreal que azota la mayoría de su territorio, la diversificación de especies es menor, y tan solo logran adaptarse a tan crudas condiciones, las especies más resistentes. Como hemos apuntado anteriormente en el trabajo, las especies pertenecientes a la familia de Coníferas existen en zonas frías y templadas a diferencia de las especies de Frondosas que se acostumbran a encontrar en climas más cálidos, de ahí la gran diferencia que hemos encontrado en nuestro estudio entre la diferencia de porcentajes.

A continuación detallaremos el listado de las especies más relevantes en los países que son objeto de nuestro estudio y sus características:

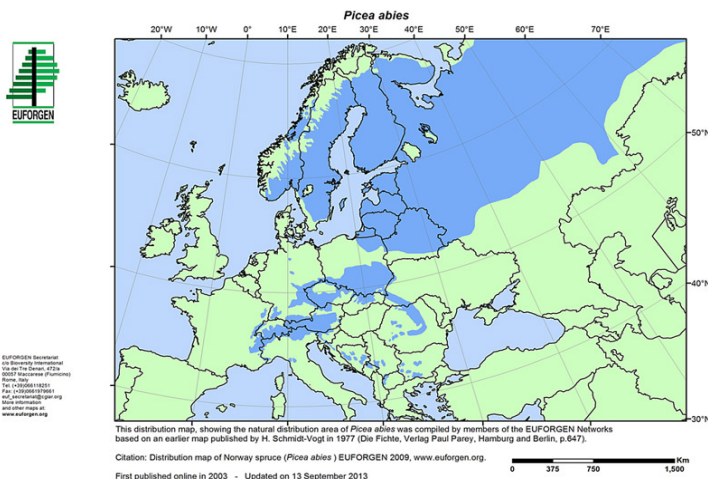
Nº	Nombre Botánico	Nombre Común	Tipo
1	Picea Abies	Abeto Rojo	Conífera
2	Pinus Sylvestris	Pino Silvestre	Conífera
3	Abies Alba – Abies Nordmanniana	Abeto Común	Conífera
4	Betula Pendula – Betula Pubescens	Abedul Común	Froncosa
5	Populus Tremula	Chopo Blanco	Froncosa
6	Alnus Glutinosa – Alnus Incana	Aliso Negro	Froncosa
7	Quercus Robur	Roble común	Froncosa
8	Fagus Sylvática	Haya	Froncosa
9	Acer Platanoides	Arce	Froncosa
10	Ulmus Glabra	Olmo	Froncosa
11	Fraxinus Excelsior	Fresno	Froncosa
12	Tilia Cordata	Tilo	Froncosa
13	Prunus Auvium	Wild Cherry	Froncosa
14	Picea Sitchensis	Picea de Sitka	Conífera
15	Abies Procera	Noble Fir	Conífera
16	Larix Decidua	Alerce	Conífera
17	Salix Alba	Sauce	Froncosa
18	Pinus Contorta	Abeto del este	Conífera
19	Carpinus Betulus	Carpe	Froncosa

Dadas las similitudes entre las características técnicas y geográficas de algunas de las especies de la misma familia, se las ha agrupado en una misma ficha técnica como es el caso del abedul, el aliso y el abeto.

## FICHA N°1

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **PICEA ABIES** o Abeto rojo, Norway spruce, Abeto falso, Picea, Norway spruce) - CONIFERA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
94442	5807355,8	13055257	5686783,4	24643838

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
16%	22%	42,2%	44,47%	34,894%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	30-50m
Diámetro	1-1.5m
Color	Color blanco amarillento en los anillos de crecimiento. Color duramen amarillo rojizo. Albura no se distingue del duramen. Anillos visibles y muy marcados.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	455 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	13,5 %
Tangencial	9%
Radial	4,25%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	71 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	-
Mod.de Elast.	11000 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	6.25N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	45 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	4,5 J/cm <sup>2</sup>

#### USOS

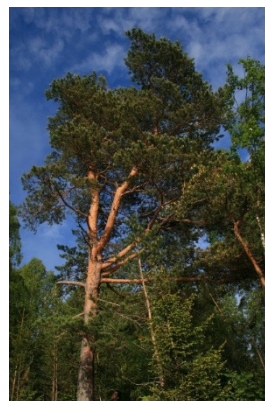
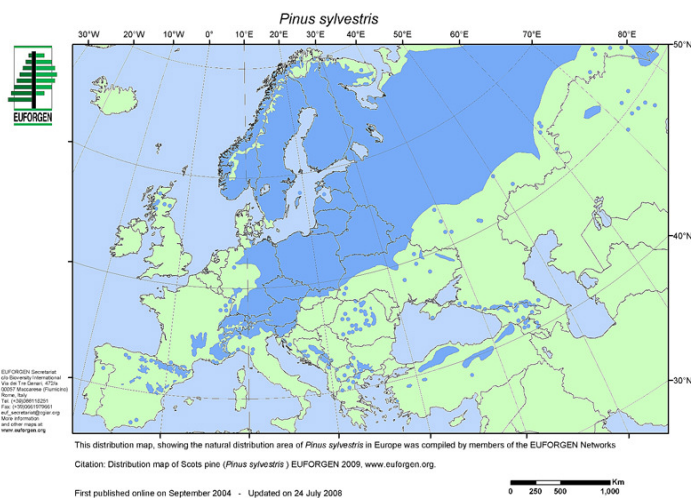
Estructuras de madera laminada, carpintería de armar, carpintería interior, machihembrados, escaleras, ebanistería, chapas de recubrimiento, mástiles de barcos, postes, pequeños objetos, instrumentos musicales, pasta y papel.



## FICHA Nº2

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **PINUS SYLVESTRIS** o Pino silvestre, Pino Nórdico, Scots Pine - CONIFERA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
72756	17686038,2	11870384	4191876,8	33821055

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
12%	67%	38,4%	32,78%	47,88%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	30m
Diámetro	0.75m
Color	La madera de la albura es de color amarillo pálido y el duramen de color rojizo. Anillos de crecimiento muy marcados con un espesor de 1,5 a 3mm. Fibra recta, grano fino o medio



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	520 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	13,5 %
Tangencial	6,8%
Radial	3,8%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	89,5 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	9,2N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	11900 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	9,2N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	50 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	5,5 J/cm <sup>2</sup>

#### USOS

Chapas para recubrimientos decorativos, tableros contrachapados estructurales, carpintería interior (puertas, ventanas, suelos...), carpintería exterior, mobiliario, madera laminada encolada, postes y cercas.

## FICHA Nº3

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **ABIES ALBA – ABIES NORDMANNIANA** o Abeto común, Pinabete o Silver Fir - CONIFERA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
17553	-	-	-	17553

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
3%	-	-	-	0.025%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	25m-50m
Diámetro	0.50m-6m
Color	Color blanco o blanco-rosado pálido, aspecto mate. No se distingue la albura del duramen. Anillos estrechos y visibles, y hay poco contraste entre las maderas de primavera y verano.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	460 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	13,5 %
Tangencial	8,3%
Radial	4,1%
Dureza	Blanda

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	79 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	3,2N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	12250 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	6,2N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	46 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	5 J/cm <sup>2</sup>

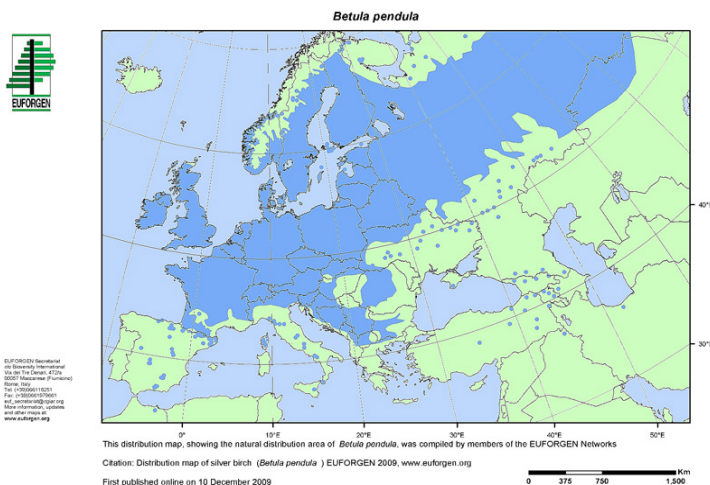
#### USOS

Carpintería de armar; entramado ligero y cubiertas, madera laminada encolada, carpintería interior y mobiliario, chapa para elementos decorativos, muebles, postes pilotes, instrumentos musicales y pasta de papel.

## FICHA Nº4

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **BETULA PENDULA – BETULA PUBESCENS** o Abedul común, Silver Birch - FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
41858	1926986	3440153	1945041,1	7354038

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
7%	7,3%	11,1%	11,1%	14,3%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	30m
Diámetro	0.70m
Color	Varia del blanco amarillento al blanco anaranjado pálido. No se distingue albura del duramen.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	655Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	11,4 %
Tangencial	8,55%
Radial	6,3%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	132 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	-
Mod.de Elast.	14800 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	8,75N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	51 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	8,75 J/cm <sup>2</sup>

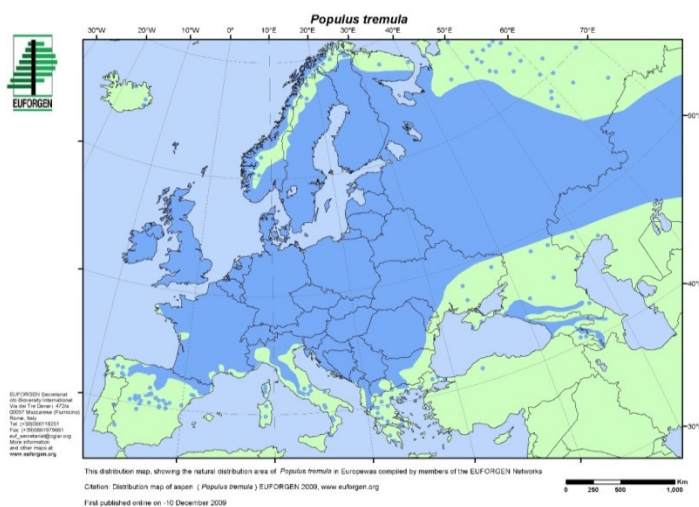
#### USOS

Tablero contrachapado principalmente en Finlandia. Chapas para recubrimientos decorativos. Carpintería de alta calidad. Muebles. Tornería y escultura. Pasta de papel. Postes (autoclave)

## FICHA N°5

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **POPULUS TREMULA** o Chopo blanco, Álamo Temblón o Aspen - FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	79191,2	436206	227624,8	743022

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	0,30%	1,4%	1,78%	1,05%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	25m
Diámetro	1m
Color	Amarillo pálido o blanco amarillo. No se distingue albura del duramen, y los anillos de crecimiento son visibles.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	450 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	14,3 %
Tangencial	7,4%
Radial	2,8%
Dureza	Blanda

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	70,25 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	7,8N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	8850 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	6N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	33 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	4,35 J/cm <sup>2</sup>

#### USOS

Envases y embalajes. Tablero contrachapado. Pasta de papel. Interiores de muebles. Palillos y cerillas. Instrumentos musicales. Lana de madera



## FICHA N°6

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **ALNUS GLUTINOSA** – **ALNUS INCANA** o Aliso Negro, Grey Alder, European Alder, common - FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	105588,3	395989	255758,2	757335

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	0,40%	1,3%	2%	1,07%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	30m
Diámetro	1m
Color	El color de la madera es marrón rojizo claro.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	525 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	8,8 %
Tangencial	6,1%
Radial	4%
Dureza	Blanda

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	87,5 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	6,6N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	9500 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	4,65N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	48 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	5,1 J/cm <sup>2</sup>

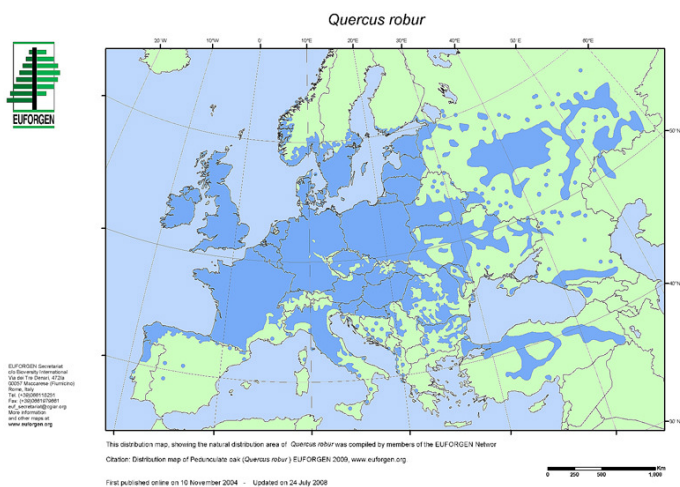
#### USOS

Tableros contrachapados. Chapas para recubrimientos decorativos. Tornería. Estuchería. Reglas y escuadras. Juguetes. Cepillos. Rodillos para bobinas.

## FICHA N°7

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **QUERCUS ROBUR** o Oak, Roble Común, Roble Europeo - FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
61836	-	298538	111254,8	471629

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
10%	-	1%	0,87%	0,67%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	30m
Diámetro	3m
Color	Marrón amarillo claro. El color de la albura algo más claro. Anillos de crecimiento marcados y visibles.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	715 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	11,9 %
Tangencial	6,9%
Radial	3,9%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	112 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	12 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	12500 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	10,4 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	58 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	6,2 J/cm <sup>2</sup>

#### USOS

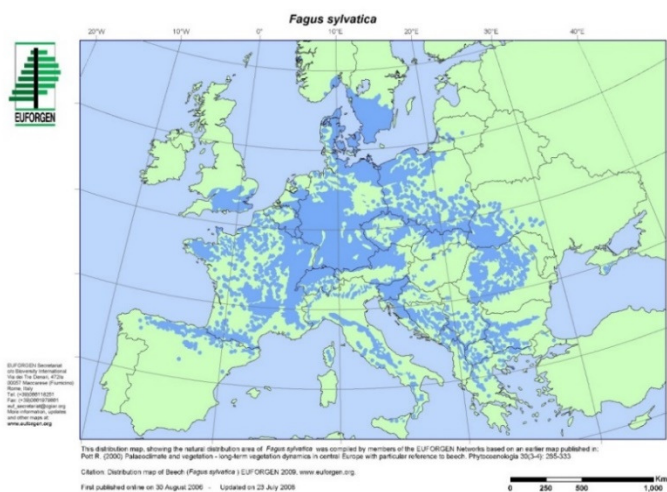
Carpintería interior, suelos, molduras. Tonelería. Mobiliario y ebanistería. Carpintería de armar. Obras hidráulicas. Construcción naval.



## FICHA N°8

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **FAGUS SYLVATICA** o Haya, Beech, Common Beech - FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
79970	-	218413	8312,1	306695

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
13%	-	0,7%	0,07%	0,44%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	35m
Diámetro	1m
Color	Madera de la albura no se diferencia del duramen. Varía de blanco anaranjado a rosado intenso. Radios visibles y leñosos. Anillos regularmente diferenciados



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	720 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	21,9 %
Tangencial	13,5%
Radial	6,5%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	118 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	12 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	14250 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	8,8N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	58 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	8,8 J/cm <sup>2</sup>

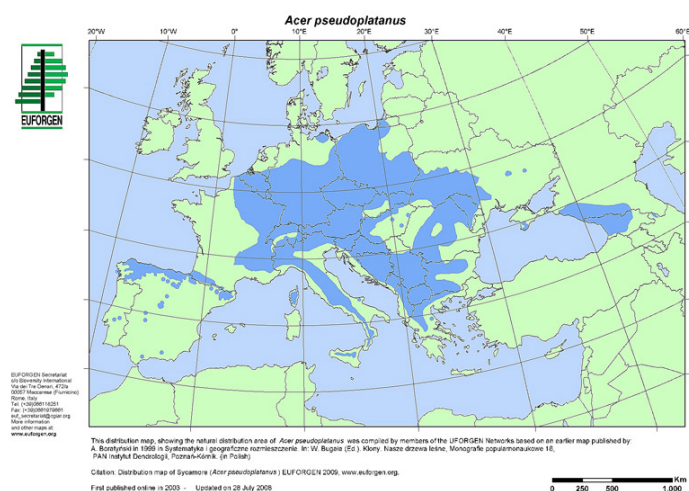
#### USOS

Carpintería interior. Mobiliario y ebanistería. Curvados. Chapa para recubrimientos decorativos. Traviesas. Mangos de herramientas. Juguetes. Instrumentos musicales. Clavijas.

## FICHA N°9

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **ACER PLATANOIDES** o Arce, Plátano Falso, Sychamore  
Norway Maple – FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
23441	-	92810	11509,1	127760

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
4%	-	0,3%	0,09%	0,181%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	25m
Diámetro	1,2m
Color	Madera de color blanco o amarillo claro. Albura no se diferencia del duramen. Radios leñosos y visibles.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	645Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	-
Tangencial	7,8%
Radial	4,5%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	110 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	-
Mod.de Elast.	10600 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	9,75N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	54 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	6,4 J/cm <sup>2</sup>

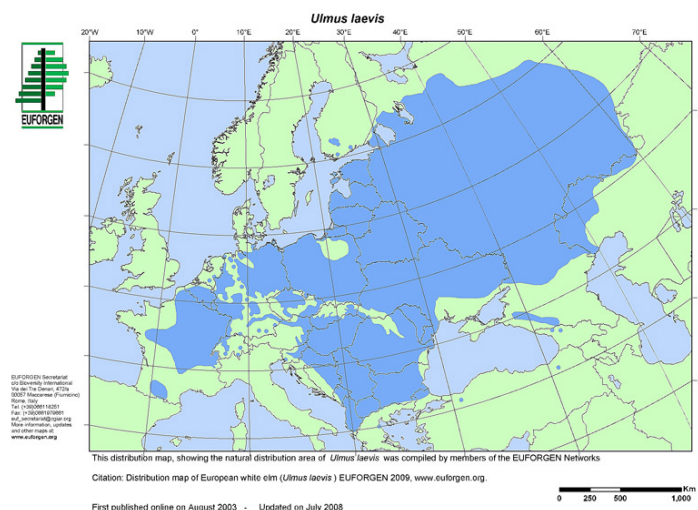
#### USOS

Chapas para recubrimientos decorativos. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior. Tornería.

## FICHA Nº10

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **ULMUS GLABRA** o Olmo, Alm, Common Elm – FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	9931	11509,1	21440

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	0,01%	0,09%	0,03%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	40m
Diámetro	0,80m
Color	El color de la madera de albura es blanca y el duramen es pardo oscuro. Albura y duramen se diferencian bien. Anillos de crecimiento visibles. Fibra irregular y grano basto.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	655 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	12,8%
Tangencial	5,5%
Radial	3,3%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	5,9 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	10,6 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	10800 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	6,8 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	48 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	5,9 J/cm <sup>2</sup>

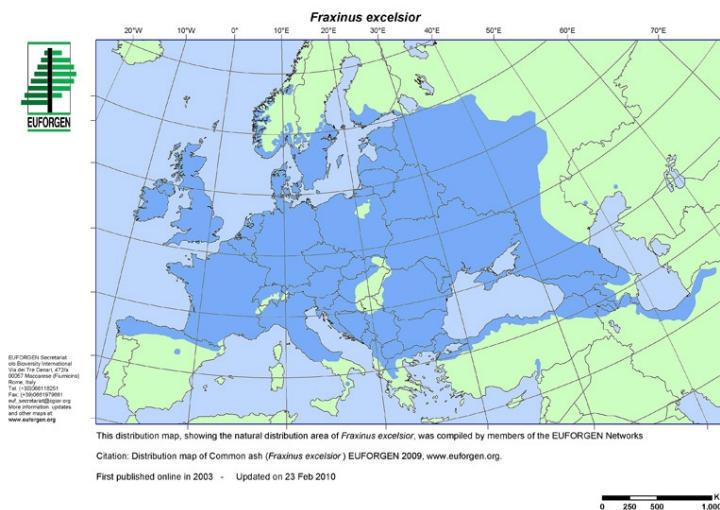
#### USOS

Carretería y carrocería. Carpintería interior, suelos. Mobiliario y ebanistería. Construcción naval. Pilotajes. Tablero contrachapado. Carpintería de armar. Obras hidráulicas en general.

## FICHA Nº11

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **FRAXINUS EXCELSIOR** o European Ash , Fresno – FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
19222	-	43002	30691	92915

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
3%	-	0,7%	0,24%	0,132%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	35m
Diámetro	1,5m
Color	Color blanco nacarado que a veces puede ser rosado. Albura no se distingue de duramen. Anillos perfectamente diferenciados. Fibra recta y grano basto



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	715 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	19,1%
Tangencial	5,1%
Radial	3,2%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	145 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	20,4 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	12900 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	12,7 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	51 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	7,75 J/cm <sup>2</sup>

#### USOS

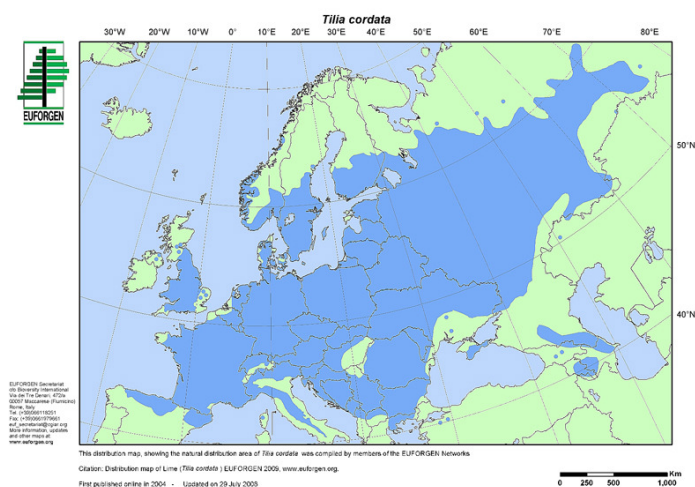
Mangos. Chapas decorativas. Artículos deportivos, raquetas, palos hockey... Suelos. Carrocería



## FICHA Nº12

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **TILIA CORDATA** o Linden, Tilo, Tilo Europeo, Tilo silvestre – FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
26704	26397	7734	12787,9	46919

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
4,5%	0,10%	0,02%	0,10%	0,07%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	40m
Diámetro	1m
Color	Color blanco amarillo en verde, y marrón pálido una vez secado.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	540 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	8%
Tangencial	6%
Radial	5%
Dureza	Muy blanda

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	96,5 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	6,7 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	9000 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	4,4 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	48 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	5 J/cm <sup>2</sup>

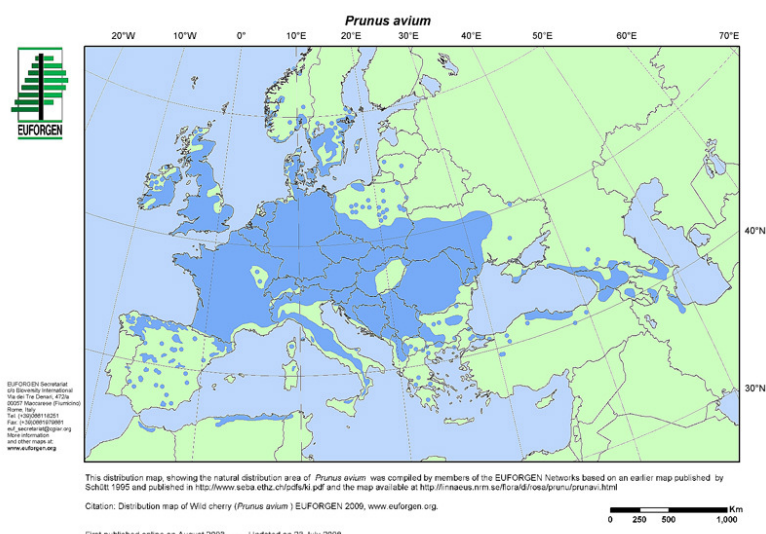
#### USOS

Mobiliario y ebanistería. Talla y escultura. Adorno y decoración. Pasamanos y hormas para zapatos.

## FICHA Nº13

### DATOS GENERALES

Nombre botánico y otros nombres: **PRUNUS AVIUM** o Wild cherry, Cerezo silvestre – FRONDOSA



#### Superficie (HA)

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	5259	-	5259

#### Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	0,01%	-	0,007%

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Altura	25m
Diámetro	-
Color	Rosa pálido-marrón y albura algo más clara.



#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

##### Propiedades físicas

Densidad	620 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	-
Tangencial	8,4%
Radial	5,1%
Dureza	Semidura

##### Propiedades mecánicas

Flexión estática	96,5 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	-
Mod.de Elast.	10250 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	-
Compresión axial	49,5 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	-

#### USOS

Mobiliario y ebanistería. Chapas decorativas. Tableros contrachapados. Tornería.

**FICHA Nº14****DATOS GENERALES**

Nombre botánico y otros nombres: **PICEA SITCHENSIS** o Picea de Sitka. Picea plateada, Sitka Spruce – CONIFERA

Procedencia:

Costa oeste de Norteamérica y cultivo introducido en Europa.

**Superficie (HA)**

Dinamarca 35927	Finlandia -	Suecia -	Noruega -	Total 35927
--------------------	----------------	-------------	--------------	----------------

**Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total**

Dinamarca 6%	Finlandia -	Suecia -	Noruega -	Total 0,051%
-----------------	----------------	-------------	--------------	-----------------

**DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL**

Altura	70m
Diámetro	5m
Color	Color albura: blanco crema. Color duramen: crema rosado, que se oscurece con su exposición a la luz.

**CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA****Propiedades físicas**

Densidad	425 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	-
Tangencial	8,85%
Radial	5,1%
Dureza	Blanda

**Propiedades mecánicas**

Flexión estática	65,5 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	2 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	9600 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	8 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	36 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	-

**USOS**

Carpintería de armar y productos laminados. Carpintería interior. Construcción naval: remos, embarcaciones. Instrumentos musicales.



**FICHA Nº15****DATOS GENERALES**

Nombre botánico y otros nombres: **ABIES PROCERA** o Noble Fir, Abeto americano del oeste, Abeto de Vancouver – CONIFERA

Procedencia:

Zona occidental de los Estados Unidos y de Canadá.

**Superficie (HA)**

Dinamarca 12509	Finlandia -	Suecia -	Noruega -	Total 12509
--------------------	----------------	-------------	--------------	----------------

**Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total**

Dinamarca 2%	Finlandia -	Suecia -	Noruega -	Total 0,018%
-----------------	----------------	-------------	--------------	-----------------

**DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL**

Altura	70m
Diámetro	2m
Color	Varía del blanco al blanco crema o marrón claro

**CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA****Propiedades físicas**

Densidad	380 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	11%
Tangencial	8%
Radial	4%
Dureza	Blanda

**Propiedades mecánicas**

Flexión estática	65 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	1,85 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	10620 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	7,25 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	-	Flexión dinámica	-

**USOS**

Carpintería de armar: entramado ligero. Carpintería interior: revestimientos, molduras. Pasta de papel.

**FICHA Nº16****DATOS GENERALES**

Nombre botánico y otros nombres: **LARIX DECIDUA** o Alerce, Alerce Europeo, Larch – CONIFERA

Procedencia:

Centro de Europa, y se ha introducido el cultivo en Reino Unido y el norte de Europa

**Superficie (HA)**

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	11323	-	11323

**Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total**

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	0,03 %	-	0,016%

**DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL**

Altura	45m
Diámetro	1m
Color	El color de la albura es blanco amarillento y el duramen es pardo-rojizo. Anillos bien marcados y con un contorno ligeramente ondulado

**CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA****Propiedades físicas**

Densidad	560 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	13,5%
Tangencial	9,6%
Radial	4,8%
Dureza	Semidura

**Propiedades mecánicas**

Flexión estática	93,5 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	-
Mod.de Elast.	12550 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	9,85 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	63,5 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	6,25 J/cm <sup>2</sup>

**USOS**

Carpintería de armar, puentes y pasarelas. Estructuras de madera laminada encolada. Carpintería exterior, puertas y ventanas. Suelos. Escaleras. Chapas de recubrimiento decorativo, Ebanistería. Postes. Anti avalanchas. Traviesas.

**FICHA Nº17**  
**DATOS GENERALES**

Nombre botánico y otros nombres: **SALIX ALBA** o Sauce, Sallow – FRONDOSA


Procedencia:

Salix alba en el Reino Unido, Europa, Oeste de Asia y norte de África.



Superficie (HA)				
Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	146949	92072,9	239022

Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total				
Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	0,5 %	0,72%	0,34%

DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL		
Altura	25m	
Diámetro	-	
Color	Color duramen blanco rosado. Color albura blanca varía en función del lugar de crecimiento.	
		

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA			
Propiedades físicas			
Densidad	390 Kg/m <sup>3</sup>		
Coeficientes de contracción			
Volumétrico	13,9%		
Tangencial	9%		
Radial	3%		
Dureza	Blanda		
Propiedades mecánicas			
Flexión estática	54 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	1,2 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	7000 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	8,6 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	-	Flexión dinámica	-

**USOS**  
 Ortopedia (piernas artificiales). Juguetes. Cajas. Artículos de decoración. Tableros contrachapados. Chapas para recubrimientos decorativo.

**FICHA Nº18****DATOS GENERALES**

Nombre botánico y otros nombres: **PINUS CONTORTA** o Lodgepole Pine, Abeto Americano del Este – CONIFERA

Procedencia: Zona atlántica de Estados Unidos y Canadá.

**Superficie (HA)**

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	1825	-	1825

**Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total**

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	0,005%	-	0,003%

**DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL**

Altura	25m
Diámetro	-
Color	Varia del blanco al blanco crema, o marrón pálido. Albura no se diferencia del duramen.

**CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA****Propiedades físicas**

Densidad	400 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	10%
Tangencial	7%
Radial	3%
Dureza	Semidura

**Propiedades mecánicas**

Flexión estática	61 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	1,5 N/mm <sup>2</sup>
Mod.de Elast.	9800 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	6,3 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	-	Flexión dinámica	-

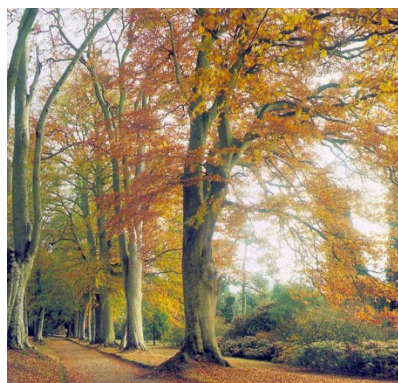
**USOS**

Carpintería interior, carpintería de amar, embalaje, pasta de papel, cajas para la alimentación.

**FICHA Nº19****DATOS GENERALES**

Nombre botánico y otros nombres: **CARPINUS BETULUS** o Hornbeam, Carpe Haya Blanca – FRONDOSA

Procedencia: Europa, excluyendo zonas mediterráneas.

**Superficie (HA)**

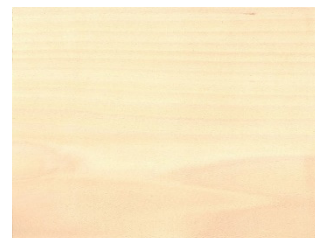
Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	7363	-	7636

**Superficie Forestal especie / Superficie Forestal total**

Dinamarca	Finlandia	Suecia	Noruega	Total
-	-	0,03%	-	0,010%

**DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL**

Altura	10m-25m
Diámetro	1m
Color	Duramen de color blanco-gris, y albura similar, algo más suave. Anillos diferenciados

**CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA****Propiedades físicas**

Densidad	660 Kg/m <sup>3</sup>
Coeficientes de contracción	
Volumétrico	18,4%
Tangencial	11,5%
Radial	6,8%
Dureza	Dura

**Propiedades mecánicas**

Flexión estática	94 N/mm <sup>2</sup>	Compresión perpendicular	-
Mod.de Elast.	10950 N/mm <sup>2</sup>	Cortante	9,91 N/mm <sup>2</sup>
Compresión axial	31,5 N/mm <sup>2</sup>	Flexión dinámica	-

**USOS**

Maderas de carro, pasta de papel, piezas instrumentales.

# ANEJO B

---

## Anejo B. Predimensionado de la estructura

Se ha realizado el predimensionado de la estructura con madera de Conífera C18 de pino silvestre ME2 según las exigencias de las siguientes normativas:

- CTE (2009) DB SE-M Seguridad estructural madera.
- CTE (2009) DB SE-AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación.
- CTE (2009) DB-SI Seguridad en caso de incendio.

### Cálculo de las estructuras

#### SOLICITACIONES FORJADO

Cargas permanentes	Sin mayorar	Mayoradas (1,35)
Contrachapado (10+10mm)	0,10 KN/m <sup>2</sup>	0,14 KN/m <sup>2</sup>
Aislamiento (50mm)	0,10 KN/m <sup>2</sup>	0,14 KN/m <sup>2</sup>
Cabios pino (50x50mm)	0,02 KN/m <sup>2</sup>	0,03 KN/m <sup>2</sup>
Chapa de zinc (0'7mm)	0,12 KN/m <sup>2</sup>	0,16 KN/m <sup>2</sup>
Vigueta (19x12mm)	0,23 KN/m <sup>2</sup>	0,31 KN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL Cp</b>	<b>0,57 KN/m<sup>2</sup></b>	<b>0,77 KN/m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL Cp lineal</b>	<b>0,23 KN/ml</b>	<b>0,31 KN/ml</b>

Cargas variables (Cv)	Sin mayorar	Mayoradas (1,50)
Sobrecarga de uso	1,00 KN/m <sup>2</sup>	1,50 KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de nieve	0,40 KN/m <sup>2</sup>	0,60 KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de viento*	0,00 KN/m <sup>2</sup>	0,00 KN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL Cv lineal</b>	<b>1,40 KN/m<sup>2</sup></b>	<b>2,10 KN/m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL Cv lineal</b>	<b>0,56 KN/ml</b>	<b>0,84 KN/ml</b>

<b>TOTAL Cargas lineales</b>	<b>0,79 KN/ml</b>	<b>1,15 KN/ml</b>
------------------------------	-------------------	-------------------

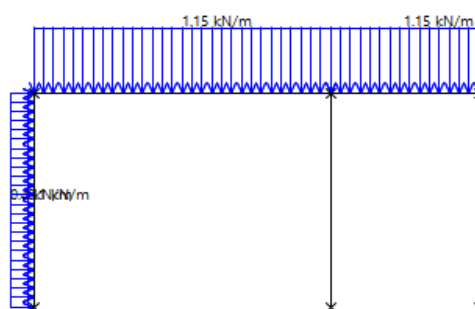
\* Se considera 0 ya que la cubierta es prácticamente plana y el valor de sobrecarga es despreciable.

#### DATOS FORJADO

MADERA C18 Pino silvestre ME2

Clase de servicio 2

Base biga (b):	12,00 cm
Altura biga (h):	19,00 cm
Intereje:	0,40 cm
L1:	4,00 m
L2:	2,00 m



#### CÁLCULO DEL ESTADO LÍMITE

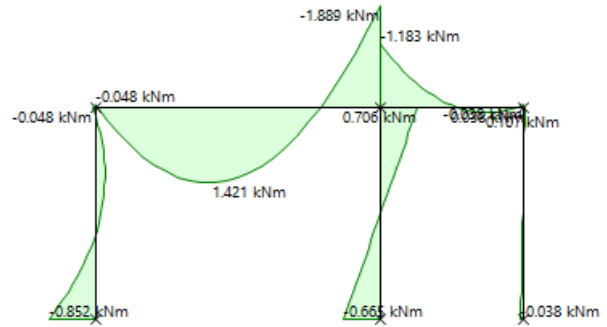
$K_{mod} =$	0,60	$f_{m,d} = (K_{mod} \cdot f_{m,k})/\gamma_M =$	8,31 N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_M =$	1,30	$f_{v,d} = (K_{mod} \cdot f_{v,k})/\gamma_M =$	0,92 N/mm <sup>2</sup>

#### Comprobación a flexión



$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 1,89 \text{ kNm} \\
 W_{\min} &= \\
 M_{\max}/f_{m,d} &= 227500,00 \text{ mm}^3 \\
 W_d &= \\
 (b \cdot h^2)/6 &= 722000,00 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

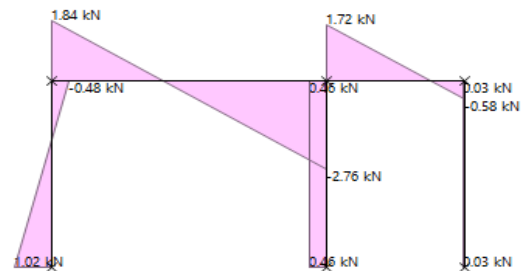
**722000,00 > 227500,00 → CUMPLE**



### Comprobación a cortante

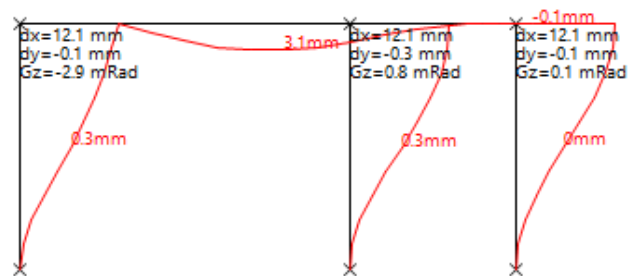
$$\begin{aligned}
 Q_{d \max} &= 2,76 \text{ kN} \\
 A_{\min} = Q_{d \max}/f_{v,d} &= 2990,00 \text{ mm}^2 \\
 A_d = b \cdot h &= 22800,00 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**22800 > 2990,00 → CUMPLE**



### CÁLCULO DE ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

$$\begin{aligned}
 \text{Mod. Elast. (E)} &= 9,00 \text{ kN/mm}^2 \\
 \text{Mod. Cortante (G)} &= 0,56 \text{ kN/mm}^2 \\
 \text{Iner. (I)} = (b \cdot h^3)/12 &= 6,86E+07 \text{ mm}^4 \\
 K_{\text{def}} &= 0,6 \\
 \Psi_2 &= 0,3 \\
 \omega &= (5 \cdot q \cdot L^4)/(384 \cdot E \cdot I) \cdot [1 + ((24/25) \cdot (E/G) \cdot (h/L)^2)] \\
 \omega_{\text{perm.}} &= 2,37 \text{ mm} \\
 \omega_{\text{var.}} &= 6,78 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



### Comprobación de la integridad del forjado

$$\text{Def. M} \acute{a}\text{x.} = L/300 = 13,33 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \omega_{\text{int}} &= \omega_{\text{perm.}} \cdot K_{\text{def}} + (\omega_{\text{var.}} + (\omega_{\text{var.}} \cdot K_{\text{def}} \cdot \Psi_2)) = 8,3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**8,38 < 13,33 → CUMPLE**

### Comprobación de confort del forjado

$$\begin{aligned}
 \text{Def. M} \acute{a}\text{x.} &= L/350 \\
 &= 11,43 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\omega_{\text{conf}} = \omega_{\text{var.}} + (1 \cdot K_{\text{def}} \cdot \Psi_2) = 6,96 \text{ mm}$$

**6,96 < 11,43 → CUMPLE**

### Comprobación estética del forjado

$$\begin{aligned}
 \text{Def. M} \acute{a}\text{x.} &= L/300 \\
 &= 13,33 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \omega_{\text{tot}} &= \omega_{\text{perm.}} \cdot (1 + K_{\text{def}}) + (\omega_{\text{var.}} \cdot \Psi_2 \cdot (1 + K_{\text{def}})) = 7,0 \text{ mm} \\
 &= 5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

7,05 < 13,33

→ CUMPLE

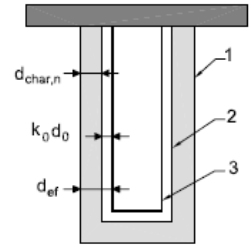
### CÁLCULO EN SITUACIÓN DE INCENDIO

Madera c18 ME2

Intereje	0,40 cm
EFmin =	30,00 min
$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot 1,25 =$	22,50 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,d} = f_{v,k} \cdot 1,25 =$	4,25 N/mm <sup>2</sup>

### Sección eficaz de la viga

$\beta_n =$	0,8 mm/min
$d_{char,n} = \beta_n \cdot t =$	24,00 mm
$d_{ef} =$	
$d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 =$	31,00 mm
$b_{util} = b - (d_{ef} \cdot 2)$	
$=$	5,80 cm
$h_{util} = h - d_{ef} =$	15,90 cm
$Q =$	0,31 KN/ml
$G =$	0,12 KN/ml



- 1 Superficie inicial del elemento
- 2 Limite de la sección residual
- 3 Limite de la sección eficaz

### Comprobación a flexión

$M_{max} =$	1,67 kNm
$W_{min} = M_{max}/f_{m,d} =$	74355,56 mm <sup>3</sup>
	244383,0
$W_d = (b \cdot h^2)/6 =$	0 mm <sup>3</sup>

244383,00 > 74355,56 → CUMPLE

### Comprobación a cortante

$Q_d \max =$	2,41 kN
$A_{min} = Q_d$	
$\max/f_{v,d} =$	567,06 mm <sup>2</sup>
$A_d = b \cdot h =$	9222,00 mm <sup>2</sup>

9222 > 567,06 → CUMPLE

### DATOS MONTANTES

Madera c18 ME2	$K_{mod} =$	0,60
Altura muro: 2,50 m	$\gamma_M =$	1,30
Ancho montante 3,80 cm	Mod. Elast. (E) =	9,0 kN/mm <sup>2</sup>
Profundidad montante 14,00 cm	Iner. (I) = (b·h <sup>3</sup> )/12 =	8,69E+06 mm <sup>4</sup>
MDF ignífugo 38,00 mm	$f_{c,0,d} = (K_{mod} \cdot f_{c,0,k})/\gamma_M =$	5,08 N/mm <sup>2</sup>

### Comprobación de resistencia del montante

$Q_d \max =$	2,76 kN
$A_{min} = Q_d$	543,64 mm <sup>2</sup>

$$\max/f_{c,0,d} =$$

$$A_d = b \cdot h = 5320,00 \text{ mm}^2$$

$$5320,0 > 543,64 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

\*La carga que recibe el montante es muy pequeña y la función del MDF hace que no sea necesaria la comprobación al pandeo.

#### DATOS PILAR

Madera C18 y ME-2

CS2

Altura pilar:	2,41 m
Ancho pilar:	14,00 cm
Profundidad pilar	14,00 cm
$K_{mod}$ =	0,60
$\gamma_M$ =	1,30
Mod. Elast. (E) =	9,00 kN/mm <sup>2</sup>
Iner. (I) = $(b \cdot h^3)/12$ =	3,20E+07 mm <sup>4</sup>
$f_{c,0,d} = (K_{mod} \cdot f_{c,0,k})/\gamma_M$ =	5,08 N/mm <sup>2</sup>
$\beta_v$ =	2,00
$\beta_c$ =	0,20

#### Comprobación de resistencia del pilar más desfavorable

$$N_d \max = 19,32 \text{ kN}$$

$$A_{min} = N_d \max / f_{c,0,d} = 3805,45 \text{ mm}^2$$

$$A_d = b \cdot h = 19600,00 \text{ mm}^2$$

$$19600,00 > 3805,45 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

#### Comprobación de inestabilidad por pandeo

$$\lambda = \beta_v \cdot h / (I/A)^{1/2} = 119,26$$

$$\lambda_{rel} = \lambda / \pi \cdot (f_{c,0,k} / E_{0,k})^{1/2} = 1,70 > 0,3$$

\*Se debe de comprobar la inestabilidad de carga, ya que la geométrica es superior.

$$K_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2) = 2,08$$

$$\chi_c = 1 / (K_v + (K_v^2 - \lambda_{rel}^2)^{1/2}) = 0,30$$

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 0,99 \text{ N/mm}^2$$

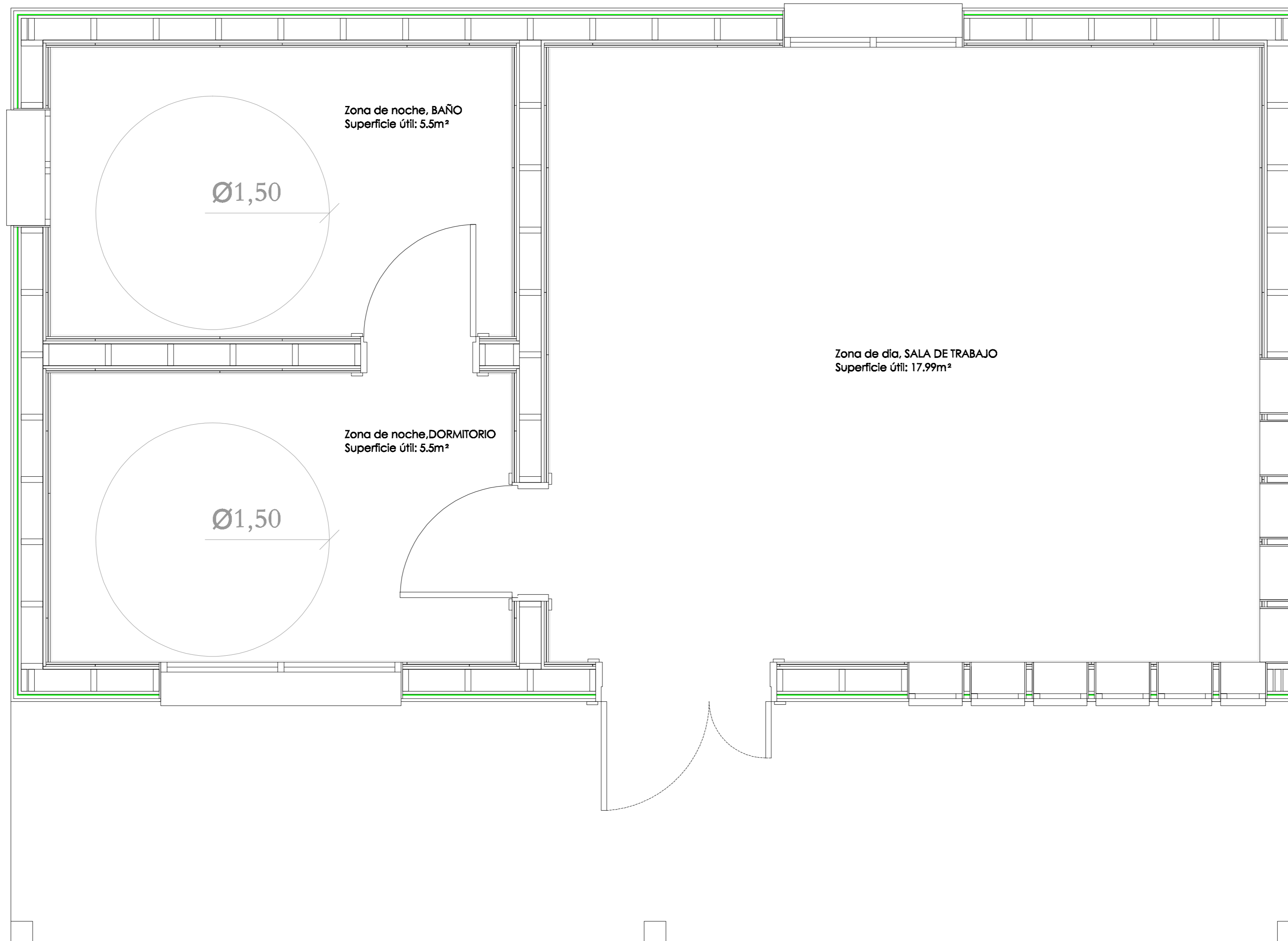
$$\sigma_{c,0,d} / (\chi_c \cdot f_{c,0,d}) = 0,64$$

$$63,77\% < 100\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$


# ANEJO C

---





PLANO  
**02**  
PLANTA



ESCALA PLANO  
Escala 1:20

UNIVERSIDAD  
Escola Politècnica Superior  
d'Edificació

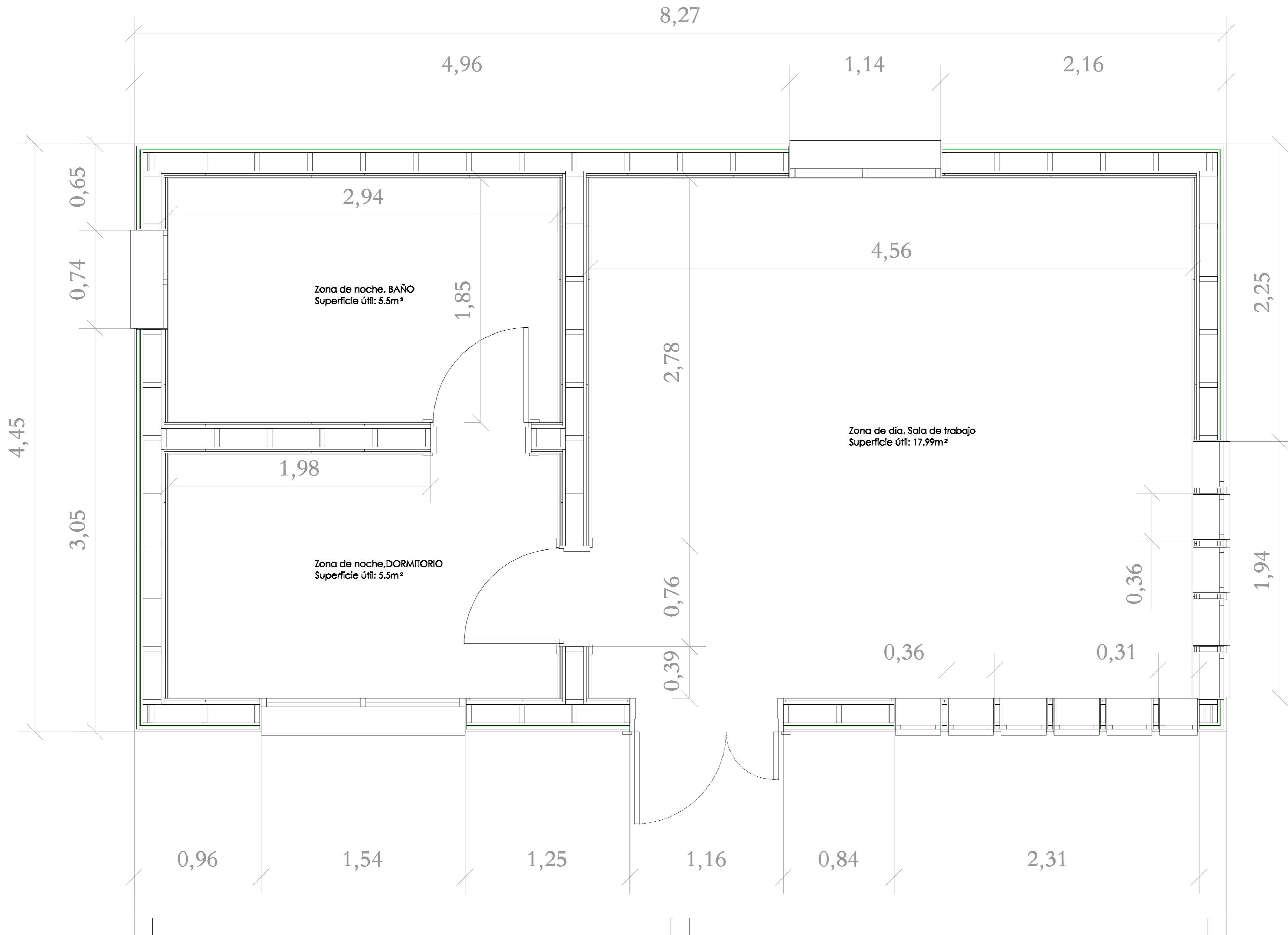
PROYECTO FINAL DE GRADO

Proyectista  
Pablo Clusa

Tutores  
Edgar Segué Aguasca  
Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
Mayo de 2016





PLANO  
**03**  
PLANTA COTAS

ESCALA PLANO  
Escala 1:20

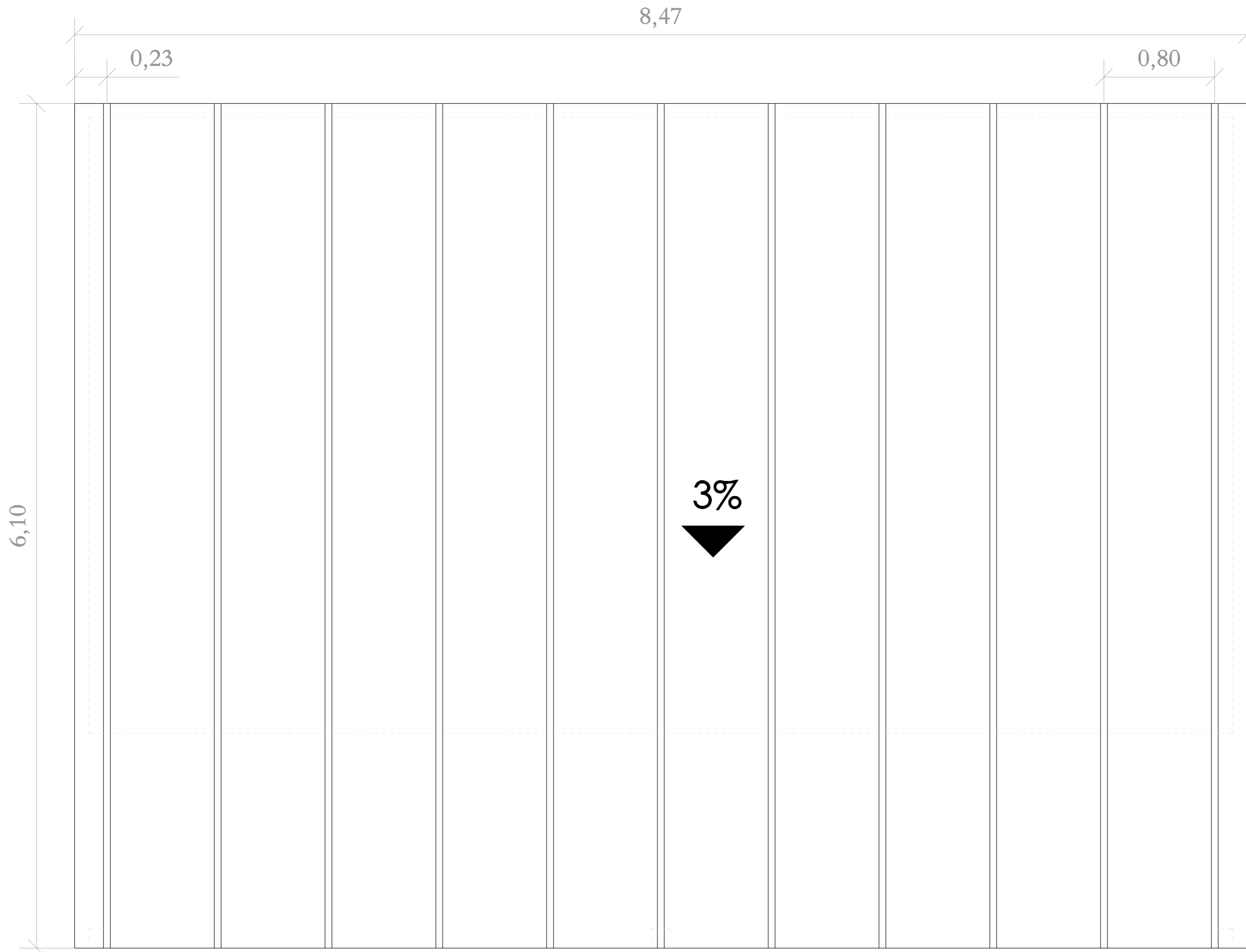
UNIVERSIDAD  
Escola Politècnica Superior  
d'Edificació

PROYECTO FINAL DE GRADO

Proyectista  
Pablo Clusa

Tutores  
Edgar Segué Aguasca  
Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
Mayo de 2016



PLANO

04



Planta cubierta

ESCALA PLANO

Escala 1:20

UNIVERSIDAD

Escola Politècnica Superior  
d'Edificació

PROYECTO FINAL DE GRADO

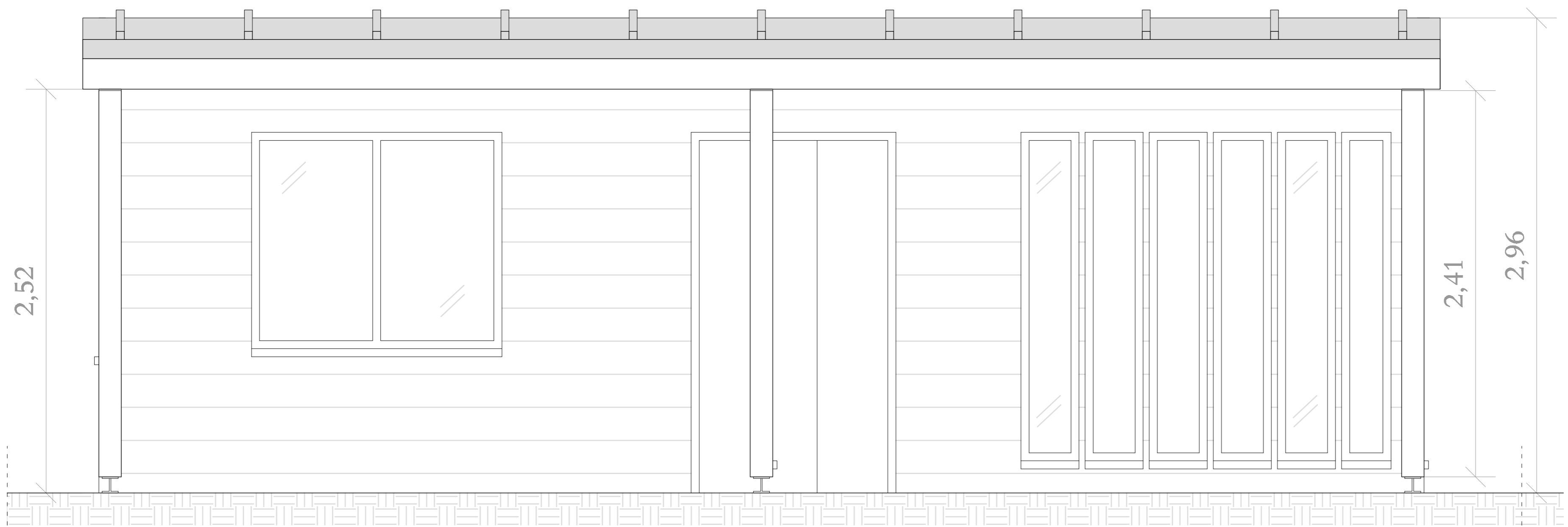
Proyectista

Pablo Clusa

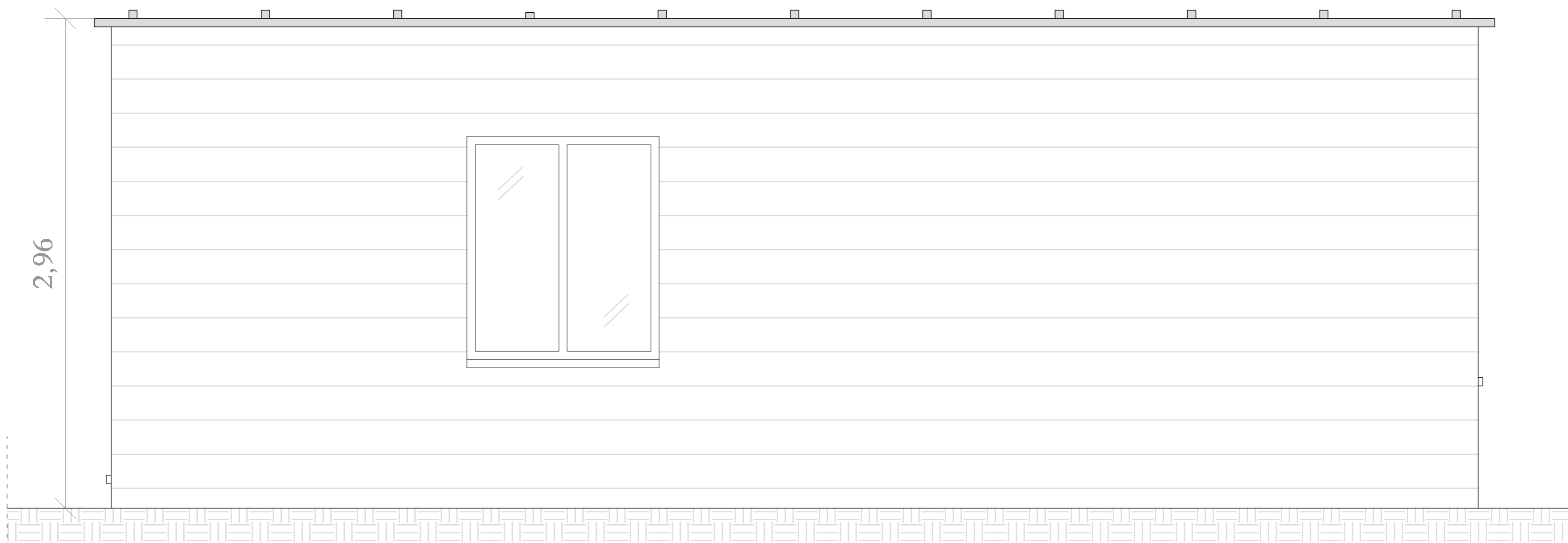
Tutores

Edgar Segué Aguasca  
Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
Mayo de 2016



FACHADA DELANTERA E:1:20



FACHADA TRASERA E:1:20

PLANO  
**05**  
 Fachadas delantera y trasera



ESCALA PLANO  
 Escala 1:20

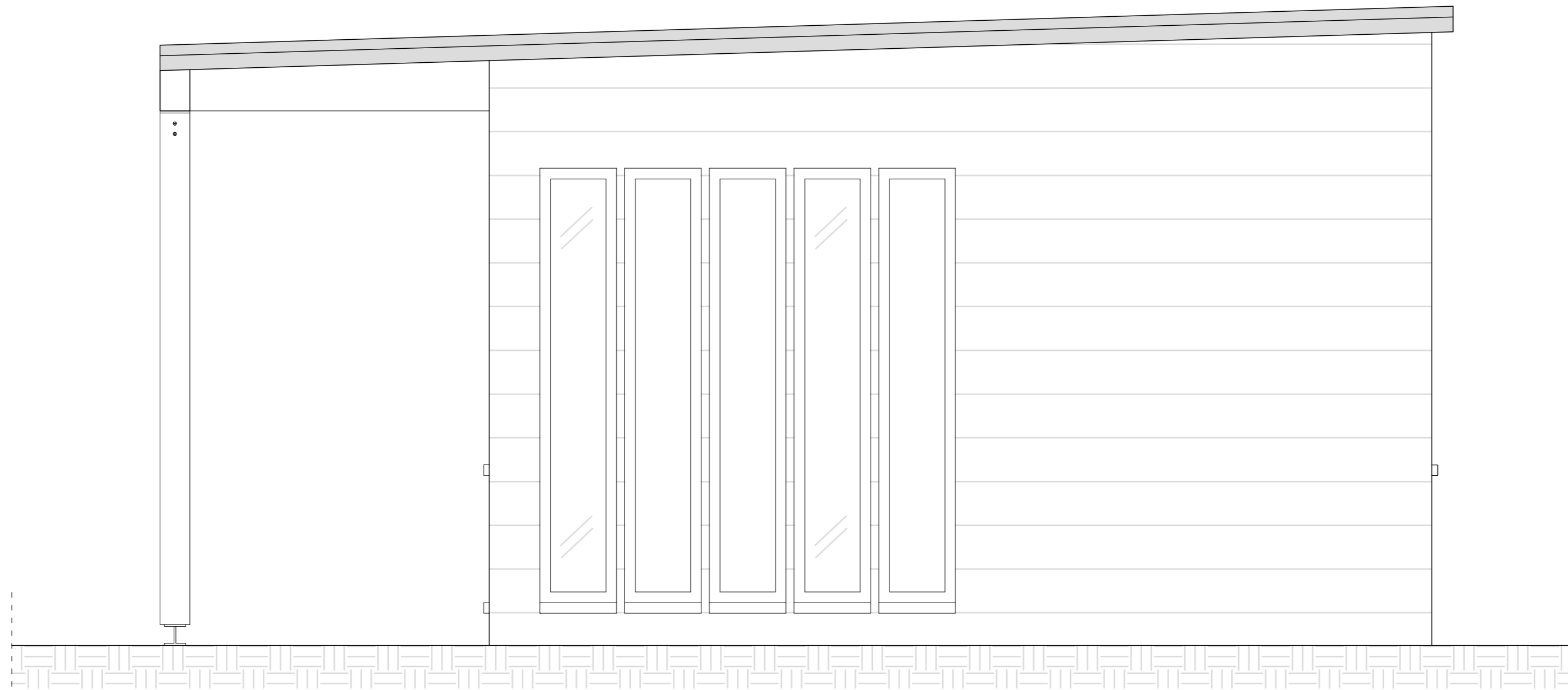
UNIVERSIDAD  
 Escola Politècnica Superior  
 d'Edificació

PROYECTO FINAL DE GRADO

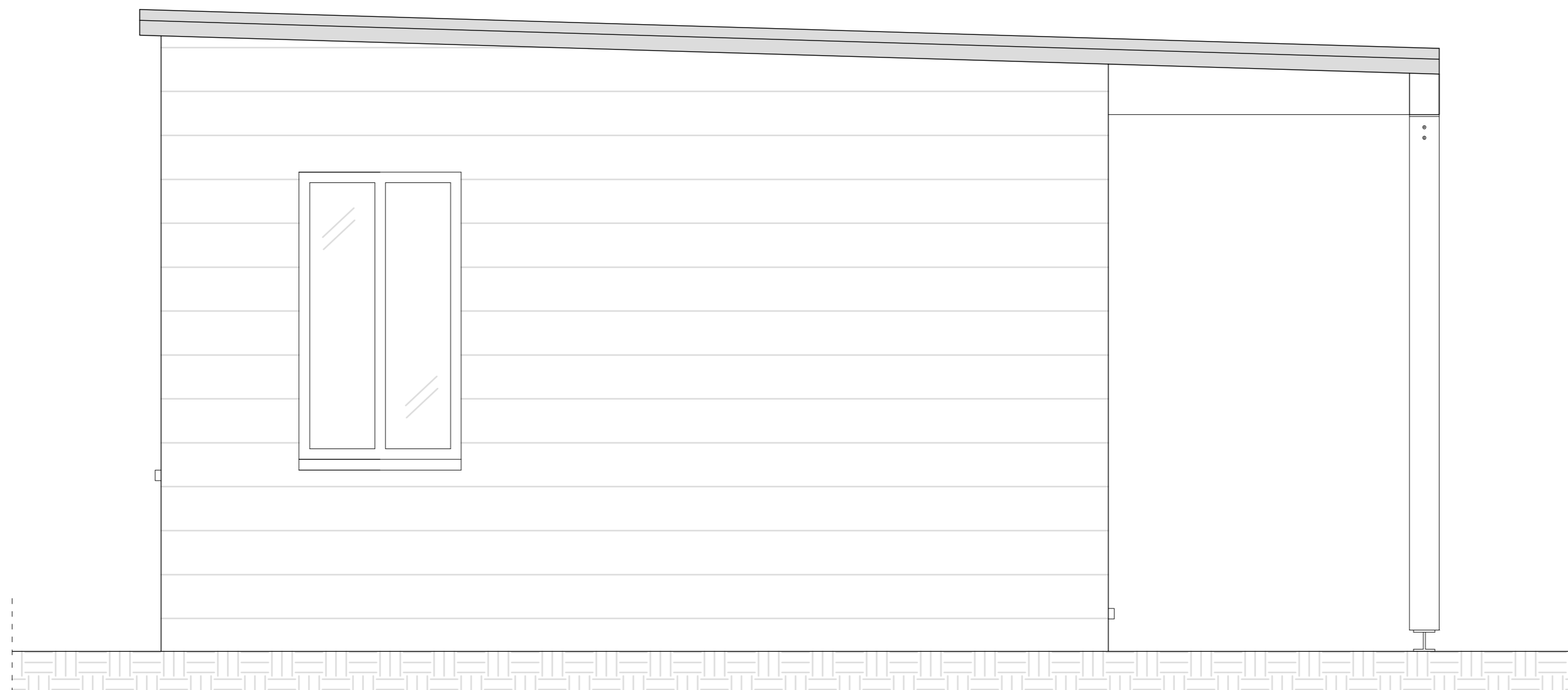
Proyectista  
 Pablo Clusa

Tutores  
 Edgar Segué Aguasca  
 Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
 Mayo de 2016



FACHADA DERECHA E:1:20



FACHADA IZQUIERDA E:1:20

PLANO  
**06**  
 Fachadas izquierda y derecha



ESCALA PLANO  
 Escala 1:20

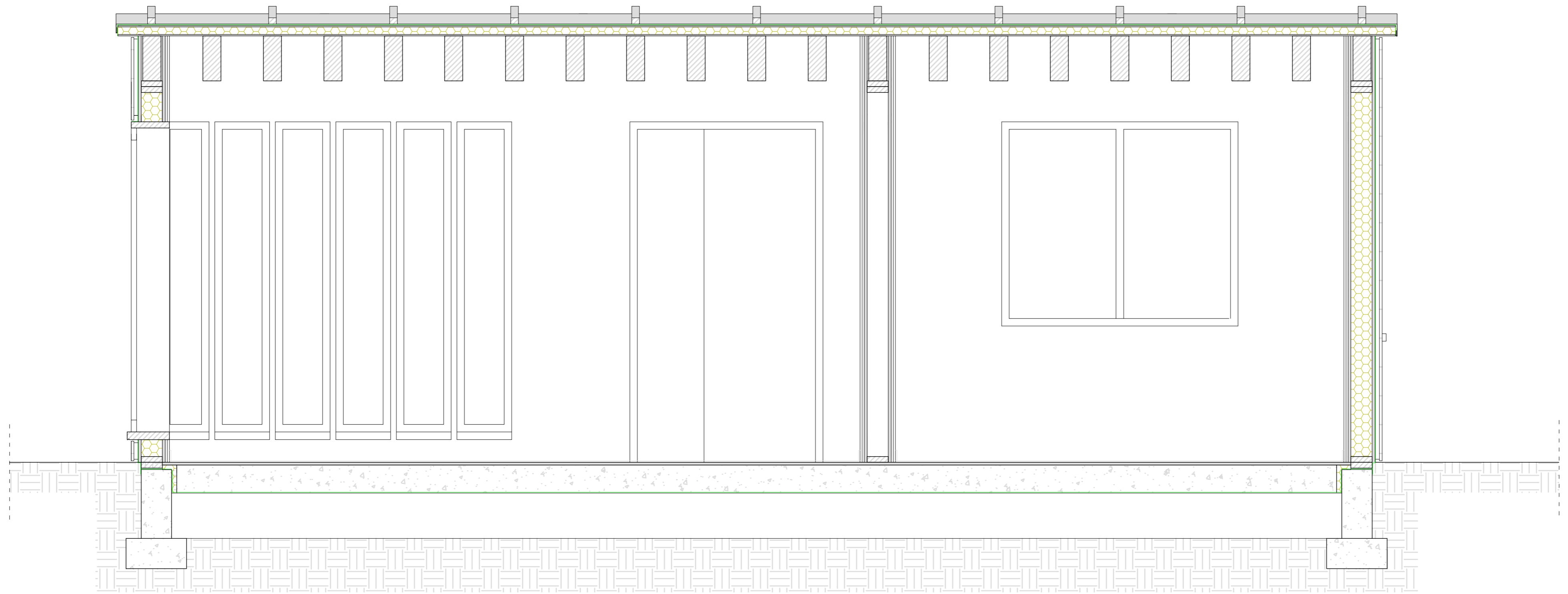
UNIVERSIDAD  
 Escola Politècnica Superior  
 d'Edificació

PROYECTO FINAL DE GRADO

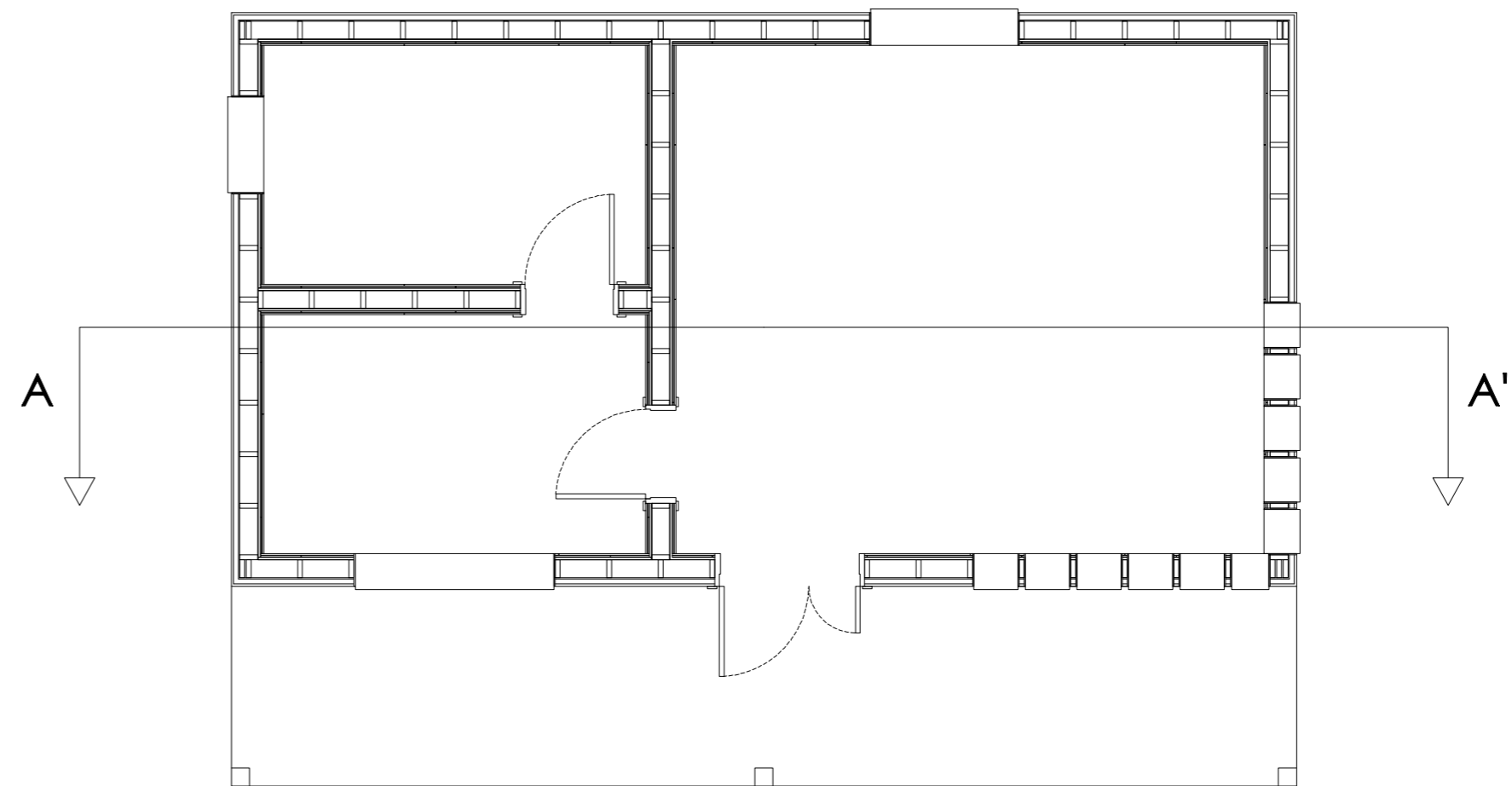
Proyectista  
 Pablo Clusa

Tutores  
 Edgar Segué Aguasca  
 Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
 Mayo de 2016



SECCIÓN A-A' E: 1:20



PLANO

07



SECCIÓN A-A'

ESCALA PLANO

Escala 1:20

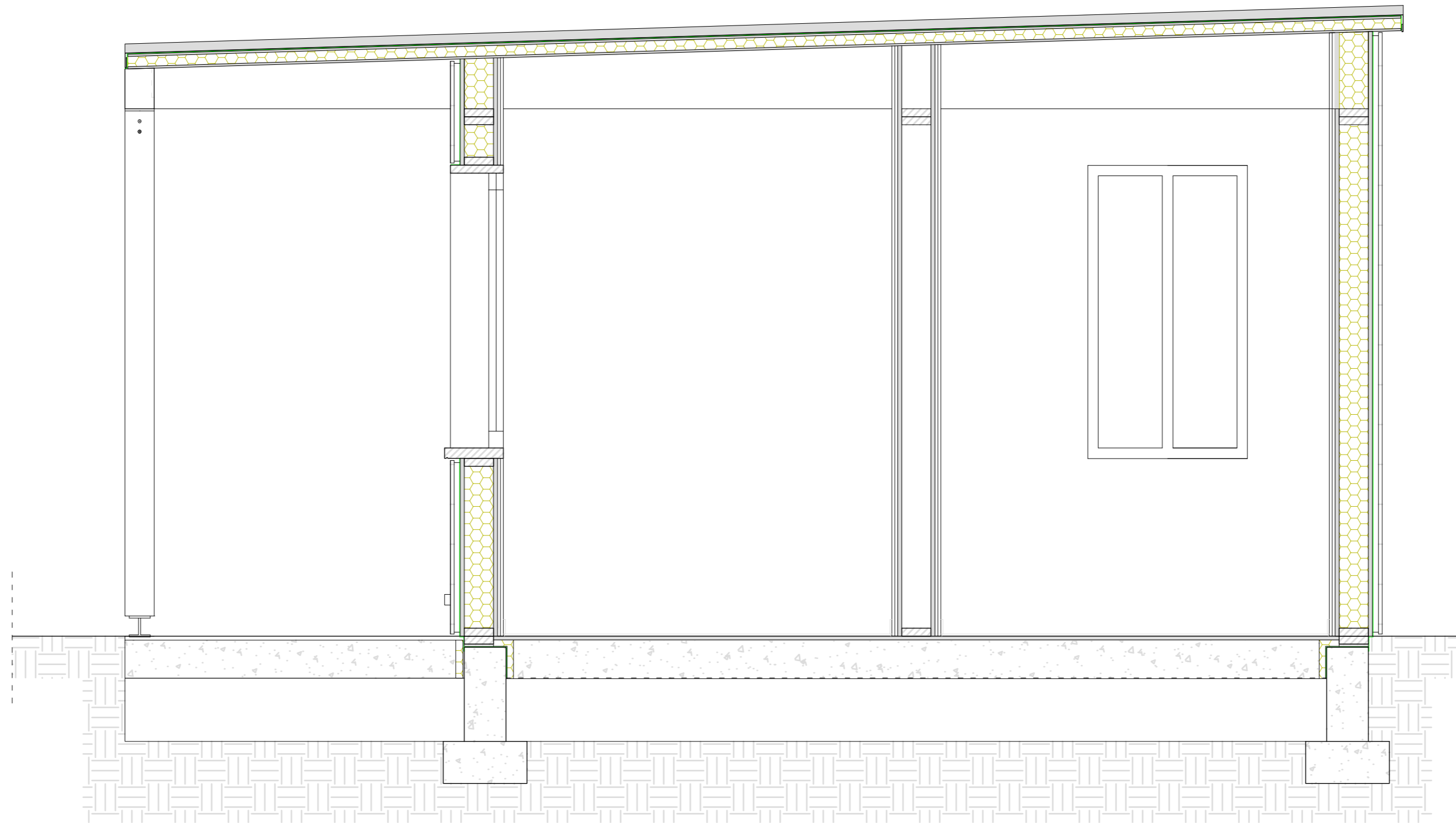
UNIVERSIDAD  
Escola Politècnica Superior  
d'Edificació

PROYECTO FINAL DE GRADO

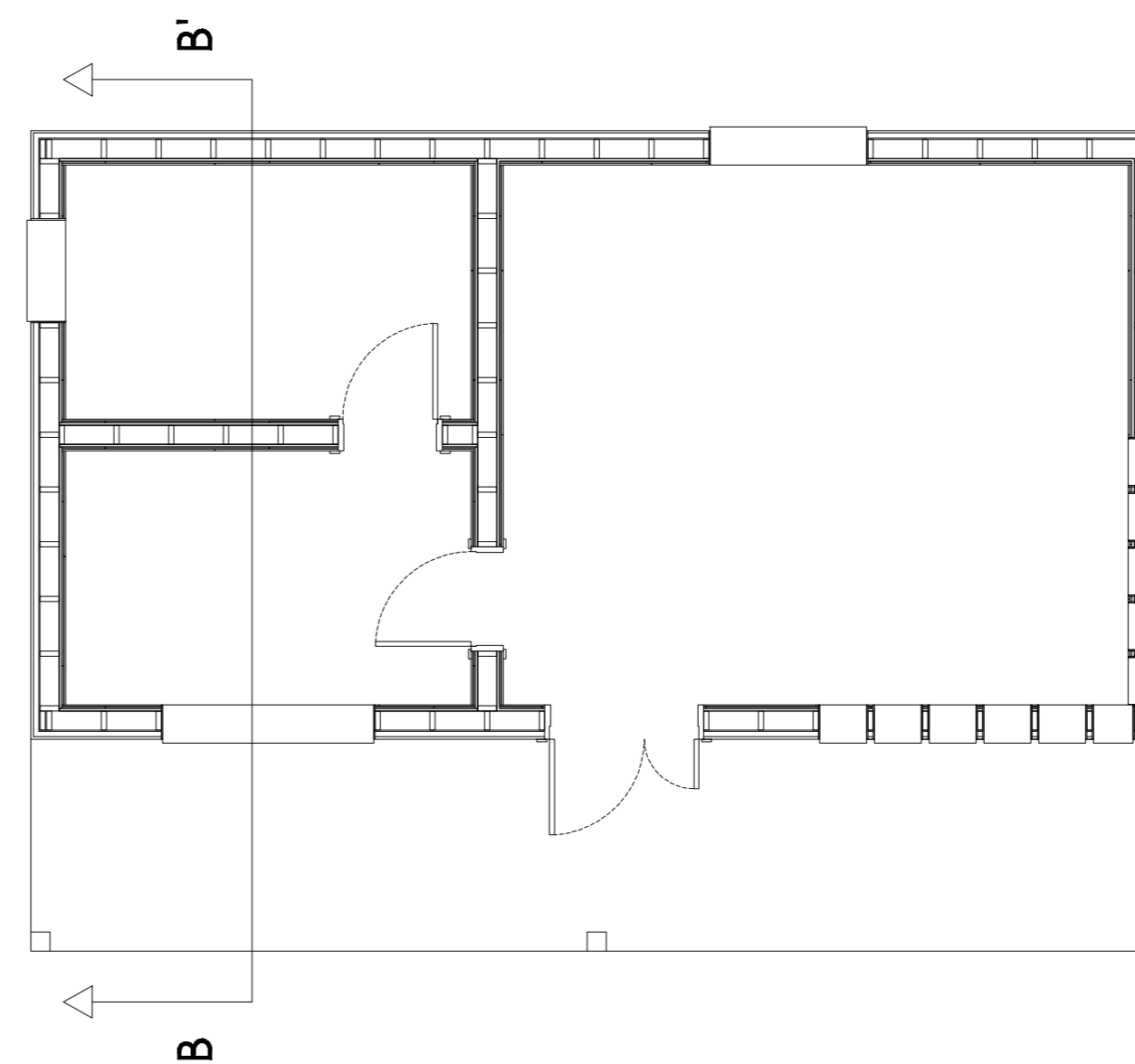
Proyectista  
Pablo Clusa

Tutores  
Edgar Segué Aguasca  
Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
Mayo de 2016



SECCIÓN B-B E:1:20



PLANO

08



SECCIÓN B-B

ESCALA PLANO

Escala 1:20

UNIVERSIDAD  
Escola Politècnica Superior  
d'Edificació

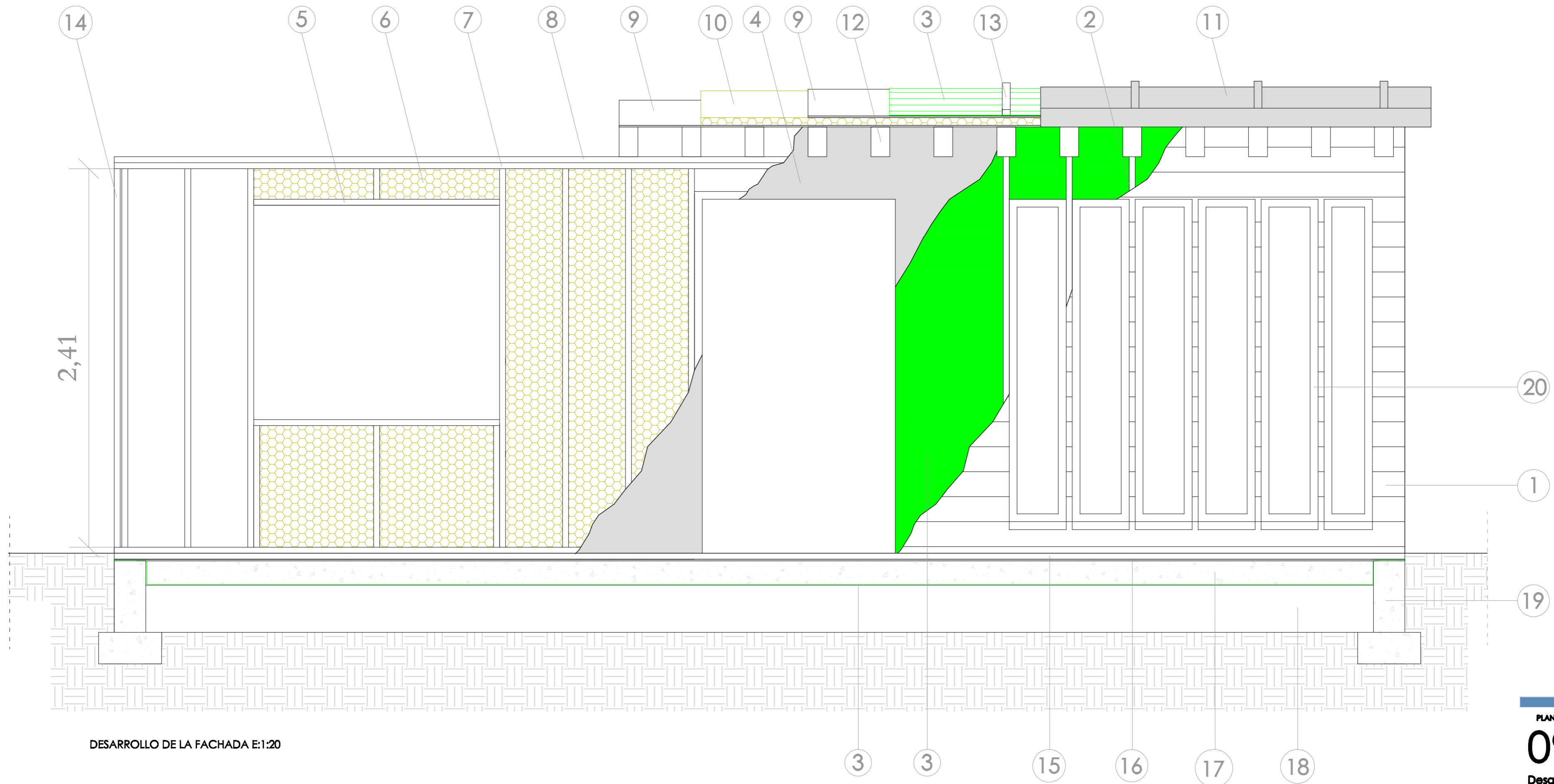
PROYECTO FINAL DE GRADO

Proyectista  
Pablo Clusa

Tutores  
Edgar Segué Aguasca  
Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
Mayo de 2016





DESARROLLO DE LA FACHADA E:1:20

1	Acabado exterior composite de madera 18mm.	11	Cubierta de zincitiano 1mm.
2	Rastrel de pino 3x3,8cm.	12	Viga de madera de pino 12x19cm.
3	Membrana impermeabilizante 1mm.	13	Cabio de madera 5x5cm.
4	MDF ignifugo 19mm.	14	Montantes de pino 14x3,8cm.
5	Dintel madera de pino 3,8mm.	15	Durmiente tratado madera de pino 14x3,8cm.
6	Aislamiento térmico con lana de roca 14cm.	16	Solado
7	Testero superior madera de pino 3,8 cm.	17	Solera
8	Carrera superior madera de pino 3,8 cm.	18	Encachado de gravas
9	Tablero contrachapado 10mm.	19	Murete H.A.
10	Aislamiento térmico con lana de roca 5cm.	20	Carpintería exterior fija de pino 36x140cm.

PLANO

09



Desarrollo de la fachada

ESCALA PLANO

Escala 1:20

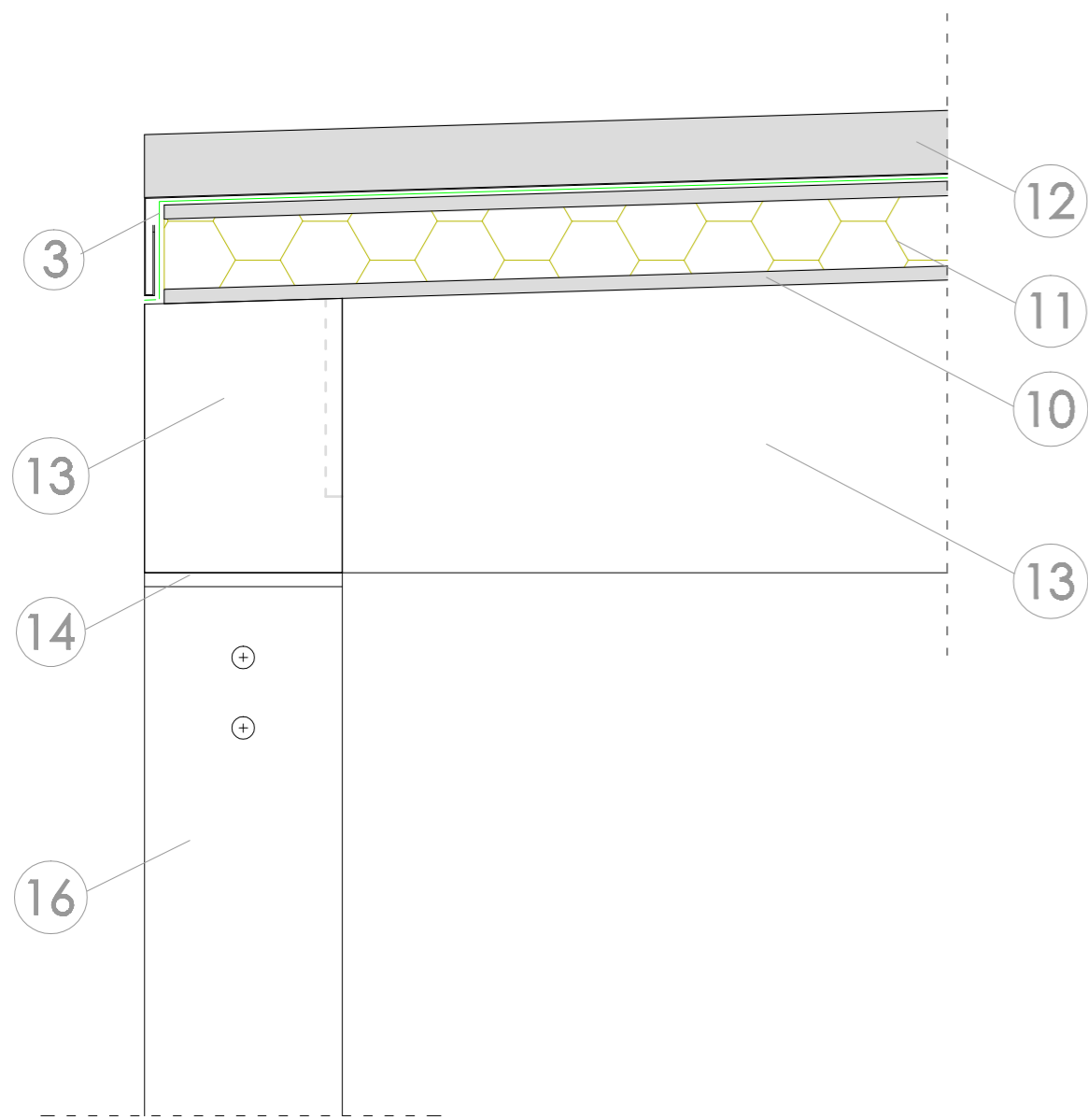
UNIVERSIDAD  
Escola Politècnica Superior  
d'Edificació

PROYECTO FINAL DE GRADO

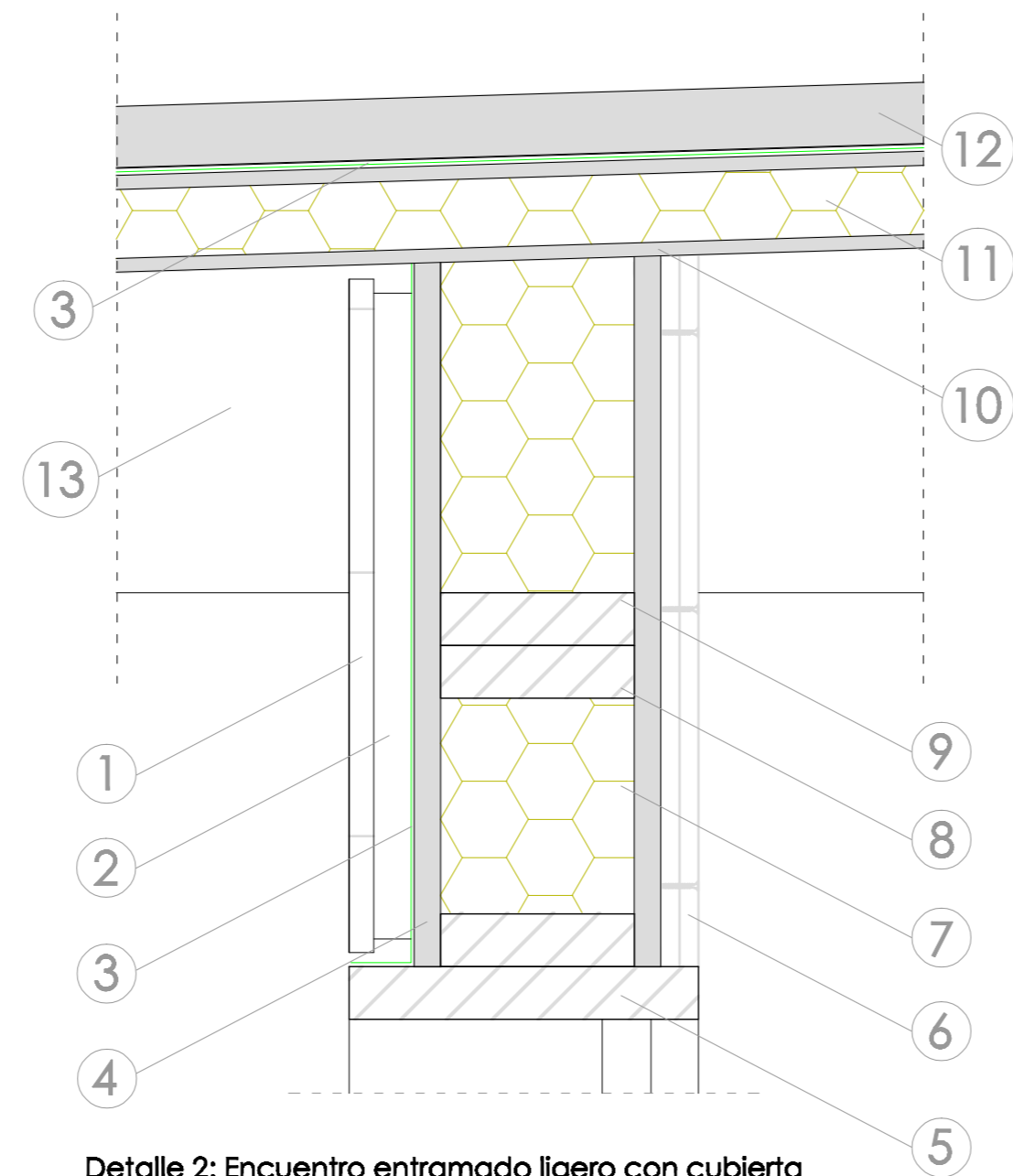
Proyectista  
Pablo Clusa

Tutores  
Edgar Segué Aguasca  
Joaquín Móntón Lecumberri

Fecha de entrega  
Mayo de 2016

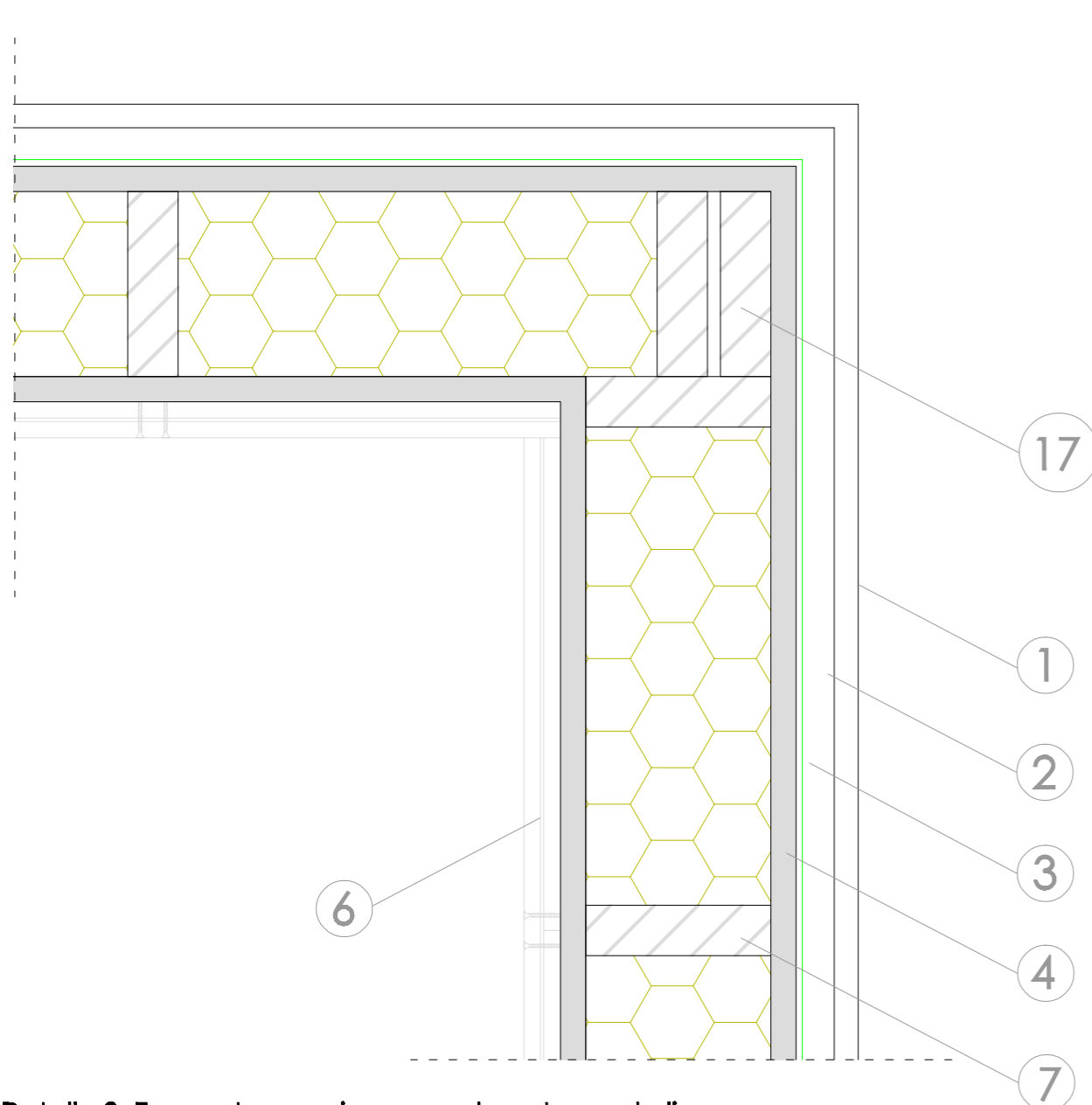
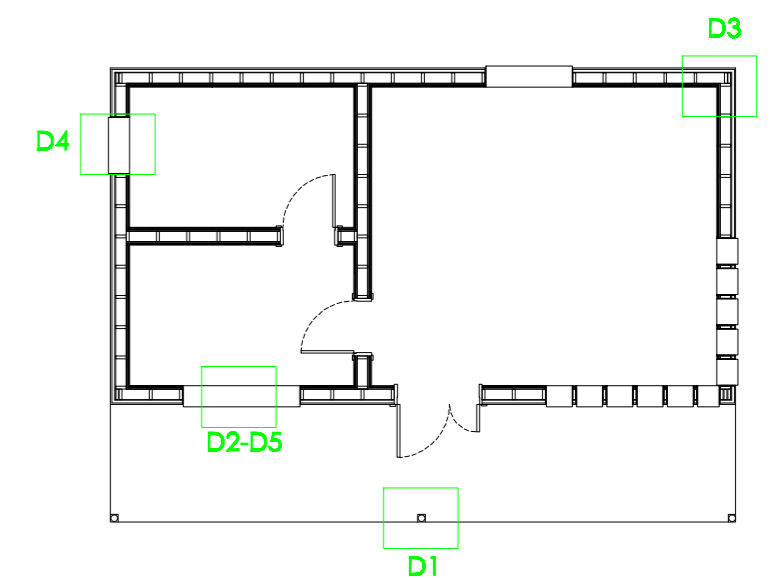


Detalle 1: Encuentro de cubierta con viga de cabeza

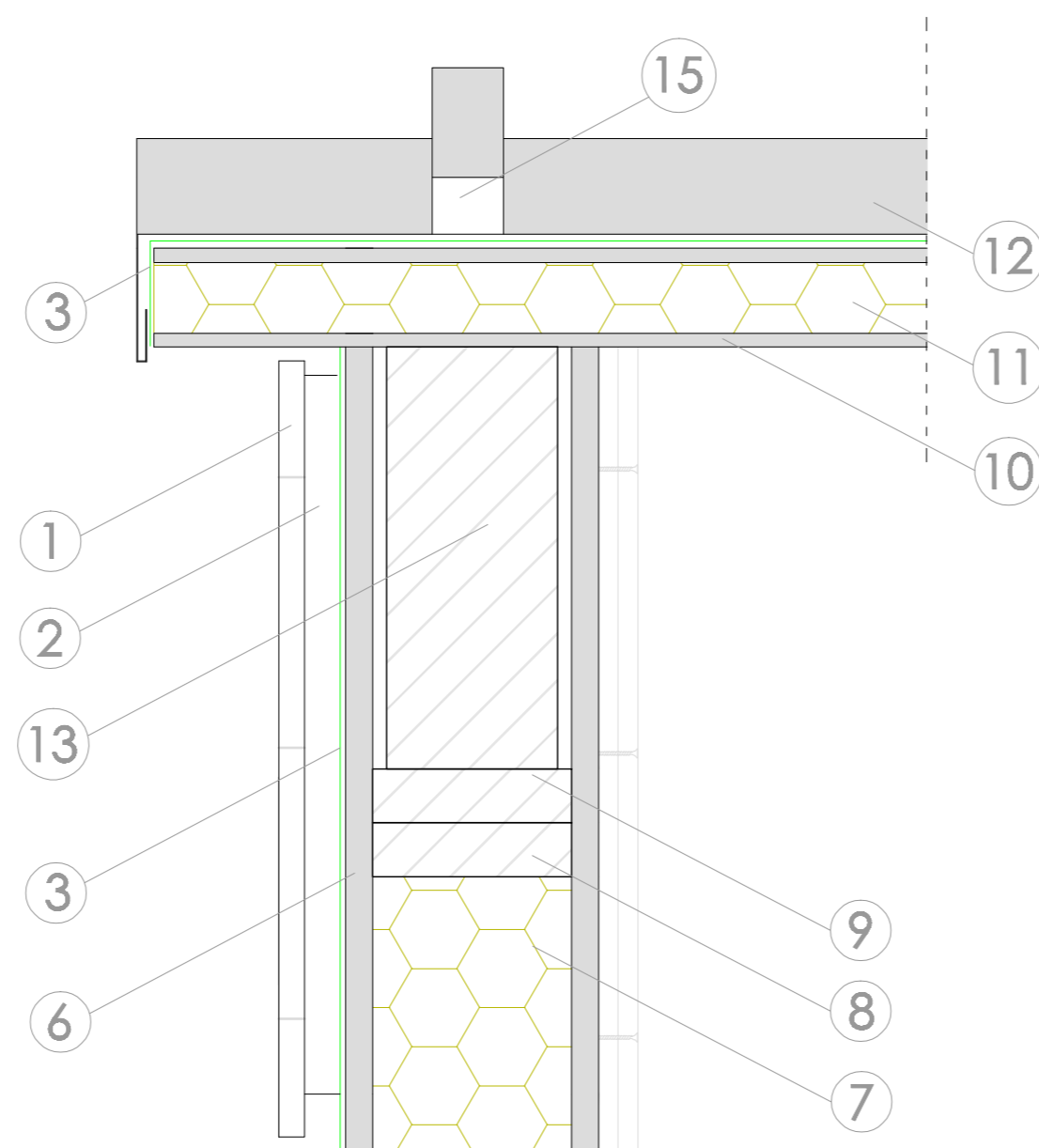


Detalle 2: Encuentro entramado ligero con cubierta

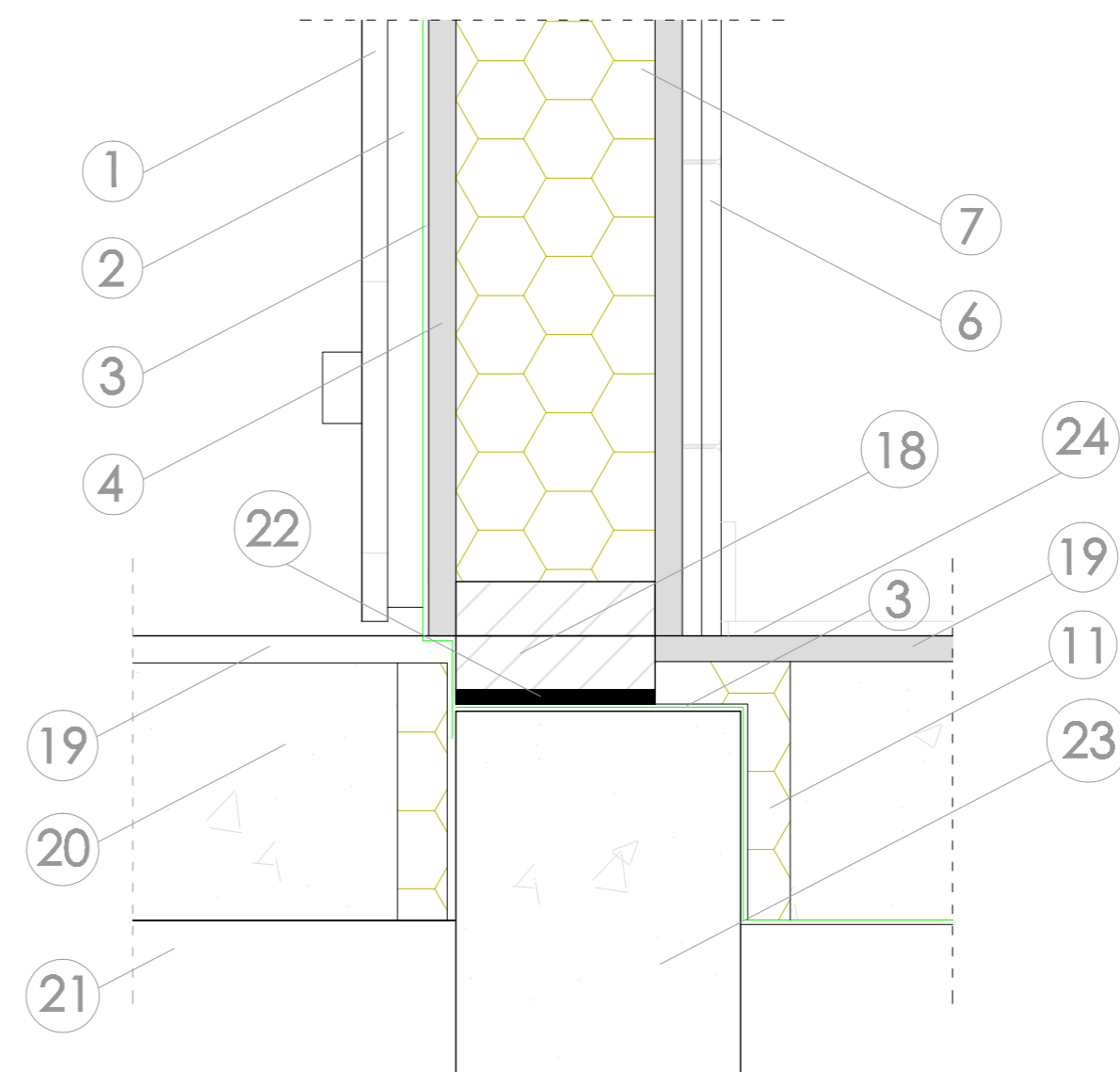
1	Acabado exterior composite de madera 18mm.	13	Viga de madera de pino 12x19cm.
2	Rastrel de pino 3x3,8cm.	14	Soporte oculto de pilar 14x20cm.
3	Membrana impermeabilizante 1mm.	15	Cableo de madera 5x5cm.
4	MDF ignífugo 19mm.	16	Pilar madera de pino 14x14cm.
5	Dintel madera de pino 3,8mm.	17	Montantes de pino 14x3,8cm.
6	Doble placa de yeso laminado 3cm.	18	Durmiente tratado madera de pino 14x3,8cm.
7	Aislamiento térmico con lana de roca 14cm.	19	Solado
8	Testero superior madera de pino 3,8 cm.	20	Solera
9	Carrera superior madera de pino 3,8 cm.	21	Encachado de gravas
10	Tablero contrachapado 10mm.	22	Material elástico
11	Aislamiento térmico con lana de roca 5cm.	23	Murete H.A.
12	Cubierta de zincitanio 1mm,	24	Parquet roble mazizo



Detalle 3: Encuentro esquina muro de entramado ligero



Detalle 2: Encuentro entramado ligero con cubierta



Detalle 5: Encuentro entramado ligero con cimentación