

Orfelinato  
100m2 MOLO

Antonio Del Pozo  
Antonio Moya  
Sist. Tecnicos I

# INDICE

<b>Datos del Proyecto</b>	2
<b>Objeto del Proyecto</b>	2
<b>Antecedentes.</b>	2
<b>Datos del solar</b>	2
<b>Descripción del poryecto</b>	2
<b>Programa</b>	2
<b>Superficies/Diseño de la vivienda</b>	3
<b>Arquitectura</b>	3-4
<b>Acabados</b>	5-6
<b>Modelo de estructura</b>	7-10
<b>Cype</b>	11-17
<b>Calculo estructura</b>	18

# MEMORIA DESCRIPTIVA

## Datos del Proyecto

PROYECTO:	Vivienda unifamiliar 50 m2 Molo (Kenia)
EMPLAZAMIENTO:	Este de la ciudad de Molo

### Objeto del Proyecto:

Se requiere la construcción de un orfanato de 100 m2 para suplir la necesidades de refugio del mayor nº posible de niños en la región. Para ello a de contar con un dormitorio comun, otro para el tutor desde el cual pueda vigilar la salida, un baño comun una cocina y una sala multiusos.

### Antecedentes:

El presente proyecto se incia sobre las condiciones de un solar urbanizable con toma de luz pero no de agua donde el método de diseño y construcción se basará en la utilizada en la ciudad de Molo.

### Datos del solar:

Se trata de una parcela de 700 m2 llana, topograficamente no presenta ningún desnivel de Sus limites son los sigueites:

NORTE: Zona urbanizada

ESTE. Zona industrial

SUR: Zona zona urbanizada

OESTE: Zona agricola







# Descripción del proyecto

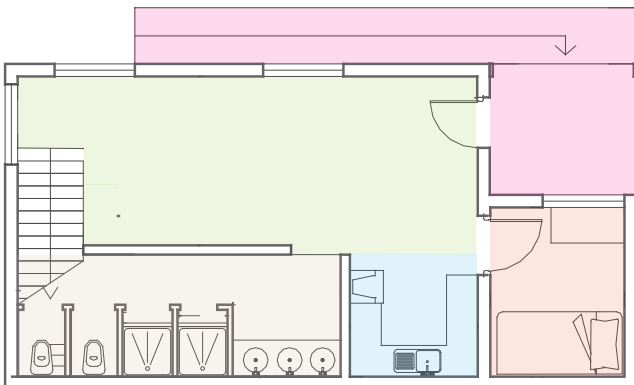
## Programa

El proyecto se define como un orfanato con todas las comodidades básicas para albergar a 20 niños y un tutor prestando especial atención al diseño pasivo del edificio, así como en su facilidad de montaje con piezas en su mayoría prefabricadas en Madrid.

## Superficies

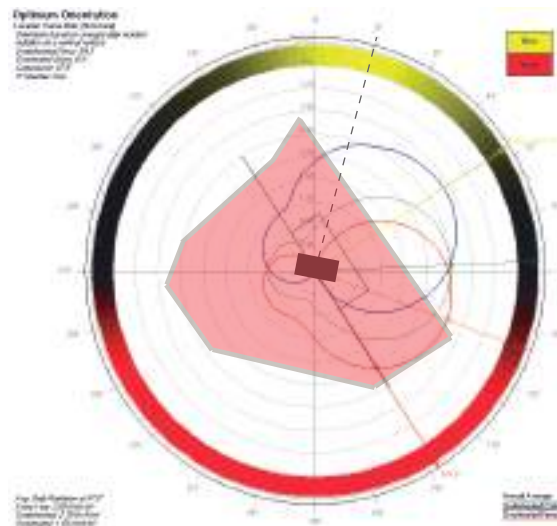
### USOS

	Zona de dormitorio	54 m <sup>2</sup>
	Entrada	2.4 m <sup>2</sup>
	Zona de juego	28 m <sup>2</sup>
	Dormitorio guarda	6 m <sup>2</sup>
	Cocina	4 m <sup>2</sup>
	Baños/duchas	8 m <sup>2</sup>

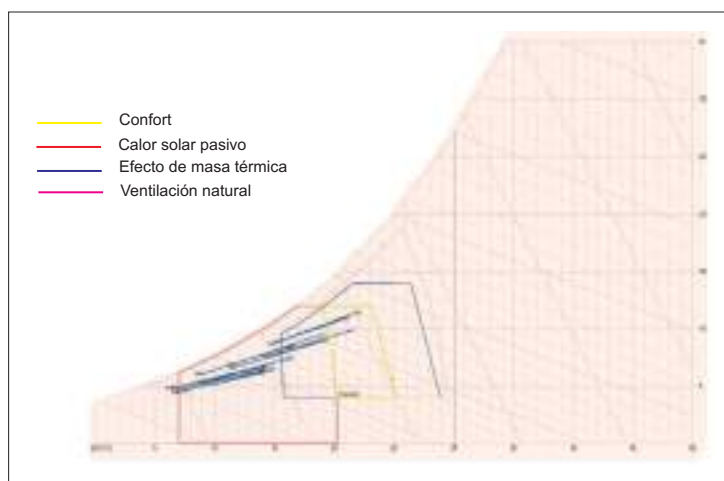


## Diseño

Antes de comenzar con el diseño de los espacios, debemos comenzar definiendo la orientación de nuestra construcción. Como se ha mencionado anteriormente, el orfanato se situará en la ciudad de Molo (Kenia), gracias a los análisis de cálculo de ECOTEC, la orientación más adecuada de la fachada principal a lo largo de todo el año es la noreste (15º).



Dada la enorme densidad de personas con la que cuenta el edificio el mayor reto de cara al diseño es conseguir una disipación de estas ganancias energéticas al tiempo que nos protegemos de la enorme radiación cenital en las horas intermedias del día. Para ello nos hemos decantado por unas fachadas enormemente ventiladas al tiempo de una cubierta con aleros que nos reduzca el sol incidente en sus peores ángulos.



## Arquitectura

Dentro de este apartado, vamos a destacar dos aspectos relevantes para la definición de esta, el primero será la definición de los acabados y el segundo las superficies.

### Acabados Suelos.

Como elemento predominante para los acabados de suelo, hemos elegido el corcho por un material barato, fácil de trabajar y que nos sirve tanto como aislante térmico y acústico, proporcionándonos la masa que le falta a nuestros forjados de madera.

Como cualidades podemos destacar las siguientes:

**Aislante térmico.**- aunque la resistencia térmica ( $1,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) sea un 25-30% inferior al de aislantes sintéticos como el poliuretano o el poliestireno extruido, el aglomerado de corcho reúne otras características que a la larga lo convierten en un material idóneo y ventajoso.

**Aislante acústico.**- el corcho, con una densidad superior a otros aislamientos,  $105 \text{ Kg/m}^3$ , es un buen absorbente acústico que funciona de tres formas, como aislamiento del sonido aéreo, eliminando el ruido de la calle, como elemento antivibratorio, absorbiendo los ruidos producidos por impactos, golpes o pisadas y como superficie absorbente del sonido disminuyendo el eco generado en grandes espacios.

**Transpirabilidad.**- al contrario del poliuretano o el poliestireno, el aglomerado de corcho instalado en el interior de los cerramientos permite la transpiración de la edificación evitando de esta forma las condensaciones en los paramentos interiores.

**Alta resistencia mecánica.**- Es un material flexible y resistente que facilita su manipulación, adaptándose mejor a superficies curvas.

**Comportamiento ante la humedad.**- la humedad en el interior de un material disminuye sus propiedades aislantes, el corcho aunque no es estanco a la misma, presenta un pequeño porcentaje de poros que la acumulen, manteniendo de esta forma sus condiciones aislantes en todo momento.

Comportamiento al fuego.- El corcho es un material ignífugo, catalogado como difícilmente combustible y de producirse tras cuarenta minutos de exposición directa, en su combustión no libera gases tóxicos como sucede con muchos de los aislamientos sintéticos.

Resistencia a los agentes químicos.- El corcho y sus aglomerados son sustancias muy inertes a la acción de los agentes químicos y por ello muy duraderos y reutilizables una vez finalizada la vida de la construcción.

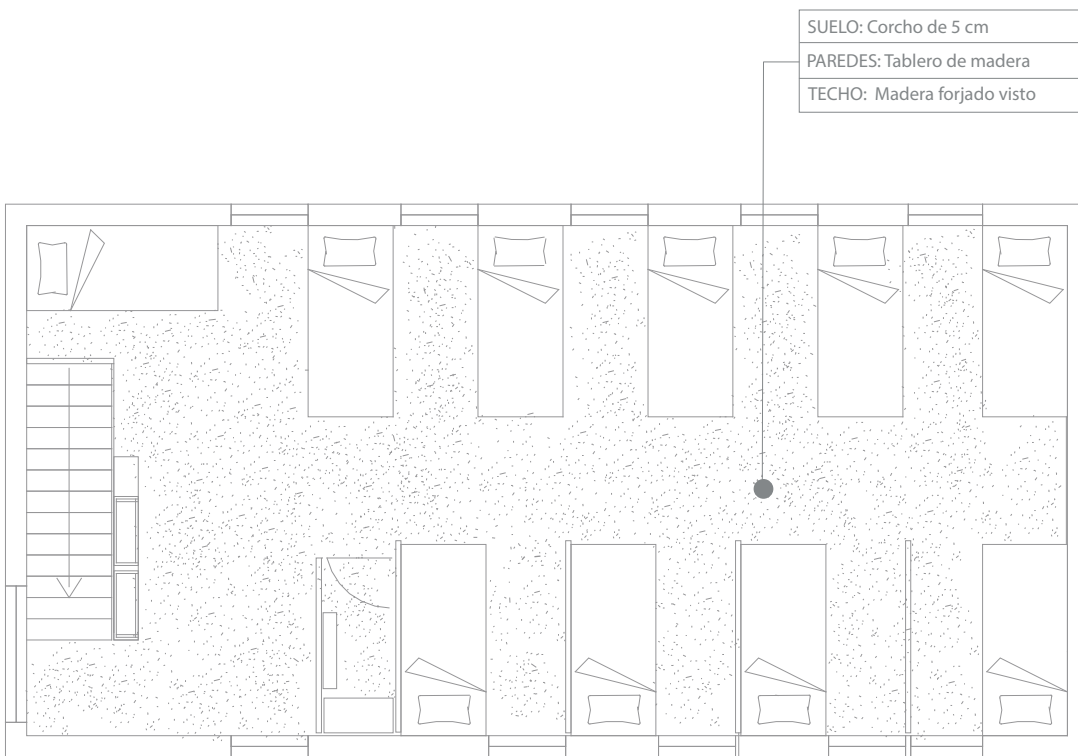
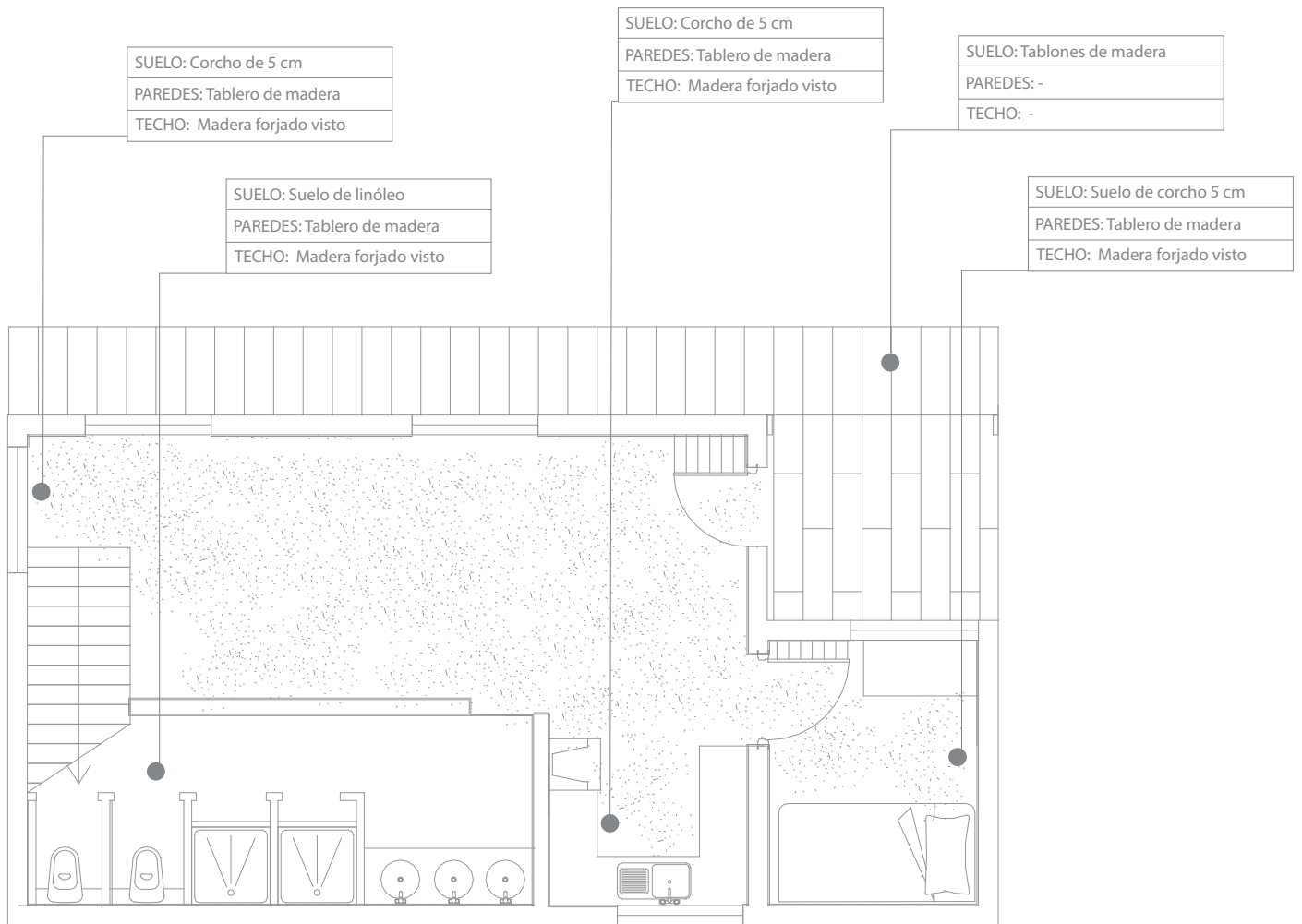
Inatacables por roedores, insectos y microorganismos.- Sus propiedades físicas lo convierten en un material duradero que no se verá afectado por los ataques de roedores, insectos o microorganismos, sin necesidad de añadirle ningún tipo de aditivo.

#### Acabados Paredes.

En las paredes hemos optado por una solución de tablero de madera no estructural con una capa de vinilo, dada su rápida y sencilla ejecución y sus capacidad de aislar la madera de la humedad, principalmente en las zonas de baños y cocina.

#### Acabado Techos.

En lo que a los techos se refiere nos hemos decantado por dejar las estructuras vistas a fin de facilitar exponencialmente el proceso de montaje.



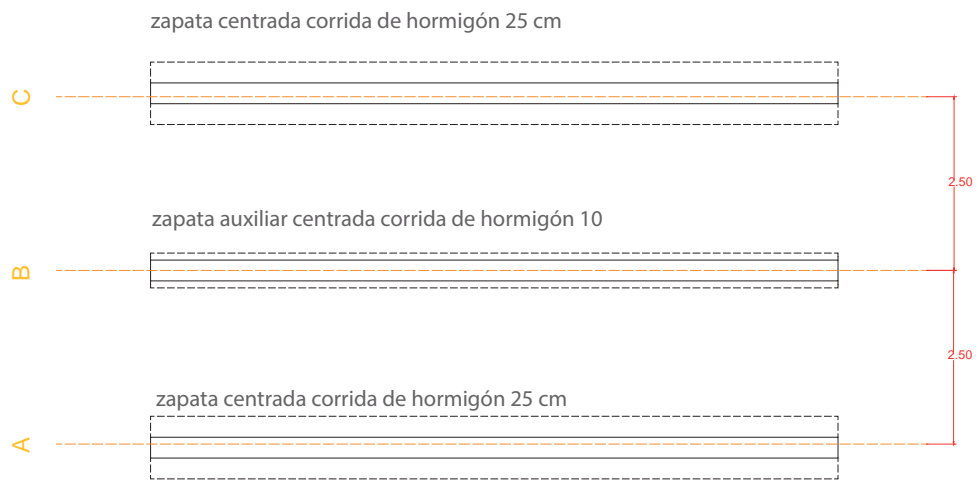


## Modelo de estructura

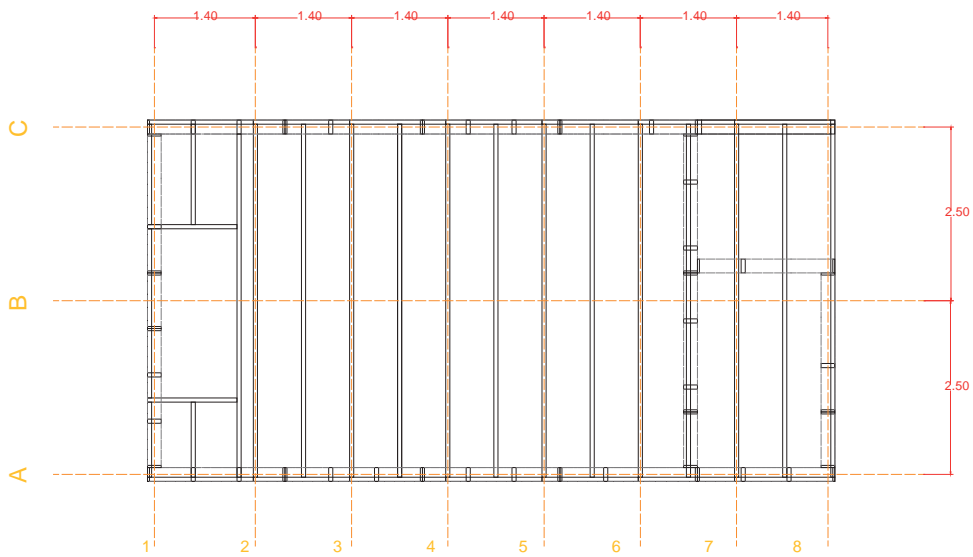
Se trata de un sistema mural de plataforma ejecutado por módulos, cada uno de los mismos ya cuenta con arriostramientos lo que le proporciona una enorme rigidez al conjunto.

Nuestros módulos de forjado cuentan con un tablero laminado en su cara superior a modo de arriostramiento en su fase de montaje, ya que posteriormente a contar con la totalidad de los muros arriostrados este hecho no es necesario. Al tiempo, al contar solo con un tablero en su cara superior nos permite una unión de los módulos de forjado mucho más simple por su cara inferior.

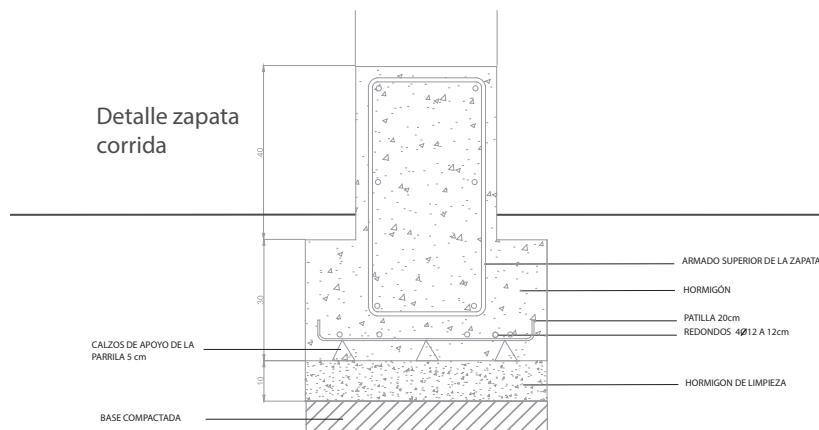
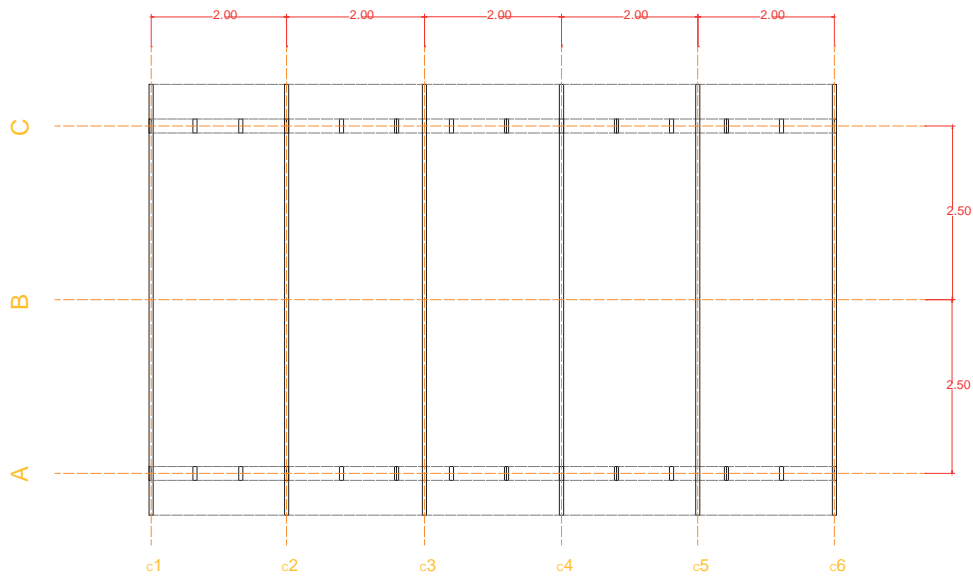
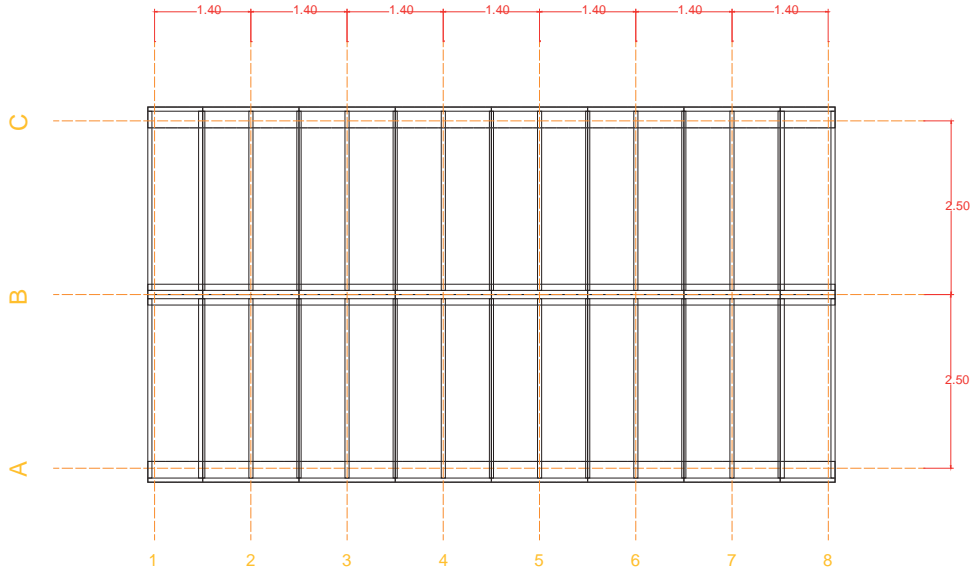
Esta rigidez del conjunto nos ha permitido la colocación de una cubierta más simplificada, sin la necesidad de estar rigidizada por si misma.



### Planta de cimentación



### Planta baja





# 1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.

## 1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.

$$D_{cal,edificio} = 0.56 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$D_{cal,edificio}$ : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{cal,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{cal,base}$ : Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$F_{cal,sup}$ : Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.

$S$ : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 90.50 m<sup>2</sup>.

$$D_{ref,edificio} = 14.88 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{ref,lim} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$D_{ref,edificio}$ : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{ref,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

## 1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{cal}$ (kWh/ /año)	$D_{cal,base}$ (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ (kWh/ /(m <sup>2</sup> ·año))	$D_{ref}$ (kWh/ /año)	$D_{ref,lim}$ (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	$D_{ref,lim}$ (kWh/ /(m <sup>2</sup> ·año))
Vivienda unifamiliar	90.50	50.3	0.6	0	15.0	1347.0	14.9	15.0
	<b>90.50</b>	50.3	<b>0.6</b>		<b>15.0</b>	1347.0	<b>14.9</b>	<b>15.0</b>

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$D_{cal}$ : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{cal,base}$ : Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$F_{cal,sup}$ : Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.

$D_{cal,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

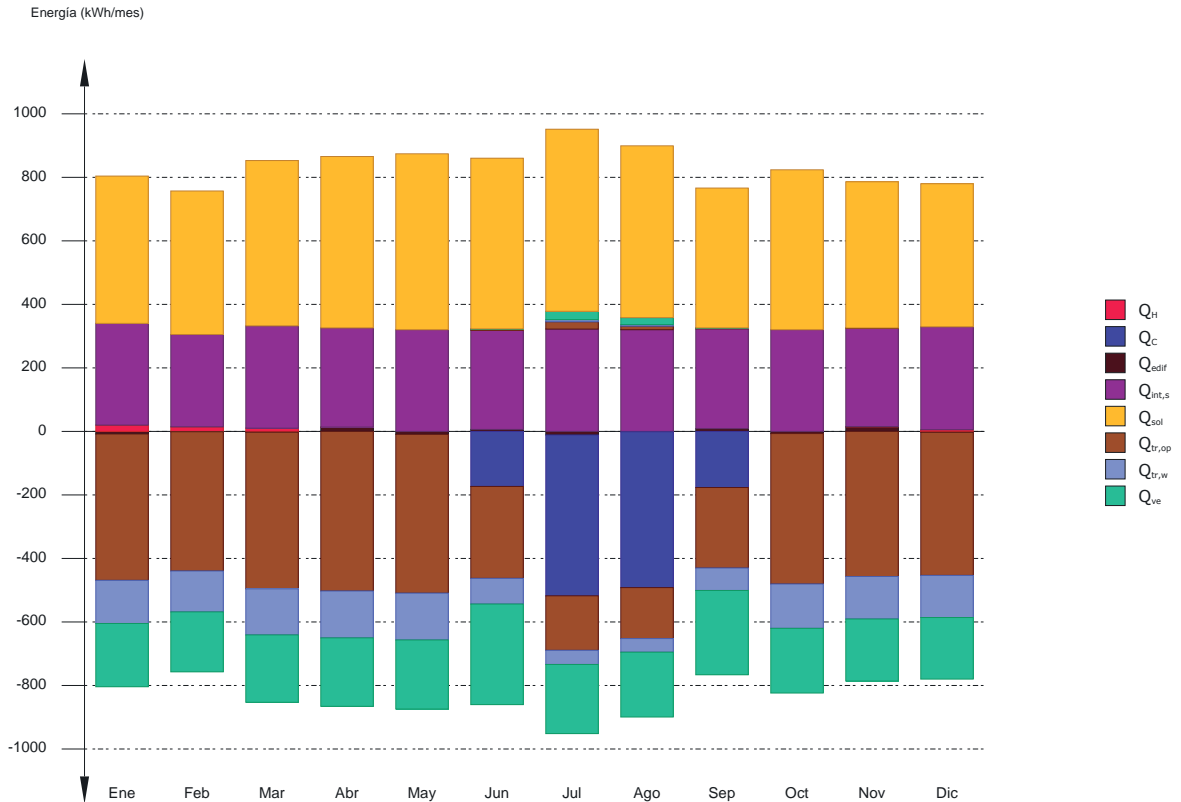
$D_{ref}$ : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{ref,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

## 1.3.- Resultados mensuales.

### 1.3.1.- Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ( $Q_{tr,op}$  y  $Q_{tr,wf}$  respectivamente), la energía intercambiada por ventilación ( $Q_{ve}$ ), la ganancia interna sensible neta ( $Q_{int,s}$ ), la ganancia solar neta ( $Q_{sol}$ ), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio ( $Q_{edir}$ ), y el aporte necesario de calefacción ( $Q_H$ ) y refrigeración ( $Q_C$ ).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))		
<b>Balance energético anual del edificio.</b>															
$Q_{tr,op}$	--	--	--	--	--	3.2	23.0	11.1	2.3	--	0.0	--		-4611.7	-51.0
$Q_{tr,w}$	--	--	--	--	--	0.3	6.8	4.9	0.1	--	--	--		-1337.8	-14.8
$Q_{ve}$	--	--	--	--	--	0.6	26.0	21.9	0.3	--	--	--		-2581.3	-28.5
$Q_{int,s}$	322.3	292.6	324.3	314.4	322.3	314.4	324.3	322.3	316.3	322.3	312.4	326.2		3791.0	41.9
$Q_{sol}$	469.6	457.5	526.9	546.3	560.7	544.2	580.5	547.7	445.8	509.6	466.2	456.0		6036.6	66.7
$Q_{edif}$	-8.0	-1.0	-2.5	13.1	-9.3	6.2	-11.2	-1.2	8.8	-6.8	14.6	-2.8			
$Q_H$	<b>19.8</b>	<b>14.3</b>	<b>10.2</b>	<b>0.4</b>	--	--	--	--	--	--	<b>0.4</b>	<b>5.3</b>		<b>50.3</b>	<b>0.6</b>
$Q_C$	--	--	--	--	--	<b>-173.3</b>	<b>-506.4</b>	<b>-490.6</b>	<b>-176.6</b>	--	--	--		<b>-1347.0</b>	<b>-14.9</b>
$Q_{HC}$	<b>19.8</b>	<b>14.3</b>	<b>10.2</b>	<b>0.4</b>	--	<b>173.3</b>	<b>506.4</b>	<b>490.6</b>	<b>176.6</b>	--	<b>0.4</b>	<b>5.3</b>		<b>1397.3</b>	<b>15.4</b>

donde:

$Q_{tr,op}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{tr,w}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{ve}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{int,s}$ : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{sol}$ : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{edif}$ : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_H$ : Energía aportada de calefacción, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

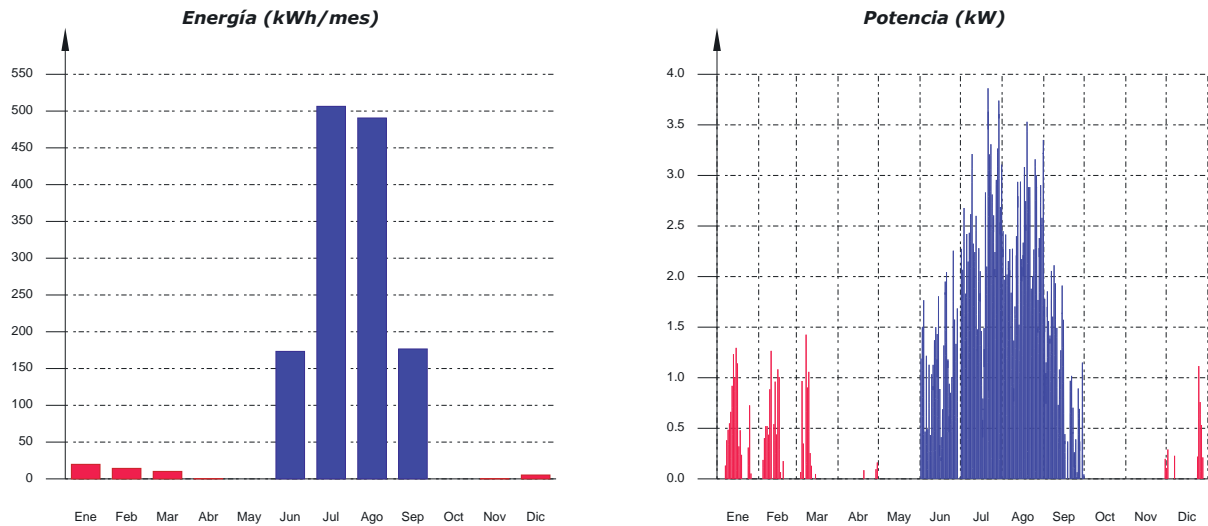


$Q_c$ : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

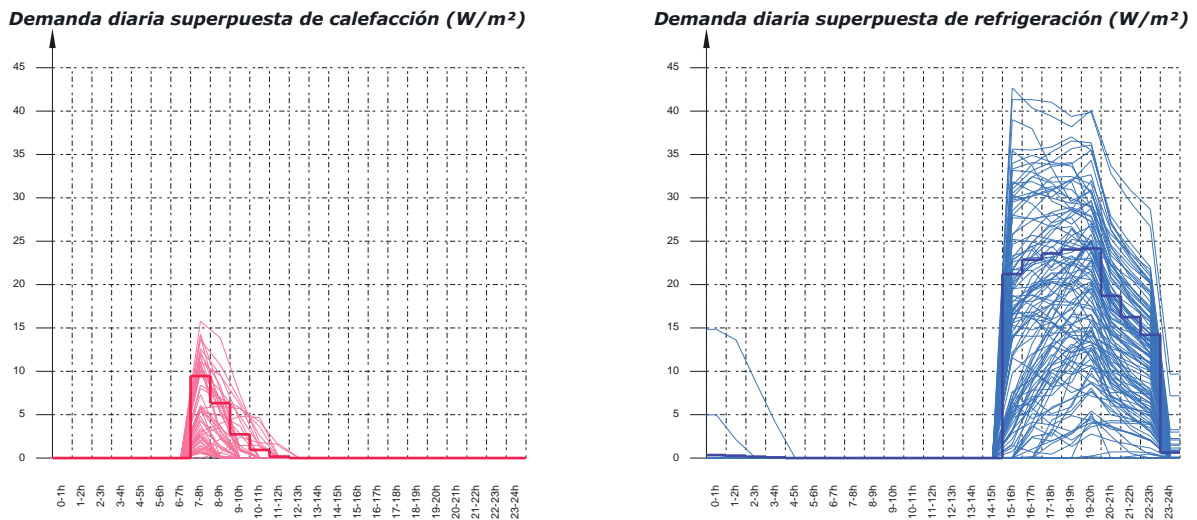
$Q_{hc}$ : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

### 1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



A continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

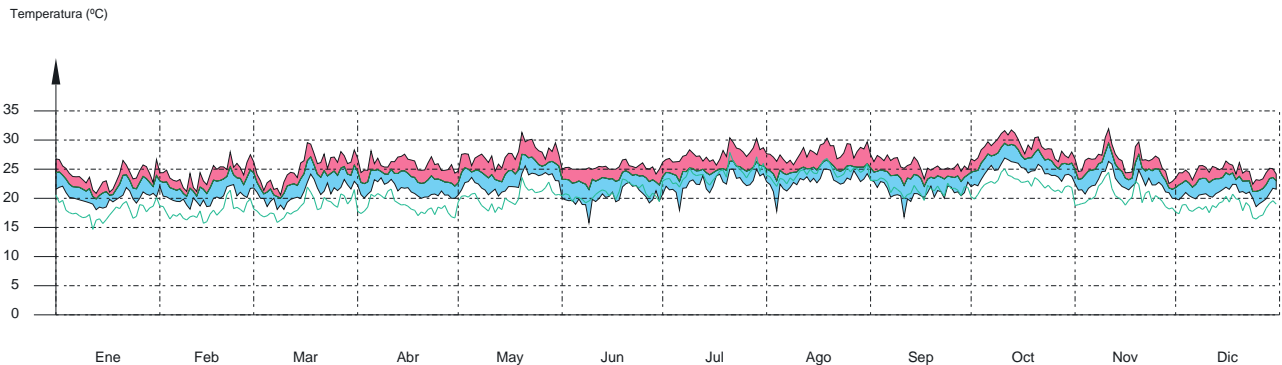
	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m <sup>2</sup> )	Demanda típica por día activo (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>Calefacción</b>	51	51	117	2	4.75	0.0109
<b>Refrigeración</b>	119	118	929	7	16.02	0.1261



### 1.3.3.- Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura interior se muestra en la siguiente gráfica, que muestra la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo, junto a la temperatura exterior media diaria:

#### Vivienda unifamiliar



## 2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

### 2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Las Palmas de Gran Canaria (provincia de Las Palmas)**, con una altura sobre el nivel del mar de **50 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **Alfa3**. La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

### 2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.

#### 2.2.1.- Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus **condiciones operacionales** conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su **acondicionamiento térmico**, y sus **solicitaciones interiores** debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

	S (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	b <sub>ve</sub>	ren <sub>h</sub> (1/h)	ΣQ <sub>ocup,s</sub> (kWh/año)	ΣQ <sub>equip</sub> (kWh/año)	ΣQ <sub>ilum</sub> (kWh/año)	T <sup>+</sup> calef. media (°C)	T <sup>-</sup> refrig. media (°C)
<b>Vivienda unifamiliar</b> (Zona habitable, Perfil: <b>Residencial</b> )									
habitacion 1	5.81	15.42	1.00	0.63	76.9	84.0	84.0	19.0	26.0
cocina	4.02	10.66	1.00	0.63	53.2	58.1	58.1	19.0	26.0
baño	9.79	25.98	1.00	0.63	129.5	141.4	141.4	19.0	26.0
zona juegos	23.12	61.37	1.00	0.63	306.0	334.1	334.1	19.0	26.0
domitorio comun	47.77	160.49	1.00	0.63	632.4	690.5	690.5	19.0	26.0
	<b>90.50</b>	<b>273.91</b>	<b>1.00</b>	<b>0.63/1.023*/4**</b>	<b>1198.1</b>	<b>1308.1</b>	<b>1308.1</b>	<b>19.0</b>	<b>26.0</b>

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m<sup>2</sup>.

V: Volumen interior neto del recinto, m<sup>3</sup>.

b<sub>ve</sub>: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación. En caso de disponer de una unidad de recuperación de calor, el factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación para el caudal de aire procedente de la unidad de recuperación es igual a  $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot \eta_{hrv})$ , donde  $\eta_{hrv}$  es el rendimiento de la unidad de recuperación y  $f_{ve,frac}$  es la fracción del caudal de aire total que circula a través del recuperador.

ren<sub>h</sub>: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

\*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas y los periodos de 'free cooling'.

\*\* : Valor nominal del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable en régimen de 'free cooling' (ventilación natural nocturna en las noches de verano).



$Q_{ocup,s}$ : Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

$Q_{equip}$ : Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

$Q_{lum}$ : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

$T^{\circ} \text{ calef. media}$ : Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.

$T^{\circ} \text{ refriger. media}$ : Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

### 2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.

Los perfiles de uso utilizados en el cálculo del edificio, obtenidos del Apéndice C de CTE DB HE 1, son los siguientes:

		Distribución horaria																							
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
<b>Perfil: Residencial (uso residencial)</b>																									
<b>Temp. Consigna Alta (°C)</b>																									
Enero a Mayo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre		27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Temp. Consigna Baja (°C)</b>																									
Enero a Mayo		17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre		17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
<b>Ocupación sensible (W/m²)</b>																									
Laboral		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
<b>Ocupación latente (W/m²)</b>																									
Laboral		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
<b>Iluminación (W/m²)</b>																									
Laboral, Sábado y Festivo		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
<b>Equipos (W/m²)</b>																									
Laboral, Sábado y Festivo		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
<b>Ventilación verano</b>																									
Laboral, Sábado y Festivo		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Ventilación invierno</b>																									
Laboral, Sábado y Festivo		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

\*: Número de renovaciones correspondiente al mínimo exigido por CTE DB HS 3.

### 2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.

#### 2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-43.1 kWh/(m²·año)) supone el **65.5%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-65.7 kWh/(m²·año)).





Tipo	S (m <sup>2</sup> )	χ (kJ/ (m <sup>2</sup> ·K))	U (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	Σ Q <sub>tr</sub> (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,o</sub>	Σ Q <sub>sol</sub> (kWh /año)
<b>Vivienda unifamiliar</b>									
muro fachada planta baja	45.88	10.47	0.58	-942.4	0.4	V	SE(145.06)	1.00	388.6
muro fachada planta baja	25.88	10.47	0.58	-531.7	0.4	V	NE(55.06)	1.00	118.6
muro fachada planta baja	4.41	10.47	0.58	-90.6	0.4	V	NO(-34.94)	0.43	6.0
A.1. Tabique PYL 78/600(48) LM	58.72	14.09							
forjado maderero	42.72	148.65							
muro fachada planta baja	29.54	10.47	0.58	-606.6	0.4	V	SO(-124.94)	1.00	249.3
muro fachada planta baja	49.93	10.47	0.58	-1025.6	0.4	V	NO(-34.94)	1.00	157.9
muro fachada planta baja	3.94	10.47	0.58	-80.8	0.4	V	NE(55.06)	0.45	8.2
forjado maderero	42.73	34.00							
cubierta	48.58	35.90	0.36	-619.1	0.6	10	SE(145.06)	1.00	690.5
<b>-3896.7</b>									<b>1619.1</b>

donde:

- S: Superficie del elemento.
- χ: Capacidad calorífica por superficie del elemento.
- U: Transmitancia térmica del elemento.
- Q<sub>tr</sub>: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
- α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.
- I.: Inclinación de la superficie (elevación).
- O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
- F<sub>sh,o</sub>: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
- Q<sub>sol</sub>: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

### 2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-14.8 kWh/(m<sup>2</sup>·año)) supone el **22.5%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-65.7 kWh/(m<sup>2</sup>·año)).

Tipo	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>g</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>f</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	Σ Q <sub>tr</sub> (kWh /año)	g <sub>gl</sub>	α	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,gl</sub>	F <sub>sh,o</sub>	Σ Q <sub>sol</sub> (kWh /año)
<b>Vivienda unifamiliar</b>												
ventana 1	0.55	2.33	0.51	4.91	-66.1	0.76	0.4	V	NO(-34.94)	1.00	0.68	92.3
ventana 1	4.40	2.33	0.39	4.91	-483.1	0.76	0.4	V	SE(145.06)	0.81	1.00	2115.1
Puerta de entrada a la vivienda, de madera	1.68		1.00	1.78	-98.7		0.6	V	NE(55.06)	0.00	0.49	20.7
ventana 1	4.56	2.33	0.38	4.91	-497.5	0.76	0.4	V	NO(-34.94)	1.00	1.00	1397.8
ventana 1	0.73	2.33	0.43	4.91	-83.0	0.76	0.4	V	SO(-124.94)	0.81	1.00	328.1
ventana 1	1.02	2.33	0.36	4.91	-109.5	0.76	0.4	V	SO(-124.94)	0.86	1.00	538.1
<b>-1337.8</b>											<b>4492.0</b>	

donde:

- S: Superficie del elemento.
- U<sub>g</sub>: Transmitancia térmica de la parte translúcida.
- F<sub>F</sub>: Fracción de parte opaca del elemento ligero.
- U<sub>f</sub>: Transmitancia térmica de la parte opaca.
- Q<sub>tr</sub>: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
- g<sub>gl</sub>: Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.
- α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.
- I.: Inclinación de la superficie (elevación).
- O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
- F<sub>sh,gl</sub>: Valor medio anual del factor reductor de sombreado para dispositivos de sombra móviles.
- F<sub>sh,o</sub>: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
- Q<sub>sol</sub>: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.



### 2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-7.9 kWh/(m<sup>2</sup>·año)) supone el **12.0%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-65.7 kWh/(m<sup>2</sup>·año)).

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-51.0 kWh/(m<sup>2</sup>·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el **15.5%**.

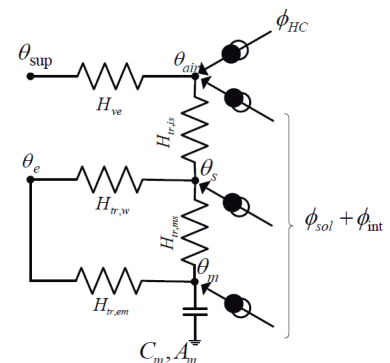
	Tipo	L (m)	$\psi$ (W/(m·K))	$\Sigma Q_{tr}$ (kWh/año)
<b>Vivienda unifamiliar</b>				
Esquina saliente		26.77	0.095	-89.8
Esquina entrante		5.31	-0.134	25.3
Frente de forjado		48.93	0.375	-650.4
				<b>-714.9</b>

donde:

- L: Longitud del puente térmico lineal.
- $\psi$ : Transmitancia térmica lineal del puente térmico.
- n: Número de puentes térmicos puntuales.
- X: Transmitancia térmica puntual del puente térmico.
- $Q_{tr}$ : Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

### 2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire interior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.

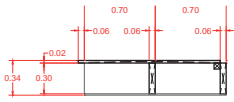


La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

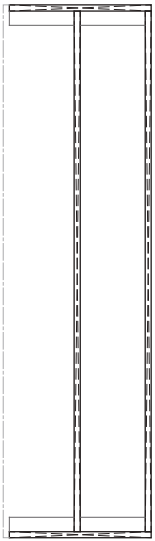
- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

# Estructura

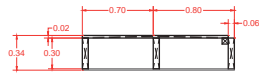


f.1

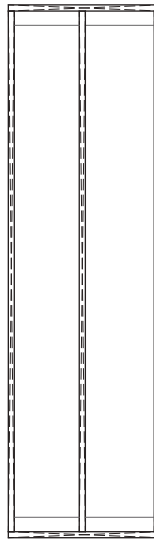


103 kg

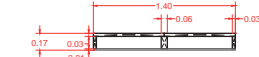
x5



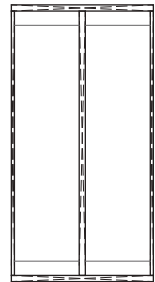
f.2



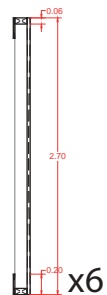
121 kg



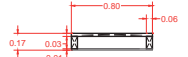
f.3



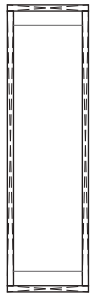
90 kg



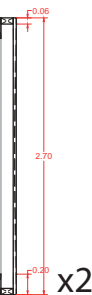
x6



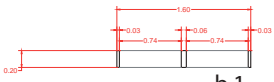
f.4



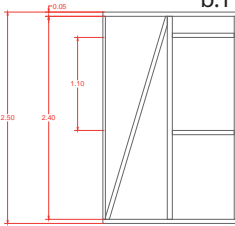
60 kg



x2



b.1

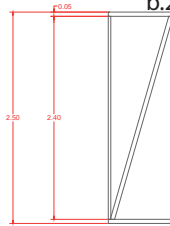


68 kg

x10

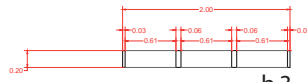


b.2

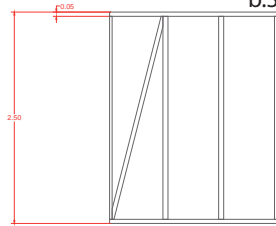


50 kg

x10

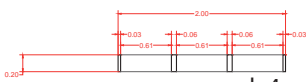


b.3

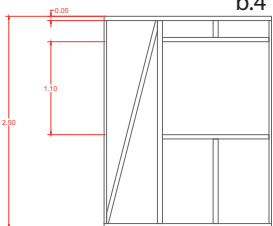


68 kg

x12

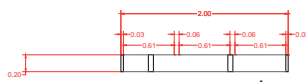


b.4

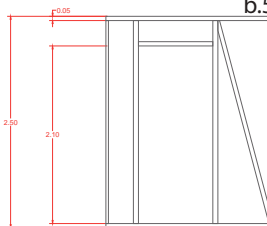


73 kg

x2



b.5



78 kg

x7

# Viga forjado planta baja

*tramo de forjado de 70 cm:*

*peso propio:*

*-peso tablero estructural de 3 cm*

*9 kg por cada 70 cm*

*-lamina de corcho*

*espesor de 5 cm*

*densidad 35 kg/m<sup>3</sup>*

*6 kg por 70 cm*

*peso propio del forjado (sin vigas):*

*(0.06 kn + 0.09 kn) / 5 m = 0.03 KN/ml*

*sobrecarga de uso residencial : 2 KN/m<sup>2</sup>*

*7kN - 1.4 KN/ml*

## Cargas y Longitud en Vigas

En esta sección hay que introducir el peso debido a la sobrecarga de uso y las debidas a peso propio, como pp del forjado, pavimentos y tabiquería. En el caso de vigas inclinadas en cubierta, puede existir una componente axial.

$$q_{su} = 1,4 \text{ KN/ml}$$

$$q_{pp} = 0,03 \text{ KN/ml}$$

$$q_{ppv} = 0,06 \text{ KN/ml, sumando el pp de la viga}$$

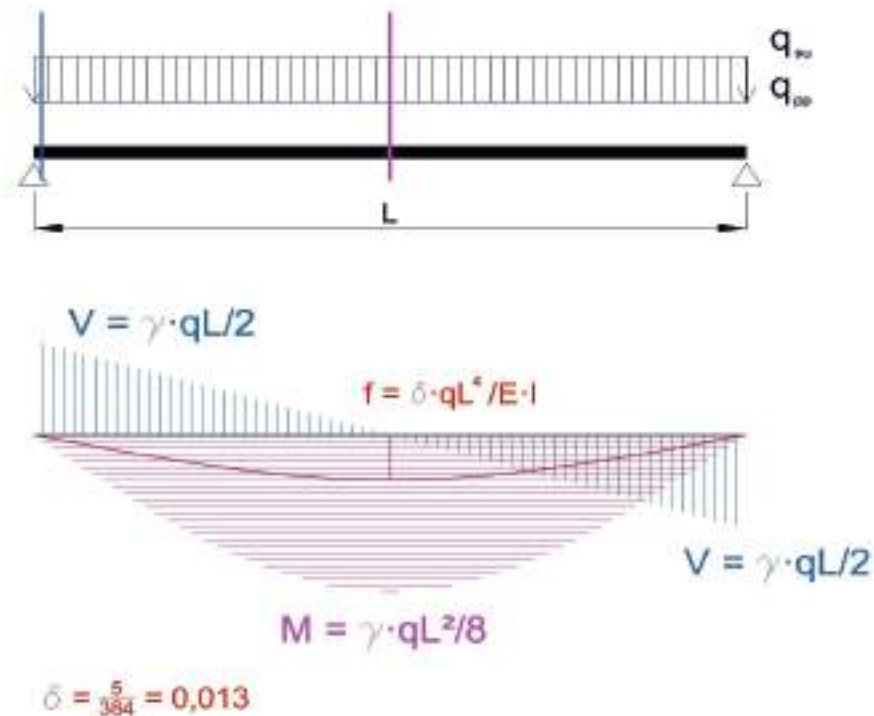
$$L = 2,50 \text{ m, longitud de cálculo de la viga}$$

Elegir el tipo de viga de entre los siguientes:

**VIGA 1 - Biapoyada**

## Vigas de un vano

### TIPO 1 - Viga biapoyada



$$M_{su} = 1,09 \text{ m}\cdot\text{KN}$$

$$V_{su} = 1,75 \text{ KN}$$

$$M_{pp} = 0,05 \text{ m}\cdot\text{KN}$$

$$V_{pp} = 0,08 \text{ KN}$$

# COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA Y LAMINADA

## SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO

### Flexión simple y compuesta

Obra :	
Tipo de pieza :	

<b>Clase de madera: [1]</b>	<b>C24</b>	<b>CONÍFERA</b>
-----------------------------	------------	-----------------

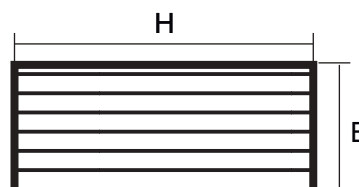
f m,k =	24,0
f v,k =	4,0
Em =	11,0
rm =	4,2

N/mm<sup>2</sup>    *Resistencia característica a flexión.*

N/mm<sup>2</sup>    *Resistencia característica a cortante*

KN/mm<sup>2</sup>    *Módulo elasticidad medio*

KN/m<sup>3</sup>    *Densidad media*



### Propiedades de la sección

B =	6	cm
H =	12	cm
Area =	72,0	cm <sup>2</sup>
Peso =	0,03	KN/ml

I =	864	cm <sup>4</sup>	<i>Momento de inercia (de la sección completa)</i>
W =	144	cm <sup>3</sup>	<i>Momento resistente (de la sección completa)</i>

B ef =	6,0	cm
H ef =	12,0	cm
A ef =	72,0	cm <sup>2</sup>

I ef =	864	cm <sup>4</sup>	<i>Momento de inercia (de la sección eficaz)</i>
W ef =	144	cm <sup>3</sup>	<i>Momento resistente (de la sección eficaz)</i>

### Cargas y coeficientes

#### Cargas permanentes

N pp =	0,00	KN
N pp* =	0,00	KN
M pp* =	0,06	m·KN
V pp* =	0,10	m·KN
g pp =	1,35	

#### Sobrecargas de uso

N su =	0,00	KN	<i>Axil</i>
N su* =	0,00	KN	<i>Axil mayorado</i>
M su* =	1,64	m·KN	<i>Momento flector mayorado</i>
V su* =	2,63	m·KN	<i>Cortante mayorado</i>
g su =	1,50		<i>Coef. Mayoración cargas</i>

k cr =	0,67	<i>Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante</i>
k fi =	1,00	<i>Factor de modificación en situación de incendio</i>
Kmod =	0,80	<i>Factor de modificación según ambiente y tipo de carga</i>
K h =	1,05	<i>Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección</i>
Y m =	1,30	<i>Coef. Parcial seguridad para cálculo con madera maciza</i>

### Estado límite último flexión

$$f_{m,d} = 15,4 \text{ N/mm}^2$$

Capacidad resistente máxima  
a flexión del material

>

$$s_d = 11,8 \text{ N/mm}^2$$

Tensión aplicada  
en la sección eficaz

77%

$$f_{md} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m}$$

>

$$\sigma_d = \left( \frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

### Estado límite último cortante

$$f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

Capacidad resistente máxima  
a cortante del material

>

$$t_d = 0,8 \text{ N/mm}^2$$

Cortante aplicada  
en la sección eficaz

34%

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m}$$

>

$$\tau_d = \left( 1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

### Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > s_d$$

$$f_{v,d} > t_d$$

**CUMPLE**

# Viga forjado 1ª planta

*tramo de forjado de 70 cm:*

*peso propio:*

*-peso tablero estructural de 3 cm*

*9 kg por cada 70 cm*

*-lamina de corcho*

*espesor de 5 cm*

*densidad 35 kg/m<sup>3</sup>*

*6 kg por 70 cm*

*peso propio del forjado (sin vigas):*

*(0.06 kn + 0.09 kn) / 5 m = 0.03 KN/ml*

*sobrecarga de uso residencial : 2 KN/m<sup>2</sup>*

*7kN - 1.4 KN/ml*



## Cargas y Longitud en Vigas

En esta sección hay que introducir el peso debido a la sobrecarga de uso y las debidas a peso propio, como pp del forjado, pavimentos y tabiquería. En el caso de vigas inclinadas en cubierta, puede existir una componente axial.

$$q_{su} = 1,4 \text{ KN/ml}$$

$$q_{pp} = 0,03 \text{ KN/ml} \quad q_{ppv} = 0,11 \text{ KN/ml, sumando el pp de la viga}$$

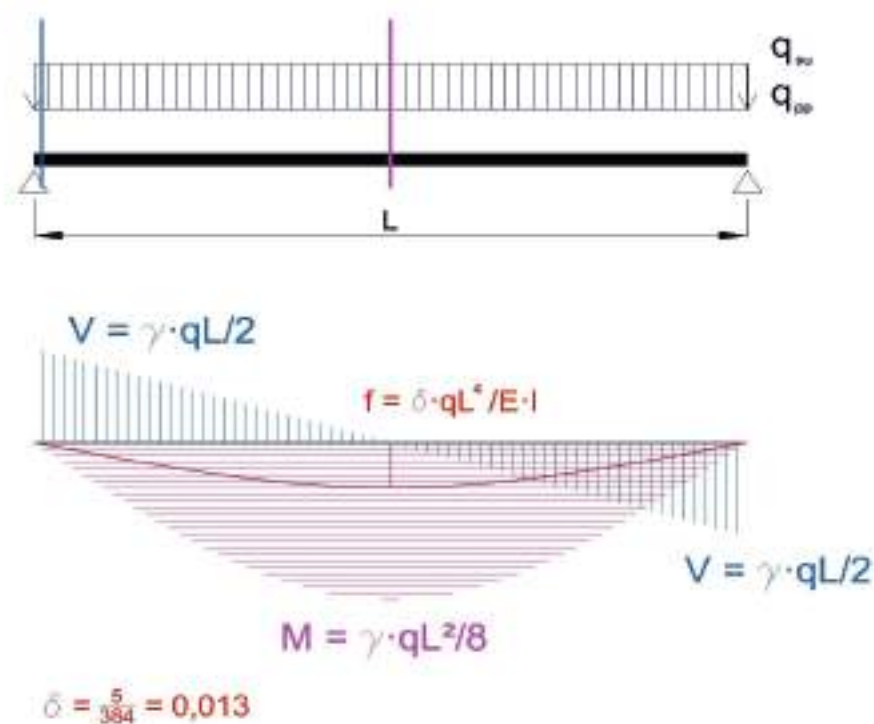
$$L = 5,00 \text{ m, longitud de cálculo de la viga}$$

Elegir el tipo de viga de entre los siguientes:

**VIGA 1 - Biapoyada**

## Vigas de un vano

### TIPO 1 - Viga biapoyada



$$M_{su} = 4,38 \text{ m} \cdot \text{KN}$$

$$V_{su} = 3,50 \text{ KN}$$

$$M_{pp} = 0,33 \text{ m} \cdot \text{KN}$$

$$V_{pp} = 0,26 \text{ KN}$$

# COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA

## Flexión simple y compuesta

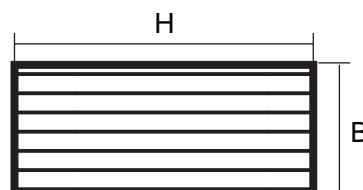
Clase de madera: [1]

C24

CONÍFERA

$f_{m,k}$	24,0	N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	4,0	N/mm <sup>2</sup>
$E_m$	11,0	KN/mm <sup>2</sup>
$\rho_m$	4,2	KN/m <sup>3</sup>

*Resistencia característica a flexión*  
*Resistencia característica a cortante*  
*Módulo elasticidad medio*  
*Densidad media*



### Propiedades de la sección

$B$	6	cm
$H$	30	cm
Area	180,0	cm <sup>2</sup>
Peso	0,08	KN/ml

$I$	13.500	cm <sup>4</sup>
$W$	900	cm <sup>3</sup>

*Momento de inercia (de la sección completa)*  
*Momento resistente (de la sección completa)*

$B_{ef}$	6,0	cm
$H_{ef}$	30,0	cm
$A_{ef}$	180,0	cm <sup>2</sup>

$I_{ef}$	13.500	cm <sup>4</sup>
$W_{ef}$	900	cm <sup>3</sup>

*Momento de inercia (de la sección eficaz)*  
*Momento resistente (de la sección eficaz)*

### Cargas y coeficientes

#### Cargas permanentes

$N_{pp}$	0,00	KN
$N_{pp}^*$	0,00	KN
$M_{pp}^*$	0,45	m·KN
$V_{pp}^*$	0,36	m·KN
$g_{pp}$	1,35	
$k_{cr}$	0,67	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
$k_{fi}$	1,00	Factor de modificación en situación de incendio
$K_{mod}$	0,80	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
$K_h$	1,00	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
$Y_m$	1,30	Coef. Parcial seguridad para cálculo con madera maciza

#### Sobrecargas de uso

$N_{su}$	0,00	KN	<i>Axil</i>
$N_{su}^*$	0,00	KN	<i>Axil mayorado</i>
$M_{su}^*$	6,56	m·KN	<i>Momento flector mayorado</i>
$V_{su}^*$	5,25	m·KN	<i>Cortante mayorado</i>
$g_{su}$	1,50		<i>Coef. Mayoración cargas</i>

### Estado límite último flexión

$$f_{m,d} = 14,8 \text{ N/mm}^2$$

Capacidad resistente máxima  
a flexión del material

>

$$s_d = 7,9 \text{ N/mm}^2$$

Tensión aplicada  
en la sección eficaz

54%

$$f_{md} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m}$$

>

$$\sigma_d = \left( \frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

### Estado límite último cortante

$$f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

Capacidad resistente máxima  
a cortante del material

>

$$t_d = 0,7 \text{ N/mm}^2$$

Cortante aplicada  
en la sección eficaz

28%

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m}$$

>

$$\tau_d = \left( 1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

### Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > s_d$$

$$f_{v,d} > t_d$$

**CUMPLE**

# Viga cubierta

*tramo de cubierta de 6,4 m \* 2 m:*

*sobrecarga: 1 KN/m<sup>2</sup>  
13kN - 2 KN/ml*

*peso propio:*

*-peso de lana mineral 20cm espesor*

*densidad 90kg/m<sup>3</sup>*

*5,4m \* 2m*

*195kg = 2kn - 0.37 KN/ml*

*-peso de chapa 2 mm*

*16 kg / m<sup>2</sup>*

*6.4 m \* 2 m = 13 m<sup>2</sup>*

*208 kg + 5% de solape = 218 kg = 2,2 KN - 0.34 KN/ml*

## Cargas y Longitud en Vigas

En esta sección hay que introducir el peso debido a la sobrecarga de uso y las debidas a peso propio, como pp del forjado, pavimentos y tabiquería. En el caso de vigas inclinadas en cubierta, puede existir una componente axial.

$$q_{su} = 2 \text{ KN/ml}$$

$$q_{pp} = 0,8 \text{ KN/ml}$$

$$q_{ppv} = 0,88 \text{ KN/ml, sumando el pp de la viga}$$

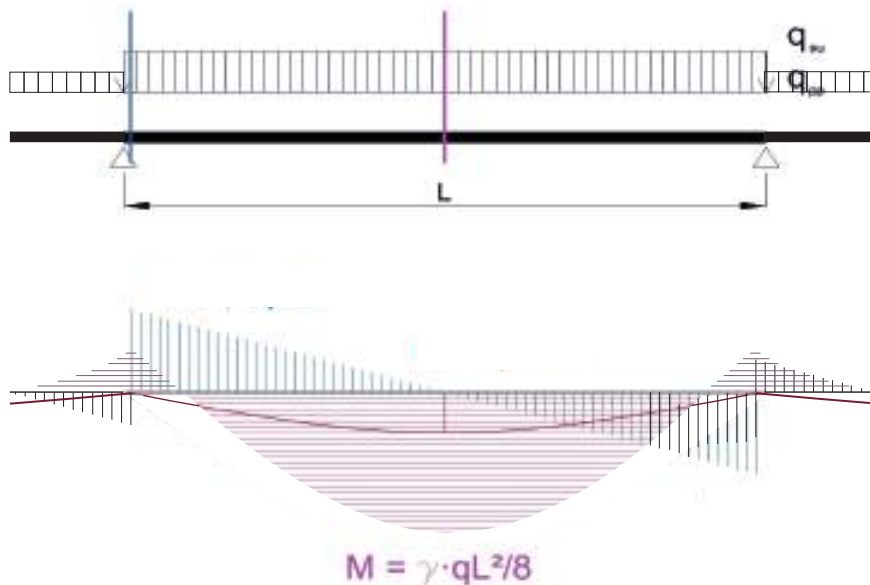
$$L = 5,00 \text{ m, longitud de cálculo de la viga}$$

Elegir el tipo de viga de entre los siguientes:

**VIGA 1 - Biapoyada**

## Vigas de un vano

### TIPO 1 - Viga biapoyada



$$M_{su} = 6,25 \text{ m}\cdot\text{KN}$$

$$V_{su} = 5,00 \text{ KN}$$

$$M_{pp} = 2,74 \text{ m}\cdot\text{KN}$$

$$V_{pp} = 2,19 \text{ KN}$$

# COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA

## Flexión simple y compuesta

Clase de madera: [1]

C24

CONÍFERA

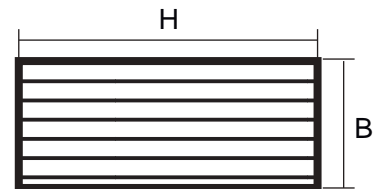
$f_{m,k}$	24,0	N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	4,0	N/mm <sup>2</sup>
$E_m$	11,0	KN/mm <sup>2</sup>
$r_m$	4,2	KN/m <sup>3</sup>

*Resistencia característica a flexión*

*Resistencia característica a cortante*

*Módulo elasticidad medio*

*Densidad media*



### Propiedades de la sección

$B$	6	cm
$H$	30	cm
Area	180,0	cm <sup>2</sup>
Peso	0,08	KN/ml

$I$	13.500	cm <sup>4</sup>
$W$	900	cm <sup>3</sup>

*Momento de inercia (de la sección completa)*

*Momento resistente (de la sección completa)*

$B_{ef}$	6,0	cm
$H_{ef}$	30,0	cm
$A_{ef}$	180,0	cm <sup>2</sup>

$I_{ef}$	13.500	cm <sup>4</sup>
$W_{ef}$	900	cm <sup>3</sup>

*Momento de inercia (de la sección eficaz)*

*Momento resistente (de la sección eficaz)*

### Cargas y coeficientes

#### Cargas permanentes

$N_{pp}$	0,10	KN
$N_{pp}^*$	0,14	KN
$M_{pp}^*$	3,69	m-KN
$V_{pp}^*$	2,96	m-KN
$g_{pp}$	1,35	

#### Sobrecargas de uso

$N_{su}$	0,10	KN	<i>Axil</i>
$N_{su}^*$	0,15	KN	<i>Axil mayorado</i>
$M_{su}^*$	9,38	m-KN	<i>Momento flector mayorado</i>
$V_{su}^*$	7,50	m-KN	<i>Cortante mayorado</i>
$g_{su}$	1,50		<i>Coef. Mayoración cargas</i>

$k_{cr}$	0,67	<i>Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante</i>
$k_{fi}$	1,00	<i>Factor de modificación en situación de incendio</i>
$K_{mod}$	0,80	<i>Factor de modificación según ambiente y tipo de carga</i>
$K_h$	1,00	<i>Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección</i>
$Y_m$	1,30	<i>Coef. Parcial seguridad para cálculo con madera maciza</i>

### Estado límite último flexión

$$f_{m,d} = 14,8 \text{ N/mm}^2$$

Capacidad resistente máxima  
a flexión del material

>

$$s_d = 14,5 \text{ N/mm}^2$$

Tensión aplicada  
en la sección eficaz

98%

$$f_{md} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m}$$

>

$$\sigma_d = \left( \frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

### Estado límite último cortante

$$f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

Capacidad resistente máxima  
a cortante del material

>

$$t_d = 1,3 \text{ N/mm}^2$$

Cortante aplicada  
en la sección eficaz

53%

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m}$$

>

$$\tau_d = \left( 1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

### Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > s_d$$

$$f_{v,d} > t_d$$

**CUMPLE**

# Pie derecho muro inferior

*Carga transmitida:*

- envolvente cubierta 21 KN*
- forjado 1ª planta 15 KN*
- muro 1ª planta 10 KN*
- envolvente fachada 5 KN*
- estructura cubierta 3,3 KN*

*ΣCarga pp 54,3 KN*

- forjado 2ª planta su 100 KN*
- cubierta su 50 KN*

*ΣCarga su 150 KN*

*nº pie derechos a repartir la carga : 28*

*consideramos que la carga del viento para el caso de un viento de 100km/h, la cual es el doble de las velocidad máxima que aparece en los diagramas de viento.*

*Por tanto, equivales a una carga de 40 kg /m<sup>2</sup>*

*dejandonos una carga centrada de 80 kg en nuestro peor caso de pie derecho  
40 kg/m<sup>2</sup> \* 0.8 m \* 2.5 m = 80 kg = 0.8 KN*

*lo que nos genera considerando los pilares de 2.5 metros un momento de  
0.8kN \* 2.5 m /4 = 0.5 KN\*m*



## Cargas y Longitud en Pilares

Aquí debemos introducir las cargas axiales en el pilar y el momento (si lo hubiera) actuante en la sección a comprobar. Recordemos que puede haber varias secciones críticas en cada tramo. Las acciones se dividirán en peso propio (pp) y sobrecarga de uso (su)

$Q_{su} = 5,50 \text{ KN}$

$M_{su} = 0,50 \text{ m}\cdot\text{KN}$

$b = 1,00$

$Q_{pp} = 2,00 \text{ KN}$

$M_{pp} = 0,00 \text{ m}\cdot\text{KN}$

$L = 2,50 \text{ m, longitud de cálculo del pilar}$

Elegir el tipo de pilar, s/ sus apoyos:

**PILAR 1 - Biarticulado**

## COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE PILARES DE MADERA MACIZA

Compresión simple y compuesta

Clase de madera: [1]

C24

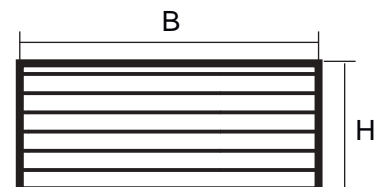
CONÍFERA

$f_{c,0,k}$	22,0	N/mm <sup>2</sup>
$E_{0,k}$	7,4	KN/mm <sup>2</sup>
$\rho_m$	3,5	KN/m <sup>3</sup>

Resistencia característica a compresión

Módulo elasticidad característico

Densidad característica



### Propiedades de la sección

H	6	cm
B	20	cm
Area	120,0	cm <sup>2</sup>

I	4.000	cm <sup>4</sup>
W	400	cm <sup>3</sup>

Momento de inercia (de la sección completa)

Momento resistente (de la sección completa)

$H_{ef}$	2,9	cm
$B_{ef}$	16,9	cm
Area ef	49,0	cm <sup>2</sup>

$I_{ef}$	1.166	cm <sup>4</sup>
$W_{ef}$	138	cm <sup>3</sup>

Momento de inercia (de la sección eficaz)

Momento resistente (de la sección eficaz)

## Cargas y coeficientes

### Cargas permanentes

N pp* =	2,00	KN
M pp* =	0,00	m·KN
Y pp =	1,00	

### Sobrecargas de uso

N su* =	5,50	KN
M su* =	1,00	m·KN
Y su =	1,00	

Axil mayorado  
Momento flector mayorado  
Coef. Mayoración

k fi =	1,25	Factor de modificación en situación de incendio
Kmod =	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K h =	1,00	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y m =	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio
b v =	1,00	Coef de pandeo que depende de los apoyos del pilar
b c =	0,20	Coef de pandeo que depende del material

## Inestabilidad de soportes

Se definen la esbeltez (l) y la esbeltez relativa (lrel) y a través de ellos los coeficiente Kv y Xc para evaluar el efecto del pandeo en la estructura

<p>Esbeltez mecánica</p> <table border="1"> <tr> <td>l =</td> <td>51,24</td> </tr> </table>	l =	51,24	$\lambda = \frac{\beta_v \cdot L}{\sqrt{I_{ef} / A_{ef}}}$	$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$
l =	51,24			
<p>Esbeltez relativa</p> <table border="1"> <tr> <td>lrel =</td> <td>0,89</td> </tr> </table>	lrel =	0,89	<p>&gt; 0,30 Hay que comprobar pandeo</p>	
lrel =	0,89			

<table border="1"> <tr> <td>Kv =</td> <td>0,95</td> </tr> </table>	Kv =	0,95	$k_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3)) + \lambda_{rel}^2$
Kv =	0,95		
<table border="1"> <tr> <td>Xc =</td> <td>0,769</td> </tr> </table>	Xc =	0,769	$X_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}}$
Xc =	0,769		

## Estado límite último compresión

<table border="1"> <tr> <td>fc,0,d =</td> <td style="color: red;">21,1</td> <td>N/mm2</td> </tr> </table> <p>Capacidad resistente máxima a compresión del material</p>	fc,0,d =	21,1	N/mm2	>	<table border="1"> <tr> <td>sc,0,d =</td> <td style="color: blue;">8,8</td> <td>N/mm2</td> </tr> </table> <p>Tensión aplicada en la sección eficaz</p>	sc,0,d =	8,8	N/mm2
fc,0,d =	21,1	N/mm2						
sc,0,d =	8,8	N/mm2						
42%								
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot X_c \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{c,0,k}}{Y_m}$	>	$\sigma_d = \left( \frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$						

## Condición de cumplimiento

fc,0,d > sc,0,d

CUMPLE