

## ANEJO Nº04: ESTRUCTURAS

### CONEXIÓN LITORAL ENTRE EL PUERTO DE PORTONOVO Y LA PLAYA DE CANELAS

T.M. DE SANXENXO (PONTEVEDRA)

### ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	3
3	DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA.....	3
3.1	SENDA DE MADERA.....	3
3.2	ESCALERAS.....	3
4	NORMATIVA APLICABLE.....	4
5	PRESCRIPCIONES DE LA MADERA EMPLEADA.....	4
6	DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	5
6.1	PILOTES.....	5
6.2	SUPERESTRUCTURA.....	5

APÉNDICE Nº1: COMPROBACIÓN DE LOS PILOTES

APÉNDICE Nº2: COMPROBACIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA

## ANEJO Nº04: ESTRUCTURAS

### CONEXIÓN LITORAL ENTRE EL PUERTO DE PORTONOVO Y LA PLAYA DE CANELAS

T.M. DE SANXENXO (PONTEVEDRA)

#### 1 INTRODUCCIÓN

La actuación que se define en el presente Proyecto consiste en mejorar la conexión litoral peatonal entre el Puerto de Portonovo y la Playa de Canelas, con una longitud total de 1.399 m, de los cuales, los primeros 930 m son actuaciones sobre infraestructuras existentes (aceras y caminos de tierra, en amarillo en la ortofoto inferior) y el tramo final, de 469 m, que discurre entre la Punta Corveiro y la Playa de Canelas, se plantea con una senda de madera apoyada y adaptada al tramo de costa (línea de color rojo en la imagen).



Trazado de la actuación sobre foto aérea, distinguiendo las vías existentes (amarillo) de la nueva senda de madera proyectada en el tramo entre Punta Corveiro y la Playa de Canelas

El tramo final, en madera, discurre por una zona de costa con pocas edificaciones (tres viviendas unifamiliares), así que para adaptarse en la medida de lo posible al terreno natural y afectar mínimamente a la flora y fauna de la zona, se diseña una senda de madera de 2-2.5 m de ancho. El ancho variable se proyecta en el tramo entre el PK0+930 y el PK1+160, para poder acceder directamente a cota de terreno natural en el lado interior, (lado tierra), prolongando las tablas de madera formando un ancho variable en planta, no siendo necesario la colocación de barandilla en este lado de la senda.

Toda la senda está apoyada sobre pilotes de madera hincados en el terreno.

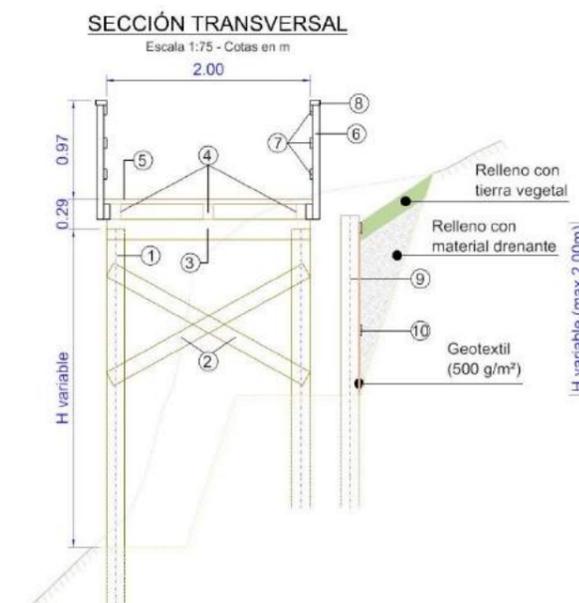
El trazado cumple la normativa de accesibilidad, de forma que las pendientes son suaves. Se colocará barandilla al menos en los tramos en los que el desnivel supere los 50 cm.

Asimismo, se proyectan 3 escaleras de madera para reponer los accesos peatonales a la Playa de Canelas, interrumpidos por la nueva senda (PK1+245, PK 1+315 y PK 1+360), y otras 3 para dar continuidad a los senderos costeros (PK+986, PK 1+013 y PK 1+037).



Trazado en planta de la senda de madera (marrón) con escaleras de acceso y senda elevada (verde)

En las zonas donde se prevé la posible inestabilidad de taludes durante la ejecución de la pasarela se colocan elementos de contención integrados con el entorno, del tipo empalizada de madera (bioingeniería con tablestacados de madera), como se aprecia en la imagen.



## 2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La metodología seguida en el presente anejo sigue los siguientes pasos:

1. Descripción de la estructura de acuerdo con los condicionantes de partida
2. Normativa aplicable
3. Prescripciones de la madera empleada
4. Dimensionamiento y comprobación

## 3 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

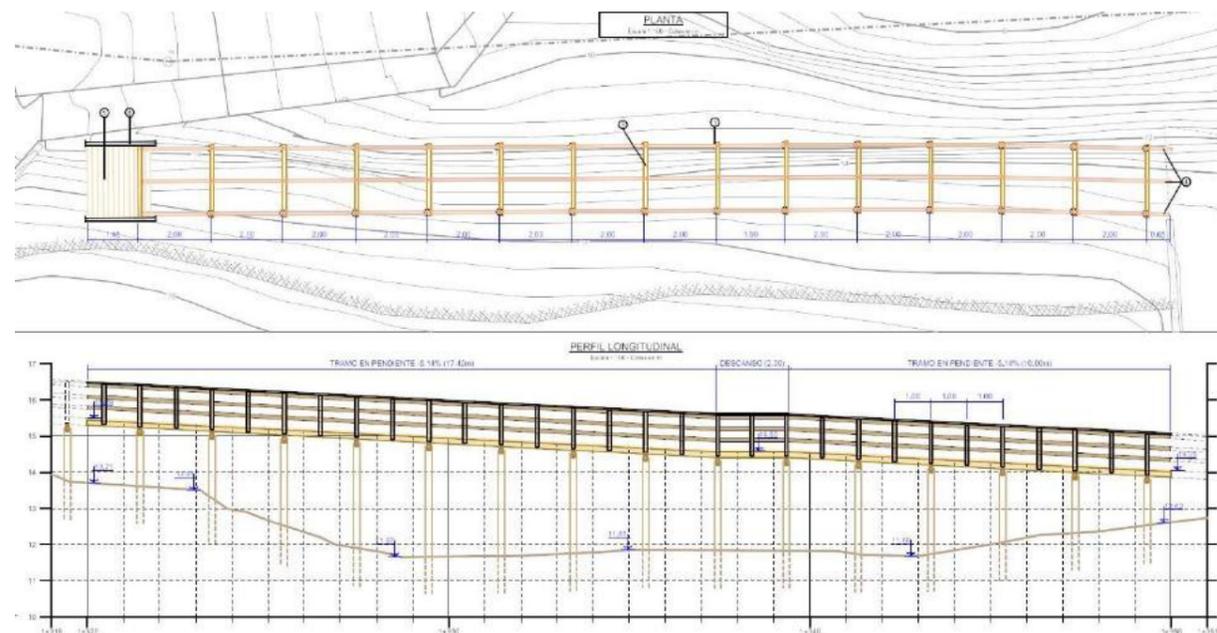
### 3.1 SENDA DE MADERA

La senda de madera se diseña con dos criterios:

- Adaptación al terreno natural
- Cumplimiento de la normativa de accesibilidad

Por lo general, se dispone una pendiente máxima del 6%, aunque excepcionalmente se ha llegado al 10%, en los tramos más conflictivos. Para toda la senda, la sección es de 2-2.5 m de ancho libre, y está formada por 2 apoyos de madera (pilotes Ø18 cm) travesaños de 20 cm x 10 cm cada 2.00 m, 3 líneas de vigueta-rastrel intermedio de 15 cm x 10 cm, pavimento de tablón estriado antiderrapante de 4.5 cm de grosor, y barandilla (a uno o dos lados) formada por postes de 10 x 7 cm cada 1.6 m, pasamanos de 10 x 4.5 cm y 3 largueros de 10 x 2.3 cm.

Entre el PK 1+320 y PK 1+350 la senda discurre más elevada sobre el terreno en talud, por lo que los pilotes de madera serán más altos y deben hincarse hasta rechazo, asegurándose de la estabilidad estructural y alcanzando el terreno consistente. En caso de que la hinca no garantice este punto, deberá diseñarse la cimentación adecuada que asegure la estabilidad anterior. En este tramo elevado, los pilotes se arriostarán con cruces de san andrés en sentido longitudinal y transversal, según planos.



Tramo elevado de senda de madera (PK 1+320 y PK 1+350)

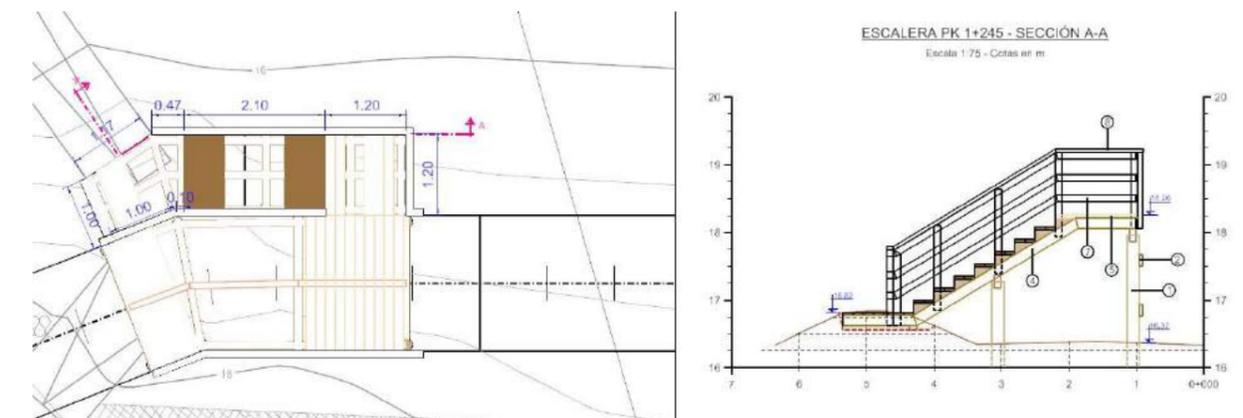
La madera empleada para toda la senda será de pino de clase C18 o superior, tratada en cámara de vacío-presión-vacío (autoclave) con sales metálicas normativas, para clase de uso 4 (contacto permanente con agua o suelo) y clase de servicio 3, según CTE. La madera se colocará con acabado de cepillado en sus cuatro caras. Se pintarán todas las superficies expuestas a la radiación ultravioleta (excepto tablazón de piso) con lasur acrílico a poro abierto.

El nivel de penetración en pilares circulares será NP5 (UNE-EN 351-1) y NP4 en el resto.

### 3.2 ESCALERAS

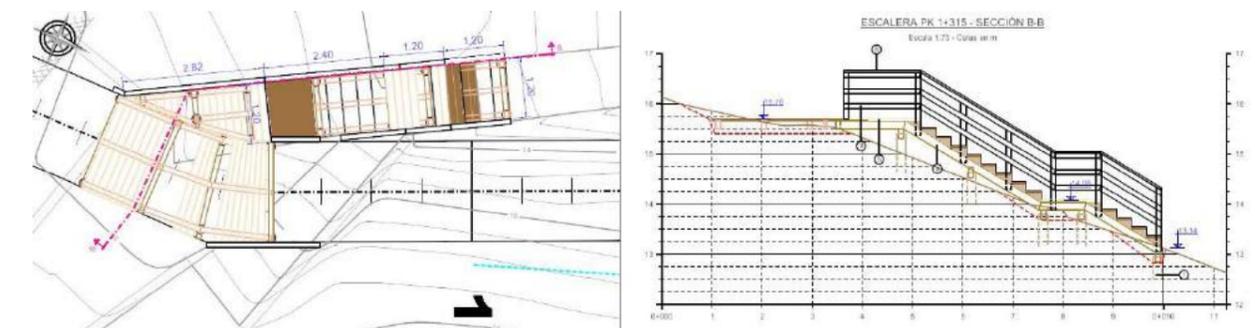
Se proyectan escaleras para reponer los accesos existentes a la Playa de Canelas que interrumpen el nuevo paseo en tres zonas:

- **PK 1+245:** Este tramo de escaleras de un solo vano sirve para reponer el acceso desde la Playa hasta una vivienda particular, pero mejora la conexión desde el paseo a la playa.



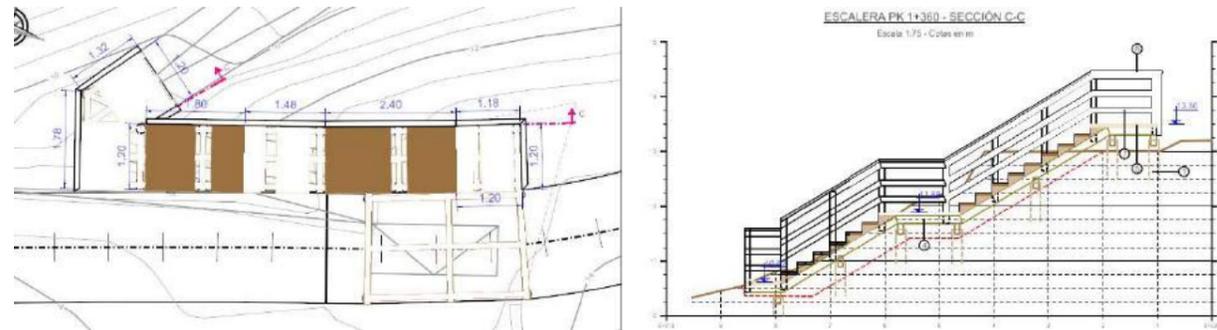
Planta y alzado de la escalera de madera en el PK 1+245

- **PK 1+315:** Este tramo de escaleras de dos vanos sirve para dar continuidad al camino público que une la Playa de Canelas con la Rúa Punta Seame.



Planta y alzado de la escalera de madera en el PK 1+315

- **PK 1+360:** Tramo de escaleras de dos vanos que repone el acceso particular y mejora la conexión desde el paseo a la playa.



Planta y alzado de la escalera de madera en el PK 1+360

Para todas las escaleras, la sección es de 1.20 m de ancho libre, y está formada por apoyos de madera (pilotes Ø18 cm) a distancias inferiores a 2 m, travesaños de 20 cm x 10 cm sobre pilotes, 3 líneas de vigueta-rastrel intermedio de 15 cm x 10 cm sobre travesaños, pavimento de tablón estriado antiderrapante de 4.5 cm de grosor sobre viguetas, y barandilla a ambos lados formada por postes de 10 x 7 cm cada 1.6 m, pasamanos de 10 x 4.5 cm y 3 largueros de 10 x 2.3 cm.

LOS ELEMENTOS EN MADERA ASERRADA SERÁN ASIMILABLES A LA CLASE RESISTENTE C18, SEGÚN C.T.E./EUROCÓDIGO 5

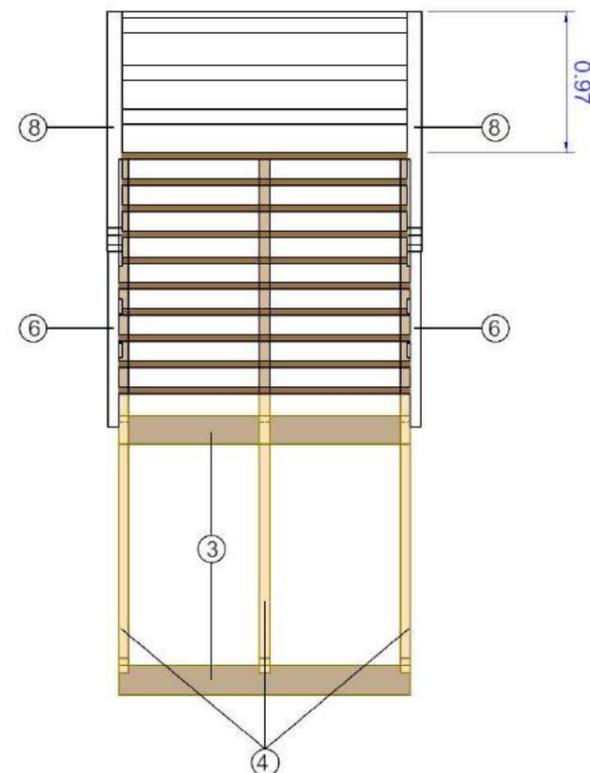
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS CLASE C18	
FLEXIÓN	180 Kp/cm <sup>2</sup>
COMPRESIÓN PARALELA	180 Kp/cm <sup>2</sup>
COMPRESIÓN PERPENDICULAR	22 Kp/cm <sup>2</sup>
TRACCIÓN PARALELA	110 Kp/cm <sup>2</sup>
TRACCIÓN PERPENDICULAR	4 Kp/cm <sup>2</sup>
CORTANTE	34 Kp/cm <sup>2</sup>
MÓDULO ELASTICIDAD	90.000 Kp/cm <sup>2</sup>

DESPIECE DE MADERA

MADERA ASERRADA C18 ó SUPERIOR	(mm)
1-PILOTES	Ø180
2-CRUZ DE SAN ANDRES	150x70
3-DURMIENTES TRANSVERSALES C/2M	100x200
4-VIGUETAS RASTREL	100x150
5-PAVIMENTO DE TABLÓN	150x45
6-POSTES EN BARANDILLA	100x70
7-LARGUEROS EN BARANDILLA	100x23
8-PASAMANOS EN BARANDILLAS	100x45

### SECCIÓN TIPO

Escala 1:75 - Cotas en m



Los pilotes de madera deben hincarse hasta rechazo, asegurándose de la estabilidad estructural y alcanzando el terreno consistente. En caso de que la hinca no asegurase este punto, deberá diseñarse la cimentación adecuada que garantice la estabilidad anterior. Cuando la altura del pilote visto supere 1.50 m, los pilotes se arriostrarán con cruces de san andrés en sentido longitudinal y transversal, según planos.

La madera empleada para toda la senda será de pino de clase C18 o superior, tratada en cámara de vacío-presión-vacío (autoclave) con sales metálicas normativas, para clase de uso 4 (contacto permanente con agua o suelo) y clase de servicio 3, según CTE. La madera se colocará con acabado de cepillado en sus cuatro caras. Se pintarán todas las superficies expuestas a la radiación ultravioleta (excepto tablazón de piso) con lasur acrílico a poro abierto.

El nivel de penetración en pilares circulares será NP5 (UNE-EN 351-1) y NP4 en el resto.

## 4 NORMATIVA APLICABLE

Para el cálculo de las solicitaciones se ha tenido en cuenta, principalmente, la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación (CTE): Se considera de interés la aplicación del Documento Básico Seguridad Estructural (CTE-DB-SE), en especial sus apartados Acciones en la Edificación (CTE-DB-SE-AE) y Estructuras de Madera (CTE-DB-SE-M).
- Norma de construcción sismorresistente NCSE-02.
- Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias (ROM 05-05)

## 5 PRESCRIPCIONES DE LA MADERA EMPLEADA

La madera será de pino del país, de clase resistente C18 y seguirá las siguientes prescripciones:

Propiedades	Clase resistente												
	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	
<b>Resistencia (característica) en N/mm<sup>2</sup></b>													
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
<b>Rigidez, en kN/mm<sup>2</sup></b>													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5 <sup>o</sup> -percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	$G_{medio}$	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
<b>Densidad, en kg/m<sup>3</sup></b>													
- Densidad característica	$\rho_k$	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	$\rho_{medio}$	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

- En cuanto a la densidad del material, se adopta un valor de  $600 \text{ Kg/m}^3$ , ya que la madera llevará un tratamiento en autoclave, con sales, que aumentan su peso propio.
- La clase de servicio es la 3
- La clase de uso es la 4
- El nivel de penetración en pilares circulares será NP5 (UNE-EN 351-1) y NP4 en el resto.

## 6 DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Se calcula cada uno de los elementos estructurales que forman el esqueleto de la superestructura (entarimado, rastreles, travesaños) y los apoyos (pilotes).

Se han empleado hojas de cálculo desarrolladas por URBING SL, de acuerdo con la normativa referida.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

### 6.1 PILOTES

En los listados de cálculo que se adjuntan en el Apéndice nº1 se comprueba el tope estructural de los pilotes, en función del tipo de madera, sección del pilote y máximo esfuerzo vertical transmitido desde la superestructura.

Se comprueba que el tope estructural del pilote es superior a la máxima carga de compresión que deberá soportar ( $T_i > Q_i$ ).

Por otro lado, se comprueba la profundidad a la que es necesario hincar el pilote de madera más solicitado (luces de 2 m) para que la suma de las resistencias por fuste y punta sea superior a la sollicitación, con un coeficiente de seguridad.

### 6.2 SUPERESTRUCTURA

Se modelizan los elementos de la superestructura de acuerdo con el esquema estático de vigas biapoyadas, con carga uniformemente repartida.

#### Hipótesis de carga:

- PESO PROPIO (CARGAS PERMANENTES):

Para la determinación del peso propio se considera un valor de la densidad de la madera de  $600 \text{ Kg/m}^3$ .

- SOBRECARGAS:

(U) Uso: (duración media)

Se adopta el valor de:

$$SC=500 \text{ Kg/m}^2$$

De acuerdo con la IAP-11 y CTE (acceso al público).

(N) Nieve:

La carga de sobrecarga de nieve es la correspondiente a una altura topográfica de 0 m en zona de clima invernal 1 ( $30 \text{ Kp/m}^2$ ). Ésta no se tiene en cuenta dada su baja intensidad frente a la sobrecarga de uso y su incompatibilidad con el resto de hipótesis.

(V) Viento:

Al no tratarse de una pasarela cubierta, la carga de viento no es relevante, como en el caso anterior.

#### Combinaciones de hipótesis:

De acuerdo con el CTE/Eurocódigo 5:

- Combinación 1: 1.35 CP
- Combinación 2: 1.35 CP+1.5 U

Los listados de comprobación de cálculo se adjuntan en el Apéndice nº2.

**APÉNDICE Nº1:**

COMPROBACIÓN PILOTES



PROYECTO:	SENDA PEATONAL EN PORTONOVO		
ESTRUCTURA:	PASARELA DE MADERA PILOTADA		
ELEMENTO A CALCULAR:	PILOTE CIRCULAR DE MADERA HINCADO		
<b>DATOS DE PARTIDA</b>			
<b>TERRENO (SUELOS GRANULARES)</b>		<b>PILOTE DE MADERA MÁX. SOLICITACIÓN VERTICAL</b>	
$\gamma_d =$	1.35 t/m <sup>3</sup>	Diámetro =	18.00 cm
$\gamma_{sat} =$	1.78 t/m <sup>3</sup>	Clase Resistente Madera =	C18
$\gamma' =$	0.78 t/m <sup>3</sup>	$f_{cdk} =$	180.00 Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi =$	25°	$f_{cdl} =$	90.00 Kg/cm <sup>2</sup>
$c =$	0 t/m <sup>2</sup>	Carga pésima vertical (CV)=	1 500.00 Kg
Nivel de agua sobre terreno=	0 m	Profundidad de hinca =	3.00 m
<b>1. CÁLCULO DE COMPROBACIÓN DEL TOPE ESTRUCTURAL</b>			
Topo estructural (TE)=	22 902.21 Kg	TE>CV?	CUMPLE
<b>2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA POR FUSTE (ROM 05-05 PARA SUELOS GRANULARES)</b>			
$\tau = \sigma'_{vp} \cdot K \cdot f \cdot \text{tag}(\phi)$			
K =	0.75 (Pilotes hincados)		
f =	1 (Pilotes de madera)		
Tensión efectiva a nivel del suelo			
$\sigma' =$	0 t/m <sup>2</sup>		
Profundidad para Tensión efect nula			
z =	- m		
<b>Resistencia por fuste tramo superior (negativo)</b>			
$\sigma'(1) =$	0 t/m <sup>2</sup>		
$\sigma'(2) =$	- t/m <sup>2</sup>		
RF =	- t	<b>Resistencia por FUSTE TOTAL</b>	
		RF =	534.40 Kg
<b>Resistencia por fuste tramo inferior (positivo)</b>			
$\sigma'(1) =$	0 t/m <sup>2</sup>		
$\sigma'(2) =$	2.34 t/m <sup>2</sup>		
RF =	0.53 t		
<b>3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA POR PUNTA (ROM 05-05 PARA SUELOS GRANULARES)</b>			
<b>Carga de hundimiento por punta</b>			
$qp =$	$3 \cdot \sigma'_{vp} \cdot Nq \cdot fD$		
$\sigma'_{vp} =$	2.34 t/m <sup>2</sup>	<b>Resistencia por PUNTA TOTAL</b>	
Nq =	10.66	RP =	1 790.38 Kg
fD =	0.94		
<b>4. VERIFICACIÓN DE LA LONGITUD DE HINCA</b>			
<b>Resistencia total = (Fuste+Punta)</b>			
R =	2 325 Kg		
Coef de seguridad (R/CV) =	1.55 (>1.50)		VÁLIDO

**APÉNDICE Nº2:**

**COMPROBACIÓN SUPERESTRUCTURA**



PROYECTO: PASEO DE MADERA EN PORTONOVO						Normas: Cálculo DB-SE-M				
CÓDIGO 2015-16						Acciones: DB-SE-AE				
ELEMENTO: Pavimento						Incendio: DB-SI				
Unidades: Flechas y dimensiones en mm. Caract. Mecánicas, esfuerzos y tensiones en Kp y en cm						Viga simplemente apoyada. Carga Uniformemente distribuida				
						Se considera sistema de carga compartida				
DATOS GENERALES		CONDICIONES DE SERVICIO			TIPO DE MADERA					
Luz (m):	Separación arriostramientos (m):	Clase servicio:	3	(2.2.2.2 SE-M)	Especie:	Pino	Madera:	C18		
0.81	0.81	Clase uso:	4	(3.2.1.2 SE-M)						
Ancho de paño (m)		Tratamiento protector:			Sales en profundidad					
0.15		Densidad madera:			600 Kg/m <sup>3</sup>					
PROPIEDADES MECÁNICAS (Tabla E.1 SE-M)										
Tabla 2.3 (SE-M)										
Clase resist.	Flexión	Tracción		Compresión		Cortadura	Módulo Elástico	Coef. Parc. Seguridad		
C18	f <sub>mk</sub>	f <sub>tk</sub>	f <sub>90k</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>90k</sub>	f <sub>vk</sub>	E <sub>medio</sub>	E <sub>ok</sub>		
	180	110	4	180	22	34	90 000	60 000		
	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		
								γ <sub>M</sub>		
								1.30		
VALORES ESTÁTICOS DE LA SECCIÓN										
2.2.1.2 (SE-M) 2.2.1.2 (SE-M)										
Ancho (b) mm	Láminas	Espesor (mm)	Canto (h) mm	A (cm <sup>2</sup> )	wy (cm <sup>3</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )	Factor de altura (kh)	Factor carga comp. (k <sub>sys</sub> )		
150	1	45.0	45.0	67.5	50.63	113.91	1.2	1.1		
SOLICITACIONES				ESFUERZOS						
Acciones (Kg/m <sup>2</sup> )		Cargas (Kg/m)		Momento máximo (M <sub>k</sub> ) Kg-cm <sup>2</sup>		Cortante máximo (Q <sub>k</sub> ) Kg				
Peso Propio:		4.05								
Carga permanente (CP):		4.05		34		2				
Mantenimiento (P):		100		2025		50				
Sobrecarga de uso (U):		500		616		31				
COMPROBACIÓN A FLECHA										
(Tabla 7.1 SE-M) Tabla 4.2 SE										
carga	k <sub>def</sub>	flecha <sub>inst</sub> (mm)	Ψ <sub>2</sub>	flecha <sub>max</sub>	Criterio 1:	Criterio 2:	Criterio 3:			
CP	2	0.02	1	0.04	flecha <sub>i</sub> (P)	flecha <sub>max</sub> (P)	flecha <sub>max</sub> (CP)+flecha <sub>max</sub> (P)-U <sub>o</sub>			
					0.41	0.492	0.532			
U	2	0.41	0.6	0.492	flecha <sub>adm inst</sub> : L/400 (mm)	flecha <sub>adm max</sub> : L/300	Flecha <sub>adm max</sub> : L/300			
					2.03	2.7	2.7			
Contraflecha (U <sub>o</sub> )				Índice criterio 1		Índice criterio 2				
0				20.2%		18.22%				
Es conforme con los criterios de deformación										
Parámetros de vuelco lateral: (6.3.3.2 SE-M)										
(Tabla 6.2 SE-M)				(Índices = Valor de trabajo / Valor admisible.)						
(Índices inferiores al 100% corresponden a comprobaciones satisfactorias)										
β <sub>v</sub>	L <sub>ef</sub> (m)	σ <sub>crit,m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	λ <sub>rel,m</sub>	λ <sub>rel,m</sub> < 0.75?	k <sub>crit,m</sub>					
0.95	0.77	30409	0.08	No es necesario comprobar vuelco lateral	1	(Tabla 6.3 SE-M)				
Comprobación a flexión:				Comprobación a cortante:						
Tabla 2.4 SE-M				(6.1.8 SE-M)						
Combinación	K <sub>mod</sub>	M <sub>d</sub> (Kg-cm <sup>2</sup> )	σ <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>md</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>d</sub> /f <sub>md</sub>	Q <sub>d</sub> (Kg)	k <sub>cr</sub>	τ <sub>d</sub>	f <sub>vd</sub>	I <sub>v</sub> = τ <sub>d</sub> /f <sub>vd</sub>
1.35 CP	0.5	45.9	0.91	91.38	1.00%	2.7	0.67	0.06	13.08	0.00%
1.35 CP + 1.5 P	0.7	3083.4	60.91	127.94	47.61%	77.7	0.67	1.72	18.31	9%
1.35CP + 1.5 U	0.65	969.9	19.16	118.8	16.13%	49.2	0.67	1.09	17.00	6%
Es conforme con los criterios de resistencia										

PROYECTO: PASEO DE MADERA EN PORTONOVO						Normas: Cálculo DB-SE-M				
CÓDIGO 2015-16						Acciones: DB-SE-AE				
ELEMENTO: Vigueta rastrel						Incendio: DB-SI				
Unidades: Flechas y dimensiones en mm. Caract. Mecánicas, esfuerzos y tensiones en Kp y en cm						Viga simplemente apoyada. Carga Uniformemente distribuida				
						Se considera sistema de carga compartida				
DATOS GENERALES		CONDICIONES DE SERVICIO			TIPO DE MADERA					
Luz (m):	Separación arriostramientos (m):	Clase servicio:	3	(2.2.2.2 SE-M)	Especie:	Pino	Madera:	C18		
1.9	1.9	Clase uso:	4	(3.2.1.2 SE-M)						
Ancho de paño (m)		Tratamiento protector:			Sales en profundidad					
1.00		Densidad madera:			600 Kg/m <sup>3</sup>					
PROPIEDADES MECÁNICAS (Tabla E.1 SE-M)										
Tabla 2.3 (SE-M)										
Clase resist.	Flexión	Tracción		Compresión		Cortadura	Módulo Elástico	Coef. Parc. Seguridad		
C18	f <sub>mk</sub>	f <sub>tk</sub>	f <sub>90k</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>90k</sub>	f <sub>vk</sub>	E <sub>medio</sub>	E <sub>ok</sub>		
	180	110	4	180	22	34	90 000	60 000		
	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		
								γ <sub>M</sub>		
								1.30		
VALORES ESTÁTICOS DE LA SECCIÓN										
2.2.1.2 (SE-M) 2.2.1.2 (SE-M)										
Ancho (b) mm	Láminas	Espesor (mm)	Canto (h) mm	A (cm <sup>2</sup> )	wy (cm <sup>3</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )	Factor de altura (kh)	Factor carga comp. (k <sub>sys</sub> )		
100	1	150.0	150.0	150	375.00	2812.5	1.0	1.1		
SOLICITACIONES				ESFUERZOS						
Acciones (Kg/m <sup>2</sup> )		Cargas (Kg/m)		Momento máximo (M <sub>k</sub> ) Kg-cm <sup>2</sup>		Cortante máximo (Q <sub>k</sub> ) Kg				
Peso Propio:		9.00								
Pavimento:		27		27.00						
Carga permanente (CP):		36.00		1625		35				
Mantenimiento (P):		100		4750		50				
Sobrecarga de uso (U):		500		22563		475				
COMPROBACIÓN A FLECHA										
(Tabla 7.1 SE-M) Tabla 4.2 SE										
carga	k <sub>def</sub>	flecha <sub>inst</sub> (mm)	Ψ <sub>2</sub>	flecha <sub>max</sub>	Criterio 1:	Criterio 2:	Criterio 3:			
CP	2	0.24	1	0.48	flecha <sub>i</sub> (P)	flecha <sub>max</sub> (P)	flecha <sub>max</sub> (CP)+flecha <sub>max</sub> (P)-U <sub>o</sub>			
					3.35	4.02	4.5			
U	2	3.35	0.6	4.02	flecha <sub>adm inst</sub> : L/400 (mm)	flecha <sub>adm max</sub> : L/300	Flecha <sub>adm max</sub> : L/300			
					4.75	6.33	6.33			
Contraflecha (U <sub>o</sub> )				Índice criterio 1		Índice criterio 2				
0				70.5%		63.51%				
Es conforme con los criterios de deformación										
Parámetros de vuelco lateral: (6.3.3.2 SE-M)										
(Tabla 6.2 SE-M)				(Índices = Valor de trabajo / Valor admisible.)						
(Índices inferiores al 100% corresponden a comprobaciones satisfactorias)										
β <sub>v</sub>	L <sub>ef</sub> (m)	σ <sub>crit,m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	λ <sub>rel,m</sub>	λ <sub>rel,m</sub> < 0.75?	k <sub>crit,m</sub>					
0.95	1.81	1729	0.32	No es necesario comprobar vuelco lateral	1	(Tabla 6.3 SE-M)				
Comprobación a flexión:				Comprobación a cortante:						
Tabla 2.4 SE-M				(6.1.8 SE-M)						
Combinación	K <sub>mod</sub>	M <sub>d</sub> (Kg-cm <sup>2</sup> )	σ <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>md</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>d</sub> /f <sub>md</sub>	Q <sub>d</sub> (Kg)	k <sub>cr</sub>	τ <sub>d</sub>	f <sub>vd</sub>	I <sub>v</sub> = τ <sub>d</sub> /f <sub>vd</sub>
1.35 CP	0.5	2193.75	5.85	76.15	7.68%	47.25	0.67	0.47	13.08	4.00%
1.35 CP + 1.5 P	0.7	9318.75	24.85	106.62	23.31%	122.25	0.67	1.22	18.31	7%
1.35CP + 1.5 U	0.65	36038.25	96.1	99	97.07%	759.75	0.67	7.56	17.00	44%
Es conforme con los criterios de resistencia										

**PROYECTO:** PASEO DE MADERA EN PORTONOVO **Normas:** Cálculo DB-SE-M  
**CÓDIGO:** 2015-16 **Acciones:** DB-SE-AE  
**ELEMENTO:** Travesaño **Incendio:** DB-SI

Unidades: Flechas y dimensiones en mm. Caract. Mecánicas, esfuerzos y tensiones en Kp y en cm Viga simplemente apoyada. Carga Uniformemente distribuida  
 Se considera sistema de carga compartida

DATOS GENERALES		CONDICIONES DE SERVICIO			TIPO DE MADERA		
Luz (m): 1.64	Separación arriostramientos (m): 1.64	Clase servicio: 3	3	(2.2.2.2 SE-M)	Especie: Pino	Madera: C18	
Ancho de paño (m): 2.00		Clase uso: 4	4	(3.2.1.2 SE-M)	Tratamiento protector: Sales en profundidad	Densidad madera: 600 Kg/m <sup>3</sup>	

**PROPIEDADES MECÁNICAS** (Tabla E.1 SE-M)

Clase resist.	Flexión			Tracción		Compresión		Cortadura	Módulo Elástico		Coef. Parc. Seguridad
	f <sub>mk</sub>	f <sub>ok</sub>	f <sub>90k</sub>	f <sub>ok</sub>	f <sub>90k</sub>	f <sub>ok</sub>	f <sub>90k</sub>	f <sub>vk</sub>	E <sub>medio</sub>	E <sub>k</sub>	γ <sub>M</sub>
C18	180	110	4	180	22	34	90 000	60 000	1.30		
	Kg/cm <sup>2</sup>										

**VALORES ESTÁTICOS DE LA SECCIÓN**

Ancho (b) mm	Láminas	Espesor (mm)	Canto (h) mm	A (cm <sup>2</sup> )	wy (cm <sup>3</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )	Factor de altura (kh)	Factor carga comp. (k <sub>sys</sub> )
100	1	200.0	200.0	200	666.67	6666.67	1.0	1.1

**SOLICITACIONES** ESFUERZOS

	Acciones (Kg/m <sup>2</sup> )	Cargas (Kg/m)		
Peso Propio:		12.00		
Pavimento:	27.00	54.00	Momento máximo	Cortante máximo
Viguetas:	16.46	32.93		
			(M <sub>k</sub> ) Kg-cm <sup>2</sup>	(Q <sub>k</sub> ) Kg
Carga permanente (CP):		98.93	Permanente	3326
Mantenimiento (P):	100	Kp (centro vano)	Corta	4100
Sobrecarga de uso (U):	500	1000	Media	33620
				82
				50
				820

**COMPROBACIÓN A FLECHA**

carga	k <sub>ref</sub>	flecha <sub>inst</sub> (mm)	ψ <sub>2</sub>	flecha <sub>max</sub>	Criterio 1:	Criterio 2:	Criterio 3:
CP	2	0.16	1	0.32	flecha <sub>i</sub> (P) 1.57	flecha <sub>max</sub> (P) 1.884	flecha <sub>max</sub> (CP)+flecha <sub>max</sub> (P)-U <sub>o</sub> 2.204
U	2	1.57	0.6	1.884	flecha <sub>adm inst</sub> : L/400 (mm) 4.1	flecha <sub>adm max</sub> : L/300 5.47	Flecha <sub>adm max</sub> : L/300 5.47
Contraflecha (U <sub>o</sub> )					Índice criterio 1 38.3%	Índice criterio 2 34.44%	Índice criterio 3 40.29%

*Es conforme con los criterios de deformación*

**Parámetros de vuelco lateral:** (6.3.3.2 SE-M)

β <sub>v</sub>	L <sub>ef</sub> (m)	σ <sub>crit,m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	λ <sub>rel,m</sub>	λ <sub>rel,m</sub> < 0.75?	k <sub>crit,m</sub>
0.95	1.56	1502	0.35	No es necesario comprobar vuelco lateral	1 <span style="float: right;">(Tabla 6.3 SE-M)</span>

**Comprobación a flexión:** (Tabla 2.4 SE-M)

Combinación	K <sub>mod</sub>	M <sub>d</sub> (Kg-cm <sup>2</sup> )	σ <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>md</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	σ <sub>d</sub> /f <sub>md</sub>	Q <sub>d</sub> (Kg)	k <sub>cr</sub>	τ <sub>d</sub>	f <sub>vd</sub>	I <sub>v</sub> = τ <sub>d</sub> /f <sub>vd</sub>
1.35 CP	0.5	4490.1	6.74	76.15	8.85%	110.7	0.67	0.83	13.08	6.00%
1.35 CP + 1.5 P	0.7	10640.1	15.96	106.62	14.97%	185.7	0.67	1.39	18.31	8%
1.35CP + 1.5 U	0.65	54920.1	82.38	99	83.21%	1340.7	0.67	10.01	17.00	59%

*Es conforme con los criterios de resistencia*