

CIMENTACIÓN CON MADERA: PILOTES

DEFINICIÓN

Los pilotes son piezas de madera redonda o cilindrada, sumamente rectos, que normalmente, y principalmente en el caso de las cimentaciones, se mecanizan en punta para facilitar su introducción y empotramiento en el suelo.

HISTORIA

El concepto del pilote para la construcción se remonta hasta el Neolítico (6.000 años), Como lo demuestran los restos de las construcciones localizadas en Suiza realizadas por las tribus "habitantes de los lagos suizos" con objeto de elevar sus moradas del suelo para evitar la acción de los animales salvajes. Su utilización se ha mantenido hasta nuestro días.

Algunas de las referencias históricas más significativas son las siguientes:

- Efeso, ahora Oeste de Turquía, donde se construyó un gran templo entorno al año 600 a.C. que sigue conservando su cimentación original de pilotes de madera.
- Cerca de Rochester, Inglaterra, las excavaciones de una vieja vía romana reveló la existencia de pilotes de madera de 1900 años de antigüedad en excelentes condiciones de mantenimiento.
- Viejo puente de Londres, se cimentó en 1176 sobre tajamares de piedra apoyados sobre pilotes de olmo que duraron 600 años.
- Venecia es uno de los paradigmas de la construcción sobre pilotes. Se empezó a construir sobre a partir del siglo IX. La capa superior del fondo de la laguna de Venecia está constituida por arena y fango, lo que no ofrecía ningún apoyo a posibles construcciones. Ante esa incapacidad de carga del terreno, se optó por clavar en el fondo un conjunto de pali, o troncos de roble, aliso o alerce, hasta llegar a la capa de arcilla más profunda.
- La torre del Campanile de Venecia se reconstruyó en 1902 sobre los mismo pilotes de madera de 1000 años de antigüedad, todavía en excelente estado.

- El casco antiguo de la ciudad de Amsterdam se apoya sobre alrededor de once millones de pilotes de madera, única manera de construir sobre el terreno de turba que se extiende a ambos lados del río Amstel. En Amsterdam destaca el enorme edificio del Palacio Real (1648-1665) o el Ayuntamiento con cimentación a base de 13.600 pilotes de madera. Así mismo la ciudad de Lousiana se erigió sobre postes de madera.
- La catedral de San Isaac de San Petersburgo (1818-1868), el tercer edificio cupular más grande del mundo por su altura (101,5 m) está apoyada sobre 24.000 pilotes de pino.
- El puente de Brooklyn, en Nueva York, descansa sobre cajas neumáticas formadas con pilotes de pino amarillo de 4,5 m de largo (4,5 metros); al igual que el puente de Notre Dame (Paris) o el puente de Toledo (Madrid) (al realizar las obras de remodelación de la M-30 se ha visto que los pilotes de madera estaban bastante deteriorados).

Algunas referencias actuales más significativas son las siguientes:

- En la cimentación del Aeropuerto J F Kennedy se utilizaron pilotes de madera de 30 tn de capacidad portante.
- En la gran cúpula de Lousiana se utilizaron pilotes de madera de 210 mm de diámetro que soporta 130.000 m³ de hormigón y 18.000 Tn de acero.
- En el viaducto de Winnemucca (Nevada, EEUU), de 300 m de largo, se usaron pilotes de madera que soportan 70 Tn.
- En España, en la nueva autovía de Cádiz del año 2007 se han utilizado pilotes de eucalipto.

APLICACIONES

Los pilotes de madera se emplean como estructura vista (pilares) u oculta (cimentaciones / compactación del terreno), utilizandose habitualmente como cimentaciones de edificios, depósitos, puentes, conducciones, pasarelas, rompeolas, embarcaderos, muelles, pantalanés, etc. En aquellas regiones donde el tronco del árbol es un material habitual y fácilmente



asequible se emplean como cimentaciones lacustres o marinas.

En su aplicación como cimentaciones, los pilotes sirven para:

- transmitir directa o indirectamente la carga al terreno, alcanzando un firme que está más profundo (cimentación propiamente dicha).
- compactar el terreno, mejorando su capacidad portante.
- resistir las cargas verticales y laterales que soportan y transmiten (actúan como pilares).

Los pilotes de madera son mejores que sus homólogos de hormigón o acero en lo que se refiere a su bajo coste, facilidad de transporte, manipulación (especialmente en zonas de difícil acceso), durabilidad (en la que se incluye su buen comportamiento en suelos ácidos o alcalinos), no se ven afectados por las corrientes eléctricas, no requieren protecciones frente a la corrosión, y a su facilidad de corte, mecanización e instalación. Además constituye la cimentación más barata en relación con la carga soportada.

Su calidad y durabilidad es la misma que la de los materiales alternativos siempre que se respeten las peculiaridades de la madera. Son particularmente adecuados para lugares de difícil acceso o donde el taladro o el empleo del hormigón presenta problemas, como por ejemplo:

- Terrenos con un nivel freático alto, o donde el firme se encuentra bajo un estrato de arena, arcillas blandas o suelos orgánicos.
- Terrenos de aluvión profundos, donde la capacidad del pilote viene determinada por el rozamiento a lo largo del fuste.
- Terrenos granulares disgregados o sueltos.
- Suelos ácidos o alcalinos, o los que tienen alto contenido en sulfatos o dióxido de carbono libre.

Los pilotes de madera no son adecuados para terrenos duros como la arena densa.

ESPECIES DE MADERA Y CALIDAD DE LA MADERA

Especies

Las especies de coníferas son las más utilizadas. En

Escandinavia y Europa central se han empleado históricamente el abeto, el pino silvestre, y en menor medida el abeto Douglas (o Pino Oregón) y el alerce. En EEUU y Canadá son los pinos amarillos, junto con el alerce, el s-p-f (lodgepole pine), el cedro rojo y el abeto Douglas.

En cuanto a las frondosas boreales y australes se han utilizado el roble, el haya, el fresno, el castaño, el abedul, el olmo, el roble rojo y los eucaliptos. Actualmente el uso de frondosas es escaso; en España se ha empleado recientemente el Eucalipto rojo como cimentación de una autovía en Cádiz.

En relación con las frondosas tropicales las más empleadas en ambientes marinos son Alan-Batu, Alep, Azobe, Balau amarillo, Basralocus, Bilinga, Cumaru, Doussie, Elondo, Greenheart, Louro, Mangle, Makore, Merbau, Quebracho (Lapacho), Teca, Jarrah (eucalipto marginata), Mangle, Tupertine, etc.

Calidad de la madera

La selección de madera para pilotes se fija especialmente por su fibra recta y por estar libre de defectos.

Contenido de humedad

Si el pilote es de madera tratada tendrá el contenido de humedad habitual de la madera en rollo tratada, aproximadamente entre un 20 - 25%. En el caso de que el pilote vaya a quedar sumergido el contenido de humedad no tiene importancia.

DIMENSIONES Y FORMATOS

En estructuras vistas se puede utilizar tanto la madera maciza, en formato de madera en rollo simplemente desramada o cilindrada, como la madera laminada encolada escuadrada o cilindrada. En estructuras ocultas se opta principalmente por la madera maciza en rollo desramada con una ligera conicidad.

En EEUU tienen normalizadas sus dimensiones (longitud - diámetro mínimo de la parte superior), véanse las normas ASTM D 25 y CAN 3-056.



Pilotes aéros en el Balneario de Brighton (Inglaterra)

DURABILIDAD | TRATAMIENTOS PROTECTORES

Los pilotes de madera han sido ampliamente utilizados a lo largo de la historia, su durabilidad depende principalmente de las características de su ubicación. También es interesante destacar que la madera es muy resistente a los suelos alcalinos y ácidos, mientras que no es posible utilizar pilotes de metal y de hormigón debido a la gran corrosión que se produce en suelos extremadamente ácidos. Como ejemplos de esta situación se menciona la terminal de container Brambles en Burnie - Tasmania (ph 11,5) y la estación de transferencias de residuos de Auburn - Alabama (ph 2,5)

Pilotes de madera sin tratar

Cuando se colocan bajo el nivel freático sin ningún tratamiento su duración es ilimitada. Son virtualmente inmunes a la degradación biológica incluso en especies no-durables, debido a la ausencia de oxígeno; la excepción es el caso de la madera de albura que sólo puede ser degradada, pero muy lentamente, por bacterias anaeróbicas (efectos importantes se apreciarían a los 50 años).

Pilotes de madera tratada

Los pilotes tratados en profundidad totalmente embebidos en el suelo (se cortan para que queden por debajo del nivel freático) y encepados o coronados con losas de hormigón tienen una duración estimada, según científicos norteamericanos, igual o superior a 100 años.

Los pilotes tratados en profundidad utilizados:

- por encima del nivel del suelo tienen una duración estimada, según técnicos norteamericanos, de 40 a 75 años dependiendo de la zona geográfica.
- en agua dulce tienen una duración estimada, según las mismas fuentes, de 30 a 70 años dependiendo de la zona geográfica.

Pilotes para muelles

Los pilotes utilizados en muelles, pantalanes u otras obras marítimas tienen una problemática particular, especialmente en regiones cálidas debido tanto a la acción de los xilófagos marinos (los Teredos y la Limnoria), como a los golpes que sufren en las maniobras de atraque de los barcos. Los pilotes tratados en profundidad utilizados en agua del mar, tienen una

duración estimada, según los norteamericanos, de 25 a 50 años dependiendo de la zona geográfica.

TIPOLOGÍA

- Según su función se distinguen tres tipos de pilotes: de cimentación, de compactación y como estructura al aire.
- Según su forma de trabajo se distinguen tres tipos de pilotes: de punta, de fricción y mixtos.
- Según los materiales utilizados tenemos los simples (sólo madera) o compuestos (madera - hormigón o madera - acero).

PROPIEDADES RESISTENTES

En las antiguas Normas Tecnológicas (NTE) no se contemplaban las cimentaciones con pilotes de madera

En el Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural - Cimientos (CTE - DB SE-C) se especifica que se puede utilizar la madera (véase capítulo 5 "Cimentaciones profundas" apartado 5.3.8 "Consideraciones estructurales" de DB SE-C). Los norteamericanos tienen normalizadas las tensiones admisibles en la norma ASTM D 25.

Los pilotes se proyectan como columnas y debe considerarse su posible arriostamiento, especialmente para alturas no soportadas lateralmente por encima del nivel del terreno. En el Reino Unido existe una norma de cálculo, la BS 5268, que puede usarse para calcular la capacidad portante axial de los pilotes incluyendo los que sobresalen del terreno.

INSTALACIÓN Y PUESTA EN OBRA

Su instalación y puesta en obra incluye las siguientes fases y operaciones: replanteo, hincado, desmochado de las cabezas, encepado, plataforma, manejo e izamiento de pilotes.



Pilotes para pantalán en Kastrup (Suecia). Arquitectos White Arkitekter